مەملىكەتلىك ئوتتۇرا، باشلانغۇچ مەكتەپ ئوقۇتۇش ماتېرىياللىرىنى
تەكشۈرۈپ بېكىتىش كومىتېتى 2002 - يىلى تەكشۈرۈپ بېكىتكەن

پۈتۈن كۈنلۈك ئادەتتىكى تولۇق ئوتتۇرا مەكتەپلەر ئۈچۈن دەرسلىك

فىزىكا

2 - قىسىم



شىنجاڭ مائارىپ نەشرىياتى

مۇندەرىجە

مېخانىكا

سەككىزىنچى باب. ھەرىكەت مىقدارى 1
§ 1 . ئىمپۇلس مىقدارى ۋە ھەرىكەت مىقدارى 2
§ 2 . ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسى 5
§ 3 . ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى 9
§ 4 . ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قوللىنىلىشى 13
§ 5 . رېئاكتىپ ھەرىكەت ۋە راكېتا 16
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئالەم تېخنىكىسى تەرەققىياتى ۋە ئالەم قاتنىشى 18
توققۇزىنچى باب. مېخانىك تەۋرىنىش 23
§ 1 . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت 24
§ 2 . ئامپلىتۇدا، دەۋر ۋە چاستوتا 26
§ 3 . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكى 28
ئوقۇش ماتېرىيالى: مۇزىكىلىق ئاۋاز ۋە گاممىا 31
§ 4 . ئاددىي ماياتنىك 34
*§5 . فازا 38
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئاي فازىسى 40
§6 . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئېنېرگىيىسى ۋە ئۆچەر تەۋرىنىش 41
§7 . مەجبۇرىي تەۋرىنىش ۋە رېزونانس 42
ئونىنچى باب. مېخانىك دولقۇن 50
§ 1 . دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى ۋە تارقىلىشى 51
§2. دولقۇن گرافىكى 55
§ 3 . دولقۇن ئۇزۇنلۇقى، چاستوتا ۋە دولقۇن تېزلىكى 56
§4 . دولقۇننىڭ دىفراكسىيىسى 60
§5 . دولقۇنلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى 62
*§6 . تۇرغۇن دولقۇن 65
§7 . دوپلېر ئېففېكتى 68
§8 . ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنى ۋە ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى 70

ئىسسىقلىق ئىلمى

ئون بىرىنچى باب. مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى ۋە ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىشى 76

§1 . مادىدا نۇرغۇنلىغان مولېكۇلىلاردىن تۇزۇلىدۇ..... 77

ئوقۇش ماتېرىيالى: نانومېتىر تېخنىكىسى..... 79

§2 . مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى..... 80

§3 . مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ..... 84

§4 . جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ۋە ئىسسىقلىق مىقدارى..... 86

§5 . تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى ۋە ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى..... 90

ئوقۇش ماتېرىيالى: ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ تەكلىنىشى..... 92

§6 . تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى..... 94

§7 . ئېنېرگىيە مەنبەسى ۋە مۇھىت..... 99

ئون ئىككىنچى باب. قاتتىق جىسىم، سۇيۇقلۇقلار ۋە گازلار..... 105

*§1 . قاتتىق جىسىملار 106

*§2. قاتتىق جىسىملارنىڭ مىكرولۇق تۈزۈلۈشى 108

*§3. سۇيۇقلۇق ۋە يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى..... 110

*§4. كاپىلىيارلىق ھادىسىسى..... 114

*§5. سۇيۇق كرىستال 116

*§6. بېرنۇللى تەڭلىمىسى..... 118

*§7. تۇربۇلېنتلىق ئېقىش ھادىسىسى..... 125

§8. گازلارنىڭ بېسىمى 127

ئوقۇش ماتېرىيالى: گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ سۇرئىتى ۋە ستاتىسكىلىق قانۇنىيىتى..... 128

§9. گازلارنىڭ بېسىمى، ھەجمى ۋە تېمپېراتۇرىسى ئارىسىدىكى مۇناسىۋەت..... 130

ئېلېكترو ماگنىتىزم

ئون ئۇچىنچى باب. ئېلېكتر مەيدانى 134

§1 . زەرەت، كۇلون قانۇنى..... 135

ئوقۇش ماتېرىيالى: كۇلوننىڭ تولغانما تارازا تەجرىبىسى..... 138

§2. ئېلېكتر مەيدانى ۋە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى..... 140

§3 . ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى..... 144

§4 . ئېلېكتروستاتىك دالدىلاش 146

§5 . ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ۋە ئېلېكتر پوتېنسىئالى 148

§6. تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز 153

§7. ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى بىلەن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ مۇناسىۋىتى..... 155

ئوقۇش ماتېرىيالى: ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش ۋە چاقماق قايتۇرغۇچ..... 156

§8. كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى 157
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور 161
§9. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتى 163
*§10. ئېلېكتروستاتىكتىن پايدىلىنىش ۋە ئۇنىڭدىن ساقلىنىش 167

ئون تۆتىنچى باب. مۇقىم توك 175

§1. ئوم قانۇنى 176
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتى 179
§2. قارشىلىق قانۇنى ۋە سېلىشتۇرما قارشىلىق 180
§3. يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەر ۋە ئۇلارنىڭ قوللىنىلىشى 183
§4. ئۈلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ۋە ئۇلارنىڭ قوللىنىلىشى 184
§5. توكنىڭ ئىشى ۋە توك قۇۋۋىتى 185
§6. تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى 188
§7. ۋولتمېتىر ۋە ئامپېرمېتىر، ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلى ئارقىلىق قارشىلىقنى ئۆلچەش 193

ئون بەشىنچى باب. ماگنىت مەيدانى 199

§1. ماگنىت مەيدانى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى 200
ئوقۇش ماتېرىيالى: توكنىڭ ماگنىت ئېففېكتىنىڭ بايقىلىشى 204
§2. ئامپېر كۈچى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى 206
§3. ئامپېرمېتىرنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى 211
§4. ماگنىت مەيدانىنىڭ ھەرىكەتتىكى زەرەتكە بولغان تەسىرى 212
§5. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى ھەرىكىتى ۋە ماسسا سپېكتروگرافى 214
§6. ئايلانما تېزلەتكۈچ 218
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئامپېرنىڭ مولېكۇلا توكى پەرىزى ۋە ماگنىتلىق ماتېرىياللار 220
ئوقۇش ماتېرىيالى: ماگنىت بىلەن جانلىقلار 223

ئون ئالتىنچى باب. ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيىسى 227

§1. ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى 228
ئوقۇش ماتېرىيالى: فاراداينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ھەققىدىكى تەجرىبىسى 232
§2. فاراداينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە قانۇنى ـــ ئىندۇكسىيلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى 234
§3. لېنتس قانۇنى ـــــ ئىندۇكسىيلىك توكنىڭ يۆنىلىشى 238
§4. لېنتس قانۇنىنىڭ قوللىنىلىشى 240
ئوقۇش ماتېرىيالى: يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى ئىزدەش 242
§5. ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى 244
§6. نەي لامپىنىڭ پرىنسىپى 246
*§7. قۇيۇن توك 249

ئوقۇش ماتېرىيالى: ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ قوللىنىلىشى (I) 250
——— ھەرىكەتچان كاتۇشكىلىق مىكروفوننىڭ پرىنسىپى
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ قوللىنىلىشى (II) 251
——— ماگنىت لېنتىلىق ئۇنئالغۇنىڭ پرىنسىپى 257

ئون يەتتىنچى باب. ئۆزگىرىشچان توك 258

§1 . ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى ۋە ئۆزگىرىش قانۇنىيىتى 261
§2 . ئۆزگىرىشچان توكنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار 263
§3 . ئىندۇكتىپلىق ۋە كوندېنساتورنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان تەسىرى 266
§4 . ترانسفورماتور 270
ئوقۇش ماتېرىيالى: ېېنزىن ماشىنىسىنىڭ ئوت ئالدۇرۇش قۇرۇلمىسى 271
§5 . ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئۆزىتىش 275
ئوقۇش ماتېرىيالى: تۇراقلىق توك ئۆزىتىش 277
*§6. ئۈچ فازلىق ئۆزگىرىشچان توك 279
ئوقۇش ماتېرىيالى: ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتور 280
ئوقۇش ماتېرىيالى: تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ۋە ماگنىتلىق لەيلىمە پويىز

ئون سەككىزىنچى باب. ئېلېكتروماگنىت مەيدانى ۋە ئېلېكترومماگنىت دولقۇنى 285

§1 . ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى 286
§2. ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى 289
§3 . ئېلېكتروماگنىت مەيدانى 290
§4 . ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى 292
§5 . رادىئو دولقۇنىنى تارقىتىش ۋە قوبۇل قىلىش 295
§6. تېلېۋىزىيە ۋە رادار 298
ئوقۇش ماتېرىيالى: كۆچمە تېلېفون 300

ئوقۇغۇچىلار تەجرىبىسى 303

1. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلاش 303
*2. يەل تاپانلىق رېلىس ئارقىلىق ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلاش 304
3. ئاددىي مايانىكىتىن پايدىلىنىپ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى ئۆلچەش 306
4 . ماي پەردىسى ئۈسۈلىدىن پايدىلىنىپ مولېكۇلىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى مۆلچەر بىلەن ئۆلچەش 308
5 . تەسۈرلەش ئۈسۈلىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر مەيدانى تەكشىلىكىدىكى تەڭ پوتېنسىئاللىق سىزىقنى سىزىش 309
6 . كىچىك لامپۇچكىنىڭ ۋولت ـ ئامپېر خۈسۈسىيەت ئەگرى سىزىقنى سىزىش 310
7 . مېتاللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقىنى ئۆلچەش 311
8 . گالۋانومېتىرنى ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىش 312
*9 . تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىنى تەتقىق قىلىش 313
10 . توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى ھەم ئىچكى قارشىلىقىنى ئۆلچەش 314
11 . دولقۇن كۆرسەتكۈچنى ئىشلىتىشنى مەشىق قىلىش 316

12 . مۇلتىمېتىر ئارقىلىق قارا سانۇقلۇق ئېلېكتر دېتاللىرىنى تەكشۈرۈش.....318
13 . سېنزورنىڭ ئاددىي قوللىنىلىشى.....321
*14 . ئويۇنچۇق ئېلېكترو ماگنىتلىق ئېنېرگىيە ئايلىنىشىنى مۇھاكىمە قىلىش.....323

تېما تەتقىقاتى.....325

1. تەجرىبە: پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ دەۋرى ۋە شارچە ماسسىسىنىڭ مۇناسىۋىتىنى تەتقىق قىلىش...326
2. ماتېرىياللارنىڭ ئىسسىقلىق سىغىمىنى تەتقىق قىلىش.....326
3. بېسىملىق قازان (كورا) دىكى سۇنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى مۆلچەر بىلەن ئۆلچەش.....326
4. ئېلېكترولىز ئۇسۇلى ئارقىلىق ئېلېمېنتار زەرەتنى ئۆلچەش.....326
5. تۆرۈبا سۇيىنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقىنى ئۆلچەش.....326
6. سەزگۈر گالۋانومېتىرنى مۇلتىمېتىرغا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇش.....326
7. تەكشۈرۈپ تەتقىق قىلىش: ئوچاق سايمانلىرىنىڭ تەرەققىياتى.....326
8. تەكشۈرۈپ تەتقىق قىلىش: ئائىلە ئېلېكتر سايمانلىرىنىڭ تەرەققىياتى ئېلىپ كەلگەن بىخەتەرلىككە دائىر مەسىلىلەر.....326
9. ئاددىي ئىلمىي دوكلات: توڭلاتقۇدىن ئوزۇن قەۋىتىگىچە.....326
10. ئاددىي ئىلمىي دوكلات: پارىنىڭ ئېغىرلىقى.....326
قوشۇمچە.....327
I دائىم قوللىنىلىدىغان ئېلېكترو ماگنىتىزم مىقدارلىرىنىڭ خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدىكى بىرلىكلىرى.....327
II دائىم قوللىنىلىدىغان فىزىكىلىق تۇراقلىق مىقدارلار.....328
III بىر قىسىم ئاتالغۇلارنىڭ خەنزۇچە ـ ئىنگلىزچە ـ ئۇيغۇرچە سېلىشتۇرمىسى.....329

قورغان توپ (بېيسبول توپى) مەيدانىدا، توپ ئۇرغۇچى كالتەكنى يۇلاپ ئېتىپ، قارشى تەرەپتىن كەلگەن توپنى ئۇرۇپ چىقىرىدۇ. پرىنسىپ جەھەتتىن ئېيتقاندا، بۇ ئوردىكى مەسىلىلەرنى ئۇنۇن ھەرىكەت قانۇنلىرىدىن پايدىلىنىپ ھەل قىلغىلى بولىدۇ، لېكىن توپ كالتەكىنىڭ توپنى ئۇرۇش كۈچى ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان، ئۇنىڭ ئۈستىگە ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى ئېنىقلاش بىرقەدەر قىيىن بولغاچقا، نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرىنى بىۋاستە قوللىنىش قىيىنچىلىققا ئۇچرايدۇ.

فىزىكا ئالىملىرى زەربىلىك ئۇرۇلۇش ۋە سوقۇلۇشقا دائىر مەسىلىلەرنى تەتقىق قىلغاندا، ھەرىكەت مىقدارى ئۇقۇمىنى كىرگۈزۈپ، ھەرىكەت مىقدارى بىلەن مۇناسىۋەتلىك قانۇنىيەتلەرنى تەتقىق قىلىپ، ھەرىكەت مىقدارى رېنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى تۇرغۇزدى. ھەرىكەت مىقدارىغا مۇناسىۋەتلىك بىلىملەرنى قوللانغاندا، يۇقىرىدا تىلغا ئېلىنغان مەسىلىلەرنى ھەل قىلىش ئاسانغا توختايدۇ.

ھەرىكەت مىقدارى ئۇقۇمى ۋە ھەرىكەت مىقدارىغا مۇناسىۋەتلىك قانۇنىيەتلەر ئەملىيەت جەريانىدا كەڭ قوللىنىشقا ئىگە، بۇ بابتا بىز مۇشۇ جەھەتتىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز.

§1 . ئىمپۇلس مىقدارى ۋە ھەرىكەت مىقدارى

بىر ئاپتوموبىل ئوخشاش بولمىغان سۈرەش كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىغاندا، قوزغىلىشتىن باشلاپ مەلۇم تېزلىككە ئىگە بولغىچە كېرەك بولىدىغان ۋاقىت ئوخشاش بولمايدۇ، يەنى سۈرەش كۈچى چوڭ بولسا، كېرەك بولىدىغان ۋاقىت قىسقا، سۈرەش كۈچى كىچىك بولسا، كېرەك بولىدىغان ۋاقىت ئۇزۇن بولىدۇ. تۆۋەندە بۇ تۇردىكى مەسىلىلەرنى مىقدار جەھەتتىن تەتقىق قىلىمىز.

ماسسىسى m بولغان تىنچ تۇرغان بىر جىسىم كۈچ تەسىرىدە ھەرىكەت قىلسا، t ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن قانچىلىك تېزلىككە ئىگە بولىدۇ؟ جىسىمنىڭ كۈچ تەسىرىدە ئېرىشكەن تېزلىنىشى $a = F/m$ ، t ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن ئېرىشكەن تېزلىكى $v = at = Ft/m$ بولسا، بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ:

$$Ft = mv$$

بۇنىڭدىن ئەسلىدە تىنچ تۇرغان جىسىمنى مەلۇم تېزلىككە ئىگە قىلىش ئۈچۈن ھەم ئۇنىڭغا چوڭراق كۈچ تەسىر قىلدۇرۇپ قىسقىراق ۋاقىت سەرپ قىلىشقا، ھەم كىچىكرەك كۈچ تەسىر قىلدۇرۇپ ئۇزۇنراق ۋاقىت سەرپ قىلىشقا بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. پەقەت كۈچ F بىلەن كۈچ تەسىر قىلغان ۋاقىت t نىڭ كۆپەيتىمىسى Ft ئوخشاش بولسىلا، بۇ جىسىم ھامان ئوخشاش تېزلىككە ئىگە بولىدۇ. بۇ، بەلگىلىك ماسسىدىكى جىسىمغا نىسبەتەن، كۈچ پەيدا قىلغان جىسىمنىڭ تېزلىكىنى ئۆزگەرتىدىغان ئۇنۇمنى Ft دىن ئىبارەت بۇ ئۇنۇمنىڭ مىقدارىنىڭ بەلگىلەيدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. فىزىكىدا كۈچ F بىلەن كۈچ تەسىر قىلغان ۋاقىت t نىڭ كۆپەيتىمىسى Ft كۈچنىڭ ئىمپۇلس مىقدارى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئىمپۇلس مىقدارى ۋېكتور بولۇپ، ئۇنىڭ يۆنىلىشى كۈچنىڭ يۆنىلىشى ئارقىلىق بەلگىلىنىدۇ. ئەگەر تەسىر قىلىش ۋاقتى ئىنچىكە كۈچنىڭ يۆنىلىشى ئۆزگەرمىسە، ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ يۆنىلىشى كۈچنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش بولىدۇ. خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا كۈچ F نىڭ بىرلىكى ئۇچۇن N ، ۋاقىت t نىڭ بىرلىكى ئۇچۇن s ئىلىنىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئىمپۇلس ئىقدارى Ft نىڭ بىرلىكى نيۇتون سېكۇنت، بەلگىسى N · s بولىدۇ.

يۇقىرىقى ئىپادىدىن بىز يەنە شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئەسلىدە تىنچ تۇرغان، ماسسىسى m ئوخشاش بولمىغان جىسىملارنىڭ ئوخشاش ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ تەسىرىدە، گەرچە ئېرىشكەن تېزلىكلىرى v ئوخشاش بولمىسىمۇ،

ئىمپۇلس مىقدارى كۈچ ھاللاردا I ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ، يەنى $I = Ft$

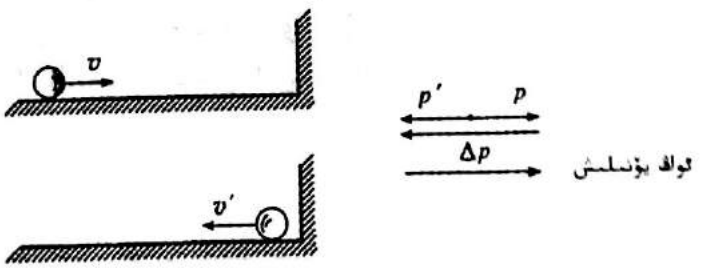
لېكىن ئۇلارنىڭ ماسسىلىرى بىلەن تېزلىكلىرىنىڭ كۆپەيتمىسى mv ئوخشاش بولۇپ، ھەممىسى ئۇلار ئۇچرىغان ئىمپۇلس مىقدارىغا تەڭ بولىدۇ. فىزىكىدا جىسىمنىڭ ماسسىسى m بىلەن تېزلىكى v نىڭ كۆپەيتمىسى mv ھەرىكەت مىقدارى دەپ ئاتىلىدۇ. ھەرىكەت مىقدارى ئادەتتە p ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ، يەنى

$$p = mv$$

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا ماسسا m نىڭ بىرلىكى ئۇچۇن kg ، تېزلىك v نىڭ بىرلىكى ئۇچۇن m / s ئېلىنىدۇ. شۇڭا ھەرىكەت مىقدارى p نىڭ بىرلىكى كىلوگرام مېتىر ھەر سېكۇنت، يەلگىسى kg · m / s بولىدۇ. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ بىرلىكى بىلەن ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ بىرلىكى ئوخشاش، يەنى $1N = 1kg \cdot m / s^2$ ، شۇنىڭ ئۇچۇن $1N \cdot s = 1kg \cdot m / s$.

ھەرىكەت مىقدارىمۇ ۋېكتور بولۇپ، ئۇنىڭ يۆنىلىشى تېزلىكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش. ھەرىكەت مىقدارىنى ھېسابلاش ۋېكتورلارنى ھېسابلاش قائىدىسىگە بويسۇنىدۇ، ئۇمۇ پارالللېل تۆت تەرەپلىك قائىدىسى بويىچە ئېلىپ بېرىلىدۇ. ئەگەر جىسىم ئوخشاش بىر تۇز سىزىقتا ھەرىكەت قىلسا، يەنى ھەرىكەت مىقدارى ۋېكتورى ئوخشاش بىر تۇز سىزىقتا بولسا، بىر ئوك يۆنىلىشىنى تاللىۋالغاندىن كېيىن، ھەرىكەت مىقدارىنى ھېسابلاشنى ئالگېبرالىق ھېسابلاشقا ئاددىيلاشتۇرغىلى بولىدۇ.

[مىسال] ماسسىسى 0. 1kg بولغان بىر پولات شارچە 6m / s تېزلىكتە گورىزونتال يۆنىلىشتە ئوڭغا قاراپ ھەرىكەت قىلىپ، قاتتىق بىر توسالغۇغا سوقۇلغاندىن كېيىن قايتىپ، ئوخشاش بىر تۇز سىزىقنى بويلاپ 6m / s تېزلىكتە گورىزونتال يۆنىلىشتە سولغا قاراپ ھەرىكەت قىلسا (1.8 ـ رەسىم)، سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى پولات شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارىدا ئۆزگىرىش بولامدۇ ـ يوق؟ قانچىلىك ئۆزگىرىش بولىدۇ؟



1.8 ـ رەسىم

تەھلىل ھەرىكەت مىقدارى ۋېكتور بولۇپ، ئۇنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە (ياكى) يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولغاندا، ھەرىكەت مىقدارىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ. سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى ۋە كېيىن گەرچە پولات شارچىنىڭ تېزلىكىدە ئۆزگىرىش بولماستىن، يەنىلا 6m / s بولغان بولسىمۇ، لېكىن ئۇنىڭ تېزلىكىنىڭ يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولغان. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ يۆنىلىشى تېزلىكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش، ھەرىكەت مىقدارىنىڭ يۆنىلىشىدىمۇ ئۆزگىرىش بولغان، شۇڭا پولات شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ.

پولات شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ قانچىلىك ئۆزگەرگەنلىكىنى تېپىش ئۈچۈن، ئالدى بىلەن سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى پولات شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنى ئېنىقلاشقا توغرا كېلىدۇ. سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى ۋە كېيىن پولات شارچە ئوخشاش بىر تۇز سىزىقتا ھەرىكەت قىلىدىغانلىقتىن، بىر ئوك يۆنىلىشنى بېكىتىمىز، مەسىلەن، گورىزونتال ئوڭغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى ئوك يۆنىلىش دەپ ئالساق، سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى پولات شارچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى بۇ ئوك يۆنىلىش بىلەن

ھەرىكەت مىقدارى ۋېكتور، ھەرىكەت مىقدارىنى ھېسابلاش ۋېكتورلارنى ھېسابلاش قائىدىسىگە بويسۇنىدۇ.

ئوخشاش بولغانلىقتىن، ھەربىر مىقدارى مۇسبەت قىممەتلىك بولىدۇ؛ سوقۇلغاندىن كېيىن پولات شارچىنىڭ ھەربىر يۆنىلىشى بۇ ئوك يۆنىلىشكە قارىمۇقارشى بولغانلىقتىن، ھەربىر مىقدارى مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ. پولات شارچىنىڭ ھەربىر مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشى سوقۇلغاندىن كېيىنكى ھەربىر مىقدارىدىن سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ھەربىر مىقدارىنى ئېلىشۇەتكەنگە تەڭ بولىدۇ.

پىششىق گورىزونتال ئوقنىغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى ئوك يۆنىلىش، سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى پولات شارچىنىڭ تېزلىكىنى $v = 6\mathrm{m/s}$ دەپ ئالساق، سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى پولات شارچىنىڭ ھەربىر مىقدارى مۇنداق بولىدۇ:

$$p = mv = 0.1 \times 6\mathrm{kg \cdot m/s}$$
$$= 0.6\mathrm{kg \cdot m/s}$$

مەلۇم مىقدارنىڭ ئۆزگىرىشىنى ھېسابلىغاندا، ھامان كېيىنكى قىممەتتىن ئىلگىرىكى قىممەت ئېلىنىدۇ.

سوقۇلغاندىن كېيىنكى پولات شارچىنىڭ تېزلىكى $v' = -6\mathrm{m/s}$، شۇڭا سوقۇلغاندىن كېيىنكى پولات شارچىنىڭ ھەربىر مىقدارى مۇنداق بولىدۇ:

$$p' = mv' = -0.1 \times 6\mathrm{kg \cdot m/s}$$
$$= -0.6\mathrm{kg \cdot m/s}$$

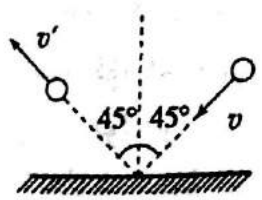
سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى ھەربىر مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشى مۇنداق بولىدۇ:

$$p' - p = -0.6\mathrm{kg \cdot m/s} - 0.6\mathrm{kg.\ m/s}$$
$$= -1.2\mathrm{kg \cdot m/s}$$

ھەربىر مىقدارنىڭ ئۆزگىرىشى $\Delta p = p' - p$ مۇ ۋېكتور، ئېرىشىلگەن سانلىق قىممەتنىڭ مەنپىي قىممەت بولۇشى Δp نىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئېلىنغان ئوك يۆنىلىشنىڭ قارىمۇقارشى ئىكەنلىكىنى، Δp نىڭ يۆنىلىشى گورىزونتال سولغا قارىتا بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

مۇھاكىمە ۋە مۇلاھىزە

2.8 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ماسسىسى 0.2kg بولغان بىر پولات شارچە $2\mathrm{m/s}$ تېزلىكتە يانتۇ ئېتىلىپ قاتتىق مەرمەر تاشقا سوقۇلغان، ئۇنىڭ مەرمەر تاشقا چۈشۈش بۇلۇڭى $45°$، سوقۇلغاندىن كېيىن يانتۇ ھالدا قاچقىپ چىققان، ئۇنىڭ قاچقىپ چىقىش بۇلۇڭىمۇ $45°$، تېزلىكى يەنىلا $2\mathrm{m/s}$ بولغان. سىز گرافىك ئۇسۇلى ئارقىلىق پولات شارچىنىڭ ھەربىر مىقدارى ئۆزگىرىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىنى تاپالامسىز؟



2.8 ـ رەسىم

بۇ كىتابتا بۇنداق ھېسابلاشلار تەلەپ قىلىنمىسىمۇ، لېكىن بۇنداق مەسىلىلەرنى مۇھاكىمە قىلىشنىڭ سىزنىڭ ھەربىر مىقدارىنىڭ ۋېكتورلۇق خۇسۇسىيىتى بىلەن يەنىمۇ ئىلگىرىلىگەن ھالدا تونۇشۇشىڭىزغا يارىدىمى بولىدۇ.

(1) ماسسىسى 25kg بولغان ھەم 0.5m / s تېزلىكتە پىيادە كېتىۋاتقان بالا بىلەن ماسسىسى 20g ھەم 800m / s تېزلىكتە ئۇچۇۋاتقان ئوقنىڭ قايسىسىنىڭ ھەرىكەت مىقدارى چوڭ؟

(2) ماسسىسى 8g بولغان ئېينەك شارچە 3m / s تېزلىكتە سولغا قارىتا ھەرىكەت قىلىپ، بىر جىسىمغا سوقۇلغاندىن كېيىن قاتتىقلىق 2m / s تېزلىكتە ئوخشاش بىر توز سىزىقنى بويلاپ ئوڭغا قاراپ ھەرىكەت قىلغان بولسا، ئېينەك شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشى قانچىلىك بولىدۇ؟

(3) ماسسىسى 0.05kg بولغان بىر چويلا توپ 20m / s گورىزونتال تېزلىك بىلەن پالاققا ئورۇلغاندىن كېيىن، گورىزونتال يۆنىلىشتە كەينىگە قايتقان، ئۇنىڭ كەينىگە قايتقان چاغدىكى تېزلىكىمۇ 20m / s بولغان. چويلا توپنىڭ ئورۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ھەرىكەت مىقدارىنى p ، ئورۇلغاندىن كېيىنكى ھەرىكەت مىقدارىنى p' دەپ پەرەز قىلىپ، چويلا توپنىڭ ئورۇلغاندىن كېيىنكى كەينىگە قايتقان تېزلىك يۆنىلىشىنى ئوڭ يۆنىلىش دەپ ئالساق، ئۇ ھالدا چويلا توپنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشىگە دائىر تۆۋەندىكى ھېسابلاش ئىپادىلىرىدىن توغرىسى:

① $p' - p = 1\text{kg}\cdot\text{m/s} - (-1\text{kg}\cdot\text{m/s}) = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$

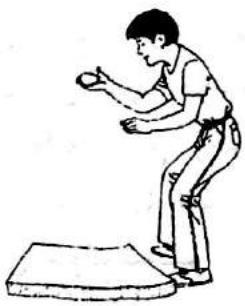
② $p - p' = -1\text{kg}\cdot\text{m/s} - 1\text{kg}\cdot\text{m/s} = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$

③ $p' - p = -1\text{kg}\cdot\text{m/s} - 1\text{kg}\cdot\text{m/s} = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$

④ $p - p' = 1\text{kg}\cdot\text{m/s} - 1\text{kg}\cdot\text{m/s} = 0$

§2 . ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسى

تەجرىبە



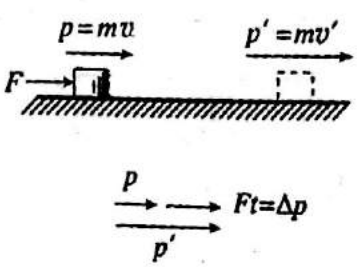
3.8 ـ رەسىم. تۇخۇم چېقىلامدۇ ـ يوق؟

تۇخۇم 1 مېتىردىن ئېگىزرەك جايدىن ياغاچ تاختىغا چۈشسە، چوقۇم چېقىلىپ كېتىدۇ. ئەمدى بىز ياغاچ تاختىنىڭ ئۈستىگە بىر پارچە كۆپتۈرمە سۈلياۋ تەگلىكنى قويۇپ، تۇخۇمنى ئىمكانىيەتنىڭ بارىچە ئېگىز كۆتۈرۈپ، ئۇنى قولىمىزدىن قويۇپ بېرىپ، ئۇنىڭ كۆپتۈرمە سۈلياۋ تەگلىككە چۈشكەندىن كېيىن چېقىلىدىغان ياكى چېقىلمايدىغانلىقىغا قاراپ باقايلى (3.8 ـ رەسىم).

ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىنى ئۆگەنگەندىن كېيىن، بۇ تۈردىكى ھادىسىلەرنى چۈشەندۈرەلەيدىغان بولىسىز.

ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسى

ئەمدى بىز بەلگىلىك ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بىر جىسىمغا يېغىندى كۈچ تەسىر قىلىپ، بىر بۆلەك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، ئۇنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشى بىلەن ئۇچرىغان يېغىندى كۈچنىڭ ئىمپۇلس مىقدارى ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت بارلىقىنى تەتقىق قىلىمىز.

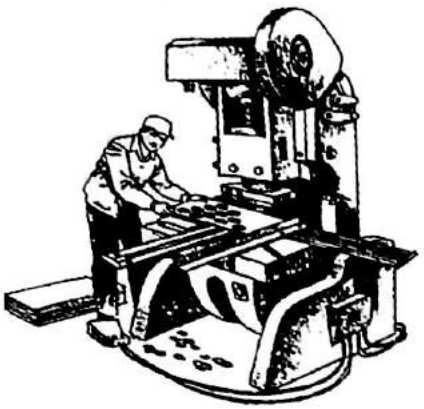


4.8 ـ رەسىم

ماسسىسى m بولغان بىر جىسىمنىڭ دەسلەپكى تېزلىكىنى v دېسەك،

دەسلەپكى ھەرىكەت مىقدارى $p = mv$ بولىدۇ، يىغىندى كۈچ F نىڭ تەسىرىدە بىر بۆلەك ۋاقىت t دىن كېيىن، تېزلىكى ئۆزگىرىپ v' بولۇپ، ئاخىرقى ھەرىكەت مىقدارى $p' = mv'$ بولىدۇ (8. 4 ـ رەسىم). جىسىمنىڭ تېزلىنىشى $a = (v' - v) / t$ بولغاچقا، نيۇتوننىڭ ئىككىنچى قانۇنى $F = ma = (mv' - mv) / t$ دىن تۆۋەندىكىگە ئىرىشكىلى بولىدۇ:

$$Ft = mv' - mv$$
$$Ft = p' - p$$



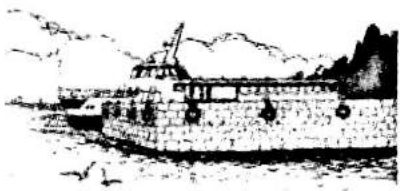
8. 5 ـ رەسىم. پرېسلاش ئىستاـ نوكىدا پولات تاختا پرېسلاش

يۇقىرىقى ئىپادە جىسىم ئۇچرىغان يىغىندى كۈچنىڭ ئىمپۇلس مىقدارى ئۇنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشىگە تەڭ ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. بۇ خۇلاسە ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسى دەپ ئاتىلىدۇ. بىز ئالدىنقى پاراگرافتا ئىرىشكەن فورمۇلا $Ft = mv$ ئەمەلىيەتتە ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىنىڭ ئالاھىدە شەكلى، يەنى دەسلەپكى ھەرىكەت مىقدارى نۆل بولغان شەكلىدۇر.

بىز يۇقىرىدا ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىش جەريانىدا كۈچنى تۈراقلىق دەپ پەرەز قىلدۇق. ئەمەلىيەتتە جىسىم ئۇچرىغان كۈچلەر كۆپ ھاللاردا تۈراقلىق بولمايدۇ. توپ كالتەكى بىلەن قورغان توپنى ئۇرغان، بولقا بىلەن مىخ مىخلىغان چاغلىرىمىزدا، قورغان توپ ۋە مىخلار ئۇچرىغان تەسىر كۈچلەر تۈراقلىق بولمايدۇ. ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىنىڭ تۈراقلىق كۈچلەرگىلا مۇۋاپىق كېلىپ قالماستىن، ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان ئۆزگىرىشچان كۈچلەرگىمۇ مۇۋاپىق كېلىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاشقا بولىدۇ. ئۆزگىرىشچان كۈچكە نىسبەتەن، ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىدىكى كۈچ F نى ئۆزگىرىشچان كۈچنىڭ تەسىر قىلىش ۋاقتى ئىچىدىكى ئوتتۇرىچە قىممىتى دەپ چۈشىنىش لازىم.

قوللىنىلىشى ھەققىدە كەلتۈرۈلگەن مىساللار بولقا بىلەن مىخ مىخلىغاندا، بولقا مىخنىڭ تەسىرىگە ئۇچراپ، ناھايىتى قىسقا ۋاقىت ئىچىدە ئۇنىڭ ھەرىكەت مىقدارى ئۆزگىرىپ نۆل بولىدۇ. ھەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىغا ئاساسەن، بولقا ناھايىتى چوڭ تەسىر كۈچكە ئۇچراش بىلەن بىر ۋاقىتتا، مىخمۇ ناھايىتى چوڭ ئەكس تەسىر كۈچكە ئۇچرايدىغانلىقى، شۇنىڭ بىلەن مىخنىڭ مىخلىنىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. بولقىنىڭ ماسسىسى قانچە چوڭ، مىخقا ئۇرۇلغان چاغدىكى تېزلىكى قانچە چوڭ، يەنى بولقىنىڭ ھەرىكەت مىقدارى قانچە چوڭ بولسا، مىخ ئۇچرايدىغان كۈچ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. پرېسلاش ئىستانوكى بىلەن پولات تاختىنى پرېسلىغاندا (8. 5 ـ رەسىم)، سوقۇش بېشىنىڭ ھەرىكەت مىقدارى قىسقا ۋاقىت ئىچىدە كىچىكلەيدۇ ـ دە، پولات تاختا نا-ھايىتى چوڭ تەسىر كۈچكە ئۇچرايدۇ، شۇنداق قىلىپ پولات تاختا ئۇزۇلىدۇ. يۇقىرىدا بايان قىلىنغان مىساللاردا، تەسىر قىلىش ۋاقتى ناھايىتى قىسقا بولسا، ناھايىتى چوڭ تەسىر كۈچكە ئېرىشكىلى بولىدۇ، بۇ، كىشىلەر تەرىپىدىن قوللىنىلماقتا.

يۇقىرىقىنىڭ ئەكسىچە، بەزىدە تەسىر قىلىش ۋاقتىنى ئۇزارتىپ، كۈچـ-نىڭ تەسىرىنى كىچەيتىشكە توغرا كېلىدۇ. كېمە پرېستانلىرىغا رېزىنكە بالون ئورنىتىلغان بولىدۇ، كېمىلەر پرېستانغا توختىتىلغاندا رېزىنكە بالونغا سوقۇلىدۇ، بۇ چاغدا بالوندا دېفورماتسىيە يۈز بەرگەچكە، ئۇ سوقۇلۇشنى ئاسـ-تىلاتقۇچى قۇرۇلما قىلىنىپ، تەسىر قىلىش ۋاقتى ئۇزارتىلىدۇ، بۇنىڭ بـ-ىلەن كېمە توختىتىلغاندا ئۇچرايدىغان كۈچ كىچەيتىلىدۇ (8. 6 ـ رەسىم). يەنە ۋاگونلىرى ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچنى كىچەيتىش ئۈچۈن، ۋا-گونىنىڭ ئىككى ئۇچىغىمۇ سوقۇلۇشنى ئاستىلاتقۇچى قۇرۇلما ئورنىتىلغان



8. 6 ـ رەسىم. كېمە پرېستانلىـ-رىغا رېزىنكە بالونلار ئورنىتىلـ-غان بولىدۇ

بولىدۇ. ئەينەك قاتارلىق ئاسان سۇنىدىغان نەرسىلەرنى توشۇغاندا، ساندۇقنىڭ ئىچىگە پارچە - پۇرات قەغەز، ياغاچ قىرىندىسى، كۆپتۈرمە سۇلياۋ قاتارلىقلار قويۇلۇپ، توشۇش جەريانىدىكى بۇزۇلۇشنىڭ ئالدى ئېلىنىدۇ. يىراقتا سەكرەگەندە تەسىر قىلىش ۋاقتىنى ئۇزارتىپ، بىخەتەرلىككە دىققەت قىلىش ئۈچۈن، قۇم ئازگىلىغا سەكرەش لازىم. ئۇدۇلىمىزدىن كەلگەن ۋاسكېتبولنى تۇتقان چېغىمىزدا، توپ قولىمىزغا تەگكەندىن كېيىن، توپ بىلەن قولنىڭ تېگىشىش ۋاقتىنى ئۇزارتىپ، توپنىڭ قولغا نىسبەتەن تەسىر كۈچىنى كېمەيتىش ئۈچۈن، ئىككى بېلىكىمىزنى توپ بىلەن بىرلىكتە مەيدىمىزگە كەلگەنگە قەدەر كەينىگە يانداۋرۇپ توپنى تۇتىمىز (8. 7 - رەسىم).

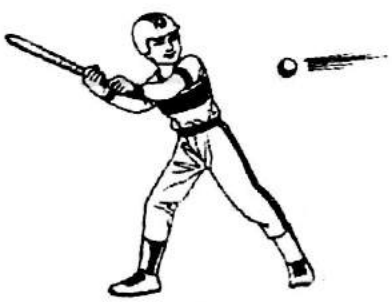


8. 7 - رەسىم

[مىسال] ماسسىسى 0. 18kg بولغان بىر قورغان توپ گورىزونتال تېزلىك 25m / s بويىچە توپ كالتىكىگە قاراپ ئۈچۈپ كەلگەن (8. 8 - رەسىم)، توپ توپ كالتىكى تەرىپىدىن ئۇرۇلغاندىن كېيىن، چوڭ - كىچىكلىكى 45m / s بولغان تېزلىكتە ئەكس يۆنىلىشتە گورىزونتال هالدا ئۈچۈپ كەتكەن. ئەگەر قورغان توپ بىلەن توپ كالتىكىنىڭ تەسىرلىشىش ۋاقتىنى 0. 01s دەپ پەرەز قىلساق، توپ كالتىكىنىڭ توپقا ئۇرۇلۇشىنىڭ ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟

تەھلىل توپ كالتىكىنىڭ قورغان توپقا بولغان تەسىر كۈچى ئۆزگىرىشچان كۈچ بولۇپ، كۈچنىڭ تەسىر قىلىش ۋاقتى ئىنتايىن قىسقا. بۇ قىسقىغىنا ۋاقىت ئىچىدە كۈچ ئالدى بىلەن جىددىي هالدا چوڭىيىدۇ، ئاندىن كېيىن يەنە جىددىي كىچىكلەپ نۆلگە ئايلىنىدۇ. زەربىگە ئۇچراش، سوقۇلۇش قاتارلىق مەسىلىلەردە ئۆزئارا تەسىر قىلىش ۋاقتى ئىنتايىن قىسقا بولۇپ، كۈچنىڭ ئۆزگىرىشى بۇ ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە بولىدۇ. هەربىر مىقدارى تېئورېمىسى بۇ ئۆزگىرىشچان كۈچلەرگە مۇۋاپىق كېلىدىغانلىقتىن، هەربىر مىقدارى تېئورېمىسى ئارقىلىق توپ كالتىكىنىڭ قورغان توپقا بولغان ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچىنى تېپىشقا بولىدۇ.

مىسالدا بېرىلگەن مىقدارلاردىن قورغان توپنىڭ دەسلەپكى هەربىر مىقدارى بىلەن ئاخىرقى هەربىر مىقدارىنى هېسابلاپ چىقىپ، هەربىر مىقدارى تېئورېمىسىدىن پايدىلىنىپ، قورغان توپ ئۈچرىغان ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچىنى تېپىشقا بولىدۇ.



8. 8 - رەسىم

يېشىش قورغان توپنىڭ توپ كالتىكىگە قارىتا ئۈچۈپ كەلگەن يۆنىلىشىنى ئوڭ يۆنىلىش دەپ ئالساق، قورغان توپنىڭ دەسلەپكى هەربىر مىقدارى مۇنداق بولىدۇ:

$$p = mv$$
$$= 0.18 \times 25\text{kg} \cdot \text{m/s} = 4.5\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

قورغان توپنىڭ ئاخىرقى هەربىر مىقدارى

$$p' = mv'$$
$$= -0.18 \times 45\text{kg} \cdot \text{m/s} = -8.1\text{kg} \cdot \text{m/s}$$

هەربىر مىقدارى تېئورېمىسىدىن پايدىلىنىپ قورغان توپ ئۈچرىغان ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچىنىڭ تۇۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىغا ئېرىشكىلى بولىدۇ:

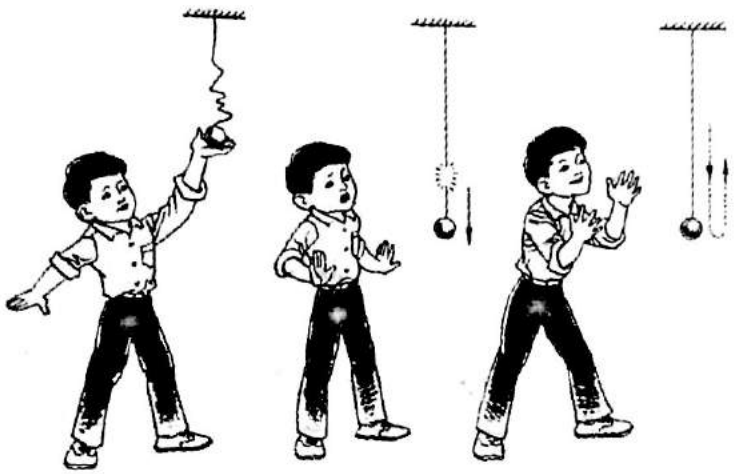
$$F = \frac{p' - p}{t} = \frac{-8.1 - 4.5}{0.01}\text{N} = -1260\text{N}$$

قورغان توپ ئۈچرىغان ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچ 1260N بولىدۇ، مىنۇس ئالامەت كۈچنىڭ يۆنىلىشى تاللانغان ئوڭ يۆنىلىشكە قارىمۇقارشى ئىكەنلىكىنى، يەنى كۈچنىڭ يۆنىلىشى قورغان توپنىڭ قايتقان يۆنىلىشىگە ئوخشاش ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.



سوقۇلۇشنى ئاستىلاتقۇچى قۇرۇلمىنى تەقلىد قىلىش

ئىنچىكە يىپ بىلەن بىر جىسىمنى ئېسىپ قويۇپ، جىسىمنى بەلگىلىك ئېگىزلىككە كۆتۈرۈپ قويۇۋەتسەك، قويۇپ بېرىلگەندىن كېيىنكى جىسىم تۆۋەن چۈشۈپ يېپىنى تارتىپ ئۆزۈۋېتىدۇ. ئەگەر يېپىنىڭ ئۇستۈنكى ئۇچىغا بىر بۆلەك رېزىنكە بوغقۇچنى چېتىپ، جىسىمنى يەنە ئوخشاش ئېگىزلىكتىن قويۇۋەتسەك، يىپ يەنە ئۈزۈلەمدۇ - يوق؟ (8. 9 - رەسىم). بۇ ھادىسىنى ھەربىر مىقدارى تېئورېمىسىنى قوللىنىپ چۈشەندۈرۈڭ.



8. 9 - رەسىم. ئىنچىكە يىپنىڭ ئۈزۈلۈشى ۋە ئۈزۈلمەسلىكى

2 - مەشىق

(1) ئوخشاش ئېگىزلىكتىن ئەركىن چۈشكەن ئەينەك ئىستاكان سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرگە چۈشسە ئاسانلىقچە سۇنۇپ، يۇمشاق لاينىڭ ئۈستىگە چۈشسە ئاسانلىقچە سۇنمايدۇ، بۇنىڭدىكى سەۋەب:

①سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرگە چۈشكەنده، ئىستاكاننىڭ ھەربىر مىقدارى چوڭ بولىدۇ.

②سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرگە چۈشكەنده، ئىستاكاننىڭ ھەربىر مىقدارىنىڭ ئۆزگىرىشى چوڭ بولىدۇ.

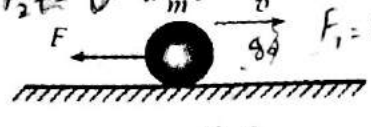
③سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرگە چۈشكەنده، ئىستاكان ئۇچرايدىغان ئىمپۇلس مىقدارى چوڭ ھەم سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەر بىلەن تەسىرلىشىدىغان ۋاقىت قىسقا بولغانلىقتىن، سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدىغان كۈچى چوڭ بولىدۇ.

④سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرگە چۈشكەنده، ئىستاكان ئۇچرايدىغان ئىمپۇلس مىقدارى بىلەن يۇمشاق لاينىڭ ئۈستىگە چۈشكەنده ئۇچرايدىغان ئىمپۇلس مىقدارى ئوخشاش بولىدۇ، لېكىن سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەر بىلەن تەسىرلىشىش ۋاقتى قىسقا بولىدۇ، شۇڭا سېمونت بىلەن قاتۇرۇلغان يەرنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدىغان كۈچى چوڭ بولىدۇ.

(2) ماسسىسى 4kg بولغان چويۇن توپ بىلەن ماسسىسى 0. 1kg بولغان پومزەك (تېرە توپ) ئوخشاش تېزلىكتە ھەربىر قىلسا، ئۇلارنى ئوخشاش ۋاقىت ئىچىدە توختىتىۋېلىش ئۈچۈن، قايسىسىغا تەسىر قىلدۇرۇلىدىغان كۈچ چوڭراق بولۇشى كېرەك؟ تەسىر قىلدۇرۇلغان كۈچى چوڭ بولغىنى كىچىك بولغىنىنىڭ قانچە ھەسىسى بولىدۇ؟

$F_1 t = 0 - mv_1$ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2}$

$F_2 t = 0 - m_2 v$ $F_1 = 40F_2$



10. 8 - رەسىم

(3) ماسسىسى $m = 10\text{kg}$ بولغان بىر جىسىم $v = 10\text{m/s}$ تېزلىكتە تۈز سىزىقلىق ھەربىر قىلىپ، بىر ئەكس يۆنىلىشتىكى تەسىر كۈچ F كە ئۇچرىغاندىن كېيىن (10.8 - رەسىم)، 4s ئۆتكەندە، ئۇنىڭ تېزلىكى ئۈزگىرىپ ئەكس يۆنىلىشتە 2m/s بولغان بولسا، بۇ كۈچ قانچىلىك بولىدۇ؟

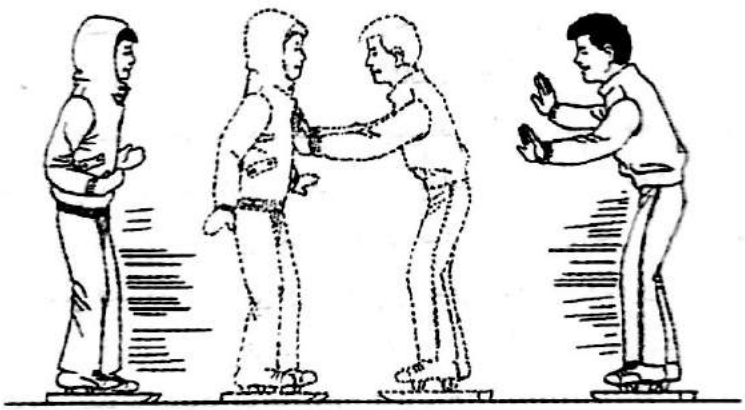
$F = \frac{mv' - mv}{t} = \frac{-20 - 100}{4} = \frac{-120}{4} = -30\text{N}$

(4) ماسسىسى $2.5\times10^{3}kg$ بولغان پويىز توز رېلىستا ھەرىكەت قىلىپ، ئۇزلۇكسىز چوڭىيىۋاتقان بىر سۈرەش كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراپ، 35s ئۆتكەندىن كېيىن، تېزلىكى $10m/s$ تىن $24m/s$ قا ئۆزگەرگەن بولسا، پويىز ئۇچرىغان ئىمپۇلس مىقدارى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئۇچرىغان بىغىندى كۈچنىڭ ئوتتۇرىچە قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟

$F=\frac{6\times10^{6}-2.5\times10^{7}}{35}=\frac{35\times10^{6}}{35}=10^{6}N$ $I=10^{6}\times35=3.5\times10^{7}N\cdot s$

§3 . ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى

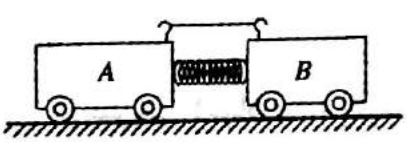
ھەرىكەت مىقدارى تېئورىمىسىدا بىر جىسىم مەلۇم بىر بۆلەك ۋاقىت ئىچىدە كۈچ تەسىرىگە ئۇچرىغاندىن كېيىن، جىسىمنىڭ ھەرىكەت مىقدارىدا قانداق ئۆزگىرىش بولىدىغانلىقى تەتقىق قىلىنىدۇ. جىسىملار ئۆزئارا تەسىرلەشكەندە ئەھۋال يەنە قانداق بولىدۇ؟ مۇز تېيىلىش مەيدانىدا ئەسلىدە تىنچ تۇرغان ئىككى ئوقۇغۇچى (8. 11 ـ رەسىم) دىن قايسىسىرى يەنە بىرىنى ئىتتىرىۋىتىپ، بۇ ئىككى ئوقۇغۇچى ئوخشاشلا قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە تېيىلىشقا باشلايدۇ ـ دە، ئۇلارنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ. بۇ ئىككى ئوقۇغۇچى ئەسلىدە ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە ئەمەس ئىدى، ئەمدى ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولدى، ئۇنداقتا ئۇلارنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ ئۆزگىرىشى قانداق قانۇنىيەتكە بويسۇنىدۇ؟ تۆۋەندە مۇشۇ قانۇنىيەتنى مۇھاكىمە قىلىمىز.



8. 11 ـ رەسىم

تەجرىبە

8. 12 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ماسسىلىرى ئوخشاش بولغان ئىككى كىچىك ھارۋا سىلىق گورىزونتال ياغاچ تاختا ئۈستىدە تىنچ تۇرغان، ئۇلارنىڭ ئارىسىغا پۈرژىنا ئورنىتىلغان ھەمدە ئىنچىكە يىپ ئارقىلىق بىر ـ بىرىگە چېتىلغان. بۇ چاغدا ئۇلارنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى نۆل بولغان.



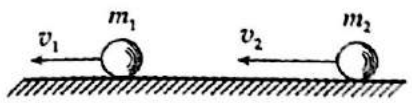
8. 12 ـ رەسىم

ئىنچىكە يىپ كېسىۋېتىلسە، بۇ كىچىك ھارۋىلار ئېلاستىك كۈچنىڭ تەسىرىدە قاچقىپ، قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە ھەرىكەت قىلغان. بۇ چاغدا بىز بۇ ھارۋىلارنىڭ بىرلا ۋاقىتتا ئايرىلغان جايدىن تەڭ ئارىلىقتىكى توسالغۇ تاختىغا سوقۇلغانلىقىنى كۆرىمىز، بۇ، ئىككى كىچىك ھارۋا ئايرىلغاندىن كېيىنكى تېزلىكلىرىنىڭ ئوخشاش ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. ئىككى كىچىك ھارۋا ماسسىلىرىنىڭ تەڭ ئىكەنلىكى بىرىلگەن، بۇنىڭدىن، قاچقىپ ئايرىلغاندىن كېيىن ئىككى كىچىك ھارۋىنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئۆزئارا تەڭ ئىكەنلىكى، ئەمما ئۇلارنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى ئىكەنلىكى، شۇڭا ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى، يەنى ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ

ۋېكتورلۇق يېغىندىسى نۆل بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋالغىلى بولىدۇ.

ئەگەر بىر كىچىك هارۋىنىڭ ماسسىسى يەنە بىرىنىڭ ئىككى هەسسىسىگە تەڭ بولسا، ماسسىسى چوڭ بولغان هارۋىنىڭ سۈرئىتى تەخمىنەن يەنە بىرىنىڭ بېرىمىغا تەڭ بولىدىغانلىقىنى، ئىككى كىچىك هارۋىنىڭ ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارىنىڭ يەنىلا نۆل بولىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.

تەجرىبە ئىككى كىچىك هارۋىنىڭ ئۆزئارا تەسىر قىلىشىشىنىڭ ئالدى ـ كەينىدە، ئۇلارنىڭ ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارلىرى ئۆزئارا تەڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.



13 .8 ـ رەسىم

13 .8 ـ رەسىمدە سىلىق گورىزونتال ئۈستەل ئۈستىدە تەكشى هەرىكەت قىلغان ماسسىلىرى ئايرىم ـ ئايرىم هالدا m_1 ۋە m_2 بولغان ئىككى شارچە كۆرسىتىلگەن، ئۇلار ئوخشاش بىر توز سىزىقنى بويلاپ ئوخشاش يۆنىلىشكە قارىتا هەرىكەت قىلغان، تېزلىكلىرى ئايرىم ـ ئايرىم هالدا v_1 ۋە v_2 ھەمدە $v_2 > v_1$ ، ئۇلارنىڭ ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارى

$$p = p_1 + p_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

بىر بۆلەك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، ئىككىنچى شارچە بىرىنچى شارچىغا يېتىشىۋېلىپ ئۆزئارا سوقۇلغان، سوقۇلغاندىن كېيىنكى تېزلىكلىرى ئايرىم ـ ئايرىم هالدا v'_1 ۋە v'_2 ، ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارى $p' = p'_1 + p'_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ بولسا، سوقۇلغاندىن كېيىنكى ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارى p' بىلەن سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارى p قانداق مۇناسىۋەتتە بولىدۇ؟

سوقۇلۇش جەريانىدا بىرىنچى شارچە بىلەن ئىككىنچى شارچە ئۇچرىغان ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچلەر ئايرىم ـ ئايرىم F_1 ۋە F_2 ، كۈچىنىڭ تەسىر قىلىش ۋاقتى t بولسۇن. هەرىكەت مىقدارى تېئورېمىسىغا ئاساسەن، بىرىنچى شارچە ئۇچرىغان ئىمپۇلس مىقدارى $F_1 t = m_1 v'_1 - m_1 v_1$. ئىككىنچى شارچە ئۇچرىغان ئىمپۇلس مىقدارى $F_2 t = m_2 v'_2 - m_2 v_2$ بولىدۇ. نيۇتوننىڭ ئۈچىنچى قانۇنىغا ئاساسەن، F_1 بىلەن F_2 نىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى تەڭ، يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن

$$F_1 t = - F_2 t$$
$$m_1 v'_1 - m_1 v_1 = - (m_2 v'_2 - m_2 v_2)$$

بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىگە ئېرىشىمىز:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 - m_2 v'_2$$

ياكى

$$p_1 + p_2 = p'_1 + p'_2$$

$$p = p'$$

يۇقىرىقى ئىپادە سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى ئومۇمىي هەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ ئۆزئارا تەڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. يۇقىرىقى ئىپادە قانداق شەرت ئاستىدا قوللىنىدۇ؟ ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان جىسىملار ئادەتتە سىستېما دەپ ئاتىلىدۇ. 13.8 ـ رەسىمدىكى ئىككى شارچە سوقۇلۇش جەريانىدا بىر ئەك ئاددىي سىستېمىنى تەشكىل قىلىدۇ. سىستېمىدىكى هەرقايسى جىسىملار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچلەر ئىچكى كۈچلەر دەپ ئاتىلىدۇ، سىرتقى باشقا جىسىملارنىڭ سىستېمىغا نىسبەتەن تەسىر كۈچى سىرتقى كۈچلەر دەپ ئاتىلىدۇ. 13 .8 ـ رەسىمدىكى ئىككى شارچە سوقۇلغاندىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ ئىچكى كۈچ بولىدۇ. ئىككى شارچە يەنە سىرتقى كۈچ، يەنى ئېغىرلىق كۈچى بىلەن تىرەش كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ، ئەمما ئۇلار تەڭپۇڭ

بولغاچقا، ئىككى شارچىدىن تۇزۇلگەن سىستېما ئۇچرىغان سىرتقى كۈچلەرنىڭ يىغىندىسى نۆل بولىدۇ. سىستېمىنىڭ سىرتقى كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىماسلىقى ياكى ئۇچرىغان سىرتقى كۈچلەرنىڭ يىغىندىسى نۆل بولۇشى، بىزنىڭ يۇقىرىقى فورمۇلىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشىمىزدىكى شەرت ھېسابلىنىدۇ.

بىر سىستېما سىرتقى كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىمىسا ياكى ئۇ ئۇچرىغان سىرتقى كۈچلەرنىڭ يىغىندىسى نۆل بولسا، بۇ سىستېمىنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى ئۆزگەرمەي ساقلىنىدۇ.

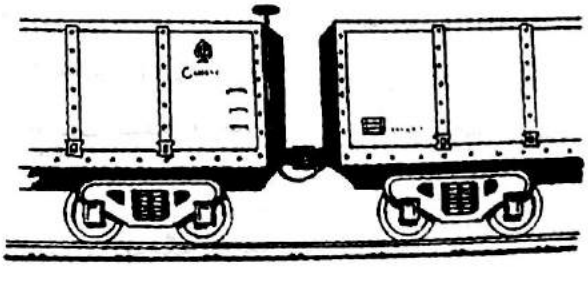


8. 14 ـ رەسىم. بىلىيارتنىڭ يانتۇ سوقۇلۇشى

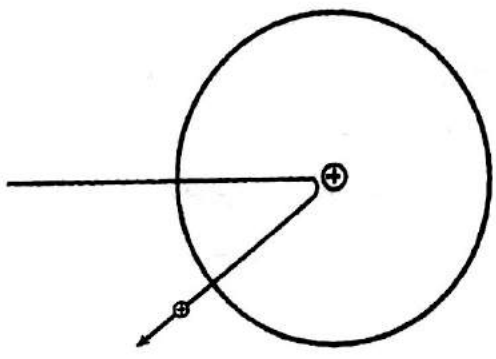
بۇ يەكۈن ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ، ئۇدۇل (مەركەزلىك) سوقۇلۇشقا مۇۋاپىق كېلىپلا قالماستىن (جىسىم سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى ۋە كېيىن بىر تۈز سىزىقتا ھەرىكەت قىلىدۇ)، يەنە يانتۇ سوقۇلۇشقىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ (جىسىم سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى ۋە كېيىن ئوخشاش بىر تۈز سىزىقتا ھەرىكەت قىلمايدۇ، مەسىلەن، 8. 14 ـ رەسىم، بۇ كىتابتا يەقەت ئۇدۇل سوقۇلۇشقا دائىر مەسىلىلەر ھەل قىلىنىدۇ). بۇ، سوقۇلۇشلارغا مۇۋاپىق كېلىپلا قالماستىن، يەنە ھەرخىل شەكىلدىكى ئۆزئارا تەسىرلەرگىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ. بۇ، ئىككى جىسىمدىن تۇزۇلگەن سىستېمىغا مۇۋاپىق كېلىپلا قالماستىن، يەنە كۆپ جىسىملاردىن تۇزۇلگەن سىستېمىغىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ.

بىز ھازىر ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ تەبىئەت دۇنياسىدا ئومۇميۈزلۈك قوللىنىلىدىغان ئاساسلىق قانۇنىيەتلەرنىڭ بىرى ئىكەنلىكىنى، ئۇنىڭ نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرىنىڭ قوللىنىلىش دائىرىسىگە قارىغاندا كۆپ كەڭرى ئىكەنلىكىنى بىلدۇق. نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرى جىسىمنىڭ تۆۋەن تېزلىكتىكى ھەرىكىتىگە دائىر مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشقا قوللىنىلىدۇ، ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ئارقىلىق تۆۋەن تېزلىكتىكى ھەرىكەتلەرگە دائىر مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشقا بولۇپلا قالماستىن، يەنە يۇقىرى تېزلىكتىكى ھەرىكەتلەرگە دائىر مەسىلىلەرنىمۇ ھەل قىلىشقا بولىدۇ. نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرى ماكرو جىسىملارنىڭ ھەرىكىتىگە مۇۋاپىق كېلىدۇ، ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ماكرو جىسىملارغا مۇۋاپىق كېلىپلا قالماستىن، يەنە ئېلېكترون، پروتون، نېيترون قاتارلىق مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىرلىرىگىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ (8. 15 ـ رەسىم). ئومۇمەن، كىچىكى مىكرو زەررىچىلەردىن، چوڭى ئاسمان جىسىملىرىغىچە ئۆزئارا تەسىرلىشىۋاتقىنى قانداق كۈچ بولۇشىدىن قەتئىينەزەر، ئۆزئارا تەسىر كۈچىنىڭ ئەھۋاللىرىنى بىلىش ئانچە ئېنىق بولمىسىمۇ، لېكىن ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ھەممىسىگە مۇۋاپىق كېلىۋېرىدۇ.

{e} www. 0 100. com. cn/4/21/7/0341. htm تور بېكىتى ئارقىلىق، ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قوللىنىلىش دائىرىسىنىڭ تېخىمۇ كەڭ بولۇشتىن ئىبارەت بىر مىسالنى كۆرۈڭ.



A : يۈك ۋاگونلىرىنىڭ چېتىلىشى

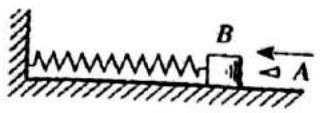


B : مىكرو زەررىچىلەرنىڭ سوقۇلۇشى

8. 15 ـ رەسىم. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قوللىنىلىش دائىرىسى

مۇھاكىمە ۋە مۇلاھىزە

8. 16 ـ رەسمدە كۆرسىتىلگەن قۇرۇلمىدا، ياغاچ پارچىسى B بىلەن گورىزونتال ئۈستەل يۈزى سىلىق تېگىشكەن، ئوق A گورىزونتال يۆنىلىشىنى بويلاپ ياغاچ پارچىسىغا ئېتىلىپ كىرىپ ياغاچ پارچىسىنىڭ ئىچىدە توختاپ قالغان ۋە پۈرۈنىنى قىسىپ ئەڭ قىسقا ھالەتكە كەلتۈرگەن.

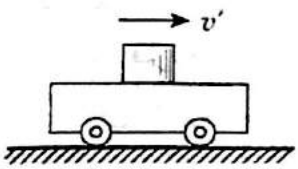


8. 16 ـ رەسىم

ئەمدى ئوق، ياغاچ پارچىسى ۋە پۈرۈنىنا (ماسسىسىنى ئېتىبارغا ئالماي بولمايدۇ) نى بىرلەشتۈرۈپ بىر تەتقىق قىلىش ئوبيېكتى (سىستېما) قىلساق، ئوق ياغاچ پارچىسىغا ئېتىلىپ كىرىشتىن باشلاپ، پۈرۈنىنا قىسىلىپ ئەڭ قىسقا ھالەتكە كېلىشتىن ئىبارەت پۈتكۈل جەريانداء، بۇ سىستېمىنىڭ ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنامدۇ؟ ئاساسىمزنى چۈشەندۈرۈڭ.

3 ـ مەشىق

(1) A ۋە B دىن ئىبارەت ئىككى ئوقۇغۇچى سىلىق مۇز ئۈستىدە تىنچ تۇرغان، A ئوقۇغۇچى B ئوقۇغۇچىنى ئىتتىرىپ قويغاندا، بۇ ئىككىسى قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە تېيىلغان. A ئوقۇغۇچى B ئوقۇغۇچىنى ئىتتىرىشتىن ئىلگىرى، ئۇلارنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى نۆل بولىدۇ. B نى A ئىتتىرگەندىن كېيىن، ئۇلارنىڭ ھەرقايسىسى ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولغان بولسا، ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى يەنىلا نۆلگە تەڭ بولامدۇ؟ A نىڭ ماسسىسى 50kg ، B نىڭ ماسسىسى 45kg ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، A نىڭ سۈرئىتىنى بىلەن B نىڭ سۈرئىتىنىڭ نىسبىتى قانچىلىك بولىدۇ؟

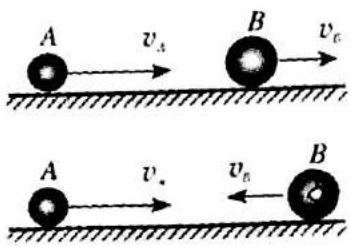


8. 17 ـ رەسىم

(2) ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى ناھايىتى كۈچلۈك بولغان ئىككى ماگنىتنىڭ ئوخشاش ئىسىملىك قۇتۇپلىرى بىر ـ بىرىگە قارىمۇقارشى قىلىنىپ ئىككى كىچىك ھارۋىغا قويۇلغان. بۇ كىچىك ھارۋىلار سىلىق گورىزونتال ئۈستەل يۈزىدە بولۇپ، ئۇلارنى ئىتتىرىپ بىر ـ بىرىگە يېقىنلاشتۇرغاندا، بۇ ئىككى ھارۋا ئۆزئارا سوقۇلۇشماي تۇرۇپلا بىر ـ بىرىدىن يىراقلىشىپ كەتكەن بولسا، بۇ ئىككى كىچىك ھارۋىنىڭ ئۆزئارا تەسىرلىشىشىنىڭ ئالدى ـ كەينىدە ئۇلارنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنامدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

(3) سىلىق گورىزونتال ئۈستەل يۈزىگە تەكشى تاختىلىق بىر كىچىك ھارۋا قويۇلغان، بىر ياغاچ پارچىسى ھارۋىنىڭ ئۈستۈنكى يۈزىگە چاپلىشىپ تۇرىدىغان قىلىنىپ، گورىزونتال v تېزلىك بىلەن كىچىك ھارۋىغا قارىتا ئېتىلغان، ئاخىرىدا ھارۋا بىلەن ياغاچ پارچىسى ئورتاق تېزلىك v' بىلەن ھەرىكەت قىلغان (8. 17 ـ رەسىم). ياغاچ پارچىسى كىچىك ھارۋىغا ئېتىلىپ بېرىشىنىڭ ئالدى ـ كەينىدە، كىچىك ھارۋا بىلەن ياغاچ پارچىسىنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنامدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

(4) سىلىق گورىزونتال ئۈستەل يۈزىگە A ۋە B دىن ئىبارەت ئىككى شارچە قويۇلغان بولۇپ، ئۇلارنىڭ ماسسىلىرى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا $m_A=2\text{kg}$ ، $m_B=4\text{kg}$ بولسا:



8. 18 ـ رەسىم

① ئەگەر شارچە A ۋە B لار ئوخشاش بىر تۈز سىزىقنى بويلاپ ئوخشاش يۆنىلىشتە ھەرىكەت قىلغان (8. 18 ـ رەسىم A)، سۈرئەتلىرى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا $v_A=5\text{m/s}$ ، $v_B=2\text{m/s}$ بولسا، ئۇلارنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟ يۆنىلىشلىرى قانداق بولىدۇ؟

② ئەگەر شارچە A ۋە B لار ئوخشاش بىر تۈز سىزىقنى بويلاپ بىر ـ بىرىگە قارىتا ھەرىكەت قىلغان (8. 18 ـ رەسىم B) ، سۈرئەتلىرى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا $v_A=5\text{m/s}$ ، $v_B=2\text{m/s}$ بولسا، ئۇلارنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى يەنە قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟ يۆنىلىشلىرى قانداق بولىدۇ؟

③ يۇقىرىقى ئىككى سوئالدا، ئەگەر شارچە A ۋە B لارنىڭ سوقۇلۇشتىن كېيىنكى تېزلىكلىرىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشلىرىنى بىلىشكە ئامال بولمىسا، ئۇلارنىڭ سوقۇلغاندىن كېيىنكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشلىرىنى ئېنىقلىيالامسىز؟ نېمىگە ئاساسەن ئېنىقلايسىز؟

④ ئەگەر سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى ئىككى شارچىنىڭ ئوخشاش بىر توز سىزىقنى بويلاپ بىر - بىرىگە قاراپ ھەرىكەت قىلغاندىكى سۈرئەتلىرى ئايرىم - ئايرىم ھالدا $v_A = 6\text{m/s}$، $v_B = 3\text{m/s}$ بولسا، سوقۇلغاندىن كېيىن ئىككى شارچىنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىدە قانداق مۇناسىۋەت بولىدۇ؟ ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ يۆنىلىشىدە قانداق مۇناسىۋەت بولىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

§4 . ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قوللىنىلىشى

ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ مۇھىم قوللىنىشلىرىنىڭ بىرى — سوقۇلۇش مەسىلىلىرىنى ھەل قىلىشتىن ئىبارەت. سوقۇلۇش ھادىسىلىرىدە ئۆزئارا تەسىرلىشىدىغان ۋاقىت ئىنتايىن قىسقا بولۇپ، ئۆزئارا تەسىرلىشىدىغان كۈچلەر ئاۋۋال جىددىي چوڭىيىپ، ئارقىدىن جىددىي كىچىكلەيدىغان بولغاچقا، ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ. ئۆزئارا سوقۇلۇشقان جىسىملارنى بىر سىستېما دەپ قارىساق، سىرتقى كۈچ ئادەتتە جىسىملار ئارىسىدىكى ئىچكى كۈچتىن خېلىلا كىچىك بولۇپ، ئۇنى ئېتىبارغا ئالماي، سوقۇلۇش جەريانىدا ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنىدۇ، دەپ قارىساق بولىدۇ.

[1 - مىسال] پويىزلارنى گۈرۈپپىلارغا ئايرىش ئىستانسىسىدا $m_1 = 1.8 \times 10^4\text{kg}$ بولغان بىر يۈك ۋاگونى توز رېلىستا $v_1 = 2\text{m/s}$ تېزلىكتە ھەرىكەت قىلىپ، $m_2 = 2.2 \times 10^4\text{kg}$ بولغان تىنچ تۇرغان بىر يۈك ۋاكونىغا سوقۇلغاندىن كېيىن، ئۇلار چېتىلىپ بىرلىكتە داۋاملىق ھەرىكەت قىلغان بولسا، ئۇلارنىڭ ھەرىكەت تېزلىكىنى تاپايلى.

تەھلىل ئىككى يۈك ۋاگونى سوقۇلۇش جەريانىدا ئۆزئارا تەسىرلىشىپ، بىر سىستېمىنى تەشكىل قىلىدۇ، بۇ سىستېما بىزنىڭ تەتقىق قىلىش ئوبيېكتىمىز بولىدۇ. سىستېما ئۈچرىغان سىرتقى كۈچلەر ئېغىرلىق كۈچى، تىرەش كۈچى، سۈركىلىش كۈچى ۋە ھاۋانىڭ قارشىلىق كۈچى قاتارلىقلاردىن ئىبارەت بولىدۇ. ئېغىرلىق كۈچى بىلەن تىرەش كۈچىنىڭ يىغىندى كۈچى نۆلگە تەڭ، سۈركىلىش كۈچى بىلەن ھاۋانىڭ قارشىلىق كۈچى سوقۇلۇش جەريانىدا ھاسىل بولغان ئىچكى كۈچلەردىن كۆپ كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئېتىبارغا ئېلىنمىسىمۇ بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، سوقۇلۇش جەريانىدا ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنىدۇ، دەپ قارىساق بولىدۇ.

ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى قوللىنىپ بۇ مەسىلىنى يېشىش ئۈچۈن، سوقۇلۇشنىڭ ئالدى - كەينىدىكى ھەرىكەت مىقدارىنى ئېنىقلاشقا توغرا كېلىدۇ. سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ھەرىكەت مىقدارى دەل سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى مەلۇم بىر پەيتتىكى ھەرىكەت مىقدارىنى كۆرسەتمەي، سوقۇلۇش يۈز بېرىش ئالدىدىكى ئاشۇ پەيتتىكى ھەرىكەت مىقدارىنى كۆرسىتىدۇ؛ سوقۇلۇشتىن كېيىنكى ھەرىكەت مىقدارى سوقۇلۇش ئاخىرلاشقاندىن كېيىنكى مەلۇم بىر پەيتتىكى ھەرىكەت مىقدارىنى كۆرسەتمەي، سوقۇلۇش دەل ئاخىرلاشقان پەيتتىكى ھەرىكەت مىقدارىنى كۆرسىتىدۇ.

فىزىكىلىق ھادىسىلەرنى تەتقىق قىلغاندا، تەتقىق قىلىش ئوبيېكتىنى ئايدىڭلاشتۇرۇۋېلىپلا قالماي، يەنە تەتقىق قىلىنىدىغىنىڭ قايسى بۆلەك

دىققەت: نېمىنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ھەرىكەت مىقدارى، نېمىنىڭ سوقۇلۇشتىن كېيىنكى ھەرىكەت مىقدارى ئىكەنلىكىنى ئايدىڭلاشتۇرۇۋېلىش كېرەك.

جەريان ئىكەنلىكىنى ئايدىڭلاشتۇرۇۋېلىشقا توغرا كېلىدۇ. سوقۇلۇش جەريانىنىڭ دەسلەپكى ھالىتى ئەمدىلا ئۆزئارا تەسىر قىلىشىشقا باشلىغان چاغدىكى ھالەت، ئاخىرقى ھالىتى ئۆزئارا تەسىرلىشىش ئەمدىلا ئاخىرلاشقان چاغدىكى ھالەت بولىدۇ.

يېشىش سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋاگون ھەركىتىنىڭ يۆنىلىشىنى ئوڭ يۆنىلىش دەپ ئالساق، $v_1 = 2\mathrm{m/s}$ بولىدۇ. ئىككى ۋاگوننىڭ ئۆزئارا چېتىلغاندىن كېيىنكى تېزلىكىنى v دەپ پەرەز قىلساق، ئىككى ۋاگوننىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $p = m_1 v_1$ ، سوقۇلغاندىن كېيىنكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $p' = (m_1 + m_2)\, v$ بولىدۇ. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى $p = p'$ دىن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ:

$$(m_1 + m_2)\, v = m_1 v_1$$

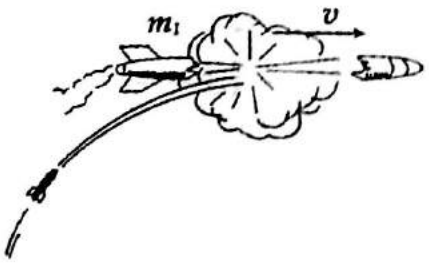
$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}$$

سانلىق مىقدارلارنى ئورنىغا قويساق $v = 0.9\mathrm{m/s}$ قا ئېرىشىمىز.

v نىڭ مۇسبەت قىممەتلىك بولۇشى، ئىككى ۋاگون ئۆزئارا چېتىلغاندىن كېيىن $0.9\mathrm{m/s}$ تېزلىكتە بىرىنچى ۋاگوننىڭ ئەسلىدىكى ھەرىكەت يۆنىلىشىنى بويلاپ داۋاملىق ھەرىكەت قىلىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى سوقۇلۇشلارغا مۇۋاپىق كېلىپلا قالماي، يەنە باشقا شەكىللەردىكى ئۆزئارا تەسىرلەرگىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ، شۇڭا ئۇ ئەمەلىيەت جەريانىدا كەڭ قوللىنىشلارغا ئىگە.

[2 - مىسال] ماسسىسى m بولغان باشقۇرۇلىدىغان بومبىنىڭ ھەرىكەت قىلىپ مەلۇم نۇقتىغا بارغان چاغدىكى تېزلىكى v ، يۆنىلىشى 8. 19 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك. باشقۇرۇلىدىغان بومبا شۇ نۇقتىدا تۇيۇقسىز پارتلاپ ئىككى پارچىغا بۆلۈنۈپ كەتكەن ھەمدە ماسسىسى m_1 بولغان بىر پارچىسى v نىڭ ئەكس يۆنىلىشىنى بويلاپ v_1 تېزلىكتە ئۇچۇپ كەتكەن بولسا، يەنە بىر پارچىسىنىڭ تېزلىكى v_2 نى تاپايلى.



8. 19 - رەسىم

تەھلىل پارتلاشنىڭ ئالدىدا باشقۇرۇلىدىغان بومبىنى ماسسىسى m_1 ۋە $(m - m_1)$ دىن ئىبارەت ئىككى بۆلەكتىن تۇزۇلگەن دەپ قاراشقا بولىدۇ. باشقۇرۇلىدىغان بومبىنىڭ پارتلاش جەريانىنى بۇ ئىككى بۆلەكنىڭ ئۆزئارا تەسىرلىشىش جەريانى دەپ قاراشقا بولىدۇ. بۇ ئىككى بۆلەكتىن تۇزۇلگەن سىستېما بىزنىڭ تەتقىق قىلىش ئوبيېكتىمىز ھېسابلىنىدۇ. پارتلاش جەريانىدا، پارتلاشتىن ھاسىل بولغان ئىككى بۆلەك ئېغىرلىق كۈچلىرىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ، ئۇچۇرغان سىرتقى كۈچلەرنىڭ يىغىندى كۈچى نۆل بولمايدۇ، ئەمما ئۇلار ئۇچۇرغان ئېغىرلىق كۈچلىرى ئۇلار ئۇچۇرغان پارتلاش كۈچلىرىدىن كۆپ كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئېغىرلىق كۈچىنى ئېتىبارغا ئالمىساقمۇ بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن سىستېمىنى ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قوللىنىلىش شەرتىنى قانائەتلەندۈرىدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ.

يېشىش باشقۇرۇلىدىغان بومبىنىڭ پارتلاشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $p = mv$ ، پارتلىغاندىن كېيىنكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $p' = m_1 v_1 + (m - m_1)\, v_2$ بولىدۇ. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى $p = p'$ غا ئاساسەن مۇنداق بولىدۇ:

$$m_1 v_1 + (m - m_1)\, v_2 = mv$$

شۇنىڭ ئۈچۈن تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$mv - m_1 v_1$$

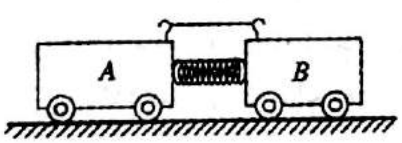
باشقۇرۇلىدىغان بومبىنىڭ پارتلاشتىن ئىلگىرىكى تېزلىكى v نىڭ يۆنىلىشىنى ئوق يۆنىلىشى دەپ ئالساق، v مۇسبەت قىممەتلىك بولىدۇ؛ v_1 بىلەن v نىڭ يۆنىلىشى قارىمۇقارشى بولغانلىقتىن، v مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ. يۇقىرىقى ئىپادىدىن v_2 نىڭ مۇسبەت قىممەتلىك بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ، بۇ، ماسسىسى $(m - m_1)$ بولغان ئاشۇ بومبا پارچىسىنىڭ v بىلەن ئوخشاش يۆنىلىشىنى بويلاپ ئۇچقانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. بۇ خۇلاسىنى چۈشىنىش قىيىن ئەمەس. ئەگەر باشقۇرۇلىدىغان بومبىنىڭ پارتلىغاندىكى بىر بۆلىكى قارىمۇ قارشى يۆنىلىشىنى بويلاپ ئۇچسا، يەنە بىر بۆلىكىمۇ قارىمۇقارشى يۆنىلىشىنى بويلاپ ئۇچمايدۇ، ناۋادا شۇنداق بولسا، پارتلىغاندىن كېيىنكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى بىلەن پارتلاشتىن ئىلگىرىكى ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارىنىڭ يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى بولىدۇ ـ دە، ھەرىكەت مىقدارى ساقلانمايدۇ.

سوقۇلۇش، پارتلاش قاتارلىق مەسىلىلەردە، ئۆزئارا تەسىر كۈچلەر ئۆزگىرىشچان كۈچلەر بولىدۇ، ئۇلارنى تۇراقلىق كۈچ دەپ قاراپ بىر تەرەپ قىلغان تەقدىردىمۇ، نيۇتوننىڭ ھەرىكەت قانۇنلىرىدىن بىۋاستە پايدىلىنىپ تېزلىنىشنى تېپىپ، تەسىرلىشىش جەريانىدىكى ئىنچىكە ھالقىلارنى ئايدىڭلاشتۇرۇپ، ئاندىن يېشىشكە توغرا كېلىدۇ. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى قوللىنىپ يەشكەندە، بىز پەقەت تەسىرلىشىش جەريانىنىڭ دەسلەپكى ۋە ئاخىرقى ھالىتىنى ئويلىشىپ، جەريانىدىكى ئىنچىكە ھالقىلارنى ئويلاشمىساقمۇ بولىدۇ. بۇ دەل ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى قوللىنىپ مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشتىكى ئارتۇقچىلىق ھېسابلىنىدۇ.

4 ـ مەشىق

(1) A، B ئىككى جىسىم ئوخشاش بىر تۈز سىزىقنى بويلاپ بىر ـ بىرىگە قاراپ ھەرىكەت قىلغان، A جىسمىنىڭ تېزلىكى 6m/s، B جىسمىنىڭ تېزلىكى 2m/s ، ئۇلار ئۆزئارا سوقۇلۇشقاندىن كېيىن ھەرقايسىسى ئەسلىدىكى يۆنىلىشلىرىنىڭ ئەكس يۆنىلىشى بويىچە ھەرىكەت قىلغان، تېزلىكلىرى ئىككىسىنىڭ ئوخشاشلا 4m/s بولغان بولسا، A ، B ئىككى جىسمىنىڭ ماسسىلىرىنىڭ نىسبىتىنى تېپىڭ.

(2) پروتوننىڭ ماسسىسى $1.67\times10^{-27}\text{kg}$ بولۇپ، ئۇ $1.0\times10^{7}\text{m/s}$ تېزلىكتە تىنچ تۇرغان بىر دانە گېلىي يادروسىغا سوقۇلغاندىن كېيىن $6.0\times10^{6}\text{m/s}$ تېزلىكتە قارىمۇ ـ قارشى يۆنىلىشتە قاتقىپ قايتقان، گېلىي يادروسى $4.0\times10^{6}\text{m/s}$ تېزلىكتە ئالدىغا قاراپ ھەرىكەت قىلغان بولسا، گېلىي يادروسىنىڭ ماسسىسىنى تېپىڭ.



8. 20 ـ رەسىم

(3) 8. 20 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، گورىزونتال ئۈستەلگە ماسسىلىرى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا 0.5kg ۋە 0.2kg بولغان A ، B دىن ئىبارەت ئىككى كىچىك ھارۋا تىنچ قويۇلغان. بۇ ئىككى ھارۋا ئىنچىكە يىپ ئارقىلىق ئۆزئارا چېتىلىپ، ئارىسىغا قىسىلغان بىر پۈرژىنا قويۇلغان. ئىنچىكە يىپ كېسىۋېتىلگەندىن كېيىن، ئىككى ھارۋا قاتقىپ ئايرىلىپ، A ھارۋا 0.8m/s تېزلىكتە سول تەرەپكە قاراپ ھەرىكەت قىلغان بولسا، B ھارۋىنىڭ تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(4) ماسسىسى 10g بولغان ئوق 300m/s تېزلىكتە گورىزونتال ئۈستەل يۈزىدە ماسسىسى 24g بولغان تىنچ تۇرغان ياغاچ پارچىسىغا ئېتىلىپ كىرگەن ھەمدە ياغاچ پارچىسى ئىچىدە تۇرۇپ قالغان. ئوق ياغاچ پارچىسى ئىچىدە قالغاندىن كېيىن، ياغاچ پارچىسى ھەرىكىتىنىڭ تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر ئوق ياغاچ پارچىسىنى تېشىپ ئۆتكەندىن ھەمدە تېشىپ ئۆتكەندىن كېيىنكى ئوقنىڭ تېزلىكى 100m/s بولسا، بۇ چاغدىكى ياغاچ پارچىسىنىڭ تېزلىكى يەنە قانچىلىك بولىدۇ؟

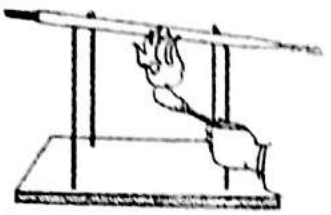
$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v_1' + m_2v_2'$

$3 + 0 =$

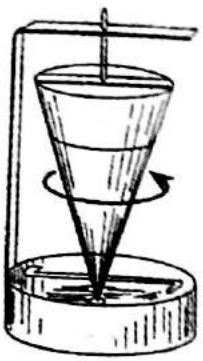
§5 . رېئاكتسپ ھەرىكەت ۋە راكېتا

تەجرىبە

(1) نېپىز ئالیۇمىن ياپراقتىن بىر ئىنچىكە نەيچە ياساڭ. ئۇنىڭ بىر ئۇچىنى پۇتەي قىلىپ، يەنە بىر ئۇچىدا ناھايىتى ئىنچىكە ئېغىز قويۇپ، ئىچىگە سەرەڭگە تېلى ئۇچىدىن قىرىپ چۈشۈرۈلگەن گۈڭگۈرت ئۇۇقىنى سالىمىز. نەيچىنى تىرەك جا- زىنىڭ ئۇستىگە قويۇپ (8. 21 ـ رەسىم)، سەرەڭگە يېقىش ياكى باشقا ئۇسۇللار ئارقىلىق ئۇنىڭغا ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈپ، نەي- چىدىكى گۈڭگۈرت ئۇۇقىنى ئوت ئالدۇرغاندا ھاسىل بولغان گاز ئىنچىكە ئېغىزدىن تېزلىكتە پۇركۈلۈپ چىقىدۇ ـ دە، نەيچە قارشى يۆنىلىشكە قاراپ ئۇچىدۇ. مانا بۇ راكېتىنىڭ پرىنسىپ مودېلىدىن ئىبارەت.



8. 21 ـ رەسىم

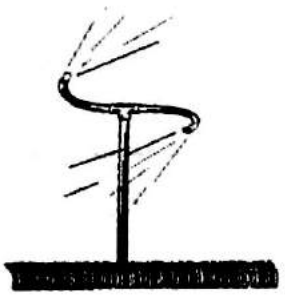


8. 22 ـ رەسىم

(2) 8. 22 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئەگرى نەيچىنى ئايلاندۇرۇشقا بولىدىغان ئىچىگە سۇ قاچىلانغان قا- چىنىڭ تۆۋەن تەرىپىگە ئورناتساق، سۇ ئەگرى نەيچىدىن ئېقىپ چىققاندا، قاچا ئايلىنىشقا باشلايدۇ. بۇ، رېئاكتىپ سۇ تۇرباسىنىڭ ئايلىنىش چاقىنىڭ پرىنسىپ مودېلىدىن ئىبارەت.

رېئاكتىپ يۇقىرىقى ھادىسىلەرنى قانداق چۈشەندۈرۈش كېرەك؟ ئوت ئالغان گاز ئىنچىگە ئېغىزدىن پۈر- كۈلۈپ چىققان ياكى سۇ ئەگرى نەيچىدىن ئېقىپ چىققاندا، ئۇلار ھەرىكەت مىقدارىغا ئىگە بولىدۇ، بىز ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىدىن ئىنچىكە ئالیۇمىن نەيچە ياكى سۇ قاچىلانغان قاچىنىڭ قارىمۇقارشى يۆنىلىشكە قاراپ ھەرىكەت قىلىدىغانلىقىنى بىلەلەيمىز. قارىمۇقارشى يۆنىلىشكە قارىتا قىلىنغان بۇ خىل ھەرىكەت ئادەتتە **رېئاكتىپ (تەپمە)** دەپ ئاتىلىدۇ.

رېئاكتىپنى ئەمەلىيەت جەريانىدا دائىم ئويلىشىشقا توغرا كېلىدۇ. ئوق ئاتقاندا، ئوق ئالدىغا قارىتا ئۇچىدۇ، ئەمما رېئاكتىپ تۈپەيلىدىن مىلتىق گەۋدىسى كەينىگە قارىتا ھەرىكەت قىلىدۇ. مىلتىق گەۋدىسىنىڭ رېئاكتىپ ھەرىكىتى ئوق ئېتىشنىڭ توغرا بولۇشىغا تەسىر يەتكۈزىدۇ، شۇڭا ئوق ئاتقاندا مىلتىقنىڭ رېئاكتىپ ھەرىكە- تىنى كېمەيتىش ئۈچۈن، مىلتىق پاينىكىنى مۇرىگە تىرەپ تۇتىش كېرەك.



8. 23 ـ رەسىم



8. 24 ـ رەسىم



8. 25 ـ رەسىم. قەدىمكى زامانىدىكى راكېتا

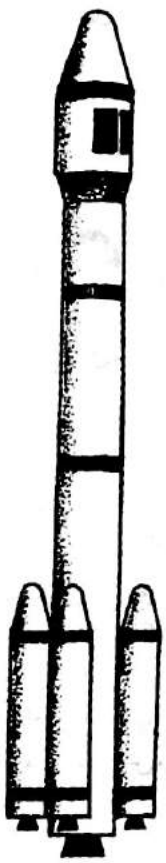
رېئاكتىپ كەڭ قوللىنىشلارغا ئىگە. 8. 23 ـ رەسىمدىكىسى سۈغىرىشتا ئىشلىتىلىدىغان پۈركۈگۈچتىن ئىبارەت، سۇ ئەگمە تۇرۇبىدىكى پۈركۈش ئېغىزىدىن پۈركۈلۈپ چىققاندا، ئەگمە تۇرۇبا رېئاكتىپ تۇپەيلىدىن ئايلىنىپ، سۈنىڭ پۈركۈلۈش يۆنىلىشىنى ئاپتوماتىك هالدا ئۆزگەرتىدۇ.

رېئاكتىپ سۇ تۇربىنىسى رېئاكتىپ هەرىكەتتىن پايدىلىنىپ ئىش ئىشلەيدۇ. 8. 24 ـ رەسىمدە رېئاكتىپ سۇ تۇربىنىسىنىڭ ئايلىنىش چاقى كۆرسىتىلگەن. سۇ ئايلىنىش چاقىنىڭ پاپراقلىرى (قاناتلىرى) دىن ئېقىپ چىققاندا، ئايلىنىش چاقى رېئاكتىپ هەرىكەت تۇپەيلىدىن ئايلىنىپ گېنېراتورلارنى هەرىكەتلەندۈرۈپ توك چىقىرىدۇ. رېئاكتىپ سۇ تۇربىنىسى چوڭ تېپتىكى سۇ كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدا ئەڭ كۆپ ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل سۇ تۇربىنىسى هېسابلىنىدۇ.

رېئاكتىپ ئايروپىلان ۋە راكېتىلارمۇ رېئاكتىپ هەرىكەتنىڭ مۇهىم قوللىنىلىشى بولۇپ، ئۇلارنىڭ هەممىسى كەينىگە پۈركۈلگەن گازنىڭ رېئاكتىپ رولىغا تايىنىپ غايەت زور تېزلىككە ئېرىشىدۇ. هازىرقى زامان رېئاكتىپ ئايروپىلانلىرى كەينىگە ئۆزلۈكسىز تۇرده گاز پۈركۈش ئارقىلىق، $1000m/s$ تىن يۇقىرى ئۈچۈش تېزلىكىگە ئېرىشىدۇ.

راكېتا مەملىكىتىمىزده سۇڭ دەۋرىدىلا راكېتا كەشپ قىلىنغان (8. 25 ـ رەسىم)، بۇنىڭدا ئوقيانىڭ ئۇستىگە پوروخ قاچىلانغان بىر دانە نەي ئورنىتىلغان بولۇپ، نەينەك ئالدىنقى ئۈچى پۈتەي بولىدۇ، پوروخ كۆيۈدۈرۈلۈپ هاسىل قىلىنغان گاز ناهايىتى چوڭ تېزلىكته كەينىگە پۈركۈلگەنده، ئوقيا رېئاكتىپ هەرىكەت تۈپەيلىدىن ئالدىغا قاراپ هەرىكەت قىلىدۇ.

هازىرقى زامان راكېتالىرىنىڭ پرىنسىپى گەرچە قەدىمكى راكېتالارنىڭ پرىنسىپىغا ئوخشىشىپ كەتسىمۇ، ئەمما تۇزۇلۇشى كۆپ مۇرەككەپ بولىدۇ. هازىرقى زامان راكېتالىرى قاپ ۋە يېقىلغۇدىن ئىبارەت ئىككى چوڭ قىسىمدىن تۇزۇلىدۇ. قاپ سىلىندىر شەكلىده بولۇپ، ئالدىنقى ئۈچى پۈتەي هەم ئۈچلۇق كېلىدۇ، كەينى ئۈچىدا پۈركۈش تۇرۇبىسى بولىدۇ، يېقىلغۇ ئوت ئېلىپ هاسىل بولغان يۇقىرى تېمپېراتۇرا ۋە يۇقىرى بېسىملىق گاز پۈركۈش تۇرۇبىسىدىن تېزلىكته پۈركۈلۈپ چىققاندا، راكېتا ئالدىغا قاراپ ئۈچىدۇ. هازىرقى زامان راكېتالىرى ئاساسەن تەكشۈرۈش ۋە ئۆلچەش ئەسۋابلىرى، ئادەتتىكى سىناره (ئوق) بېشى ياكى يادرو ئوق بېشى، يەر شارىنىڭ سۈنئىي هەمراهى ياكى ئالەم كېمىسى قاتارلىقلارنى قويۇپ بېرىشته، يەنى توشۇغۇچى قورال سۈپىتىده ئىشلىتىلىدۇ.



8. 26 ـ رەسىم. ئۈچ ئوگىلىك راكېتا

راكېتا ئۈچۈپ يېتىلەيدىغان ئەڭ چوڭ تېزلىك، باشقىچە ئېيتقاندا، يېقىلغۇ كۆيۈپ بولغاندا راكېتا ئىگە بولىدىغان ئەڭ ئاخىرقى تېزلىك ئاساسلىقى تۆۋەندىكى ئىككى شەرت تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ: بىرى، گازنىڭ پۈركۈلۈش تېزلىكى، يەنە بىرى، ماسسىلار نىسبىتى (راكېتانىڭ ئۈچۈشقا باشلىغان چاغدىكى ماسسىسى بىلەن يېقىلغۇ كۆيۈپ بولغان چاغدىكى ماسسىسىنىڭ نىسبىتى). گازنىڭ پۈركۈلۈش تېزلىكى ۋە ماسسىلار نىسبىتى قانچە چوڭ بولسا، راكېتانىڭ ئەڭ ئاخىرقى تېزلىكىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. گازنىڭ پۈركۈلۈش تېزلىكىنى ئاشۇرۇش ئۈچۈن، ئالىي سۈپەتلىك يېقىلغۇ ئىشلىتىش كېرەك، هازىر كۆپىنچە ئىشلىتىلىۋاتقان سۈيۇق يېقىلغۇلار سۈيۇق هالەتتىكى هېدروگېندىن ئىبارەت بولۇپ، سۈيۇق هالەتتىكى ئوكسىگېن ئوكسىدلىغۇچى رېئاكتىۋ قىلىنىدۇ. ماسسىلار نىسبىتى راكېتانىڭ تۇزۇلۇشى ۋە ماتېرىيالىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، هازىرقى زامان راكېتالىرى يېتەلەيدىغان ماسسىلار نىسبىتى 10 دىن ئېشىپ كەتمەيدۇ. هازىرقى زامان تېخنىكىسى شارائىتىدا، بىر ئۈگىلىك راكېتانىڭ ئاخىرقى تېزلىكى ئارقىلىق سۈنئىي هەمراهنى قويۇپ بېرىشكە كېرەك بولىدىغان تېزلىككە

ئېرىشكىلى بولمايدۇ. ھازىر سۈنئىي ھەمراھلارنى قويۇپ بېرىشتە كۆپ ئۇگىلىك راكېتا ئىشلىتىلىدۇ.

كۆپ ئۇگىلىك راكېتا بىر ئۇگىلىك راكېتالاردىن تۈزۈلىدۇ (8، 26 ـ رەسىم). قويۇپ بېرىلگەندە ئالدى بىلەن بېرىنچى ئۇگە ئوت ئالدۇرۇلىدۇ، بۇنىڭ يېقىلغۇسى كۆيۈپ بولغاندىن كېيىن، قېپى ئۆزلۈكىدىن چۈشۈپ قېلىپ، ئىككىنچى ئۇگە راكېتا ئىش ئىشلەشكە باشلايدۇ. كۆپ ئۇگىلىك راكېتا ئىشلىتىپ بولغان بوش قاپلىرىنى ئۆز ۋاقتىدا تاشلاپ ماڭىدۇ، بۇنىڭ بىلەن راكېتانىڭ ئومۇمىي ماسسىسى كىچىكلەپ بارىدۇ، شۇڭا ناھايىتى يۇقىرى تېزلىككە يېتەلەيدۇ، بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ قىتئەلەر ئارا ئۇچىدىغان باشقۇرۇلىدىغان بومبا ، سۈنئىي ھەمراھ، ئالەم كېمىسى قاتارلىقلارنى قويۇپ بېرىشكە بولىدۇ. راكېتانىڭ ئۇگە سانى قانچە كۆپ بولسا، شۇنچە ياخشى بولۇۋاتىدۇ، چۈنكى ئۇگە سانى قانچە كۆپ بولسا، راكېتىنىڭ تۈزۈلۈشى شۇنچە مۇرەككەپلىشىپ، ئىش ئىشلىشىنىڭ ئىشەنچىلىكلىكىمۇ شۇنچە تۆۋەنلەپ بارىدۇ. نۆۋەتتە كۆپ ئۇگىلىك راكېتالار ئومۇمەن ئۈچ ئۇگىدىنلا ئىبارەت بولماقتا.

راكېتا تېخنىكىسى پەن ساھەسىدە ئالدىنقى قاتاردىكى ئىلغار تېخنىكا ھېسابلىنىدۇ. مەملىكىتىمىز ئۆزى تەتقىق قىلىپ ياسىغان چوڭ تىپتىكى توشۇغۇچى راكېتالارغا «ئۇزۇن سەپەر» دەپ نام بېرىلدى. 1970 ـ يىل 4 ـ ئايدا «ئۇزۇن سەپەر 1 ـ نومۇرلۇق» راكېتا مەملىكىتىمىزنىڭ تۇنجى يەر شارى سۈنئىي ھەمراھىنى ئوربىتىغا كىرگۈزدى. 1990 ـ يىل 4 ـ ئايدا «ئۇزۇن سەپەر 3 ـ نومۇرلۇق» راكېتا تۇنجى بولۇپ چەت ئەللىك خېرىدارلار ئۈچۈن مۇۋاپىقىيەتلىك ھالدا سۈنئىي ھەمراھ قويۇپ بەردى. 1990 ـ يىل 7 ـ ئايدا «ئۇزۇن سەپەر 2 ـ نومۇرلۇق» باغلانما تىپلىق چوڭ ئىتتىرىش كۈچىگە ئىگە توشۇغۇچى راكېتا سىناپ قويۇپ بېرىلىپ مۇۋاپىقىيەت قازىنىلدى، بۇ، مەملىكىتىمىزنىڭ ئېغىر تىپتىكى سۈنئىي ھەمراھلارنى قويۇپ بېرىش ئىقتىدارىغا ئىگە بولغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. مەملىكىتىمىزنىڭ راكېتا تېخنىكىسى ھازىر دۇنيانىڭ ئىلغار سەۋىيىسىگە قەدەم قويدى.

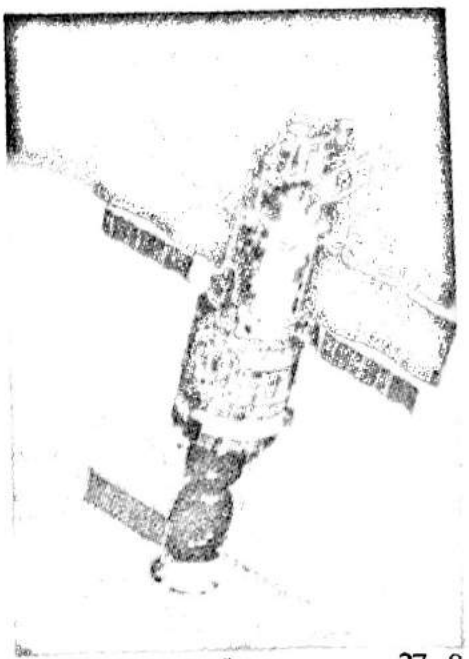


ئالەم تېخنىكىسى تەرەققىياتى ۋە ئالەم قاتنىشى

20 ـ ئەسىرنىڭ باشلىرى روسىيىلىك چىئولكوۋسكى سۇيۇقلۇق يېقىلغۇ قىلىنىدىغان راكېتادىن پايدىلىنىپ ئالەمدە پائالىيەت ئېلىپ بېرىش نەزەريىسىنى تۇنجى بولۇپ سىستېمىلىق ھالدا ئوتتۇرىغا قويدى. ئەمما ئالەم تېخنىكىسى 2 ـ دۇنيا ئۇرۇشىدىن كېيىنلا، راكېتا ۋە باشقۇرۇلىدىغان بومبا تېخنىكىسى ئاساسىدا تېزلىكتە تەرەققىي قىلىشقا باشلىدى. 1957 ـ يىل 10 ـ ئايدا سابىق سوۋېت ئىتتىپاقى تۇنجى يەر شارىنىڭ سۈنئىي ھەمراھىنى قويۇپ بېرىپ، ئىنسانلارنى يەر شارى يۇزىنىڭ چەكلىمىسى ۋە يەر شارى ئاتموسفېراسىنىڭ قورشاۋىدىن بۆسۈپ ئۆتكۈزدى، شۇنىڭدىن ئېتىبارەن ئالەم ئىشلىرى دەۋرىدە يېڭى سەھىپە ئېچىلدى.

بۈگۈنكى كۈنگە كەلگەندە، دۇنيا ئالەم تېخنىكىسى ئىشلىرىدا زور تەرەققىياتلار بولدى. دۇنيادىكى ھەرقايسى دۆلەتلەر قويۇپ بەرگەن ئالەم ئۇچۇش ئەسۋابلىرىنىڭ ئومۇمىي سانى 5000 دىن ئاشتى، بۇنىڭ ئىچىدە كۆپ سانىدىكىلىرى يەر شارىنىڭ سۈنئىي ھەمراھى بولۇپ، ئۇلار ئىلىم ـ پەن تەتقىقاتى، ھەربىي ئىشلار رازۋېدكىچىلىق، رادىئو ئارقىلىق ئالاقىلىشىش، ھاۋارايىدىن ئالدىن مەلۇمات بېرىش، يەر ئەھۋالىنى كۆزىتىش قاتارلىق جەھەتلەردە كەڭ قوللىنىشلارغا ئىگە بولماقتا. بولۇپمۇ ئالاقىلىشىش سۈنئىي ھەمراھى تېلېگراف، تېلېفون، تېلېفوتوگرافىيە، رادىئو ئاڭلىتىش قاتارلىق جەھەتلەردە قۇلايلىقلارنى كەلتۈرگەنلىكتىن تاشقىرى، يەنە تېلېۋىزىيە، تېلېفون يىغىنى، ئېلېكترونلۇق پوچتا، ماتېرىياللارنى ئاختۇرۇش ۋە يوللاش، كومپيۇتېردا تورلىشىش قاتارلىق كۆپ خىل، ئوخشاشمىغان كەسىپلەر بىلەن تەمىن ئەتمەكتە.

خادىملارنىڭ ئالەم بوشلۇقىدا تۇرۇپ ئىلمىي تەتقىقات ئېلىپ بېرىشتەك مەسىلىلەرنى ھەل قىلىش ئۈچۈن، ھازىر يەر شارىنى ئايلىنىپ ھەربىر قىلىدىغان ئالەم بوشلۇقى پونكىتلىرى قويۇپ بېرىلدى (8، 27 ـ رەسىم)، كىشىلەر مۇرەككەپ، نازۇك ئەسۋاب ـ ئۈسكۈنىلەر قاچىلانغان زامانىۋى تەجرىبىخانىلارنى ئالەم بوشلۇقىغا ئەۋەتىپ، يەر يۈزىدە ئېلىپ بېرىشقا بولمايدىغان فىزىكىلىق، خىمىيىلىك، بىئولوگىيىلىك، مېدىتسىنالىق ھەرخىل تەجرىبىلەرنى ئېلىپ بېرىپ، ئالەم بوشلۇقىدا ئىشلەپچىقىرىش ئېلىپ بېرىش، ئالەم بوشلۇقىدا ئولتۇراقلىشىش، ئاي شارى ۋە كىچىك سەييارىلەرنى ئېچىش، قۇياش ئېنېرگىيىلىك ئېلېكتر ستانسىلىرىنى قۇرۇشتەك يەرگە يېقىن بولغان ئالەم بوشلۇقىنى ئېچىش كېلەچىكىنى ئېچىپ بەرمەكتە.



8. 27 ـ رەسىم. «ھۆرمەت توپى 7 ـ نۆ-مۇرلۇق» بوشلۇق پونكتى



8. 28 ـ رەسىم. 1997 ـ يىل 7 ـ ئاينىڭ 4 ـ كۈنى مارس يۇ-زىگە قونغان «ئىزدەنگۈچى» ناملىق تەكشۈرۈش ئاپپاراتى

1981 ـ يىل 4 ـ ئاينىڭ 12 ـ كۈنى «كولومبىيە» ناملىق ئالەم ئايروپىلانىنىڭ ئادەم ئېلىپ تۇنجى قېتىم ئالەم ئارا ئۆچۈش تەجرىبىسى مۇۋەپپەقىيەت قازىنىلدى، بۇ، ئالەم تېخنىكىسى تەرەققىياتىنى يېڭى بىر باسقۇچقا كىرگۈزدى. ئالەم ئايروپىلانى ئادەم چۈشكەن ئالەم كېمىسى تېخنىكىسى، توشۇغۇچى راكېتا تېخنىكىسى ۋە ئالەم بوشلۇقى تېخنىكىسى ئومۇمىي تەرەققىياتىنىڭ مەھسۇلى بولۇپ، ئۇنىڭدا ھەرخىل ئىلمىي تەجرىبە تەكشۈرۈشلىرىنى ئېلىپ بارغىلى، يەنە ئالەم بوشلۇقىدا سۈنئىي ھەمراھلارنى قويۇپ بەرگىلى ۋە قايتۇرۇپ كەلگىلى ھەمدە يەر يۈزىگە ئۆتۈپ، تەكرار ئىشلەتكىلى بولىدۇ.

ئۇزۇندىن بۇيان ئىنسانلار ئەرشتە ساياھەت قىلىشنى خىيال قىلىپ كەلگەنىدى، ئالەم تېخنىكىسىنىڭ تەرەققىياتى بۇ خىيالنى ئەمەلىيەتكە ئايلاندۇردى. 1961 ـ يىل 4 ـ ئايدا سابىق سوۋېت ئىتتىپاقى ئالەم ئۇچقۇچىسى گاگارىن ئالەم بوشلۇقىغا كىرگەن تۇنجى كىشى بولۇپ قالدى. 1969 ـ يىل 7 ـ ئايدا ئامېرىكا ئالەم ئۇچقۇچىسى ئامستران «ئاپوللو 11 ـ نومۇرلۇق» ئالەم كېمىسىگە ئولتۇرۇپ، 300 نەچچە مىڭ كىلومېتىر ئۇزۇنلۇقتىكى ئالەم بوشلۇقىنى بېسىپ، تۇنجى بولۇپ ئايغا چىقتى. شۇنىڭدىن كېيىن كىشىلەر تېخىمۇ يىراقلاردىكى يۇلتۇزلار بوشلۇقىغا كۆز تىكىشكە باشلىدى. 1962 ـ يىلى ئامېرىكا «ماتروس 2 ـ نۆ-مۇرلۇق» تەكشۈرۈش ئاپپاراتىنى قويۇپ بېرىپ، ۋېنېرادا كۆزىتىش ئېلىپ بارغاندىن تارتىپ، ئىنسانلار ھازىرغىچە مەركۇرىي، ساتۇرن، مارس قاتارلىق قۇياش سىستېمىسىدىكى سەييارىلەرنى تەكشۈرۈشنى تامامىدى (8. 28 ـ رەسىم). ھازىر «ساياھەتچى» ناملىق تەكشۈرۈش ئاپپاراتى (8. 29 ـ رەسىم) ئىنسانلارنىڭ يەر شارى سىرتىدىكى مەدەنىيەتلەرگە بولغان سالمىنى ئېلىپ، پلۇتوندىن ھالقىپ ئۆتۈپ، بىپايان ئالەمدە ئۇچماقتا.

مەملىكىتىمىز 1956 ـ يىلى مەخسۇس ئالەم ئۇچۇش تەتقىقات ئورگىنى قۇرغاندىن تارتىپ ھازىرغىچە، ئالەم ئۇچۇش ئىشلىرىدا ئۇچقاندەك تەرەققىياتلارغا ئېرىشتى. 1964 ـ يىل 6 ـ ئايدا مەملىكىتىمىز ئۆزى تەتقىق قىلىپ ياسىغان توشۇغۇچى راكېتا بوشلۇققا كۆتۈرۈلدى. 1970 ـ يىل 4 ـ ئاينىڭ 24 ـ كۈنى مەملىكىتىمىز تۇنجى سۈنئىي ھەمراھنى قويۇپ بېرىپ، بىر قېتىمدىلا مۇۋەپپەقىيەت قازاندى. شۇنىڭدىن كېيىن مەملىكىتىمىز ئىلمىي تەجرىبە سۈنئىي ھەمراھى، يەر بايلىقى تەكشۈرۈش سۈنئىي ھەمراھى، ئالاقىلىشىش سۈنئىي ھەمراھى، ھاۋا رايى سۈنئىي ھەمراھى قاتارلىق ئوخشاشمىغان تۈردىكى يەر شارى سۈنئىي ھەمراھلىرىنى قويۇپ بېرىپ، سۈنئىي ھەمراھنى يەر يۈزىگە قايتۇرۇپ كېلىش تېخنىكىسى، بىر دانە راكېتا ئارقىلىق كۆپ دانە سۈنئىي ھەمراھنى ئوربىتىغا يەتكۈزگىلى بولىدىغان «بىر راكېتا ئارقىلىق كۆپ سۈنئىي ھەمراھنى قويۇپ بېرىش» تېخنىكىسىغا ئوخشاش دۇنياۋى ئىلغار تېخنىكىلارنى ئىگىلىدى. 1999 ـ يىل 11 ـ ئاينىڭ 20 ـ كۈنى مەملىكىتىمىز «ئىلاھىي كېمە» ناملىق تەجرىبە ئالەم كېمىسىنى قويۇپ بەردى (8. 30 ـ رەسىم)، ئۇ ئالەم بوشلۇقىدا 21 سائەت ئۇچقاندىن كېيىن، 11 ـ ئاينىڭ 21 ـ كۈنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا يەر يۈزىگە قوندى. تەجرىبە كېمىسىنىڭ مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا قويۇپ بېرىلىشى ۋە قايتۇرۇپ كېلىنىشى، مەملىكىتىمىزنىڭ ئالەم تېخنىكىسى تارىخىدىكى يەنە بىر نامايەندە بولۇپ، مەملىكىتىمىزنىڭ ئادەم چۈشكەن ئالەم ئۇچۇش تېخنىكىسىدا زور بۆسۈش قىلغانلىقى، مەملىكىتىمىزنىڭ بۇ يۇقىرى تېخنىكىنى ئىگىلىگەن ئۇچىنچى بىر دۆلەت بولۇپ قالغانلىقىدىن دېرەك بېرىدۇ.



8. 29 ـ رەسىم. «ساياھەتچى» ناملىق تەكشۈرۈش ئاپپاراتى



8. 30 ـ رەسىم. مەملىكىتىمىز قويۇپ بەرگەن «ئىلاھىي كېمە» ناملىق تەجرىبە ئالىم كېمىسى

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا ھەربىر مىقدارى ۋە ئىمپۇلس مىقدارى، ھەربىر مىقدارى تېئورېمىسى ۋە ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئۆگەندۇق ھەمدە ئۇلاردىن پايدىلىنىپ مۇناسىۋەتلىك مېخانىكا مەسىلىلىرىنى بىر تەرەپ قىلدۇق. بۇلار ئۇستىدە ئۆزىگىز خۇلاسە چىقىرىڭ. ئۆزىگىز دائىم خۇلاسە چىقارغىنىگىزدا، ئۆگەنگەن بىلىملەرنى سىستېمىلاشتۇرۇۋېلىش، بىلىملەرگە بولغان چۇشەنچىگىزنى چوڭقۇرلاشتۇرۇۋېلىشىگىزغا پايدىلىق.

(1) ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ ئېنىقلىمىسى نېمە؟ ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(2) ھەربىر مىقدارنىڭ ئېنىقلىمىسى نېمە؟ ھەربىر مىقدارنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ ھەربىر مىقدارغا مۇناسىۋەتلىك ھېسابلاشلار قانداق ئېلىپ بېرىلىدۇ؟ ھېسابلاشتا نېمىلەرگە دىققەت قىلىش كېرەك؟

(3) ھەربىر مىقدارى تېئورېمىسىنىڭ مەزمۇنى نېمە؟ ئۆزگىرىشچان كۈچ بولغان ئەھۋالدا ھەربىر مىقدارى تېئورېمىسىنى قانداق چۇشىنىش كېرەك؟ ھەربىر مىقدارى تېئورېمىسىدىن پايدىلىنىشقا دائىر بىرقانچە مىسال كەلتۈرۈڭ.

(4) ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمە؟ قانداق كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان؟ ئۆزىگىز بىر قېتىم كەلتۈرۈپ چىقىرىڭ.

(5) ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىش قانۇنى قانداق شەرت ئاستىدا قوللىنىدۇ؟ ئۇنىڭ مۇۋاپىق كېلىش دائىرىسى قانداق بولىدۇ؟ سوقۇلۇش ۋە پارتلاشقا ئوخشاش مەسىلىلەردە كۈچ ھاللاردا سىرتقى كۈچ تەسىرى بولىدۇ، قانداق ئەھۋاللاردا ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ؟

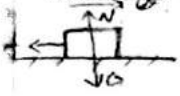
(6) ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى قوللىنىپ مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشنىڭ ئادەتتىكى باسقۇچلىرى قايسىلار؟ ھەربىر مىقدارنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى قوللىنىپ مەسىلىلەرنى ھەل قىلىشنىڭ قانداق ئارتۇقچىلىقلىرى بار؟

(7) رېئاكتىپ (تەپمە) دەپ نېمىگە ئېيتىلىدۇ؟ راكېتانىڭ پرىنسىپى نېمە؟ رېئاكتىپتىن پايدىلىنىشقا دائىر بىر قانچە مىسال كەلتۈرۈڭ.

A گۇرۇپپا

(1) ماسسىلىرى ئوخشاش بولغان A ۋە B دىن ئىبارەت ئىككى شارچە ئوخشاش بىر ئېگىزلىكتىن تۇڭمۇنگە چۈشكەن. A لاينىڭ ئۇستىگە چۈشۈپ، ھەرىكەتتىن توختىغان؛ B پولات تاختىنىڭ ئۇستىگە چۈشۈپ، يۇقىرىغا قاقتىغان. يۇقىرىقى سوقۇلۇشلاردا A ئۇچرىغان لاينىڭ ئىمپۇلىس مىقدارى بىلەن B ئۇچرىغان پولات تاختىنىڭ ئىمپۇلىس مىقدارىنى سېلىشتۇرغاندا قايسىسى چوڭ بولىدۇ؟

(2) ماسسىلىرى ئوخشاشمىغان، ئەمما دەسلەپكى ھەرىكەت مىقدارلىرى ئوخشاش بولغان ئىككى جىسىم گورىزونتال يەر يۈزىدە سۈركىلىش كۈچى تەسىرىدىن ھەرىكەتتىن توختىغان. ئۇلارنىڭ يەر يۈزى بىلەن بولغان ھەرىكەتتىكى سۈركىلىش كوئېففىتسېنتى ئوخشاش بولسا، ئۇلارنىڭ سىيرىلىش ۋاقتىنى سېلىشتۇرساق مۇنداق بولىدۇ:



①ماسسىسى چوڭ بولغان جىسىمنىڭ سىيرىلىش ۋاقتى ئۇزۇن بولىدۇ.

②ماسسىسى كىچىك بولغان جىسىمنىڭ سىيرىلىش ۋاقتى ئۇزۇن بولىدۇ.

③سىيرىلىش ۋاقتى ئۇزۇنارا ئوخشاش بولىدۇ.

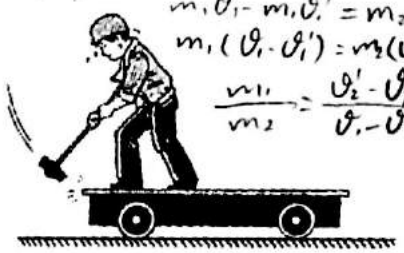
④شەرت تولۇق ئەمەس، ھۆكۈم قىلىشقا بولمايدۇ.

(3) ئىككىنچى بابتا بېرىلگەن 8 ـ مەشىقنىڭ (4) مىسالىدا بىنانىڭ 15 ـ قەۋىتىدىن يېقىلىپ چۈشكەن بالىنى بىر ياشنىڭ پىداكارلىق كۆرسىتىپ تۇتۇۋېلىپ، قۇتقۇزۇۋالغانلىق خەۋىرى بېرىلگەن. سىز بۇ بالا ئۇچرىغان يىغىندى كۈچنىڭ ئىمپۇلس مىقدارىنىڭ قانچىلىك بولىدىغانلىقىنى مۆلچەرىي ھېسابلاپ كۆرۈڭ. كىچىك بالا بىلەن ئۇنى قۇتقۇزۇپ قالغان شەپقەتچىسى ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىرلىشىش ۋاقتى 0.1s بولسا، بۇ بالا ئۇچرىغان يىغىندى كۈچنىڭ ئوتتۇرىچە قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر بۇ بالىنى يەرگە بىۋاسىتە چۈشۈپ كەتكەن ھەمدە 0.01s ئىچىدە ئۇنىڭ تېزلىكى ئۆزگىرىپ نۆل بولغان دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ئۇچرىغان يىغىندى كۈچنىڭ ئوتتۇرىچە قىممىتى يەنە قانچىلىك بولىدۇ؟

ئادەتتە 4 ياشلىق بالىنىڭ ماسسىسى 14kg ~ 16kg ، بىنانىڭ ھەربىر قەۋىتىنىڭ ئېگىزلىكى 3.0m ~ 2.7m بولىدۇ (g ئۈچۈن 10m/s^2 دەپ ئېلىنسۇن).

(4) A ، B دىن ئىبارەت ئىككى شارچە ئۈدۈل سوقۇلۇشقان، ئۇلارنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى تېزلىكلىرى ۋە سوقۇلغاندىن كېيىنكى تېزلىكلىرى v_1 ، v_2 ئىكەنلىكى ئۇلچەنگەن بولسا، بۇ ئىككى شارچىنىڭ ماسسىلىرىنىڭ نىسبىتىنى تېپىڭ.

(5) ماسسىسى 60kg بولغان بىر كىچىك ھارۋا 2m/s تېزلىك بىلەن گورىزونتال رېلىس ئۇستىدە ھەرىكەت قىلغان. ئەسلىدە ھارۋىنىڭ ئۇستىدە تۇرغان ماسسىسى 40kg كېلىدىغان بىر ئوغۇل بالا يەر يۈزىگە نىسبەتەن 3m/s گورىزونتال تېزلىك بىلەن ھارۋىنىڭ كەينىدىن ھارۋىنىڭ ھەرىكىتىگە قارشى يۆنىلىشتە سەكرەپ چۈشكەن بولسا، ئۇنىڭ ھارۋىدىن چۈشكەندىن كېيىنكى ھارۋىنىڭ تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟



(6) سىلىق ھەم گورىزونتال يەر يۈزىدە تەكشى تاختىلىق بىر كىچىك ھارۋا بولۇپ، بىر ئادەم بۇ ھارۋىنىڭ ئۇستىدە تۇرۇپ غازغان بىلەن ھارۋىنىڭ سول ئۇچىغا ئۇرغان (31.8 ـ رەسىم). بازغان بىلەن ئارقا ـ ئارقىدىن ئۇرغاندا، بۇ ھارۋا ئوك تەرەپكە قاراپ ئىلگىرىلىيەلەمدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

B * گۇرۇپپا

(1) ماسسىسى m بولغان بىر جىسىم گورىزونتال تارتىش كۈچىنىڭ تەسىرىدە، گورىزونتال تەكشىلىكتە تىنچ ھالەتتىن باشلاپ ھەرىكەت قىلغان، جىسىم بىلەن گورىزونتال تەكشىلىك ئارىسىدىكى سۈركىلىش كوئېففىتسېنتى μ ، ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، بۇ گورىزونتال كۈچ تەسىر قىلدۇرۇشتىن توختىتىلغان. ئاندىن كېيىن جىسىم سۈركىلىش كۈچىنىڭ تەسىرىدە يەنە ۋاقىتتىن كېيىن ھەرىكەتتىن توختىغان بولسا، تارتىش كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى تېپىڭ.

(2) ماسسىسى 100g بولغان ساقا 0.8m ئېگىزلىكتىن قېلىن ھەم يۇمشاق سېلىنچىغا ئەركىن ھالەتتە چۈشكەن. ساقا سېلىنچىنىڭ ئىچىگە تۆۋەن نۇقتىسىغا تېگىشكىچە كەتكەن ۋاقىت 0.2s بولسا، بۇ بۆلەك ۋاقىتتا سېلىنچىنىڭ شارچىغا نىسبەتەن

ئىمپۇلس مىقدارى _____ ($g = 10m/s^2$ قىلىپ ئېلىنسۇن).

(3) A ، B دىن ئىبارەت ئىككى شارچە سىلىق ھەم گورىزونتال تەكشىلىكتە ئوخشاش بىر توز سىزىقنى بويلاپ ھەرىكەت قىلغان. A نىڭ ماسسىسى $1kg$ ، تېزلىكى $6m/s$ ؛ B نىڭ ماسسىسى $2kg$ ، تېزلىكى $3m/s$ بولسا، توقۇنىدىكى ھەرقايسى ئەھۋالدا سوقۇلغاندىن كېيىنكى تېزلىكلەرنى تېپىڭ.

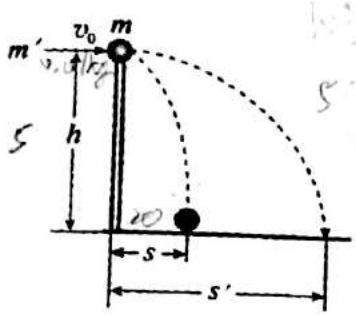
① A بىلەن B نىڭ ھەر ئىككىسى ئوڭ تەرەپكە قارىتا ھەرىكەت قىلغان، سوقۇلغاندىن كېيىن بىرلىشىپ قالغان.

② A ئوڭ تەرەپكە قارىتا، B سول تەرەپكە قارىتا ھەرىكەت قىلغان، سوقۇلغاندىن كېيىن بىرلىشىپ قالغان.

③ A بىلەن B نىڭ ھەر ئىككىسى ئوڭ تەرەپكە قارىتا ھەرىكەت قىلغان، سوقۇلغاندىن كېيىن A ئوڭ تەرەپكە $2m/s$ تېزلىكتە ھەرىكەت قىلغان.

④ A ئوڭ تەرەپكە قارىتا، B سول تەرەپكە قارىتا ھەرىكەت قىلغان، سوقۇلغاندىن كېيىن A سول تەرەپكە قارىتا $4m/s$ تېزلىكتە ھەرىكەت قىلغان.

(4) ماسسىسى $m = 0.2kg$ بولغان شارچە ئېگىزلىكى $h = 5.0m$ بولغان تىك خادىنىڭ چوققىسىغا قويۇلغان (8. 32 ـ رەسىم). ماسسىسى $m' = 0.01kg$ بولغان بىر تال ئوق $v_0 = 500m/s$ تېزلىكتە گورىزونتال يۆنىلىش بويىچە بۇ شارچىغا تەگكەن ھامان شار مەركىزىدىن تېشىپ ئۆتكەن. ئاندىن شارچە خادىدىن $s = 20m$ يىراقلىقتىكى ئارىلىققا چۈشكەن بولسا، ئوقنىڭ يەرگە چۈشكەن ئارىلىقىدىن خادىغىچە بولغان ئارىلىق s' نى تېپىڭ ($g = 10m/s^2$ دەپ ئېلىنسۇن).



8. 32 ـ رەسىم

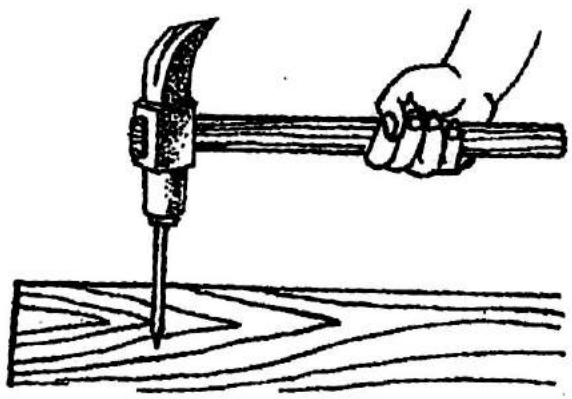
(5) 8. 33 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، $0.5kg$ لىق بولقا بىلەن مىخ مىخلانغاندا، بولقىنىڭ مىخقا ئۇرۇلغان چاغدىكى تېزلىكى $4m/s$ ، بولقىنىڭ مىخقا ئۇرۇلغاندىن كېيىنكى تېزلىكى نۆل بولغان. ئۇرۇلۇش ۋاقتى $0.01s$ بولسا:

① بولقىنىڭ ماسسىسى ئېتىبارغا ئېلىنمىسا، بولقا بىلەن مىخ مىخلانغان چاغدىكى ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچ قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟

② بولقىنىڭ ماسسىسى ئېتىبارغا ئېلىنغاندا، بولقا بىلەن مىخ مىخلانغان چاغدىكى ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچ قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟

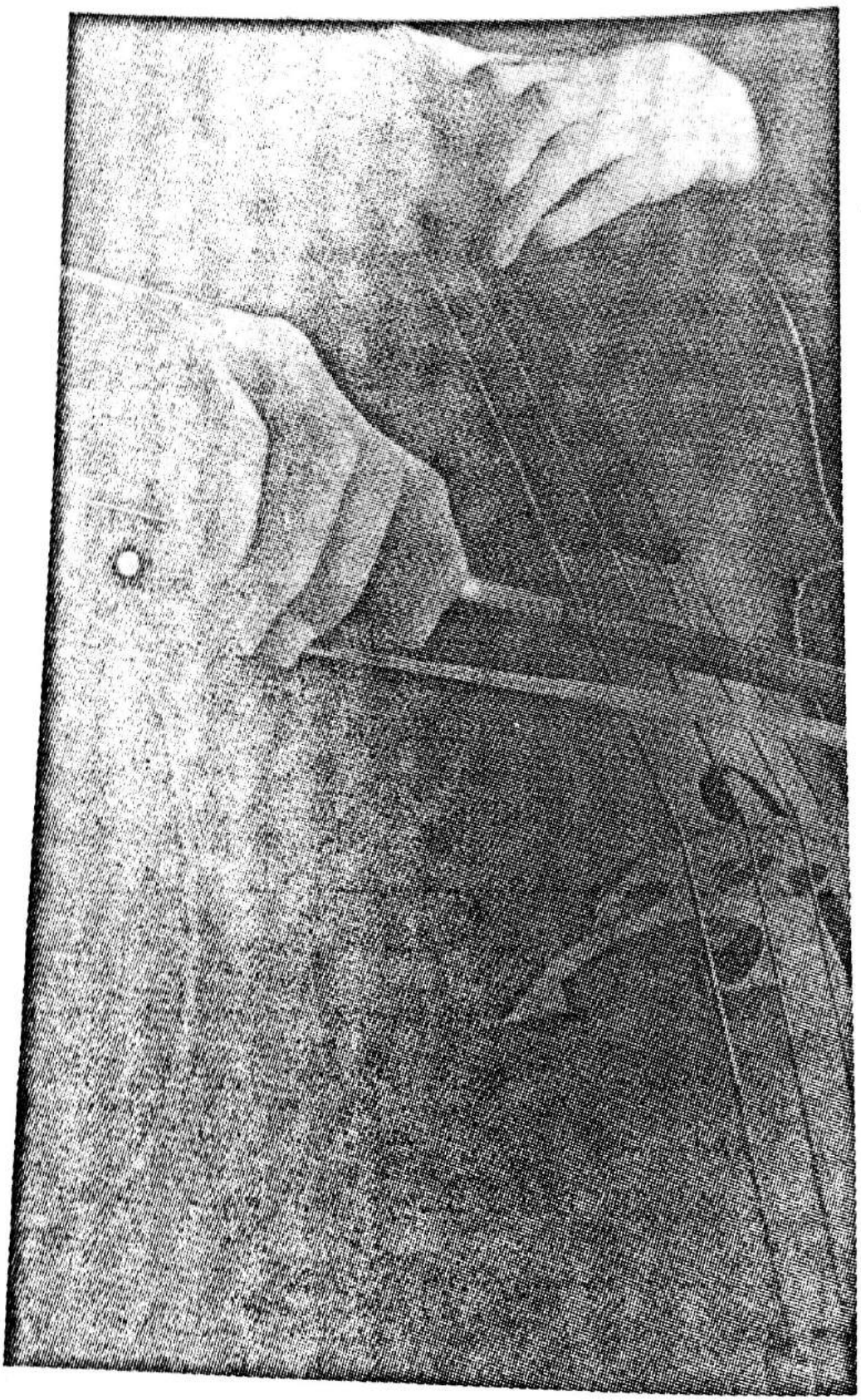
③ بولقا بىلەن مىخ مىخلىغان چاغدىكى ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچنى ھېسابلىغاندا، قانداق ئەھۋالدا بولقىنىڭ ماسسىسىنى ئېتىبارغا ئالمىسىمۇ بولىدىغانلىقىنى تەھلىل قىلىپ كۆرۈڭ.

ئۇرۇش ۋە سوقۇلۇشقا دائىر مەسىلىلەردە، قانداق ئەھۋالدا ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىنى ئېتىبارغا ئالمىسىمۇ بولىدۇ؟



8. 33 ـ رەسىم

توققۇزىنچى باب. مېخانىك تەۋرىنىش



ئالىمنى ئاڭلاردا بىر تۈرلىلىق كوچ بەسرى ئاسسىدىكى نۇر سىرىغلىق بەكشى ئۆزگىرىشچان ھەرىكەت ۋە گۇر.
ەسال ئىسلىش ھەرىكىسى، جولا ـ كىچىكلىكى ئۆزگەرمىگەن، ئەمما بۇنىلىشى ئۆزگەرگەن مەركەزگە ئىنتىلمە كوچ
بەسرىدىكى جەمەر بولىما بەكسى ھەرىكەسى ئۆگەنگەندۇق، ئەمدى جولا ـ كىچىكلىكى بىلەن بۇنىلىشى ئۆزگەر.
گەن ئەسلىگە كەلتۇرۇش كوچىسىك بەسرىدىكى ھەرىكەت ـــ مېخانىك تەۋرىنىشنى ئۆگىنىمىز.
بۇ ئاددىي ئاسلىقنى ئەڭ ئاددىي، ئەڭ ئاساسىي بولغان مېخانىك تەۋرىنىش ـــ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەسى
ئۆگىنىمىز. بۇ ئاسى ئۆگىنىش ئارقىلىق، ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئالاھىدىلىكى ھەمدە بۇ خىل ھەرىكەسى
قانداق تەسۋىرلەسى ئۆگىنىپ، كىيىنكى ئاسا مېخانىك دولقۇننى ئۆگىنىش ۋە بۇنىڭدىن كىيىن ئېلېكترومائىس
دولقۇنى قانارلىق سىلسىلەرى ئۆگىنىش ئۈچۈن ئاساس سالىمىز.

§1 . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت

پۈرژىننىڭ ئاستىنقى ئۇچىغا بىر شارچىنى ئېسىپ، شارچىنى تارتىپ قويساق، ئۇ ئەسلىدىكى تەڭپۇڭلۇق ئورنىنى مەركەز قىلىپ، ئاستى ـ ئۈستىگە قايتىلىما ھەرىكەت قىلىدۇ. جىسمىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنى ئەتراپىدا قىلغان قايتىلىما ھەرىكىتى **مېخانىك تەۋرىنىش** دەپ ئاتىلىدۇ، ئادەتتە قىسقىچە **تەۋرىنىش** دېيىلىدۇ.

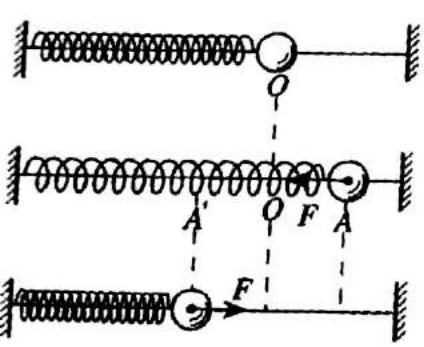
تەۋرىنىش تەبىئەتتە ئومۇميۈزلۈك مەۋجۇت. سائەت مايانىكىنىڭ تەۋرىنىشى، سۇ ئۈستىدىكى لەيلىمە بەلگىنىڭ لەيلىشى، ئېكەش بىلەن يۇك كۆتۈرۈپ ماڭغاندا ئېكەشنىڭ سىلكىنىشى، شامالدا دەرەخ شاخلىرىنىڭ ئىرغاڭلىشى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى تەۋرىنىش بولىدۇ. ئاۋاز چىقارغان بارلىق جىسىملارنىڭ ھەممىسى تەۋرىنىشتە بولىدۇ، يەر تەۋرەش ئايىغىمىز ئاستىدىكى يەرنىڭ قاتتىق تەۋرىنىشىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

تەۋرىنىشنى تەتقىق قىلىشتا، **ئەڭ ئاددىي، ئەڭ ئاساسىي** بولغان تەۋرىنىشتىن قول سېلىش كېرەك، بۇنداق تەۋرىنىش **ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت** دەپ ئاتىلىدۇ.

تەجرىبە

1.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، كىچىك تۆشۈكلۈك شارچە پۈرژىننىڭ بىر ئۇچىغا ئورنىتىلغان، پۈرژىننىڭ يەنە بىر ئۇچى مۇقىم قىلىنغان، شارچە سىلىق گورىزونتال تاياقچىغا ئۆتكۈزۈلگەن بولۇپ، ئۇ تاياقچىدا سىرىلالايدۇ. شارچە بىلەن گورىزونتال تاياقچە ئارىسىدىكى سۈركىلىش ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ، پۈرژىننىڭ ماسسىسى شارچىنىڭ ماسسىسىدىن كۆپ كىچىك بولغانلىقتىن، ئۇمۇ ئېتىبارغا ئېلىنمىسا بولىدۇ. بۇنداق سىستېما **پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ** دەپ ئاتىلىدۇ، بۇنىڭدىكى شارچە ئادەتتە تەۋرەنگۈچ دېيىلىدۇ.

بىز يەنە ئىدېئالاشتۇرۇلغان فىزىكىلىق مودېلغا يولۇقتۇق.



1.9 ـ رەسىم. پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ تەۋرىنىشى

تەۋرەنگۈچ O نۇقتىدا تىنچ تۇرغاندا، پۈرژىنىدا دېفورماتسىيە ھاسىل بولمىغانلىقتىن، ئۇ تەۋرەنگۈچكە ئېلاستىك كۈچ تەسىرى بەرمەيدۇ، O نۇقتا بولسا تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنى بولىدۇ. تەۋرەنگۈچنى تەڭپۇڭلۇق ئورنىنىڭ ئوڭ تەرىپىدىكى A نۇقتىغا تارتىپ كەلگەندىن كىيىن قويۇپ بېرىپ، پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ تەۋرىنىش ئەھۋالى كۆزىتىلىدۇ.

تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى، تەۋرەنگۈچ O نى مەركەز قىلىپ گورىزونتال تاياقچىدا قايتىلىما ھەرىكەت قىلىدۇ. تەۋرەنگۈچ A نۇقتىدىن باشلاپ ھەرىكەت قىلىپ، O نۇقتىدىن ئۆتۈپ A' نۇقتىغا بارىدۇ، A' نۇقتىدىن باشلاپ يەنە O نۇقتىدىن ئۆتۈپ A نۇقتىغا قايتىپ كېلىدۇ ھەمدە OA بولسا OA' غا تەڭ بولىدۇ. شۇنىڭدىن كېيىن تەۋرەنگۈچ بۇ خىل قايتىلىما ھەرىكەتنى توختىماستىن تەكرارلايدۇ.

تۆۋەندە بىز تەۋرەنگۈچنىڭ كۈچ تەسىرىگە ئۇچراش ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىپ كۆرەيلى.

تەۋرەنگۈچ تەۋرىنىش جەريانىدا ئۇچرىغان ئىغىرلىق كۈچى بىلەن تىرەش كۈچى تەڭپۇڭ بولىدىغانلىقتىن، تەۋرەنگۈچنىڭ ھەرىكىتىگە نىسبەتەن تەسىر يەتكۈزمەيدۇ. تەۋرەنگۈچنىڭ ھەرىكىتىگە تەسىر يەتكۈزىدىغىنى پەقەتلا پۈرژىننىڭ ئېلاستىك كۈچى بولۇپ، بۇ كۈچنىڭ يۆنىلىشى تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئېغىپ يۆتكىلىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولۇپ، ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا يۆنەلگەن بولىدۇ، ئۇنىڭ رولى تەۋرەنگۈچنى تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا قايتۇرۇپ كېلىشتىن ئىبارەت، شۇنىڭ ئۈچۈن ئۇ **ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى** دەپ ئاتىلىدۇ.

1- قىسىمدىكى ئوقۇغۇچىلار تەجرىبىسى VII نى ئىشلەش ئارقىلىق شۇنى بىلىشكە بولىدۇكى، پۈرژىنىدا ئېلاستىك دېفورماتسىيە ھاسىل بولغاندا، پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى F تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەن يۆتكىلىشى x بىلەن ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، يەنى

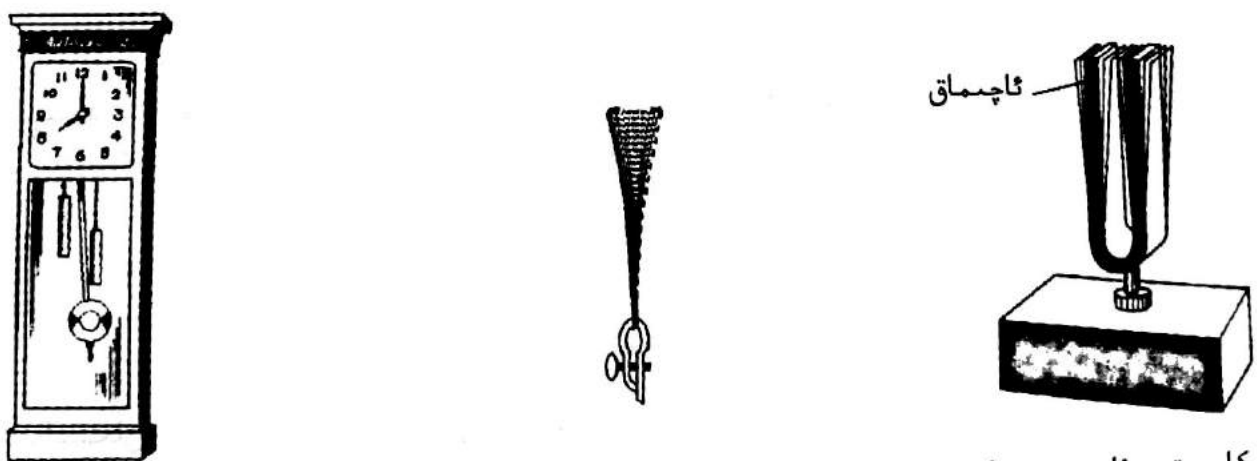
$$F = -kx$$

فورمۇلىدىكى مىنۇس ئالامەت ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەن يۆتكىلىش يۆنىلىشىنىڭ قارىمۇقارشى ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. بۇ مۇناسىۋەت فىزىكىدا **ھوك قانۇنى** دەپ ئاتىلىدۇ، فورمۇلىدىكى تۇراقلىق سان k پۈرژىننىڭ **ئېلاستىك كوئېففىتسېنتى** دەپ ئاتىلىدۇ.

جىسىملارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەن يۆتكىلىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىگە ئوڭ تاناسىپ بولغان ھەمدە ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا يۆنەلگەن ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ تەسىرىدىكى تەۋرىنىش **ئاددىي گارمونىك** ھەرىكەت دەپ ئاتىلىدۇ.

نيۇتوننىڭ ئىككىنچى قانۇنىغا ئاساسەن شۇنى بىلىشكە بولىدۇكى، ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان جىسىمنىڭ تېزلىنىشى جىسىمنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەن يۆتكىلىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىگە ئوڭ تاناسىپ بولۇپ، يۆنىلىشى يۆتكىلىشىنىڭ يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ ھەمدە ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا يۆنەلگەن بولىدۇ.

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت ئەڭ ئاددىي، ئەڭ ئاساسىي بولغان مېخانىك تەۋرىنىش ھېسابلىنىدۇ، 2.9 ـ رەسىمدە ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتكە دائىر بىر قانچە ئەمەلىي مىسال بېرىلدى.



A: كامېرتون ئاچمىقىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ تەۋرىنىش ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت بولىدۇ

B: پۈرژىنا پلاستىنكىسىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ تەۋرىنىش ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت بولىدۇ

C: ماياتنىك تېشىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ تەۋرىنىشى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت بولىدۇ

2.9 ـ رەسىم. ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتكە دائىر ئەمەلىي مىساللار

(1) 1.9 ـ رەسىمدىكى پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ A نۇقتىدىن ھەرىكەت قىلىپ O نۇقتىغا بېرىش جەريانىدا، ئۇنىڭ ھەرىكەت ئەھۋالىغا مۇسبەتتە، مۇۋاپىقى ئېيتىلمىغان ئىككىلىلار ئىچىدە قايسىسى توغرا؟ O نۇقتىدىن ھەرىكەت قىلىپ A' نۇقتىغا بېرىش جەريانىدا، يەنە قايسى خىل ئېيتىلىش توغرا؟

(1) ئەكسى تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

(2) تېزلىنىشى ئۈزلۈكسىز كېمەيمەي بارىدىغان تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

(3) تېزلىنىشى ئۈزلۈكسىز ئېشىپ بارىدىغان تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

(4) تېزلىنىشى ئۈزلۈكسىز كېمەيمەي بارىدىغان كېمەيمىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

(5) تېزلىنىشى ئۈزلۈكسىز ئېشىپ بارىدىغان كېمەيمىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ.

(2) 1.9 ـ رەسىمدىكى پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ بىر قېتىملىق تەۋرىنىش جەريانىدىكى ھەرىكەت ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىپ، تۆۋەندىكى جەدۋەلنى تولدۇرۇڭ ھەمدە تەۋرەنگۈچنىڭ تېزلىكى، تېزلىنىشىنى ۋە ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ ئەڭ چوڭ بولىدىغان ھەم نۆل بولىدىغان ئورنىنى كۆرسىتىپ بېرىڭ.

تەۋرەنگۈچنىڭ ھەرىكىتى	$O \to A$	$A' \to O$	$O \to A'$	$A \to O$
تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىكى يۆنىلىشىگە نىسبەتەن يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ چوڭ ـ كىچىكلىكى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟	چوڭ كىچىك	نول چوڭ	نول چوڭ	چوڭ كىچىك
ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ چوڭ ـ كىچىكلىكى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟	نول چوڭ	چوڭ كىچىك	چوڭ كىچىك	نول چوڭ
تېزلىنىشنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ چوڭ ـ كىچىكلىكى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟	نول كىچىك	نول چوڭ	چوڭ كىچىك	نول چوڭ
تېزلىكنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ چوڭ ـ كىچىكلىكى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟	نول چوڭ	نول كىچىك	چوڭ چوڭ	چوڭ كىچىك

(3) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىدىغان جىسىملارنىڭ كۈچ تەسىرىگە ئۇچراش ئالاھىدىلىكىنى قىسقىچە بايان قىلىڭ.

(4) 1.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچتە شارچىنىڭ ماسسىسىنى m دەپ پەرەز قىلىپ، تەۋرەنگۈچنىڭ تېزلىنىشىنى تۆۋەندىكى فورمۇلا ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاڭ:

$$a = -\frac{k}{m}x$$

بۇ، تەۋرەنگۈچنىڭ تېزلىنىشى تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەن يۆتكىلىشى بىلەن ئوڭ تاناسىپ، يۆنىلىشى بۇ يۆتكىلىشنىڭ يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

§2. ئامپلىتۇدا، دەۋر ۋە چاستوتا

ئوخشاش بولمىغان ھەرخىل مېخانىك ھەرىكەتلەرنى يۆتكىلىش، تېزلىك، تېزلىنىش قاتارلىق فىزىكىلىق مىقدارلار ئارقىلىق تەسۋىرلەشكە توغرا كېلىدۇ، ئەمما ئوخشاش بولمىغان ھەرىكەتلەر ئوخشاش بولمىغان ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە بولىدۇ. غانلىقتىن، ئوخشاش بولمىغان فىزىكىلىق مىقدارلارنى كىرگۈزۈپ بۇ ئالاھىدىلىكلەرنى ئىپادىلەشكە توغرا كېلىدۇ. چەمبەر بويلىما

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەتتەكە ئوخشاش بولۇپ، بىر خىل دەۋرلىك ھەرىكەت. شۇڭا دەۋردىن ئىبارەت بۇ فىزىكىلىق مىقدارنى كىرگۈزۈش كېرەك.

هەربىر تەۋرىلەشتە بۇلۇڭلۇق تېزلىك، دەۋر، ئايلىنىش تېزلىكى قاتارلىق فىزىكىلىق مىقدارلار كىرگۈزۈلگەن. ئاددىي گارمونىك ھەربىر تەۋرىلەشتىمۇ ئامپلىتۇدا، دەۋر ۋە چاستوتىدىن ئىبارەت بۈگۈن فىزىكىلىق مىقدارلارنى كىرگۈزۈشكە توغرا كېلىدۇ.

تەۋرەنگۈچ جىسىم ھامان بەلگىلىك بىر دائىرىدە ھەربىر قېتىم 1.9 - رەسىمدە تەۋرەنگۈچ گورىزونتال تاياقچىسىدىكى A نۇقتا بىلەن A' نۇقتا ئارىسىدا قايتىلىما ھەربىر قېتىم تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئايرىلغاندىكى ئەڭ چوڭ ئارىلىقى OA ياكى OA' بولىدۇ. تەۋرىنىۋاتقان جىسىمنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئەڭ چوڭ ئارىلىقى تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسى دەپ ئاتىلىدۇ. 1.9 - رەسىمدىكى OA ياكى OA' نىڭ چوڭلۇقى ئەنە شۇ پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئامپلىتۇدىسى بولىدۇ. ئامپلىتۇدا بولسا تەۋرىنىشنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارىدۇر.

ئاددىي گارمونىك ھەربىر قېتىم دەۋرىيلىككە ئىگە بولىدۇ. 1.9 - رەسىمدە، تەۋرەنگۈچ A نۇقتىدىن باشلاپ ھەر-قېتىم قىلىپ، O نۇقتىدىن ئۆتۈپ A' نۇقتىغا كەلگەن، ئاندىن يەنە O نۇقتىدىن قايتىپ A نۇقتىغا كەلگەن بولسا، بىز بۇنى بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىدى، دەيمىز. شۇنىڭدىن كېيىن تەۋرەنگۈچ توختىماستىن بۇ خىل قايتىلىما ھەربىر قېتىنى تەكرارلايدۇ. تەجرىبىلەر پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرە-نىشنى تاماملىشى ئۈچۈن كېتىدىغان ۋاقىتنىڭ ئوخشاش بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئاددىي گارمونىك ھەربىر قېتىم قىلىۋاتقان جىسىمنىڭ بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىشى ئۈچۈن كېتىدىغان ۋاقىت تەۋرىنىشنىڭ دەۋرى دەپ ئاتىلىدۇ. بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە تاماملانغان تولۇق تەۋرىنىشنىڭ قېتىم سانى تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

دەۋر بىلەن چاستوتا تەۋرىنىشنىڭ تېز - ئاستىلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارلاردۇر. دەۋر قانچە قىسقا بولسا، چاستوتا شۇنچە چوڭ بولۇپ، تەۋرىنىشنىڭ شۇنچە تېز ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. T ئارقىلىق دەۋرنى، f ئارقىلىق چاستوتىنى ئىپادىلىسەك، ئۇ ھالدا

$$f = \frac{1}{T}$$

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا دەۋرنىڭ بىرلىكى سېكۇنت، چاستوتىنىڭ بىرلىكى ھېرتس بولۇپ بەلگىسى **Hz**، يەنى $1\text{Hz} = 1\text{s}^{-1}$.

يۇقىردا بىز تەۋرەنگۈچنىڭ بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىشى ئۈچۈن كېتىدىغان ۋاقىتنىڭ ئوخشاش بولىدىغانلىقىنى ئېيتىپ ئۆتكەنىدۇق. ئەگەر پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئامپلىتۇدىسىنى ئۆزگەرتسەك، ئۇنىڭ دەۋرى ياكى چاستوتىسىدا ئۆزگىرىش بولامدۇ - يوق؟

پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ھەربىر تەۋرىنىشنى كۆزىتىشىنى كۆزەتسەك شۇنى بايقاشقا بولىدۇكى، پۈرۈزنىنى سوزۇش (ياكى قىسىش) نىڭ دەرىجىسى ئوخشاش بولمىسا، تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. لېكىن ئوخشاش بىر تەۋرەنگۈچكە نىسبەتەن تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسى (ياكى دەۋرى) مۇقىم بولىدۇ. دېمەك، ئاددىي گارمونىك ھەربىر تەۋرىنىشنىڭ چاستوتا ئامپلىتۇدىغا مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ.

ئاددىي گارمونىك ھەربىر تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسى تەۋرىنىۋاتقان سىستېمىنىڭ ئۆزىنىڭ خۇسۇسىيىتى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. مەسىلەن، پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ چاستوتىسى پۈرۈزنىنىڭ ئېلاستىك كۈچىگە ئەسكىتى بىلەن تەۋرەنگۈچنىڭ ماسسىسى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ، ئۇ ئامپلىتۇدىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىگە مۇناسىۋەتسىز شۇڭا يەنە تەۋرىنىۋاتقان سىستېمىنىڭ خاس چاستوتىسى دەپمۇ ئاتىلىدۇ.

2 - مەشىق

(1) 1.9 - رەسىمدىكى پۈرۈزنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئامپلىتۇدىسى 2cm بولسا، بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىغىچە شارچىنىڭ بېسىپ ئۆتكەن مۇساپىسى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر چاستوتىسى 5Hz بولسا، شارچىنىڭ ھەر سېكۇنتتا بېسىپ

ئۆتىدىغان مۇساپىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

(2) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان جىسىم 24s ئىچىدە 30 قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىغان بولسا، تەۋرىنىش دەۋرى بىلەن چاستوتىسىنى تېپىڭ.

(3) پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ ئامپلىتۇدىسى چوڭلىقى ئەسلىدىكىسىنىڭ 2 ھەسسىسىگە يەتكەندە، تۆۋەندىكى ئېيتىلىش-لارنىڭ توغرىسى:

① دەۋرى چوڭلىقى ئەسلىدىكىسىنىڭ 2 ھەسسىسى بولىدۇ.

② دەۋرى كىچىكلەپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 2 / 1 گە تەڭ بولىدۇ.

③ دەۋرى ئۆزگەرمەيدۇ.

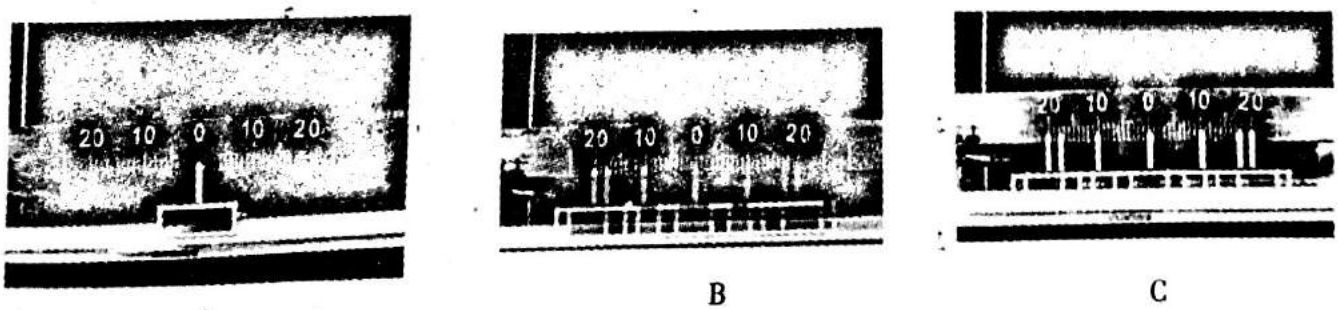
(4) 3.9 ـ رەسىمدىكى O ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان جىسىمنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئىبارەت، جىسىمنىڭ O دىن C غا بارغىچە كەتكەن ۋاقتى 0. 3s ، يەنە C دىن ھەرىكەت قىلىپ D غا بارغاندىن كېيىن يەنە قايتىپ C غا كەلگەندە كەتكەن ۋاقىت 0. 2sبولسا، جىسىمنىڭ تەۋرىنىش دەۋرىنى تېپىشقا بولىدىغان ياكى بولمايدۇ. غانلىقى ھەققىدە بىر قانچە ساۋاقداش مۇلاھىزە قىلىپ كۆرسۇن.



3.9 ـ رەسىم

§3 . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكى

جىسىم ھەرىكىتىنىڭ يۆتكىلىشى بىلەن ۋاقىتنىڭ مۇناسىۋىتىنى فورمۇلا ئارقىلىق ئىپادىلەشكىمۇ، گرافىك ئارقىلىق ئىپادىلەشكىمۇ بولىدۇ. تۈز سىزىقلىق تەكشى ھەرىكەتتە، ۋاقىت خاتىرىلەش باشلانغان چاغ-دىكى يۆتكىلىشنى نۆل دەپ پەرەز قىلساق، ئۇنىڭ ھەرىكەت فورمۇلىسى $s = vt$ ، ھەرىكىتىنىڭ يۆتكىلىش گرافىكى كوئوردىنات بېشىدىن ئۆتكەن بىر تۈز سىزىق بولىدۇ. دەسلەپكى تېزلىكى نۆل بولغان تۈز سىزىقلىق ئۆزگىرىشچان ھەرىكەتتە، ۋاقىت خاتىرىلەش باشلانغان چاغدىكى يۆتكىلىشنى نۆل دەپ پەرەز قىلساق، ئۇنىڭ ھەرىكەت فورمۇلىسى $s = \frac{1}{2}at^2$ ، ھەرىكىتىنىڭ يۆتكىلىش گرافىكى كوئوردىنات بېشىدىن ئۆتكەن پارابولا بولىدۇ. ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ يۆتكىلىشى بىلەن ۋاقىتنىڭ مۇناسىۋىتىنىمۇ فورمۇلا ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ، ئەمما ئۇ نىسبەتەن مۇرەككەپ بولغانلىقتىن، بىز ئالدى بىلەن ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكىنى تەتقىق قىلىمىز.



A B C

4.9 ـ رەسىم

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكى 4.9 ـ رەسىمدە نۇر چاقنىتىپ تارتىش ئۇسۇلى ئارقىلىق تارتىلغان بىر پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ تەۋرىنىش ئەھۋالى كۆرسىتىلگەن. رەسىم A دىكىسى تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدا تىنچ تۇرغان چاغدا تارتىلغان سۈرەتتىن ئىبارەت. رەسىم B دىكىسى تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن سول تەرەپكە 20mm يىراقلىققا سوزۇلۇپ، قويۇپ بېرىلگەندىن كېيىن، ئوڭغا قارىتا ھەرىكەت قىلغاندىكى 2 / 1 دەۋر ئىچىدە نۇر چاقنىتىپ تارتىلغان سۈرەتتىن ئىبارەت. رەسىم C دىكىسى تەۋرەنگۈچنىڭ قالغان 2 / 1 دەۋر ئىچىدىكى نۇر چاقنىتىپ تارتىلغان سۈرەتتىن ئىبارەت. نۇر چاقناشنىڭ چاستوتىسى 9. 0Hz ، يەنى

قوشنا ئىككى قېتىملىق نۇر چاقناشنىڭ ۋاقىت ئارىلىقى $t_0 = 0.11s$ ، تەۋرىنىش دەۋرى $T = 1.32s$ ئىكەنلىكى مەلۇم. سۇرەتتە خاتىرىلەنگىنى ھەر t_0 ۋاقىت ئۆتكەندە تەۋرەنگۈچىنىڭ تۇرغان ئورنىدۇر.

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت تەڭپۇڭلۇق ئورنىنى مەركەز قىلغان قايتىلىما ھەرىكەتتىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇنىڭ يۆتكەلگەن ئارىلىقى تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا نىسبەتەن يۆتكەلگەن ئارىلىقنى كۆرسىتىدۇ. 4.9 ـ رەسىمدە گورىزونتال ئوقىغا يۆنەلگەن يۆتكىلىشنىڭ ئوق يۆنىلىشى دەپ ئالساق، تەۋرەنگۈچىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىنىڭ ئوق تەرىپىدە بولغان چاغدىكى يۆتكىلىشى مۇسبەت قىممەتلىك بولىدۇ، سول تەرىپىدە بولغان چاغدىكى يۆتكىلىشى مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ. تۆۋەندىكى جەدۋەلدە سۇرەتتىن ئېرىشىلگەن سانلىق مەلۇماتلار بېرىلگەن.

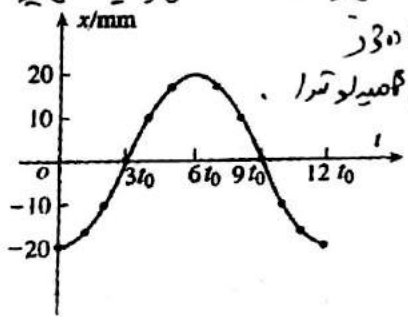
بىرىنچى 2 / 1 دەۋر ($T = 1.33s$)

ۋاقىت t	0	t_0	$2t_0$	$3t_0$	$4t_0$	$5t_0$	$6t_0$
يۆتكىلىش x / mm	−20.0	−17.8	−10.1	0.1	10.3	17.7	20.0

ئىككىنچى 2 / 1 دەۋر

ۋاقىت t	$6t_0$	$7t_0$	$8t_0$	$9t_0$	$10t_0$	$11t_0$	$12t_0$
يۆتكىلىش x / mm	20.0	17.7	10.3	0.1	−10.1	−17.8	−20.0

⑤ ھاۋادىكى ئۇقۇشنىڭ خالىغان بىر نەچچە خىل يۆتكىلىش



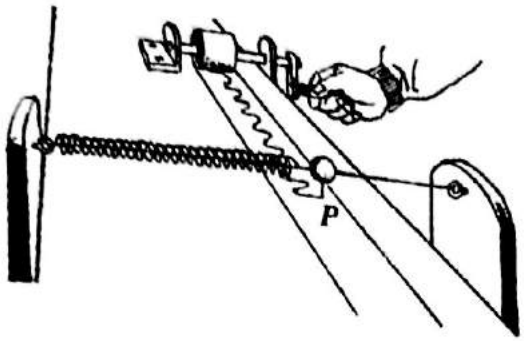
5.9 ـ رەسىم

ئوردىنات ئوقى ئارقىلىق يۆتكىلىش x نى ، ئابسىسسا ئوقى ئارقىلىق ۋاقىت t نى ئىپادىلەپ، يۇقىرىقى جەدۋەلدىكى سانلىق مەلۇماتلارغا ئاساسەن، كوئوردىنات تەكشىلىكىدە ھەرقايسى نۇقتىلارنى سىزىپ، ئۇلارنى سىلىق ئەگرى سىزىق ئارقىلىق تۇتاشتۇرۇپ چىقساق، بىر كوسىنۇس ئەگرى سىزىقىغا ئېرىشىمىز (5.9 ـ رەسىم).

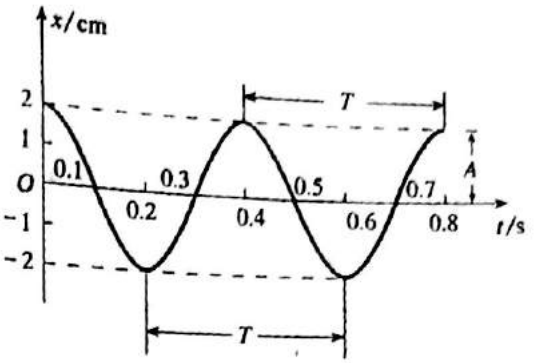
ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ يۆتكىلىش ـ ۋاقىت گرافىكى ئادەتتە **تەۋرىنىش گرافىكى** دەپ ئاتىلىدۇ، يەنە تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقىمۇ دېيىلىدۇ. نەزەرىيە ۋە تەجرىبىلەر شۇنى ئىسپاتلايدۇكى، بارلىق ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ تەۋرىنىش گرافىكلىرى سىنۇس ياكى كوسىنۇس ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

تەۋرىنىش گرافىكى تەۋرەنگۈچىنىڭ يۆتكىلىشىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ، ئۇ بىزگە تەۋرەنگۈچىنىڭ خالىغان ۋاقىتتىكى تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا نىسبەتەن يۆتكىلىشىنى بىلدۈرىدۇ ھەمدە ئامپلىتۇدىسى بىلەن دەۋرىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ (6.9 ـ رەسىم). شۇنىڭ ئۈچۈن، تەۋرىنىش گرافىكى بىلەن تونۇشۇش ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنى ئۆگىنىشكە نىسبەتەن ئېيتقاندا ئىنتايىن پايدىلىق.

تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقىنى يۇقىرىدا تونۇشتۇرۇلغان ئۇسۇلدا سىزىشقا بولىدۇ، يەنە تەۋرەنگۈچى جىسىمغا بىر خاتىرىلەش ئەسۋابى ئورنىتىش ئۇسۇلى ئارقىلىق سىزىشقىمۇ بولىدۇ. مەسىلەن، پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ شارچىسىغا بىر دانە قەلەم P نى ئورنىتىپ، تۆۋەن تەرىپىگە بىر تىلىمچە ئاق قەغەزنى قويىمىز (7.9 ـ رەسىم)، شارچە تەۋرەنگەندە، تەۋرىنىش يۆنىلىشىگە تىك ھالدا قەغەزنى تەكشى تېزلىكتە تارتىپ ھەرىكەتلەندۈرسەك، قەلەم P قەغەزگە بىر تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقىنى سىزىپ چىقىدۇ. قەغەزنىڭ ھەرىكىتى تەكشى بولۇشى كېرەك، شۇنداق بولغاندا، قەغەز ھەرىكىتىنىڭ ئارىلىقى ۋاقىتقا ۋەكىللىك قىلىدۇ (نېمە ئۈچۈن؟).

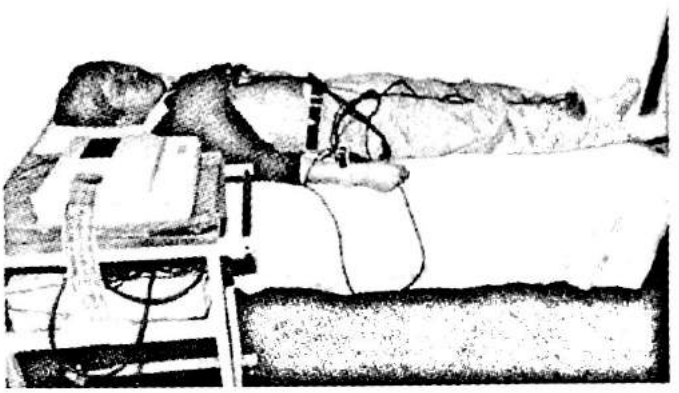


7.9 ـ رەسىم

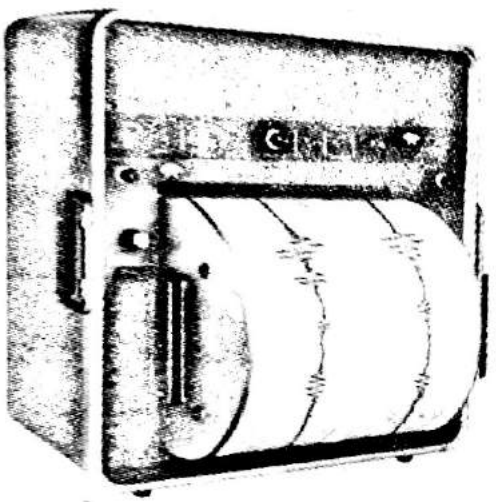


6.9 ـ رەسىم. ئاددىي گارمونىك تەۋرىنىشنىڭ گرافىكى

7.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك تەۋرىنىشنى خاتىرىلەش ئۈسۈلى ئەمەلىيەتتە كەڭ قوللىنىشلارغا ئىگە دوختۇرخانىلاردىكى ئېلېكتىرو كاردىئوگراف (8.9 ـ رەسىم)، يەر تەۋرەشنى ئۆلچەيدىغان سېيسموگراف (9.9 ـ رەسىم) قاتارلىقلار بۇ ئۈسۈل ئارقىلىق تەۋرىنىش ئەھۋالىنى خاتىرىلەيدۇ.

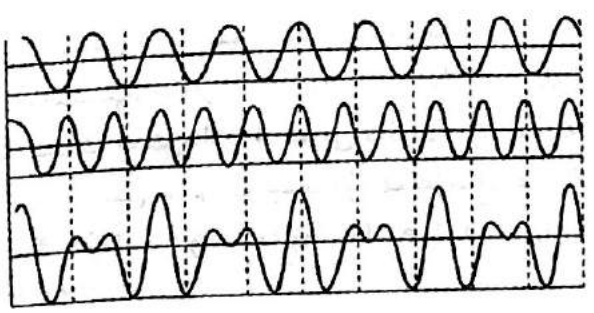


8.9 ـ رەسىم. ئېلېكتروكاردىئوگراف



9.9 ـ رەسىم سېيسموگراف

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت گەرچە بىر خىل ئىدېئاللاشتۇرۇلغان ئەھۋال بولسىمۇ، لېكىن ئۇنى تەتقىق قىلىش مۇھىم ئەمەلىي ئەھمىيەتكە ۋە نەزەرىيىۋى ئەھمىيەتكە ئىگە. بەزىبىر ئەمەلىي تەۋرىنىشلەرنىڭ ئامپلىتۇدىسى ناھايىتى كىچىك بولغان ئەھۋالدا، ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتكە ئوخشاش بىر تەرەپ قىلىشقا بولىدۇ. بارلىق مۇرەككەپ تەۋرىنىشلەر ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت ئەمەس، لېكىن ئۇلارنى ئامپلىتۇدىسى ۋە چاستوتىسى ئوخشاش بولمىغان بىر قانچىلىغان ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتلەرنىڭ بىرىكىشىدىن تۈزۈلگەن دەپ قاراشقا بولىدۇ. 10.9 ـ رەسىمدە ئەڭ تۆۋەندىكى ئەگرى سىزىق مەلۇم بىر مۇرەككەپ بولغان غەيرىي ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنى ئىپادىلەيدۇ، گەرچە ئۇ دەۋرىيلىككە ئىگە بولسىمۇ، لېكىن تەۋرىنىش گرافىكى سىنۇس ياكى كوسىنۇس ئەگرى سىزىقى بولمايدۇ، ئۇ رەسىمنىڭ يۇقىرى تەرىپىدىكى ئىككى ئەگرى سىزىق ئىپادىلىگەن ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتتىن بىرىككەن بولىدۇ.



10.9 ـ رەسىم. مۇرەككەپ بولغان غەيرىي گارمونىك تەۋرىنىش ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتلەردىن بىرىككەن بولىدۇ

مۇزىكىلىق ئاۋاز ۋە گامما

(I)

بىز ھەر خىل ئاۋازلارغا تولغان دۇنيادا ياشاۋاتىمىز. گۈزەل، يېقىملىق مۇزىكىلار كىشىلەرنى تەسىرلەندۈرۈپ، كىشىلەرنى گۈزەللىكتىن ھۇزۇرلاندۇرىدۇ، ئەمما توك ھەرىسىنىڭ ياغاچلارنى ھەرىدىگەندىكى ئاۋازى، قەلەمتىراش بىلەن ئەينەكنى قىرغاندا چىققان ئاۋاز يېقىمسىز بولۇپ، قۇلاقنى ئاغرىتىدۇ. دېمەك، ئاۋازلارنى ئىككى خىلغا ئايرىشقا بولىدۇ: قۇلاققا يېقىملىق ئاڭلىنىدىغان ئالدىنقى بىر خىل ئاۋاز مۇزىكىلىق ئاۋاز دەپ ئاتىلىدۇ، كىشىنى بىزار قىلىدىغان كېيىنكى بىر خىل ئاۋاز شاۋقۇن دەپ ئاتىلىدۇ. بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە مۇزىكىلىق ئاۋاز ۋە شاۋقۇنغا دائىر بىر قىسىم بىلىملەرنى ئۆگەنگەنىدۇق. ئەمدى فىزىكىلىق نۇقتىسىدىن چىقىپ مۇزىكىلىق ئاۋاز بىلەن شاۋقۇننىڭ قانداق پەرقى بارلىقىنى كۆرۈپ باقايلى.

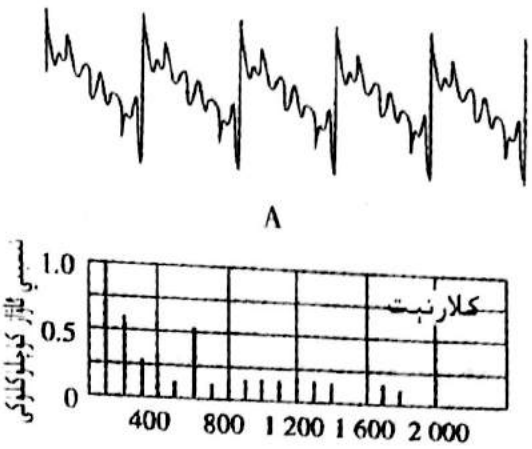
مىكروفوننى دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ كىرىش ئۇچىغا ئۇلاپ، ئاۋاز چىقارغۇچى جىسمىنى مىكروفوننىڭ ئالدىغا قويساق (11.9 ـ رەسىم)، دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ ئېكرانىدا ئاۋاز چىقارغۇچى جىسمىنىڭ ئاۋاز چىقارغاندىكى تەۋرىنىشنىڭ گرافىكى كۆرۈنىدۇ. ئالدى بىلەن ئىككى خىل چالغۇ ئەسۋابنى مىكروفون ئالدىدا چېلىپ، ئۇلارنىڭ ئاۋاز چىقارغاندىكى تەۋرىنىش گرافىكىنى كۆزىتىمىز (12.9 ـ رەسىم A ، 13.9 ـ رەسىم A)؛ ئاندىن مىكروفون ئالدىدا ئەينەكنى قىرىپ، بۇ خىل ئاۋازنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى كۆزىتىمىز (14.9 ـ رەسىم).



11.9 ـ رەسىم

دولقۇن كۆرسەتكۈچتىن شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى، گەرچە مۇزىكىلىق ئاۋازلارنىڭ تەۋرىنىشى سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىشى ناتايىن بولسىمۇ، لېكىن تەرتىپلىك بولۇپ، تەۋرىنىش دەۋرى بەلگىلىك بولىدۇ؛ شاۋقۇنىنىڭ تەۋرىنىشى تەرتىپسىز بولۇپ، ئېنىق دەۋرى بولمايدۇ.

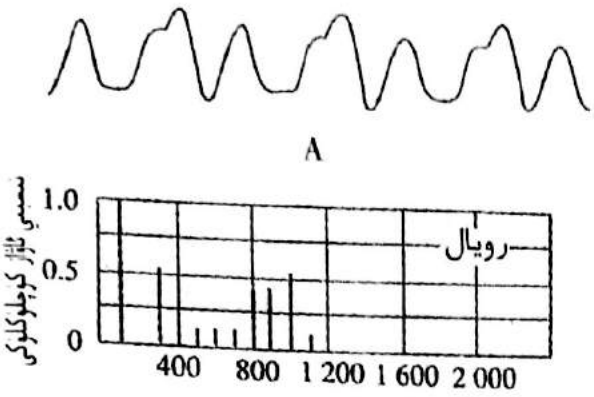
ھەربىر مۇزىكىلىق ئاۋازنىڭ دەۋرىيلىك تەۋرىنىشىنى چاستوتا، ئامپلىتۇدىلىرى ئوخشاش بولمىغان نۇرغۇن ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ بىرىكىشىدىن تۇزۇلگەن دەپ قاراشقا بولىدۇ. يەككە ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ ھاسىل قىلغان مۇزىكىلىق ئاۋاز **ساپ ئاۋاز** دەپ ئاتىلىدۇ، مەسىلەن، كامېرتون ھاسىل قىلغان ئاۋاز (15.9 ـ رەسىم). ئەمەلىيەتتە مۇزىكىلىق ئاۋاز ئادەتتە نۇرغۇنلىغان ساپ ئاۋازلاردىن تۇزۇلىدۇ، بۇنىڭ ئىچىدىكى چاستوتىسى ئەڭ تۆۋەن بولغان ساپ ئاۋاز **ئاساسىي ئاۋاز** دەپ ئاتىلىدۇ، بۇنىڭ ماس ھالدىكى چاستوتىسى **ئاساسىي چاستوتا** دەپ ئاتىلىدۇ؛ باشقا ساپ ئاۋازلار ئومۇملاشتۇرۇلۇپ **قوشۇمچە ئاۋاز** دېيىلىدۇ، قوشۇمچە ئاۋازدا ھەرقايسى ساپ ئاۋازلارنىڭ چاستوتىسى ئاساسىي چاستوتا بىلەن ئاددىي بولغان پۈتۈن سان ھەسسىلىك مۇناسىۋەتكە ئىگە بولىدۇ (12.9 ـ ، 13.9 ـ رەسىم). ئاساسىي چاستوتا مۇزىكىلىق ئاۋازنىڭ ئاھاڭىنى بەلگىلەيدۇ، ئۇنىڭ كۈچلۈكلۈكىمۇ ئەڭ چوڭ بولىدۇ. قوشۇمچە ئاۋازنىڭ ئاز ـ كۆپلۈكى، شۇنداقلا قوشۇمچە ئاۋازنىڭ چاستوتىسى بىلەن ئامپلىتۇدىسى مۇزىكىلىق ئاۋازنىڭ تېمبىرىنى بەلگىلەيدۇ.



ئاۋاز چاستوتىسى
B

12.9 ـ رەسىم. كلارنېتتىكى ئاساسىي چاستوتىسى 100Hz بولغاندىكى تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقى (*A*) ۋە ئاۋاز سپېكترى (*B*)

كلارنېتتىكى ھاۋا تۈۋرۈكىنىڭ تەۋرىنىشى چاستوتىسى ئوخشاش بولمىغان توققۇز دانە ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ بىرىكىشىدىن تۈزۈلگەن بولىدۇ. رەسىم *B* بۇ توققۇز دانە ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ چاستوتىسى بىلەن كۈچلۈكلۈكىنىڭ مۇناسىۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ.



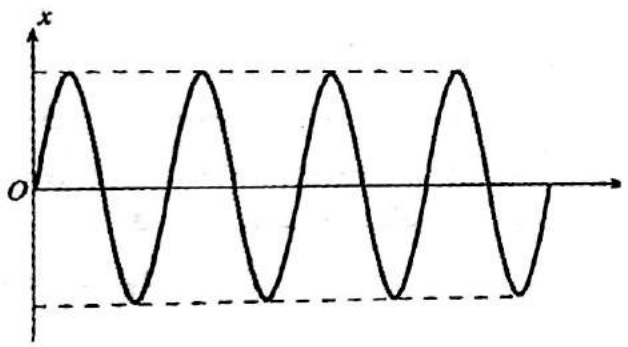
ئاۋاز چاستوتىسى
B

13.9 ـ رەسىم. رويالدىكى ئاساسىي چاستوتىسى 100Hz بولغاندىكى تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقى (*A*) ۋە ئاۋاز سپېكترى (*B*)

رويالنىڭ تەۋرىنىش چاستوتىسى ئوخشاش بولمىغان 16 دانە ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ بىرىكىشىدىن تۈزۈلگەن بولىدۇ. رەسىم *B* بۇ 16 دانە ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ چاستوتىسى بىلەن كۈچلۈكلۈكىنىڭ مۇناسىۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ



14.9 ـ رەسىم



15.9 ـ رەسىم. كامېرتون ھاسىل قىلغان تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقى

12.9 ـ ۋە 13.9 ـ رەسىملەردە ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا كلارنېت ۋە رويال چىقارغان ئاساسىي چاستوتىلىرى100Hz بولغان تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقلىرى كۆرسىتىلگەن، گەرچە بۇ ئىككى خىل چالغۇ ئەسۋابى چىقارغان تەۋرىنىشنىڭ ئاھاڭى ئوخشاش بولسىمۇ، لېكىن كىشىلەر ئىككى خىل ئاۋازنىڭ ئوخشاش بولمىغان چالغۇ ئەسۋابلىرىدىن چىقىۋاتقانلىقىنى پەرق ئېتەلەيدۇ، بۇنداق بولۇشىنى ئۇلارنىڭ قوشۇمچە ئاۋازى ياكى تېمبىرىنىڭ ئوخشاشماسلىقى كەلتۈرۈپ چىقارغان.

(Ⅱ)

مۇزىكىلىق ئاۋاز بەلگىلىك دەۋر ۋە چاستوتىغا ئىگە بولغانىكەن، بىر خىل مۇزىكىلىق ئاۋازنىڭ ئاھاڭى بەلگىلىك بولغان بولىدۇ. مۇزىكا نەزەريىسىدە، بىر گۇرۇپپا ئاۋازنى ئاھاڭنىڭ يۇقىرى ـ تۆۋەنلىكىگە قاراپ رەت بويىچە تىزغاندا

گاممما (ئاۋاز باسقۇچى) ھاسىل بولىدۇ، بۇ كۆپچىلىك بىلىدىغان dou ، ruai ، mi ، fa ، sou ، la ، ti dou نۇر. (ئادەتتە بوشلۇق «1»، «2»، «3»، «4»، «5»، «6»، «7»، «j» دەپ ئىپادىلىنىدۇ). تۆۋەندىكى جەدۋەلدە C ئاھاڭدىكى گاممما بىلەن D ئاھاڭدىكى گاممىلارنىڭ ھەرقايسى ئاۋازلارنىڭ چاستوتىلىرى بېرىلدى.

dou (يۇقىرى)	ti	la	sou	fa	mi	ruai	dou	ئاھاڭ ئۆلچەكلىرىنىڭ نامى
2: 1	15: 8	5: 3	3: 2	4: 3	5: 4	9: 8	1: 1	سۇ ئاھاڭ ئۆلچىمىنىڭ چاستوتىسى بىلەن dou نىڭ چاستوتىسىنىڭ نىسبىتى
528	495	440	396	352	330	297	264	چاستوتا (C ئاھاڭ) / Hz
594	557	495	446	396	371	334	297	چاستوتا (D ئاھاڭ) / Hz

قىزىقارلىق يېرى شۇكى، يۇقىرى ئاۋاز dou نىڭ چاستوتىسى دەل ئوتتۇرا ئاۋاز dou چاستوتىسىنىڭ 2 ھەسسىسى بولىدۇ ھەمدە گاممادىكى ھەرقايسى ئاۋازلارنىڭ چاستوتىسى بىلەن dou نىڭ چاستوتىسىنىڭ نىسبىتى پۈتۈن سان نىسبىتىدە بولىدۇ.

تېخىمۇ قىزىقارلىق يېرى شۇكى، مۇزىكىغا ئىشتىياقى بار ئوقۇغۇچىلار شۇنى بىلىدۇكى، بەزى ئاۋازلار بىرلىكتە ئورۇندالسا يېقىملىق ئاڭلىنىدۇ، بەزى ئاۋازلار بىرلىكتە ئورۇندالسا يېقىملىق ئاڭلانمايدۇ؛ ئالدىنقىسى ماس ئاۋاز، كېيىنكىسى بىماس ئاۋاز دەپ ئاتىلىدۇ. داڭلىق چوڭ ئۈچ ئاككورد sou ، mi ، dou نىڭ چاستوتا نىسبىتى 6 : 5 : 4 ؛ كىچىك ئۈچ ئاككورد la ، fa ، ruai نىڭ چاستوتا نىسبىتى 15 : 12 : 10 . چوڭ ئۈچ ئاككوردنىڭ ئۈچ ئاۋازىنىڭ چاستوتا نىسبەتلىرى تېخىمۇ كىچىك بولغان پۈتۈن سانلىق نىسبەت بولۇپ، ئۇ قۇلاققا ماسلاشقان ھالدا ئاڭلىنىدۇ. خالىغانچە قۇراشتۇرۇلغان ئۈچ ئاۋاز ئاڭلىماققا ماسلاشمىغان بولىدۇ. يۇنىڭغا قىزىقىدىغان ئوقۇغۇچىلار ئۇلارنىڭ چاستوتا نىسبىتىنى ھېسابلاپ كۆرسە بولىدۇ. ئۇ چوقۇم ھەيران قالغىدەك دەرىجىدىكى چوڭ ئۈچ پۈتۈن سان بولىدۇ.

بۇ مىسالدىن سەنئەتتىكى ئىلمىي پرىنسىپلارنى كۆرۈۋالغىلى بولىدۇ، ئەمما سەنئەت 2 =1+1 دىن كۆپ مۇرەككەپ بولىدۇ. جەدۋەلدىن چاستوتا بىر ھەسسە ئاشقاندا، ئاۋاز ئارىلىقىنىڭ 8 گرادۇس ئۆرلەيدىغانلىقىنى كۆرۈش مۇمكىن. ئەمەلىيەتتە بۇ پەقەتلا ئوتتۇرا دەرىجىلىك ئاۋاز ئېگىزلىكىگە نىسبەتەن توغرا بولىدۇ. ئادەمنىڭ سېزىمى ناھايىتى مۇرەككەپ بولىدۇ، يۇقىرى ئاۋاز بۇ-لىكىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، چاستوتىنى بىر ھەسسىدىن كۆپرەك ئاشۇرغاندا، ئاڭلىماققا ئاۋاز ئېگىزلىكى ئاران بىر دانە 8 گرادۇس ئۆرلىگەن بولىدۇ. ئەگەر بىر «ئەقىدىپەرەس» چالغۇ تەڭشەش ئۇسۇلى «چاستوتىنىڭ ھەسسىلىنىشى» ئۇسۇلى بويىچە رويالنى تەڭشىيدىغان بولسا، ئۇ دەرھاللا خىزمەتتىن ئايرىلىپ قالىدۇ.

گەرچە شۇنداق بولسىمۇ، ئالىملار يەنىلا مۇزىكانتلارنىڭ ئەمەلىي ئاڭلاپ ئۆلچىشىدىن ئۆتكۈزۈش ئارقىلىق، ئاۋاز ئېگىزلىكى بىلەن چاستوتىنىڭ ماس ھالدىكى مۇناسىۋىتىنى بېكىتەلەيدۇ ھەمدە شۇنىڭغا ئاساسەن يېقىملىق ئاڭلىنىدىغان ئېلېكترلىك چالغۇ ئەسۋابلىرىنى لايىھىلەپ چىقىدۇ.

3 ـ مەشىق

(1) 1.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، بىر پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ ئامپلىتۇدىسى 3cm ، دەۋرى 2s . گورىزونتال ھالدا ئوڭغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى تەۋرەنگۈچىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىشىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشى دەپ ئېلىپ، تەۋ-رەنگۈچ ئوڭغا ھەرىكەت قىلىپ ئەڭ چوڭ ئارىلىق A غا يەتكەندە ۋاقىت خاتىرىلەشنى باشلاپ، مۇۋاپىق شكالا ئارقىلىق پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى سىزىپ چىقىڭ. 0.5s

(2) 4.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەۋرىنىش ئەھۋالىغا نىسبەتەن، گورىزونتال ئوڭغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى يۆتكىلىشىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشى دەپ ئېلىپ، تەۋرەنگۈچ سول تەرەپتىن سىيرىلىپ تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا كەلگەندە ۋاقىت خاتىرىلەشنى باشلاپ، پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى سىزىپ چىقىڭ. 5π

(3) 1.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچكە نىسبەتەن، تەۋرەنگۈچىنىڭ گورىزونتال ئوڭغا يۆنەلگەن يۆنىلىشىنى تەۋرەنگۈچىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىشىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشى دەپ ئېلىپ، 16.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەۋرىنىش ئەگرى سىزىقىغا ئېرىشىمىز. ئەگرى سىزىق تەمىنلىگەن ئۇچۇرغا ئاساسەن، تۆۋەندىكى سوئاللارغا جاۋاب بېرىڭ:

① ۋاقىت خاتىرىلەش ئەمدىلا باشلانغاندا، تەۋرەنگۈچ قايسى ئورۇندا تۇرغان؟ A'

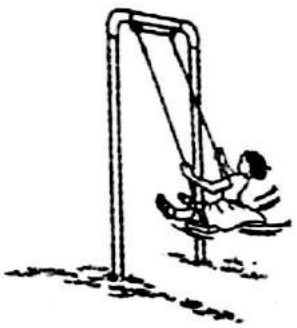
② ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ دەۋرى $4s$. 0

③ $t=2s$ چاغدا تەۋرەنگۈچنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا نىسبەتەن يۆتكەلگەن ئارىلىقى $20N/cm$ بولسا، تەۋرەنگۈچ ئۆچرايدىغان

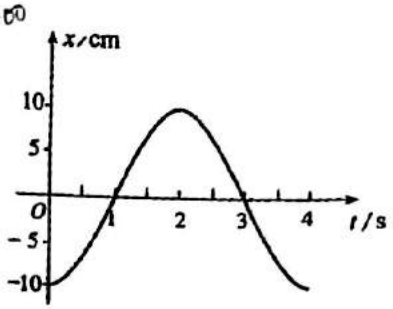
④ ئەگەر تەۋرەنگۈچنىڭ ماسسىسى $0.5kg$ ، پۈرژىننىڭ ئېلاستىك كوئېففىتسېنتى $-200N$ ، تەۋرەنگۈچنىڭ ئەڭ چوڭ تېزلىنىشىنىڭ سانلىق

ئەڭ چوڭ ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ سانلىق قىممىتى $F=-kx=-20\times10=-200\ N$

قىممىتى $a=\frac{F}{m}=\frac{-200}{0.5}=-400$ بولىدۇ. $-400m/s^2$



17.9 ـ رەسىم

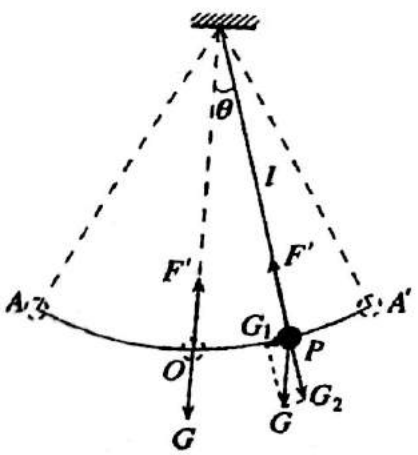


16.9 ـ رەسىم

§4. ئاددىي مايا تنىك

ئاددىي مايا تنىك تۈرمۇشتا دائىم ئۇچرايدىغان جىسىملارنىڭ ئۆزىنى تەكشىلىكتە ئېغىپ ھەرىكەت قىلدۇرغانلىقىنى كۆرىمىز (17.9 ـ رەسىم)، ئېغىپ قىلىنغان بۇ ھەرىكەت قانداق ھەرىكەتكە مەنسۇپ؟

18.9 ـ رەسىمدە، ئەگەر شارچە ئېسىلغان يىپنىڭ سوزۇلۇشى بىلەن قىسقىرىشى ۋە ماسسىسى ئېتىبارغا ئېلىنمىسا ھەمدە يىپنىڭ ئۆزۈنلۈقى شارچىنىڭ دىئامېتىرىدىن كۆپ چوڭ بولسا، بۇنداق قۇرۇلما ئاددىي مايا تنىك دەپ ئاتىلىدۇ. ئاددىي مايا تنىك ئەمەلىي مايا تنىكنىڭ ئىدېئاللاشتۇرۇلغان فىزىكىلىق مودېلى ھېسابلىنىدۇ.



18.9 ـ رەسىم. ئاددىي مايا تنىك

مايا تنىك شارچىسى O نۇقتىدا تىنچ تۇرغاندا، يىپ ۋېرتىكال تۆۋەنگە ساڭگىلىغان بولىدۇ، شۇڭا مايا تنىك شارچىسى ئۇچرىغان ئېغىرلىق كۈچى G بىلەن يىپنىڭ تارتىش كۈچى F' ئۆزئارا تەڭپۇڭ بولۇپ، O نۇقتا ئاددىي مايا تنىكنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنى بولىدۇ. شارچىنى تارتىپ، ئۇنى تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنەتكەندىن كېيىن قويۇۋەتسەك، شارچە ئۇچرىغان ئېغىرلىق كۈچى بىلەن تارتىش كۈچى F' تەڭپۇڭ بولماي قالىدۇ ـ دە، بۇ ئىككى كۈچنىڭ ئورتاق تەسىرىدە شارچە تەڭپۇڭلۇق ئورنى O نى مەركەز قىلغان ھالدا بىر بۆلەك AA' يېيىنى بويلاپ قايتىلىما ھەرىكەت قىلىدۇ، مانا بۇ ئاددىي مايا تنىكنىڭ تەۋرىنىشىدىن ئىبارەت.

مايا تنىك شارچىسىنىڭ يېيىنى بويلاپ قىلغان ھەرىكىتىنىڭ ئەھۋالىنى تەتقىق قىلغاندا، شارچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك بولغان كۈچلەرنى ئويلاشماي، شارچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىنى بويلىغان كۈچلەرنى ئويلىشىش كېرەك. شارچە ھەرىكەت قىلىپ خالىغان بىر P نۇقتىغا كەلگەندە (18.9 ـ رەسىم)، ئېغىرلىق كۈچىنىڭ يېيىنىڭ ئۇرۇنما يۆنىلىشىنى بويلىغان تارماق كۈچى $G_1=mg\sin\theta$ شارچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىنى بويلىغان كۈچ بولىدۇ، دەل مۇشۇ كۈچ شارچىنى تەۋرىتىدىغان ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى $F=G_1=mg\sin\theta$ بىلەن

تەمىن ئېتىدۇ. ئېغىش بولۇڭى θ ئىنتايىن كىچىك بولغاندا، $\sin\theta \approx \theta \approx \frac{x}{l}$ بولىدۇ، شۇڭا ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى

$$F = -\frac{mg}{l}x$$

بولىدۇ. بۇنىڭ ئىچىدە l ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى، x شارچە تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىش بولۇپ، مىنۇس ئالامەت ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى F بىلەن يۆتكىلىش x نىڭ يۆنىلىشىنىڭ قارىمۇقارشى ئىكەنلىكىنى بىلدۈرىدۇ. m، g، l لار بەلگىلىك قىممەتلەرگە ئىگە بولغانلىقتىن، $\frac{mg}{l}$ نى بىر تۇراقلىق سان بىلەن ئىپادە-لەشكە بولىدۇ، شۇڭا يۇقىرىقى فورمۇلىنى مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

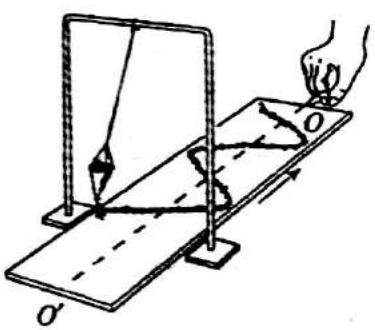
$$F = -kx$$

دېمەك، ئېغىش بۇلۇڭى ناھايىتى كىچىك بولغان ئەھۋالدا، ئاددىي ماياتنىك ئۇچرىغان ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى بىلەن تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىش ئوك تاناسىپ تۇزسە ھەمدە يۆنىلىشلىرى قارىمۇ-قارشى بولسا، ئاددىي ماياتنىك ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىدۇ.

ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغانلىقىنى ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىدىنمۇ كۆرۈۋالغىلى بولىدۇ.

تەجرىبە

بىز ئەمدى تەجرىبە ئارقىلىق ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى كۆ-رىمىز. 19.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، پەركانى تىرەككە ئېسىپ، ئاستى تەرىپىگە بىر پارچە قاتتىق قەغەز تاختا قويۇپ، قەغەز تاختىغا بىر تۇز سىزىق OO' نى سىزىمىز. پەركا تىنچ تۇرغاندا، دەل تۇز سىزىق OO' نىڭ ئۈدۈل يۇقىرىسىدا بو-لىدۇ. پەركاغا لىق يۇمشاق قۇم قاچىلاپ، ئۇنى تەۋرىتىمىز، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋا-قىتتا، تەۋرىنىش يۆنىلىشىگە تىك يۆنىلىشتە قەغەز تاختىنى تەكشى تېزلىكتە تارتساق، ھەربىر پەيتتە پەركادىن قۇم چۈشۈپ تۇرغانلىقتىن، قەغەز تاختا ئۇستىگە چۈشكەن قۇم ھەرقايسى پەيتلەردىكى ماياتنىك شارچىسىنىڭ ئورنىنى خاتىرىلەپ، بىر ئەگرى سىزىق ھاسىل قىلىدۇ. بۇ ئەگرى سىزىق ئوردىنات ئوقى OO' ئارقىلىق ۋاقىت ئىپادىلىنىدىغان، ئابسىسسا ئوقى ئارقىلىق يۆتكىلىش ئىپادىلىنىدىغان ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىدىن ئىبارەت بولىدۇ.



19.9 ـ رەسىم

ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش دەۋرى ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ؟ بىز تەجرىبە ئارقىلىق بۇ مەسىلىنى تەتقىق قىلىمىز.

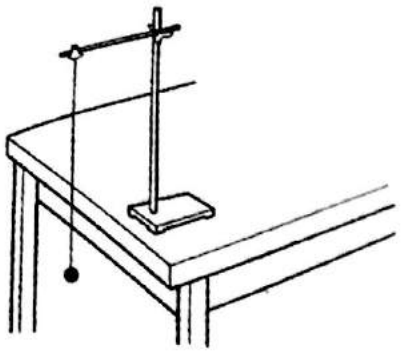
تەجرىبە

ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى 1m بولغان ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئېغىش بۇلۇڭى ناھايىتى كىچىك (مەسىلەن، $10°$) بولغان ئەھۋالدا (20.9 ـ رەسىم)، ئۇ بەلگىلىك قېتىم (مەسىلەن، 50 قېتىم) تەۋرەنگەندە كەتكەن ۋاقىتنى ئۆلچەپ، ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرىنى ھېسابلاپ چىقىمىز. ئېغىش بۇلۇڭى تېخىمۇ كىچىك بولغان ئەھۋالدا، ئوخشاشلا ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرىنى ئۆلچەپ چىقىمىز. تەجرىبە ئىككى قېتىمدا ئۆلچەنگەن دەۋرنىڭ ئۆزئارا تەڭ

ئىكەنلىكىنى بىلدۇرىدۇ. كۆپلىگەن تەجرىبىلەر شۇنى ئىپادىلەيدۇكى، ئادەتتىكى ماياتنىكنىڭ دەۋرى ئۇنىڭ ئامپلىتۇدىسىغا مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ، بۇ خىل خۇسۇسىيەت ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەڭ ۋاقىتچانلىقى دەپ ئاتىلىدۇ.

ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان ئاددىي ماياتنىكلار ئارقىلىق، ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا ئۇلارنىڭ دەۋرىنى ئۆلچىسەك، ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى قانچە ئۇزۇن بولسا، دەۋرىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى بىلىمىز.

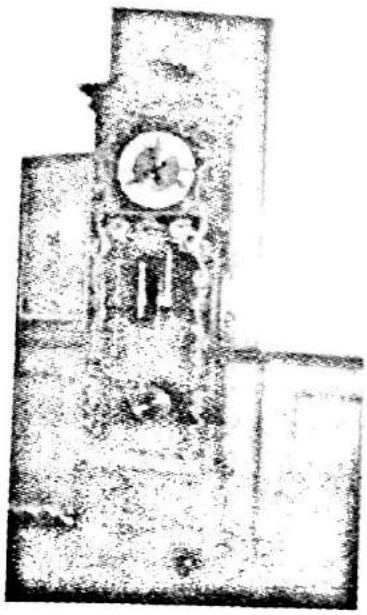
چوڭلۇقى ئوخشاش ، ماسسىلىرى ئوخشاش بولمىغان ماياتنىك شارچىلىرى ئارقىلىق، دەۋرنى ئۆلچەش تەجرىبىسىنى قايتا ئىشلىسەك، ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرى ماياتنىك شارچىسىنىڭ ماسسىسىغا مۇناسىۋەتسىز ئىكەنلىكىنى بىلىمىز.



20.9 ـ رەسىم

گوللاندىيە فىزىكا ئالىمى ھۇيگېنس (1629 ـ 1695) ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىشىنى تەتقىق قىلىپ، ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىش دەۋرى T ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى l نىڭ كۋادرات يىلتىزىغا ئوڭ تاناسىپ، ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى g نىڭ كۋادرات يىلتىزىغا تەتۇر تاناسىپ بولىدىغانلىقى، ئامپلىتۇدا ۋە شارچىنىڭ ماسسىسىغا مۇناسىۋەتسىز ئىكەنلىكىنى بايقىدى ھەمدە تۆۋەندىكى ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىنى بەلگىلەپ چىقتى ① :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$



21.9 ـ رەسىم. ماياتنىك ئىلىق سائەت

ماياتنىك ئەمەلىيەت جەريانىدا كۆپ قوللىنىشلارغا ئىگە. ھۇيگېنس ماياتنىكنىڭ تەڭ ۋاقىتچانلىقىدىن پايدىلىنىپ ماياتنىكلىق ۋاقىت ھېسابلىغۇچنى ياسىدى. ئاشپەز قىلدى، ماياتنىكنىڭ دەۋرىنى ماياتنىك ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتىش ئارقىلىق تەڭشەشكە بولىدىغانلىقتىن، بۇ ۋاقىت ھېسابلاشتا ناھايىتى قولايلىق بولىدۇ (21.9 ـ رەسىم). ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋرى بىلەن ماياتنىك ئۇزۇنلۇقىنى تەجرىبە ئارقىلىق ئاسانلا توغرا ئۆلچەپ چىققىلى بولىدىغانلىقتىن، ئاددىي ماياتنىكتىن پايدىلىنىپ ھەرقايسى جايلار-نىڭ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى توغرا ئۆلچىگىلى بولىدۇ.



سېكۇنتلۇق ماياتنىك

دەۋرى 2s بولغان ئاددىي ماياتنىك ئادەتتە سېكۇنتلۇق ماياتنىك دەپ ئاتىلىدۇ. $g = 9.8 m/s^2$ دەپ ئېلىپ، سېكۇنتلۇق ماياتنىكنىڭ ماياتنىك ئۇزۇنلۇقىنى ھېسابلاڭ.

ھېسابلاش نەتىجىسىگە ئاساسەن ئۆزىڭىز بىر سېكۇنتلۇق مايتنىك ياساڭ ھەمدە ئۇنىڭ دەۋرىنىڭ 2s بولىدىغان

① ئاددىي ماياتنىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىغا ئاساسەن ھېسابلاپ چىقىرىلغان دەۋر بىلەن ئەمەلىي ئۆلچەپ چىقىلغان قىممەت ئارىسىدىكى خاتالىق پەرقى ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ-كىچىكلىكىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ. ئېغىش بۇلۇڭى 5° بولغاندا خاتالىق پەرقى 0.01%، 7°بولغاندا 0.1%، 15° بولغاندا 0.5%، 23° بولغاندا 1% بولىدۇ.

ياكى بولمايدىغانلىقىنى ئۇلچەپ كۆرۈڭ.

ماياتنىكنىڭ ئامپلىتۇدىسىنى ئۆزگەرتىپ (ئېغىش بۇلۇڭى بەك چوڭ بولۇپ كەتمەسۇن)، ئۇنىڭ ماياتنىكنىڭ دەۋرىگە تەسىر قىلىدىغان ياكى قىلمايدىغانلىقىغا قارالا.

ماياتنىك شارچىسىنىڭ ماسسىسىنى ئۆزگەرتىپ، ئۇنىڭ ماياتنىكنىڭ دەۋرىگە تەسىر قىلىدىغان ياكى قىلمايدىغانلىقىغا قارالا.

4 ـ مەشىق

(1) 22.9 ـ رەسىمدىكىسى بىر ئاددىي ماياتنىكتىن ئىبارەت، A بولسا تەڭپۇڭلۇق ئورنى، B ، C لار ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا سول ۋە ئوڭغا قارىتا تەۋرىنىشى ئۈچۈن چوڭ بولغان ئورۇن. بۇ ئاددىي ماياتنىك تەۋرىنىشىنىڭ ئالاھىدىلىكىنى تەھلىل قىلىڭ ھەمدە تۆۋەندىكى جەدۋەلنى تاماملاڭ.

ماياتنىكنىڭ ھەرىكىتى	ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى		تېزلىنىشى		تېزلىكى	
	چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئۆزگىرىشى	يۆنىلىشى	چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئۆزگىرىشى	يۆنىلىشى	چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئۆزگىرىشى	يۆنىلىشى
$B \leftarrow A$						
$A \leftarrow B$						
$C \leftarrow A$						
$A \leftarrow C$						

(2) بىر ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئەسلىدىكى دەۋرى 2s بولسا، تۆۋەندىكى ئەھۋاللاردا ئۇنىڭ دەۋرىدە ئۆزگىرىش بولامدۇ ـ يوق؟ ئەگەر ئۆزگىرىش بولسا، ئۆزگىرىپ قانچىلىك بولىدۇ؟

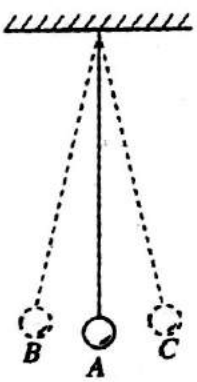
① ماياتنىك ئۆزۈنلۈقى كېمەيسە ئەسلىدىكىسىنىڭ 1 / 4 گە تەڭ بولسا؛

② ماياتنىك شارچىسىنىڭ ماسسىسى كېمەيسە ئەسلىدىكىسىنىڭ 1 / 4 گە تەڭ بولسا؛

③ ئامپلىتۇدىسى كېمەيسە ئەسلىدىكىسىنىڭ 1 / 4 گە تەڭ بولسا؛

④ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى كېمەيسە ئەسلىدىكىسىنىڭ 1 / 4 گە تەڭ بولسا.

(3) ئاددىي ماياتنىكنىڭ ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى30cm ، ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى $g = 9.8 m/s^2$ بولسا، بۇ ماياتنىكنىڭ دەۋرىنى تېپىڭ.



22.9 ـ رەسىم

(4) ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى 24.8cm بولغان ئاددىي ماياتنىك ئارقىلىق مەلۇم جايىنىڭ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى ئۇلچەنگەن، ئۇلچەشتە ماياتنىكنىڭ 120 قېتىم تولۇق تەۋرىنىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت 120s بولسا، شۇ جايىنىڭ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى تېپىڭ.

(5) ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى 2m بولغان ئاددىي ماياتنىك ئاي شارىغا ئېلىپ چىقىلسا ۋە ئاي شارىدا ئەركىن چۈشكەن جىسىمنىڭ تېزلىنىشى $1.6 m/s^2$ ئىكەنلىكى مەلۇم بولسا، بۇ ماياتنىكنىڭ دەۋرى قانچىلىك بولىدۇ؟

(6) 18.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بىر ئاددىي ماياتنىكنىڭ ئامپلىتۇدىسى 5cm ، دەۋرى 1s . گوروزونتال سولغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى شارچىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىشىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشى دەپ ئېلىپ، شارچە سولغا قارىتا ھەرىكەت قىلىپ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئۆتكەن چاغدا ۋاقىت خاتىرىلەشنى باشلاپ، مۇۋاپىق شكالا ئارقىلىق ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى سىزىپ چىقىڭ.

§5*. فازا

فازا قاتارلاشتۇرۇپ ئېسىلغان مايانتنىك ئۇزۇنلۇقلىرى ئۆزئارا تەڭ بولغان ئىككى ئاددىي مايانتنىكنى ئوخشاش بۇلۇڭ بويىچە تارتىپ بىرلا ۋاقىتتا قويۇپ بەرگەندە، ئۇلار ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىدۇ. چۈنكى دەسلەپتە تارتىلغان بۇلۇڭلىرى ئوخشاش بولغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ ئامپلىتۇدىلىرىمۇ ئوخشاش بولىدۇ؛ يەنە ماۋ. ياتنىك ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش بولغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ دەۋرلىرى (ياكى چاستوتىلىرى)مۇ ئوخشاش بولىدۇ. ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت ئوخشاش بىر يۆنىلىشتە بىرلا ۋاقىتتا ئەڭ چوڭ قىممەت ئالغان يۆتكىلىشكە يەتسە، شۇنداقلا بىرلا ۋاقىتتا تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئۆتسە، ئۇ ھامان مۇشۇنداق «تەڭ قەدەمدە» ھەرىكەت قىلىدۇ.

يەنە مۇشۇ ئىككى ئاددىي مايانتنىك ئوخشاش بۇلۇڭلار بويىچە تارتىلىدۇ، ئەمما بۇ قېتىم ئالدى بىلەن بىرى قويۇپ بېرىلىپ، ئارقىدىن يەنە بىرى قويۇپ بېرىلىدۇ. بۇنداق ئەھۋالدا گەرچە ئىككى ئاددىي مايانتنىكنىڭ ئامپلىتۇدىلىرى ۋە دەۋرلىرى يەنىلا تەڭ بولسىمۇ، لېكىن ئۇلارنىڭ ھەرىكەت قەدىمى بىردەك بولماي قالىدۇ. مەسىلەن، بىرىنچى مايانتنىك شارچىسى تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا كەلگەندە ئىككىنچى شارچىنى قويۇپ بەرگەندە، بىرىنچى شارچىسى يەنە بىر تەرەپنىڭ ئەڭ يۇقىرى نۇقتىسىغا يەتكەندە، ئىككىنچىسى ئەمدىلا تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا يەتكەن بولىدۇ، ئەمما ئىككىنچىسى يەنە بىر تەرەپنىڭ ئەڭ يۇقىرى نۇقتىسىغا يەتكەندە، بىرىنچىسى يەنە تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا قايتىپ كەلگەن بولىدۇ. بىرىنچىسى بىلەن سېلىشتۇرغاندا ئىككىنچىسى ھامان $\frac{1}{4}$ دەۋر ئارقىدا قالغان بولىدۇ ياكى $\frac{1}{4}$ تولۇق تەۋرىنىش ئارقىدا قالغان بولىدۇ.

قارىغاندا ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنى تولۇق تەسۋىرلەش ئۈچۈن، پەقەت دەۋر (ياكى چاستوتا) بىلەن ئامپلىتۇدا بولسىلا كۇپايە قىلمايدىغان ئوخشايدۇ. فىزىكىدا بىز ئوخشاش بولمىغان **فازا** ئارقىلىق ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ تولۇق بىر تەۋرىنىش جەريانىدا تۇرغان ئوخشاشمىغان باسقۇچلىرىنى تەسۋىرلەيمىز. مەسىلەن، بىرلا ۋاقىتتا قويۇپ بېرىلگەن ئىككى ئاددىي مايانتنىكقا نىسبەتەن، ئۇلارنىڭ فازىلىرىنى ئوخشاش دەيمىز. يۇقىرىدا ئېيتىلغان بىرلا ۋاقىتتا قويۇپ بېرىلمىگەن ئىككى ئاددىي مايانتنىكقا نىسبەتەن ئىككىنچى مايانتنىكنىڭ فازىسى بىرىنچىسىنىڭ فازىسىدىن كېيىن بولىدۇ دەيمىز.

تېرىگونومېتىرىك فۇنكسىيە ئىپادىسى ئارقىلىق ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنى ئىپادىلەش ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتتىكى يۆتكىلىش بىلەن ۋاقىتنىڭ مۇناسىۋىتىنى سىنۇس ئەگرى سىزىقى (ياكى كوسىنۇس ئەگرى سىزىقى) ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ، ئۇنداق بولسا ئەگەر x ئارقىلىق ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا نىسبەتەن يۆتكىلىشىنى، t ئارقىلىق ۋاقىتنى ئىپادىلىسەك، ماتېماتىكىدىكى تېرىگونومېتىرىك فۇنكسىيە بىلىملىرىگە ئاساسەن، x بىلەن t نىڭ فۇنكسىيىلىك مۇناسىۋىتىنى مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

$$x = A\sin(\omega t + \varphi)$$

فورمۇلىدىكى A ئامپلىتۇدىغا ۋەكىللىك قىلىدۇ، ω چەمبەرلىك چاستوتا دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ چاستوتا f نىڭ 2π ھەسسىسىگە تەڭ، يەنى $\omega = 2\pi f$ بولىدۇ. ھالبۇكى «$\omega t + \varphi$» دىن ئىبارەت بۇ مىقدار ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ فازىسى بولىدۇ. كۆرۈشكە بولىدۇكى، ۋاقىت t ئۆزگىرىشچان مىقدار بولغانلىقتىن، فازىمۇ ئۇزلۇكسىز ئۆزگىرىپ تۇرىدۇ، $t = 0$ بولغان چاغدىكى فازا φ **دەسلەپكى فازا** دەپ ئاتىلىدۇ.

ئەمەلىيەت جەريانىدا داۋاملىق قوللىنىلىدىغىنى ئوخشاش چاستوتىلارغا ئىگە ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ فازىلار پەرقى بولىدۇ. مەسىلەن، مەلۇم ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ چەمبەرلىك چاستوتىلىرى ئوخشاشلا ω بولۇپ، ئەمما ئۇلارنىڭ دەسلەپكى فازىلىرى ئايرىم-ئايرىم ھالدا φ_1 ۋە φ_2 بولسا، ئۇلارنىڭ فازىلار پەرقى مۇنداق بولىدۇ:

$$(\omega t + \varphi_2) - (\omega t + \varphi_1) = \varphi_2 - \varphi_1$$

فازا $\omega t+\varphi$ نۆلدىن ئېشىپ 2π ، يەنە ئېشىپ 4π ، يەنە ئېشىپ 6π... بولغاندا، فۇنكسىيە قىممىتى x تەرتىپ بويىچە بارلىق مۇمكىن بولغان قىممەتلەرنى ئالىدۇ، باشقىچە ئېيتقاندا، فازىنىڭ ھەر 2π ئاشقانلىقى تولۇق بىر قېتىملىق تەۋرىنىشنىڭ تامامىلانغانلىقىدىن دېرەك بېرىدۇ. مۇشۇ سەۋەب تۇپەيلىدىن، بىز فازىلار پەرقىنى سۆزلىگەندە، كۆپ ھاللاردا فازىلار پەرقى $\frac{\pi}{3}$ ، $\frac{\pi}{2}$ ، π ، $\frac{3\pi}{2}$ ... دەپ ئېيتىمىز.

تېرگونومېتىرىك فۇنكسىيە ئىپادىسىدىكى ھەر-قايسى مىقدارلارنىڭ فىزىكىلىق مەنىسىگە نىسبەتەن ئۇقۇملارنى «پۈتۈن كونۇك ئادەتتىكى تولۇق ئوتتۇرا مەكتەپلەر دەرسلىكى (تۆۋەنكىسى سىناق نۇسخا) ماتېماتىكا 1 ـ قىسىم (2 ـ كىتاب)» نىڭ مۇناسىۋەتلىك بابلىرىدىن ئېنىقلاڭ.

[1 ـ مىسال] ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$x_1 = 4\,a\sin\left(4\pi bt+\frac{1}{2}\pi\right)$$

$$x_2 = 2\,a\sin\left(4\pi bt+\frac{3}{2}\pi\right)$$

ئۇيلاپ كۆرۈڭ، ئەگەر ئىككى تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىلىرى (ياكى دەۋرلىرى) ئوخشاش بولمىسا، ئۇلار يەنە بەلگىلىك فازىلار پەرقىگە ئىگە بولامدۇ ـ يوق؟

ئۇلارنىڭ ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ نىسبىتى، ھەرقايسىسىنىڭ چاستوتىسى ھەمدە ئۇلارنىڭ فازىلىرى پەرقىنى تاپايلى.

يېشىش ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ نىسبىتى

$$\frac{A_1}{A_2}=\frac{4a}{2a}=2$$

ئەگەر ئىككى تەۋرىنىشنىڭ فازىلار پەرقى π بولسا، بىز ئۇلارنىڭ فازىلىرى قارىمۇقارشى بولىدۇ، دەيمىز. ئويلاپ بېقىڭ، بۇ چاغدا ئۇلارنىڭ تەۋرىنىشلىرى قانداق ئالاھىدىلىككە ئىگە بولىدۇ؟

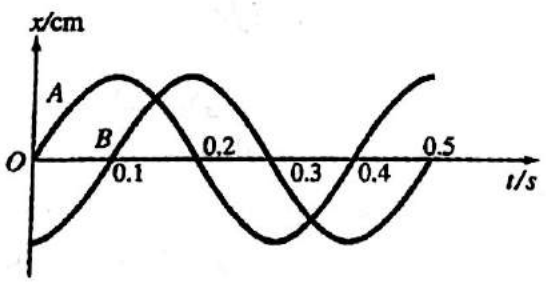
ئۇلارنىڭ چاستوتىلىرى ئوخشاش بولۇپ، ھەممىسى

$$f=\frac{4\pi b}{2\pi}=2b$$

ئۇلارنىڭ فازىلىرىنىڭ پەرقى

$$\varphi_2-\varphi_1=\frac{3\pi}{2}-\frac{\pi}{2}=\pi$$

[2 ـ مىسال] 23.9 ـ رەسىمدىكىسى A ، B دىن ئىبارەت ئىككى پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچنىڭ تەۋرىنىش



23.9 ـ رەسىم. ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ فازىلىرى پەرقىنى تېپىش

گرافىكى، ئۇلارنىڭ فازىلىرى پەرقىنى تاپايلى.

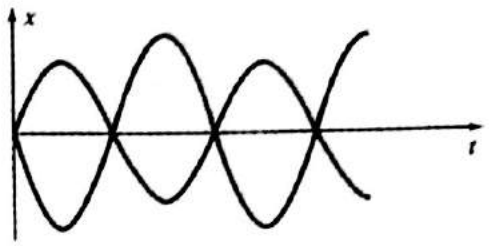
يېشىش بۇ ئىككى تەۋرىنىشنىڭ دەۋرلىرى ئوخشاش (ئوخشاشلا $0.4\mathrm{s}$)، شۇڭا ئۇلار بەلگىلىك فازىلار پەرقىگە ئىگە. رەسىمدىن كۆرۈشكە بولىدۇكى، A تەۋرەنگۈچ ئەڭ چوڭ يۆتكىلىشكە يېتىپ يەنە $\frac{1}{4}$ دەۋر ئۆتكەندە، تەۋرەنگۈچ B ئاندىن ئەڭ چوڭ يۆتكىلىشكە يېتىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن A نىڭ فازىسى B نىڭ فازىسىدىن ئىلگىرى بولىدۇ، فازىلار پەرقى

$$\Delta\varphi=\frac{1}{4}\times 2\pi=\frac{\pi}{2}$$

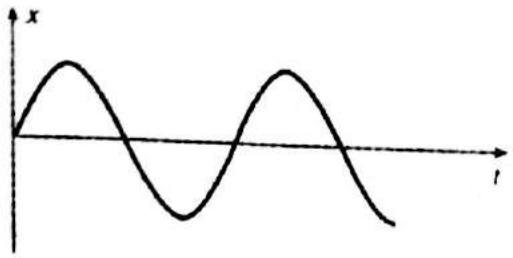
بۇ يەردە ئالاھىدە ئەسكەرتىشكە تېگىشلىكى شۇكى، ئىككى تەۋرىنىشنىڭ ئەڭ چوڭ يۆتكىلىشكە يەتكەندىكى ۋاقىت پەرقى ھەرگىز فازىلار پەرقى بولمايدۇ، فازا « $\omega t+\varphi$ » دىن ئىبارەت بۇ مىقدارنى كۆرسىتىدۇ.

(1) ھاۋا تېمپېراتۇرىسى، فېنولوگىيە (ئىقلىمغا ماسلىشىش) ھەمدە بىزنىڭ خىزمىتىمىز قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى «سىر بىلەن» بىر دەۋر قىلىپ دەۋرىيلىك ئۆزگىرىش قىلىدۇ. بىر ئادەتتە قانداق ئۇسۇل ياكى قايسى سۆز ـ ئىبارىلەر ئارقىلىق مەلۇم ئالاھىدە بەلگىلەنگەن ۋاقە (مەسىلەن، گۈل ئېچىلدى، مەلۇم خىزمەت ئاياغلاشتى دېگەنلەر) نىڭ بۇ دەۋرىيلىك ئۆزگىرىشتىكى قايسى باسقۇچىنى نۇرۇۋاتقانلىقىنى تەسۋىرلەيمىز؟

(2) ئۇرۇنلۇقلىرى ئۆزئارا تەڭ بولغان ئىككى ئاددىي مايانىنىڭ بىككە ھالدا قانار قىلىپ ئېسىلغان، ئەگەر بىرىنچى ئاددىي مايانىنىكنىڭ شارچىسى قوبۇپ بېرىلىپ تەڭ يېراق ئورۇنغا يەنكەندىن كېيىن، ئىككىنچى ئاددىي مايانىنىكنىڭ شارچىسى قوبۇپ بېرىلسە، ئىككىنچى مايانىنىكنىڭ فازىسى بىرىنچى مايانىنىكنىڭ فازىسىغا قارىغاندا قانچىلىك ئارقىدا بولىدۇ؟ ئۇنىڭ فازىسىنى بىرىنچى مايانىنىكنىڭ فازىسىدىن ئىلگىرى دېيىشكە بولامدۇ ـ يوق؟



24.9 ـ رەسىم



25.9 ـ رەسىم

(3) ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەربىرى بار بولۇپ، ئۇلارنىڭ تەۋرىنىش گرافىكى 24.9 ـ رەسىمدە سىزىپ كۆرسىتىلدى. بۇ ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ دەۋرلىرى ئوخشاش بولامدۇ ـ يوق؟ ئۇلارنىڭ فازىلىرى پەرقى قانچىلىك بولىدۇ؟

(4) ئەگەر ئىككى ئاددىي گارمونىك ھەربىرىنىڭ چاستوتىلار ئوخشاشمىسا، ئۇلار بەلگىلىك فازىلار پەرقىگە ئىگە بولامدۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

(5) 25.9 ـ رەسىمدىكىسى بىر پۈرژىنىلىق تەۋرىنىش گرافىكىدىن ئىبارەت. بۇ كوئوردىنات سىستېمىسىدا ئىككىنچى بىر پۈرژىنىلىق تەۋرىنىش گرافىكىنى سىزغاندا، ئۇنىڭ ئامپلىتۇدىسى بىرىنچى تەۋرىنگۈچىنىڭ 2 ھەسسىسى، چاستوتىسى ئۇنىڭ چاستوتىسى بىلەن ئوخشاش، ئەمما فازىسى ئۇنىڭ فازىسىدىن $\frac{\pi}{2}$ ئارقىدا بولسا، ئەگەر فازىسى بىرىنچىسىنىڭ فازىسىدىن $\frac{3\pi}{2}$ ئالدىدا قىلىش ئۈچۈن، بۇنى قانداق سىزىش كېرەك؟

ئاي فازىسى



تەبىئەت دۇنياسىدىكى نۇرغۇنلىغان دەۋرىيلىك ئۆزگىرىشلەرنى تەسۋىرلەشتە فازا ئۇقۇمىدىن پايدىلىنىمىز. مەسىلەن، يەر شارىدىن قارىغاندا ئاي دۇگلەكلىكتىن كەمتۈك بولىدۇ، يەنە كەمـ تۈكلۈكتىن دۇگلەك بولىدۇ، بۇ بىر خىل دەۋرىيلىك ئۆزگىرىش بولۇپ (26.9 ـ رەسىم)، دەۋرى 29.5 كۈن بولىدۇ. ئايىنىڭ يۇنداق دۇگلەك ـ كەمـ تۈك بولۇپ ئۆزگىرىشى ئاي فازىسىنىڭ ئۆزگىرىشى دەپ ئاتىلىدۇ. ئەستە ساقلاشقا قۇلايلىق بولۇشى ئۈچۈن، كىشىلەر بىرنەچچە ئالاھىدە ئاي فازىسىغا ئالاھىدە ناملارنى بەرگەن:



26.9 ـ رەسىم. ئاي فازىسىغا ئاساسەن، بۇ سۈرەتنىڭ گۈگۈمدا تارتىلغان ياكى سۈرـ ھىدە تارتىلغانلىقىغا ھۆكۈم قىلالامسىز؟

تۇلۇن ئاي ـــ ئاي تولىدۇ

4 ـ چارەك ـــ دەل يېرىم ئاي يۇزى نۇر چاچىدۇ

جاپسار ئاي ـــ بۇ چاغدا ئەمەلىيەتتە ئاينى كۆرگىلى بولمايدۇ

1 ـ چارەك ـــ دەل ئىككىنچى يېرىم ئاي يۇزى نۇر چاچىدۇ

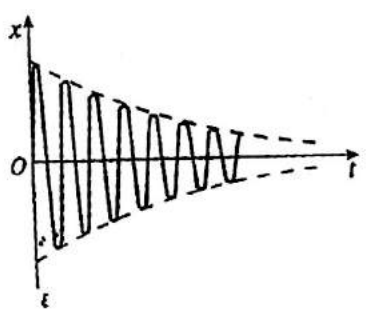
سىز دىققەت بىلەن كۆزىتىپ باققانمۇ، 1 ـ چارەكتە ئاي يۇزى يايى ئاي يۇزىنىڭ شەرق تەرىپىدە بولامدۇ ياكى غەرب تەرىپىدە بولامدۇ؟ 1 ـ چارەك ئېيى گۈگۈمدا پەيدا بولامدۇ ياكى تاڭ سەھەردە پەيدا بولامدۇ؟

§6. ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئېنېرگىيىسى ۋە ئۆچەر تەۋرىنىش

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئېنېرگىيىسى پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ ۋە ئاددىي ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش جەريانىدىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بىلەن پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئۆزلۈكسىز ھالدا بىر - بىرىگە ئايلىنىدۇ. تەڭپۇڭلۇق ئورنىدا ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئەڭ چوڭ، پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئەڭ كىچىك بولىدۇ. يۆتكىلىشى ئەڭ چوڭ بولغاندا پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئەڭ چوڭ، ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى نۆل بولىدۇ؛ ھەرقانداق پەيتتىكى پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ يىغىندىسى تەۋرەنگۈچى سىستېمىنىڭ ئومۇمىي مېخانىك ئېنېرگىيىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ. پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ بىلەن ئاددىي ماياتنىك ئېلاستىك كۈچ ياكى ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىدە تەۋرىنىدىغانلىقتىن، سۈركىلىش بىلەن ھاۋانىڭ قارشىلىق كۈچى ئېتىبارغا ئېلىنمىسا، پەقەت ئېلاستىك كۈچ ياكى ئېغىرلىق كۈچىلا ئىش ئىشلىسە، تەۋرەنگۈچى سىستېمىنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى ساقلىنىدۇ. تەۋرەنگۈچى سىستېمىسىنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى ئاملىتۇدىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، ئامپلىتۇدا قانچە چوڭ بولسا، مېخانىك ئېنېرگىيىسى شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتكە نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئەگەر تەۋرەنگۈچى سىستېمىنى بەلگىلىك ئېنېرگىيە بىلەن تەمىنلەپ، ئۇنى تەۋرەتكەندە مېخانىك ئېنېرگىيىسى ساقلىنىدىغانلىقتىن، ئۇ بەلگىلىك ئامپلىتۇدا بويىچە مەڭگۈ توختىماستىن تەۋرىنىۋېرىدۇ. ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت بولسا ئىدېئاللاشتۇرۇلغان بىر خىل تەۋرىنىشتۇر.

ئۆچەر تەۋرىنىش ئەمەلىي تەۋرەنگۈچى سىستېما سۈركىلىش ۋە باشقا قارشىلىق كۈچلەرنىڭ تەسىرىگە ئۇچراشتىن ساقلىنالمايدۇ، يەنى توسقۇنلۇق تەسىرىگە ئۇچرايدۇ. سىستېما توسقۇنلۇقنىڭ تەسىرىنى يېڭىپ ئىش ئىشلىگەندە، سىستېمىنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى خورايدۇ. سىستېمىنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى ۋاقىتنىڭ ئۆتۈشىگە ئەگىشىپ تەدرىجىي ئازايغاندا، تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسىمۇ تەدرىجىي كىچىكلەپ، مېخانىك ئېنېرگىيىسى خوراپ تۈگىگەندە تەۋرىنىشمۇ توختايدۇ. ئامپلىتۇدىسى تەدرىجىي كىچىكلەپ باردىغان بۇ خىل تەۋرىنىش **ئۆچەر تەۋرىنىش** دەپ ئاتىلىدۇ. 27.9 - رەسىمدىكىسى ئۆچەر تەۋرىنىشنىڭ گرافىكىدۇر.



27.9 - رەسىم. ئۆچەر تەۋرىنىشنىڭ گرافىكى

تەۋرەنگۈچى سىستېما ئۆچرىغان توسقۇنلۇق قانچە چوڭ بولسا، ئامپلىتۇدىنىڭ كىچىكلىشى شۇنچە تېز بولۇپ، تەۋرىنىشنىڭ توختىشىمۇ شۇنچە تېز بولىدۇ. توسقۇنلۇق بەك چوڭ بولغاندا، سىستېمىدا تەۋرىنىش بولمايدۇ. توسقۇنلۇق قانچە كىچىك بولسا، ئامپلىتۇدىنىڭ كىچىكلىشى شۇنچە ئاستا بولىدۇ. 27.9 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئۆچەر تەۋرىنىشتە توسقۇنلۇق ناھايىتى كىچىك بولغاندا ئانچە ئۇزاق بولمىغان ۋاقىت ئىچىدە ئامپلىتۇدىنىڭ كۆرۈنەرلىك كىچىكلىگەنلىكىنى كۆرگىلى بولمىسا ئۇنى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قاتاردا ھەل قىلىشقا بولىدۇ، يۇقىرىقى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت ھەققىدە ئۇلگە كۆرسىتىلگىنى مۇشۇ خىل ئەھۋالدۇر.

6 - مەشىق

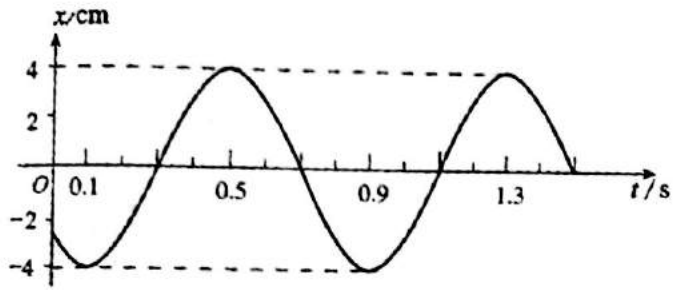
(1) نېمە ئۈچۈن ئامپلىتۇدا قانچە چوڭ بولسا، پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ بىلەن ئاددىي ماياتنىكنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى شۇنچە چوڭ بولىدۇ؟ بۇنى چۈشەندۈرۈڭ.

(2) پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ(1.9 - رەسىم) نىڭ تەۋرىنىش جەريانىدىكى ئېنېرگىيىسىنىڭ ئايلىنىش ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىپ، تۆۋەندىكى جەدۋەلنى تولدۇرۇڭ (چوڭىيىدۇ، كىچىكلەيدۇ، ئۆزگەرمەيدۇ، دەپ تولدۇرۇلىدۇ).

ئوخشاش ئۇسۇل ئارقىلىق ئاددىي ماياتنىك (18.9 - رەسىم) نىڭ تەۋرىنىش جەريانىدىكى ئېنېرگىيىسىنىڭ ئايلىنىش ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىڭ.

تەۋرەنگۈچىنىڭ ھەرىكىتى		A→0	0→A′	A′→0	0→A
ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشى	ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى				
	پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى				
	ئومۇمىي ئېنېرگىيىسى				

(3) 28.9 ـ رەسىمدىكىسى بىر ئاددىي مايائانىكىنىڭ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قانۇنىيىتىدىكى گرافىكى بولۇپ، رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ۋاقىت دائىرىسىدە تۆۋەندىكى سوئاللارغا جاۋاب بېرىڭ:



28.9 ـ رەسىم

① قايسى پەيتلەردىكى يۆتكىلىشى بىلەن 0.4s پەيتىكى يۆتكىلىشى ئوخشاش بولىدۇ؟

② قايسى پەيتلەردىكى تېزلىنىشى بىلەن 0.4s پەيتىكى تېزلىنىشى ئوخشاش بولىدۇ؟

③ قايسى پەيتلەردىكى تېزلىكى بىلەن 0.4s پەيتىكى تېزلىكى ئوخشاش بولىدۇ؟

④ قايسى پەيتلەردىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بىلەن 0.4s پەيتىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئوخشاش بولىدۇ؟

⑤ قايسى پەيتلەردىكى پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن 0.4s پەيتىكى پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئوخشاش بولىدۇ؟

§7 . مەجبۇرىي تەۋرىنىش ۋە رېزونانس

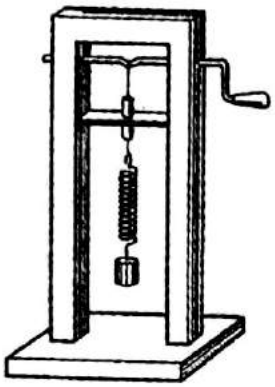
مەجبۇرىي تەۋرىنىش ئۆچەر تەۋرىنىش ئاخىر توختاپ قالىدۇ، ئۇنداق بولسا قانداق قىلغاندا ئۇزلۇكسىز دەۋرىيلىك تەۋرىنىشكە ئېرىشكىلى بولىدۇ؟ ئەڭ ئاددىي ئۇسۇل دەۋرىيلىك سىرتقى كۈچنى تەۋرەنگۈچى سىستېمىغا تەسىر قىلدۇرۇشتىن ئىبارەت، سىرتقى كۈچ جىسىمغا نىسبەتەن ئىش ئىشلىگەندە، سىستېمىنىڭ ئېنېرگىيىسىنىڭ خورىشىنى تولۇقلاپ، سىستېمىنى ئۇزلۇكسىز تەۋرىتىدۇ. بۇنداق دەۋرىيلىك سىرتقى كۈچ قوزغاتقۇچى كۈچ دەپ ئاتىلىدۇ. جىسىمنىڭ دەۋرىيلىك سىرتقى قوزغاتقۇچى كۈچ تەسىرىدىكى تەۋرىنىشى مەجبۇرىي تەۋرىنىش دەپ ئاتىلىدۇ. سەكرەش تاختىسىنىڭ ئادەم ماڭغاندىكى تەۋرىنىشى، ئىستانوك تەگلىكىنىڭ ئىستانوك ئىشلىگەن چاغدىكى تەۋرىنىشى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى مەجبۇرىي تەۋرىنىشنىڭ مىساللىرىدىن ئىبارەت.

مەجبۇرىي تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسى نېمىلەرگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ؟

child.

تەجرىبە

بىز بۇ مەسىلىنى 29.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن قۇرۇلما ئارقىلىق تەتقىق قىلىمىز . تۇتقۇچنى تەكشى تېزلىكتە ئايلاندۇرساق، تۇتقۇچ پۇرژىنىلىق تەۋرەنگۈچكە قوزغاتقۇچى كۈچ تەسىرى بېرىدۇ ـ دە، تەۋرەنگۈچنى مەجبۇرىي تەۋرىنىش قىلدۇرىدۇ. بۇ قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ دەۋرى تۇتقۇچنىڭ ئايلىنىش دەۋرى بىلەن ئوخشاش بولىدۇ. ئەگەر تۇتقۇچنى ئوخشاش بولمىغان تەكشى تېزلىكتە ئايلاندۇرساق، تەۋرەنگۈچنىڭ مەجبۇرىي تەۋرىنىش قىلىش دەۋرى ھامان قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ دەۋرىگە تەڭ بولىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.



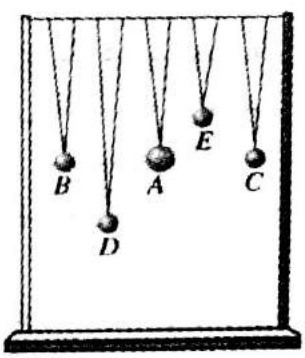
29.9 ـ رەسىم. مەجبۇرىي تەۋرىنىش

تەجرىبىلەر شۇنى ئىپادىلەيدۇكى، جىسىم مەجبۇرىي تەۋرىنىش قىلغاندا، تەۋرىنىش مۇقىملاشقاندىن كېيىنكى چاستوتىسى قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسىغا تەڭ بولۇپ، جىسمنىڭ خاس چاستوتىسىغا مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ.

رېزونانس جىسمنىڭ مەجبۇرىي تەۋرىنىش قىلغاندىكى چاستوتىسى گەرچە جىسمنىڭ خاس چاستوتىسىغا مۇناسىۋەتسىز بولسىمۇ، لېكىن قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى سىستېمىنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشقاندا ياكى خاس چاستوتىسى بىلەن ناھايىتى چوڭ پەرق قىلغاندا، تەۋرىنىش ئەھۋالى ئوخشاش بولمايدۇ. بۇ مەسىلىنى 30.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن قۇرۇلمىدىن پايدىلىنىپ تەتقىق قىلىمىز.

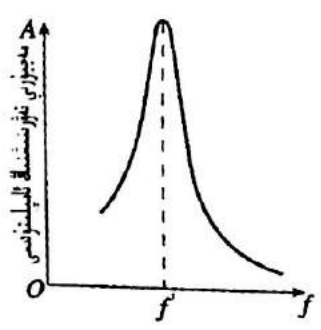
تەجرىبە

30.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، چىڭ تارتىلغان بىر تال يىپقا بىر نەچچە مايات‌نىك ئاسمىز، ئۇلارنىڭ ئىچىدە A ، B ، C مايات‌نىكلارنىڭ ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش تەڭ. A مايات‌نىك تەۋرەنگەندە، ئۇ چىڭ تارتىلغان يىپ ئارقىلىق باشقا مايات‌نىكلارغا بىر قوزغاتقۇچى كۈچ تەسىرى بېرىپ، ئۇلارنى مەجبۇرىي تەۋرىنىش قىلدۇرىدۇ. بۇ قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى A مايات‌نىكنىڭ چاستوتىسىغا تەڭ بولىدۇ. قالغان ھەرقايسى مايات‌نىكلارنىڭ خاس چاستوتىلىرىمۇ ئوخشاش مايات‌نىك ئۇزۇنلۇقى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. تەجرىبىلەر ئارقىلىق شۇنى كۆزىتىشكە بولىدۇكى: خاس چاستوتىسى بىلەن قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى قانداق مۇناسىۋەتتە بولغاندا، ئامپلىتۇدا ئەڭ چوڭ بولىدۇ؟ قانداق مۇناسىۋەتتە بولغاندا، ئامپلىتۇدا ئەڭ كىچىك بولىدۇ؟



30.9 ـ رەسىم. مايات‌نىكنىڭ رېزونانسىنى تەتقىق قىلىش

31.9 ـ رەسىمدىكى ئەگرى سىزىق مەجبۇرىي تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسى A بىلەن قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى f نىڭ مۇناسىۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ. شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى: قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى f تەۋرەنگۈچى جىسمنىڭ خاس چاستوتىسى f' غا تەڭ بولغاندا، ئامپلىتۇدا ئەڭ چوڭ بولىدۇ؛ قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى f بىلەن خاس چاستوتا f' نىڭ پەرقى قانچە چوڭ بولسا، ئامپلىتۇدا شۇنچە كىچىك بولىدۇ.



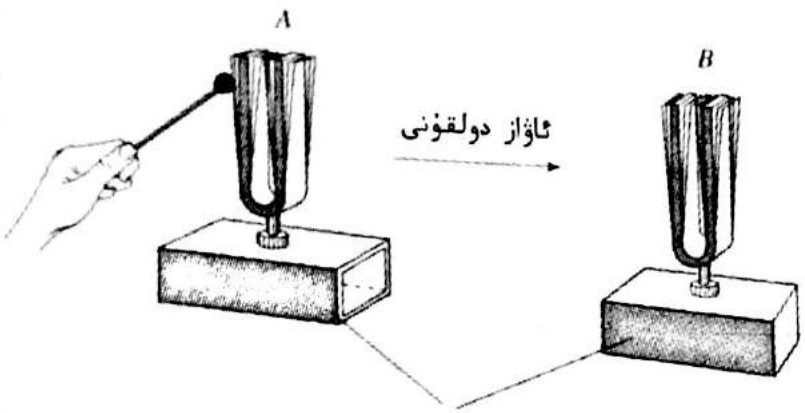
31.9 ـ رەسىم. رېزونانس ئەگرى سىزىقى

قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى جىسمنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشقاندا، مەجبۇرىي تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسى چوڭىيىدۇ. بۇ خىل ھادىسە **رېزونانس** دەپ ئاتىلىدۇ.

تەجرىبە

32.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، چاستوتىلىرى ئوخشاش بولغان A ، B دىن ئىبارەت ئىككى كامېرتونىنى ئۇستەل ئۈستىگە ئارىلىقىنى يېراق قىلماي قارىلاشتۇرۇپ قويۇپ، كامېرتون A نىڭ ئاچمىقىنى ئۇرۇپ ئۇنىڭدىن ئاۋاز چىقىرىمىز. بىرئازدىن كېيىن قولىمىز بىلەن كامېرتون A نىڭ ئاچمىقىنى توتۇۋېلىپ، ئۇنى ئاۋاز چىقىرىشتىن توختاتىساق، ئۇرۇلمىغان كامېرتون B نىڭ ئاۋاز چىقىرىۋاتقانلىقىنى ئاڭلايمىز.

ئەگەر كامېرتون B نىڭ ئاچمىقىغا بىر قاپنى قاپلاپ، كامېرتون B نىڭ خاس چاستوتىسىنى ئۆزگەرتىپ يۇقىرىقى تەجرىبىنى قايتا ئىشلىسەك، كامېرتون B نىڭ چىقارغان ئاۋازىنى ئاڭلىيالمايمىز.



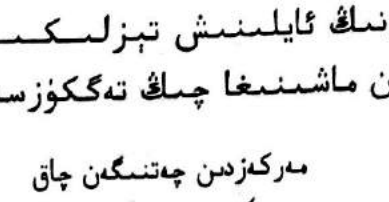
32.9 ـ رەسىم. كامېرتوننىڭ رېزونانسى

كامېرتون A نىڭ ئاچمىقىنى ئۇرغاندا، تەۋرىنىش ھاسىل قىلىدۇ، بۇ تەۋرىنىش ھاۋادا ئاۋاز دولقۇنلىرىنى پەيدا قىلىدۇ، ئاۋاز دولقۇنى كامېرتون B غا يەتكەندىن كېيىن ئۇنىڭغا دەۋرىيلىك قوزغاتقۇچى كۈچ تەسىرى بېرىدۇ، بۇ كامېرتوننىڭ چاستوتىلىرى ئوخشاش بولىدىغانلىقتىن، بۇ دەۋرىيلىك قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى كامېرتون B نىڭ خاس چاستوتىسىغا تەڭ بولىدۇ، شۇنىڭ بىلەن كامېرتون B دا رېزونانس ھاسىل بولۇپ، ئاۋاز چىقىرىدۇ. ئاۋازنىڭ رېزونانس ھادىسىسى **ئاۋاز رېزونانسى** دەپ ئاتىلىدۇ. كامېرتون B نىڭ خاس چاستوتىسىنى ئۆزگەرتىۋەتكەندە، ئاۋاز رېزونانسى ھاسىل بولمايدۇ.

كامېرتوننىڭ ئاستىغا ئورنىتىلغان قۇرۇق ساندۇق ئاۋاز رېزونانسى ساندۇقى دەپ ئاتىلىدۇ. كامېرتون ئاۋاز چىقارغاندا، ئاۋاز رېزونانسى ساندۇقىدا ئاۋاز رېزونانسى يۈز بېرىپ، كامېرتوننىڭ چىقارغان ئاۋازىنى كۈچەيتىدۇ.

32.9 ـ رەسىمدىكى تەجرىبىدە ئىككى كامېرتون ئارىسىدىكى تەۋرىنىشنىڭ تارقىلىشى ئاساسلىقى ئاۋاز رېزونانسى ساندۇقى ئارقىلىق ئىشقا ئاشۇرۇلغان.

رېزونانسنىڭ قوللىنىلىشى ۋە ئۇنىڭدىن ساقلىنىش رېزونانس ھادىسىسى كۆپ قوللىنىلىدۇ. بىر جازىغا ئورنىتىلغان ئۈزۈنلۇقلىرى ئوخشاش بولمىغان پولات پلاستىنكىلارنى دۆڭاتپىللارنىڭ ئايلىنىش تېزلىكىنى ئۆلچەيدىغان تاخومېتىر قىلىپ ئىشلەتكىلى بولىدۇ. بۇ تاخومېتىرنى ئايلىنىۋاتقان ماشىنىغا چىڭ تەگكۈزسەك، دۆڭاتپىلنىڭ ئايلىنىشى تاخومېتىرنىڭ ناھايىتى ئاجىز تەۋرىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، بۇ چاغدا تاخومېتىرنىڭ خاس چاستوتىسى بىلەن دۆڭاتپىلنىڭ ئايلىنىش تېزلىكى بىردەك بولغان ئاشۇ پولات پلاستىنكىدا رېزونانس يۈز بېرىپ، ئامپلىتۇدىسى كۈرۈنەرلىك بولىدۇ. شۇڭا بۇ پولات پلاستىنكىنىڭ خاس چاستوتىسىنى ئوقۇپ چىقساق، بۇ دۆڭاتپىلنىڭ ئايلىنىش تېزلىكىنى بىلەلەيمىز.



33.9 ـ رەسىم. رېزونانسلىق ئەلگەك

رېزونانسلىق ئەلگەك (33.9 ـ رەسىم) رېزونانس ھادىسىسىدىن

پايدىلىنىپ ياسالغان. ئەلگەكنى تۆت دانە پۇرژىنا بىلەن تىرەپ قويۇپ، ئەلگەك جازىسىغا مەركىزى چەتنىگەن بىر چاقنى ئورنىتىپ قويساقلا رېزونانسلىق ئەلگەك ھاسىل بولىدۇ. مەركىزى چەتنىگەن چاق دۆڭاتېلىنىك ھەرىكەتلەندۈرۈشى بىلەن ئايلانغاندا، ئۇنىڭ ئايلىنىش تېزلىكىنى مۇۋاپىق تەڭشەپ، ئەلگەك ئۇچرىغان قوزغاتقۇچى كۈچىنىڭ چاستوتىسىنى ئەلگەكنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشتۇرساق، ئەلگەكتە رېزونانس ھاسىل بولىدۇ ـ ده، تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى كۆرۈنەرلىك بولۇپ، ئارىلاشمىلارنى تاسقاپ چىقىرىۋېتىش ئۇنۇمى ئاشىدۇ.

بەزى ئەھۋاللاردا رېزونانس ھادىسىسى زىيانلىقمۇ بولىدۇ. مەسىلەن، قوشۇن ياكى پويىز كۆۋرۈكتىن ئۆتكەندە، قوشۇننىڭ رەتلىك قەدىمى ياكى پويىز چاقىنىڭ رېلىسلارنىڭ ئۇلانغان جايىغا ئۇرۇلۇشى دەۋرىيلىك قوزغاتقۇچى كۈچ تەسىرى ھاسىل قىلىدۇ. ئەگەر ئۇلارنىڭ چاستوتىلىرى كۆۋرۈكنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشسا، كۆۋرۈكنىڭ تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى كۆرۈنەرلىك چوڭىيىپ، كۆۋرۈكنىڭ بۈزۈلۈشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشى مۇمكىن. شۇنىڭ ئۈچۈن، قوشۇن كۆۋرۈكتىن ئۆتكەندە دەۋرىيلىك قوزغاتقۇچى كۈچ ھاسىل قىلماسلىق ئۈچۈن، ئىختىيارىي (قالايمىقان) قەدەم بىلەن مېڭىشى كېرەك. پويىز كۆۋرۈكتىن ئۆتكەندە قوزغاتقۇچى كۈچىنىڭ چاستوتىسى كۆۋرۈكنىڭ خاس چاستوتىسىدىن كۆپ كىچىك بولۇشى ئۈچۈن، پويىزنى ئاستا ھەيدەش لازىم.

پاراخوتلار ماڭغاندا، ئەگەر دولقۇننىڭ ئۇرۇلۇش كۈچىنىڭ چاستوتىسى پاراخوت ئىرغاڭلىشىنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشسا، پاراخوتنى ئاغدۇرۇۋېتىشى مۇمكىن. بۇنداق چاغدا پاراخوتنىڭ يۆنىلىشى بىلەن تېز-لىكىنى ئۆزگەرتىش ئارقىلىق، دولقۇن زەربىسىنىڭ چاستوتىسىنى پاراخوتنىڭ خاس چاستوتىسىدىن يىراقلاشتۇرۇش كېرەك.

ماشىنىلار ئىشلەۋاتقاندا، دېتاللىرىنىڭ ھەربىكتى (مەسىلەن، پورشېنىنىڭ ھەربىكتى، چاقنىڭ ئايلىنىشى) دەۋرىيلىك قوزغاتقۇچى كۈچ ھاسىل قىلىدۇ. ئەگەر قوزغاتقۇچى كۈچنىڭ چاستوتىسى ماشىنىنىڭ ئۆزىنىڭ ياكى



34.9 ـ رەسىم. كۆۋرۈكنىڭ رېزونانسى. 1831 ـ يىلى بىر ئەترەت ئاتلىق ئەسكەر مانچېستىر ئەتراپىدىكى بىر كۆۋرۈكتىن ئۆتكەندە، ئات تۇياقلىرىنىڭ رېتىمى نىسبەتەن بىردەك بولغانلىقتىن، كۆۋرۈكتە رېزونانس يۈز بېرىپ، كۆۋرۈك بۈزۈلۈپ كەتكەن

ئۇنى تىرەپ تۇرغۇچى جىسىمنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىنلاشسا، رېزونانس ھاسىل بولۇپ، ماشىنىنى ياكى تىرىگۇچى جىسىمنى بۈزۈپ تاشلىشى مۇمكىن. بۇنداق ئەھۋالدىن ساقلىنىش ئۈچۈن، تەدبىر قوللىنىش كېرەك.

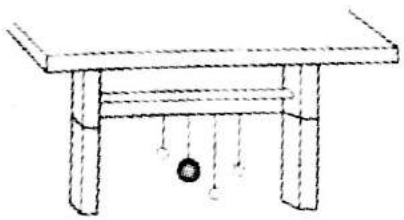
مەسىلەن، ماشىنىنىڭ ئايلىنىش تېزلىكىنى تەكشەش ئارقىلىق قوزغاتقۇچى كۈچىنىڭ چاستوتىسىنى ماشىنا ياكى تىرىگۈچى جىسىمنىڭ خاس چاستوتىسى بىلەن بىردەك قىلماسلىق كېرەك. خۇددى شۇنىڭغا ئوخشاش زاۋۇت بىنالىرىنىڭ خاس چاستوتىسىمۇ ماشىنىلار كەلتۈرۈپ چىقىرىدىغان تەۋرىنىش چاستوتىسى دائىم بىر ماسلىقى كېرەك.

ئومۇمەن، رېزونانستىن پايدىلىنىشقا توغرا كەلگەندە، قوزغاتقۇچى كۈچىنىڭ چاستوتىسىنى تەۋرەنگۈچى جىسىمنىڭ خاس چاستوتىسىغا يېقىن ياكى تەڭ قىلىش كېرەك. رېزونانسنىڭ بۈزغۇنچىلىقىدىن ساقلىنىشقا توغرا كەلگەندە، ئامال قىلىپ قوزغاتقۇچى كۈچىنىڭ چاستوتىسىنى خاس چاستوتىغا تەڭ قىلماسلىق كېرەك، ئۇلارنىڭ پەرقى قانچە چوڭ بولسا، شۇنچە ياخشى بولىدۇ.

1 ـ قىسىم كىتابنىڭ كىرىش سۆزىدىكى 2.0 ـ رەسىمدە، ئاۋاز ئارقىلىق رومكىنى تەۋرىتىپ سۇندۇ. رۇش تەجرىبىسى تونۇشتۇرۇلغان، قانداق ئۇسۇل ئار. قىلىق بۇ تەجرىبىنى ئىشلىگىلى بولىدىغانلىقى ھەققىدە ئويلاپ كۆرۈڭ.



رېزونانس



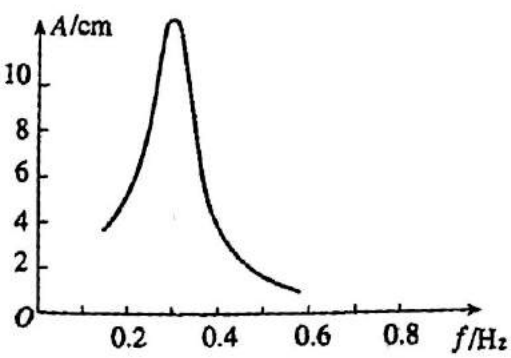
35.9 ـ رەسىم

35.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، بىر تال يىپنى ئۈستەلنىڭ ئىككى پۈتى ئارىسىغا چىڭ چېگىپ، يىپقا ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان تۆت ـ بەش دانە ئاددىي ماياتنىكنى ئاسىمىز. تېكىستتىكى 30.9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىگە ئاساسەن ئۆزىڭىز قول سېلىپ ئىشلەپ، رېزونانسنىڭ مەنىسىنى چۈشىنىۋېلىڭ.

7 ـ مەشىق

(1) ئاپتوموبىل گەۋدىسى پۈرژىنا ئۈستىگە ئورنىتىلغان بولىدۇ، ئەگەر بۇ سىستېمىنىڭ خاس دەۋرى 1.5s بولۇپ، ئاپتوموبىل ئويمان ـ دۆڭ يولدا ماڭغان ھەمدە يولدىكى ھەرقايسى دۆڭ جايلارنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى تەخمىنەن 8m بولسا، ئاپتوموبىل قانچىلىك تېزلىكتە ماڭغاندا، ئاپتوموبىل گەۋدىسى ئەڭ قاتتىق سىلكىنىدۇ؟

(2) 36.9 ـ رەسىمدىكىسى بىر ئاددىي ماياتنىكنىڭ رېزونانس ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت.



36.9 ـ رەسىم

① بۇ ئاددىي ماياتنىكنىڭ ماياتنىك ئۇزۇنلۇقىنى مۆلچەرلەڭ (g ئۈچۈن $10m/s^2$ ئىلىنسۇن).

② ئەگەر ماياتنىك ئۇزۇنلۇقى ئاشسا، رېزونانس ئەگرى سىزىقىنىڭ چوققىسى قانداق يۆتكىلىدۇ؟

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا بىز ئەڭ ئاساسىي ، ئەڭ ئاددىي بولغان مېخانىك تەۋرىنىش — ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنى ئۆگەنىدۇق . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت چوڭ-كىچىكلىكى يۆتكىلىش بىلەن ئوڭ تاناسىپ تۇرىدىغان ، يۆنىلىشى ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا قارىتا يۆنەلگەن ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ تەسىرىدە دەۋرىيلىك ھەرىكەت قىلىدۇ ، ئۇنىڭ تېزلىكى ۋە تېزلىنىشى ھەر ۋاقىت ئۆزگىرىپ تۇرىدۇ . ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئۆز ئالاھىدىلىكى بار بولۇپ ، بۇ ئالاھىدىلىكلەرنى ئامپلىتۇدا ، دەۋر ، چاستوتا قاتارلىق فىزىكىلىق مىقدارلارنى كىرگۈزۈش ئارقىلىق ئىپادىلەشكە توغرا كېلىدۇ .

(1) مېخانىك تەۋرىنىش دېگەن نېمە ؟ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت دېگەن نېمە ؟ ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى كۈچنىڭ ئۇنۇمىگە ئاساسەن ئاتالغان ئاتالغۇدۇر ، كۈچنىڭ خۇسۇسىيىتىدىن ئېلىپ ئېيتقاندا ، گورىزونتال پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ بىلەن ئاددىي ماياتىنىكنىڭ ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنى قايسى كۈچلەر تەمىنلەيدۇ ؟

(2) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئامپلىتۇدىسى ، دەۋرى ۋە چاستوتىسى دېگەن نېمە ؟ دەۋر بىلەن چاستوتا قانداق مۇناسىۋەتكە ئىگە ؟ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ خاس چاستوتىسى دېگەن نېمە ؟ خاس چاستوتا ئامپلىتۇدىغا مۇناسىۋەتلىك بولامدۇ - يوق ؟

(3) قانداق شەرت ئاستىدا ئاددىي ماياتنىك ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىدۇ ؟ ئاددىي ماياتىنىكنىڭ دەۋرى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك ؟ ئامپلىتۇدا ۋە ماياتنىك شارچىسىنىڭ ماسسىسى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولامدۇ - يوق ؟ ئاددىي ماياتىنىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىنى يېزىڭ .

(4) گورىزونتال پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچ بىلەن ئاددىي ماياتىنىكنى مىسال قىلىپ ، كۈچ تەسىرىگە ئۇچراش ۋە ھەرىكەتتىن ئىبارەت ئىككى جەھەتتىن ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئالاھىدىلىكىنى چۈشەندۈرۈڭ . ئاندىن ئېنېرگىيە نۇقتىئىنەزەرىدىن چىقىپ ، ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت جەريانىدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئايلىنىشىنى چۈشەندۈرۈڭ .

(5) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكى قانداق فۇنكسىيىلىك گرافىك ؟ تەۋرىنىش گرافىكىدىن ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتكە مۇناسىۋەتلىك قانداق ئۇچۇرلارنى بىلگىلى بولىدۇ ؟

(6) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ يۆتكىلىشىنىڭ ۋاقىت بىلەن بولغان فۇنكسىيىلىك فورمۇلىسى قانداق بولىدۇ ؟ ھەر قايسى مىقدارلارنىڭ فىزىكىلىق مەنىسى نېمە ؟ فازا دېگەن نېمە ؟

(7) ئۆچەر تەۋرىنىش دېگەن نېمە ؟ مەجبۇرىي تەۋرىنىش دېگەن نېمە ؟ مەجبۇرىي تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسى نېمىگە تەڭ ؟ قانداق ئەھۋالدا رېزونانس يۈز بېرىدۇ ؟ رېزونانسنىڭ قوللىنىلىشى ۋە ئۇنىڭدىن ساقلىنىشقا دائىر بىر قانچە ئەمەلىي مىسال كەلتۈرۈڭ .

بىز تۇز سىزىقلىق تەكشى ئۆزگىرىشچان ھەرىكەت، گورىزونتال ئېتىلغان جىسىم ھەرىكىتى، چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت، ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قاتارلىق ئوخشاش بولمىغان ھەرخىل ھەرىكەتلەرنى ئۆگىنىپ بولدۇق. جىسىمنىڭ قانداق ھەرىكەت قىلىدىغانلىقى ئۇ ئۇچرىغان يىغىندى كۈچ ۋە دەسلەپكى شەرت ئارقىلىق بەلگىلىنىدۇ.

سىز سىستېمىلىق ھالدا خۇلاسىلەپ كۆرۈڭ، مەسىلەن، ئوخشاش بولمىغان ئۆلچەملەر بويىچە تۇرلەرگە ئايرىڭ، بۇ ھەرىكەتلەرنىڭ ھاسىل بولۇش شەرتلىرىنى سېلىشتۇرۇپ كۆرۈڭ، بۇ ھەرىكەت مەسىلىلىرىنى ھەل قىلىشنىڭ پىكىر قىلىش يولى ۋە ئۇسۇللىرى ھەققىدە ئويلىنىپ كۆرۈڭ. بىلىملەرنى تولۇق ئۆزلەشتۈرۈش ئۈچۈن، مۇستەقىل پىكىر يۈرگۈزۈش كېرەك. مۇشۇنداق قىلغاندىلا، بىلىملەرنى ھەقىقىي تۇرمۇشىمىزدىن پايدىلىنىپ مەسىلىلەرنى ھەل قىلىش ئىقتىدارىنى ئۆستۈرگىلى بولىدۇ.

كۆنۈكمە

A گۇرۇپپا

(1) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان ماددىي نۇقتا تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئۆتكەندە تۆۋەندىكى فىزىكىلىق مىقدارلار ئىچىدە ئەڭ چوڭ قىممەت ۋە ئەڭ كىچىك قىممەت ئالىدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار قايسىلار؟

① ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى. ② تېزلىنىش. ③ تېزلىك. ④يۆتكىلىش.

(2) مەلۇم پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ 10 قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشىنى تاماملىشى ئۈچۈن 2s ۋاقىت كېتىدۇ، بۇ 2s ئىچىدە ئۇ بېسىپ ئۆتكەن مۇساپە 80cm بولسا، بۇ پۈرژىنىلىق تەۋرەنگۈچىنىڭ ئامپلىتۇدىسى، دەۋرى ۋە چاستوتىسىنى تېپىڭ.

(3) ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ كۈچ تەسىرىگە ئۇچرىشى ۋە ھەرىكەت ئالاھىدىلىكىگە مۇناسىۋەتلىك تۆۋەندىكى ئېنىق ئىشلاردىن توغرىسى:

① ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچى ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا يۆنەلگەن بولىدۇ.

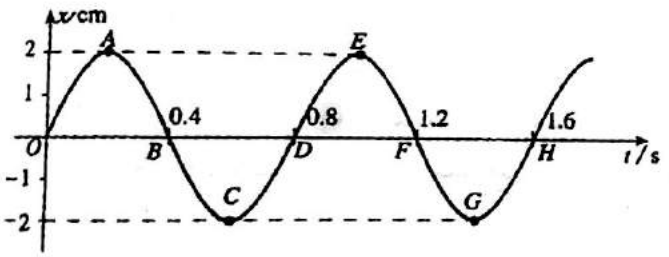
② ئەسلىگە كەلتۈرۈش كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ھامان تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئايرىلغان يۆتكىلىشنىڭ يۆنىلىشى بىلەن قارىمۇقارشى بولىدۇ.

③ جىسىم تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا قانچە يېقىنلاشسا، ھەرىكەت شۇنچە تېزلىشىدۇ، شۇنىڭ بىلەن تېزلىنىش شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

④ جىسىم تېزلىنىشىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن تېزلىكىنىڭ يۆنىلىشى بەزىدە ئوخشاش، بەزىدە قارىمۇقارشى بولىدۇ.

⑤ جىسىم تېزلىكىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئايرىلغان يۆتكىلىشنىڭ يۆنىلىشى ھامان ئوخشاش بولىدۇ.

(4) 37.9 ـ رەسىمدىكىسى مەلۇم ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ گرافىكىدىن ئىبارەت. گرافىكقا ئاساسەن تۆۋەندىكى سوئاللارغا جاۋاب بېرىڭ:



37.9 ـ رەسىم

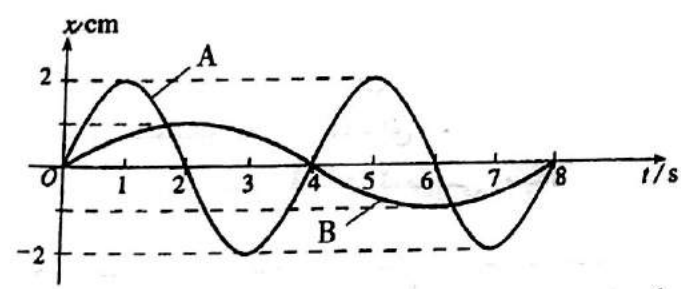
① ئامپلىتۇدا، چاستوتا ۋە دەۋرىنىڭ ھەرقايسىسى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟

② O نۇقتىدىن باشلاپ ھېسابلىغاندا، ئەگرى سىزىقتىكى نۇقتىغا كەلگەندە بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىش تاماملانغان بولىدۇ؟ A نۇقتىدىن ھېسابلىغاندىچۇ؟

③ ئەگرى سىزىقتىكى A، B، C، D، E، F، G، H نى تۆت ئىبارەت ھەرقايسى نۇقتىلاردا، قايسى نۇقتىلار تەۋرەنگۈچىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ ئەڭ چوڭ ئىكەنلىكى، قايسى نۇقتىلار تەۋرەنگۈچىنىڭ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسىنىڭ ئەڭ چوڭ ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ؟

(5) بىر مايانتنىكلىق سائەتنىڭ مېڭىشى ئاستىلاپ قالغان، ئۇنى توغرىلاشقا توغرا كەلسە، ئۇنىڭ مايانتنىك ئۇزۇنلۇقىنى قانداق ئۆزگەرتىش كېرەك؟ نېمە ئۈچۈن؟

(6) 38.9 ـ رەسىمدىكىسى A، B دىن ئىبارەت ئىككى ئاددىي مايانتنىكنىڭ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغاندىكى گرافىكىدىن ئىبارەت.



38.9 ـ رەسىم

① A، B ئىككى مايانتنىكنىڭ مايانتنىك ئۇزۇنلۇقلىرىنىڭ نىسبىتى قانچە بولىدۇ؟

② ئوڭغا يۆنەلگەن يۆنىلىشنى مايانتنىك شارچىسىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن چەتنىگەندىكى يۆتكىلىشنىڭ ئوڭ يۆنىلىشى دەپ ئالساق، $t=0$ دىن باشلاپ، B مايانتنىك بىرىنچى قېتىم ئوڭ تەرەپ ئەڭ چوڭ يۆتكىلىشكە يەتكەندە، A تەۋرىنىپ قايسى ئورۇنغا كېلىدۇ؟ قايسى يۆنىلىشكە قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ؟

*B گۇرۇپپا

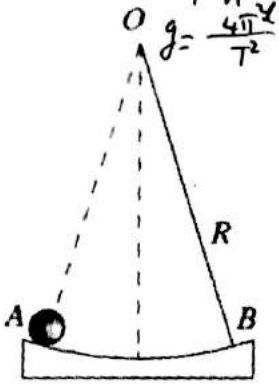
(1) 39.9 ـ رەسىمدە رادىئۇ سى R بولغان شارچە سفېرا (شار سىرتى) دىكى A، B ئارىسىدا بېرىپ ـ كېلىپ ھەرىكەت قىلغان،

$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ $f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{mg}{mR}}=f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{R}}$.

$AB \ll R$ بولسا، شارچه هەربىكىتىنىك ئاددىي گارمونىك هەرىكەت ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلاڭ هەمدە ئۇنىڭ تەۋرىنىش چاستوتىسىنى تېپىڭ.

(2) ئۇزۇن تاسما ئېسىپ قويۇلغان شارچە تەڭپۇڭلۇق ئورۇندىن ناھايىتى كىچىك بىر بۇلۇڭ ئېغىشتۇرۇلغاندىن كېيىن قويۇپ بېرىلگەن؛ يەنە بىر شارچە تىنچ ھالەتتىن باشلاپ ئېسىلىش نۇقتىسىدىن ئەركىن ھالەتتە تۆۋەنگە قويۇپ بېرىلگەن بولسا، قايسى شارچە بىرىنچى شارچىنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا بالدۇر يېتىپ بارىدۇ؟ $t_1=\frac{T}{4}=\frac{2\pi}{4}\sqrt{\frac{l}{g}}=\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{l}{g}}=\sqrt{\frac{\pi^2}{4g}}>t_2=\sqrt{\frac{2l}{g}}$

(3) مەلۇم بىر فىزىكا ئالىمى تېلېۋىزور ئارقىلىق ئالەم ئۇچقۇچىسىنىڭ ئايغا چىققاندىكى ئەھ- ۋالىنى كۆرۈتىپ، ئاي شارىغا چىقىرىلغان ئەسۋاب بۆلۈمچىسىنىڭ يېنىغا ئېسىپ قويۇلغان بىر جـ- سىمنىڭ تەۋرەۋاتقانلىقىنى بايقىغان. بۇ جىسىم ئېسىلغان تاسمىنىڭ ئۇزۇنلۇقى ئالەم ئۇچقۇچىسىنىڭ بوي ئۇزۇنلۇقىغا ئوخشاش، بۇ ئالىم ئۇزۇنىڭ قول سائىتىگە قاراپ قويۇپلا، ئاي شارىدىكى ئەركىن چۈشكەن جىسىملارنىڭ تېزلىنىشىنى تەقرىبىي ھالدا ئۆلچەپ چىققان بولسا، ئۇ قانداق ئۆلچىگەن؟



39.9 ـ رەسىم

(4) ماسسىسى 0.2kg بولغان بىر سېكۇنتلۇق مايانىڭ تەۋرىنىپ ئەڭ چوڭ يۆتكىلىش ئورۇنغا بارغان چاغدا ئۇنىڭ ئەڭ تۆۋەن نۇقتىغىچە بولغان ئېگىزلىكى 0.4cm بولغان. ئەگەر ئۇ 10 قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملاپ بولۇپ ئەڭ چوڭ يۆتكىلىش ئورنىغا قايتىپ كەلگەندە، ئەڭ تۆۋەن نۇقتـ- غىچە بولغان ئېگىزلىكى ئۆزگىرىپ 0.3cm بولغان. ئەگەر ھەر 10 قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تا- ماملاپ بولغاندا، ئۇنىڭغا بىر قېتىم ئېنېرگىيە تەمىنلەپ بېرىش ئارقىلىق، مايانىڭ ئەسلىدىكى ئې- گىزلىكىگە چىقىرىلسا ، 30s تا ئۇنىڭغا جەمئىي قانچىلىك ئېنېرگىيە تولۇقلاش لازىم بولىدۇ؟

(5) بىر ئاددىي مايانىڭ ماسسىسى m_1 ، رادىئۇسى R_1 بولغان يۇلتۇزدا T_1 دەۋر بويىچە ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان، ماسسىسى m_2 ، رادىئۇسى R_2 بولغان يۇلتۇزدا T_2 دەۋر بويىچە ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان بولسا، T_1 بىلەن T_2 نىڭ نىسبىتىنى تېپىڭ.

(4) $E_1=mgh_1$ $E_2=mgh_2$

$\Delta E=E_1-E_2=mg(h_1-h_2)$.

$=0.2\times10\times10^{-3}=2\times10^{-3}J$.

$E_a=1.5\Delta E=1.5\times2\times10^{-3}=3\times10^{-3}J$.

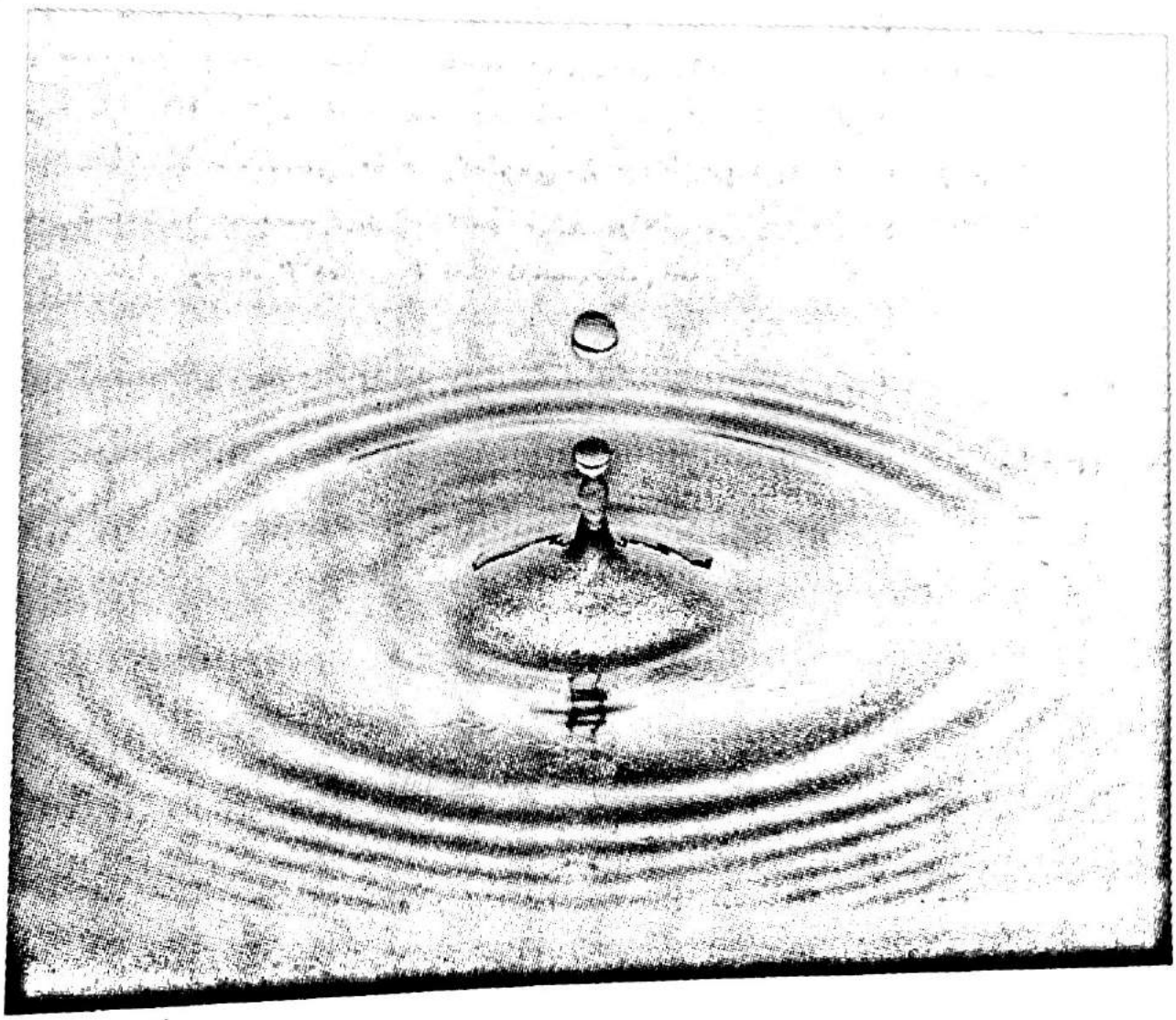
(5) $T_1=2\pi\sqrt{\frac{R_1}{g_1}}$ $T_2=2\pi\sqrt{\frac{R_2}{g_2}}$

$g_1=\frac{GM_1}{R_1^2}$ $g_2=\frac{GM_2}{R_2^2}$

$\frac{g_2}{g_1}=\frac{\frac{GM_2}{R_2^2}}{\frac{GM_1}{R_1^2}}=\frac{R_1^2m_2}{R_2^2m_1}$

$\frac{T_1}{T_2}=\sqrt{\frac{g_2}{g_1}}=\frac{R_1}{R_2}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

ئونىنچى باب. مېخانىك دولقۇن



نۇرغۇن ئوقۇغۇچىلار قەغەز كېمە ئويناپ كۆرگەن بولۇشى مۇمكىن. قەغەزنى قاتلاش ئارقىلىق كېمە ياساپ، ئۇنى كۆلچەكتە لەيلىتىپ، ئاندىن بىر تال تاشنى كۆل ياقىسىدىكى سۇغا تاشلىغاندا، ئېگىز ـ پەسلىكى ئوخشاش بولمىغان چەمبىرەك ـ چەمبىرەك سۇ يۈزى دولقۇنى هاسىل بولۇپ، ئەتراپقا تارقىلىپ كېمىگە يېتىپ بارىدۇ ـ دە، ئۇنى تەۋرىتىدۇ (10. 1 ـ رەسىم). بۇ ئاددىي مىسالدا كەڭ مەۋجۇت بولۇپ تۇرغان بىر خىل ھەرىكەت شەكلى — دولقۇن بىلەن ئۇچراشتۇق.



10. 1 ـ رەسىم. سۇ دولقۇنى

ئاۋاز دولقۇنى بىزگە يېتىپ كەلگەندە، ئاۋازنى ئاڭلىيالايمىز. يىراق جايدا يەر تەۋرىگەندە، پەيدا بولغان يەرنىڭ تەۋرەش دولقۇنى تارقالغاندىن كېيىن، يەر يۈزىنىڭ تەۋرىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. سۇ دولقۇنى، ئاۋاز دولقۇنى، يەر تەۋرەش دولقۇنلىرىنىڭ ھەممىسى مېخانىك دولقۇن ھېسابلىنىدۇ.

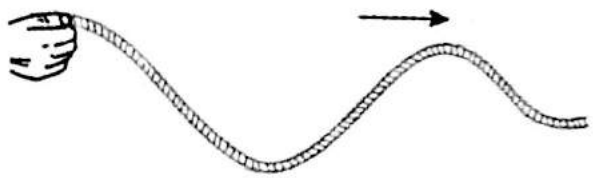
رادىئو قوبۇللىغۇچ، تېلېۋىزورلارنى ئاچساق، ئاۋازنى ئاڭلىيالايمىز ھەم تەسۋىر (سۈرەت) لەرنى كۆرەلەيمىز. بۇنىڭ سەۋەبى رادىئو قوبۇللىغۇچ، تېلېۋىزورلارنىڭ رادىئو دولقۇنلىرىنى قوبۇل قىلغانلىقىدا، قۇياشنىڭ يەر شارىغا تەسىلەپ بەرگەن زور ئېنېرگىيىسى يورۇقلۇق دولقۇنىغا تايىنىپ تارقىلىدۇ، ئوپتىك تالالىق ئالاقىلىشىشتا يورۇقلۇق دولقۇنى ئارقىلىق ئۇچۇرلار يەتكۈزۈلىدۇ. رادىئو دولقۇنى ۋە يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ ھەممىسى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىدىن ئىبارەت. بىز ئالەمنىڭ چوڭقۇر قاتلىمىدىن كەلگەن ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى قوبۇل قىلىش ئارقىلىق ئىنتايىن يىراقتىكى ئاسمان جىسىملىرىنىڭ سىرىنى تەكشۈرۈپ بىلەلەيمىز.

بۇ بابتا مېخانىك دولقۇن ھەققىدىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز، كېيىن بىز يەنە ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى ھەققىدىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز.

§1 . دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى ۋە تارقىلىشى

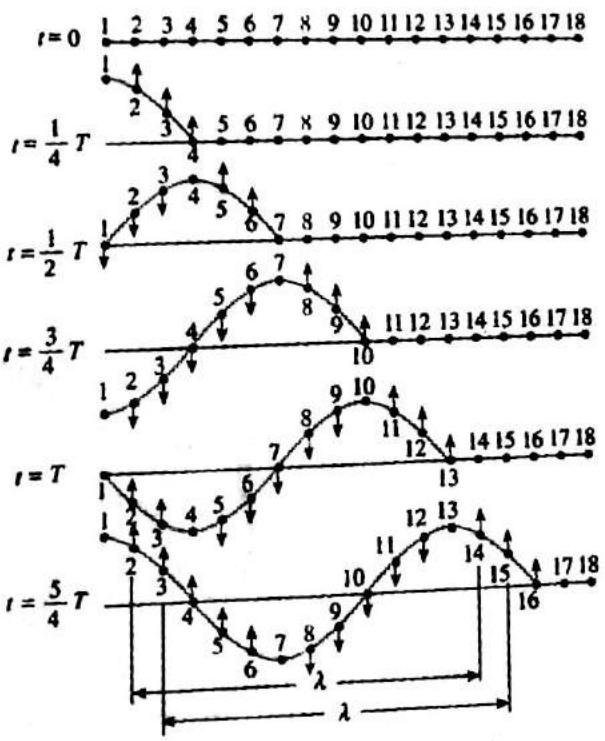
دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى ۋە تارقىلىشى سىز تاۋار لېنتا ئۈسكۈنىنى كۆرۈپ باققانمۇ؟ ئارتىس ئۇزۇن تاۋار لېنتىنىڭ بىر ئۇچىنى سىلكىسە، تاۋار لېنتا ئاستى ـ ئۈستىگە ئۇچۇپ ئۈسكۈل ئويناىدۇ. ئەمەلىيەتتە بۇ دولقۇننىڭ تاۋار لېنتىدا تارقىلىشىدىن ئىبارەت (10. 2 ـ رەسىم). بەش يۈلتۇزلۇق قىزىل بايراقنىڭ لەپىلدىشى دولقۇننىڭ بايراقتا تارقىلىشىدىن ئىبارەت بولىدۇ (10. 3 ـ رەسىم). دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى ۋە تارقىلىشىنى ئېنىق كۆرۈۋېلىش ئۈچۈن، تۆۋەندىكى تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرەيلى.

10. 4 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئۇرۇنراق بىر تال يۇمشاق تاسمىنىڭ بىر ئۇچىنى قولىمىزدا تۇتۇپ تۇرۇپ تۇزلىگەندىن كېيىن يۇقىرىغا بىر سىلكىسەك، تاسما بىر كۆپۈنگۈ ھالەت شەكىللەنگەنلىكىنى ھەم بۇنىڭ يەنە بىر ئۇچقا تارقىلىپ بارغانلىقىنى كۆرەلەيمىز. تۆۋەنگە بىر سىلكىسەك، تاسما بىر پېتىنغۇ ھالەت شەكىللەنگەنلىكىنى ھەم بۇنىڭ يەنە بىر ئۇچقا تارقىلىپ بارغانلىقىنى كۆرەلەيمىز. ئۇرلۇكسىز يۇقىرى ـ تۆۋەن سىلكىسەك، كۆپۈنگۈ ـ پېتىنغۇلۇقى ئارىلاپ كەلگەن بىر قاتار ھالەتنىڭ تاسمىنىڭ يەنە بىر ئۇچىغا تارقىلىپ بېرىپ، تاسما بىر قاتار دولقۇن ھاسىل قىلغانلىقىنى كۆرەلەيمىز.

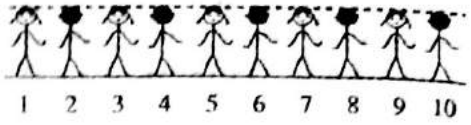


10. 4 ـ رەسىم. تاسمىنى بويلاپ تارقالغان دولقۇن

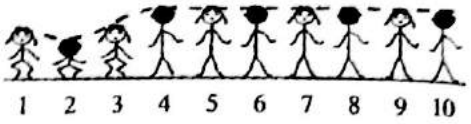
نېمە ئۈچۈن تاسما دولقۇن ھاسىل بولىدۇ؟ تاسمىنىڭ ھەرقايسى قىسىملىرى ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر مەۋجۇت بولغانلىقتىن، تاسمىنىڭ بىر ئۇچىدا تەۋرىنىش ھاسىل بولغاندا، قوشنا قىسىملارنىڭ تەۋرىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. تاسمىنى نۇرغۇن چىقىرىدۇ ھەم نۆۋەت بويىچە تېخىمۇ يىراق قىسىملىرىنىڭ تەۋرىنىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. تاسمىنى نۇرغۇن كىچىك قىسىملارغا بۆلۈنگەن دەپ پەزەر قىلساق، ھەربىر كىچىك قىسمىنى ماددىي نۇقتا دەپ قاراشقا بولىدۇ. بۇ ماددىي نۇقتىلار ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر كۈچ مەۋجۇت (10. 5 ـ رەسىم). ماددىي نۇقتا 1 سىرتقى كۈچنىڭ تەسىرىدە تەۋرەنگەندىن كېيىن، ماددىي نۇقتا 2 نىمۇ تەۋرىتىدۇ، يىراق ماددىي نۇقتا 2 نىڭ تەۋرىنىشىگە باشلىغان پەيتى ماددىي نۇقتا 1 دىن ئازراق كېيىن بولىدۇ (كېچىكىدۇ). مۇشۇنداق نۆۋەت بىلەن تەۋرىنىپ بېرىپ، كېيىنكى بىر ماددىي نۇقتا ھامان ئالدىنقى بىر ماددىي نۇقتىدىن ئازراق كېيىن تەۋرىنىشكە باشلايدۇ. شۇنىڭ بىلەن، تەۋرىنىش تەدرىجىي تارقىلىپ، بىر گەۋدە بويىچە قارىغاندا كۆپۈنگۈ ـ پېتىنغۇلۇقى ئارىلاپ كەلگەن دولقۇننى شەكىللەندۈرىدۇ.



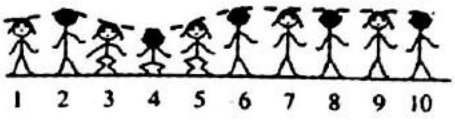
10. 5 ـ رەسىم. توغرا دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى



ھەربىر قىلىشتىن ئىلگىرى



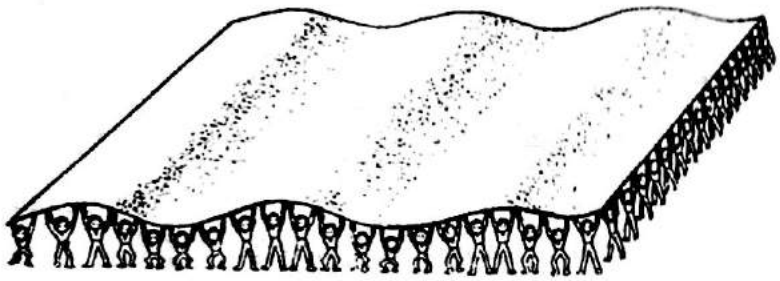
1. ئورنىدىن تۇرماقتا
2. ئەمدىلا پۇتۇنلەي زوڭزىيىپ بولغان
3. زوڭزايماقتا
4. زوڭزىيىشقا ئەمدىلا باشلىغان



2. ئەمدىلا تولۇق ئۆرە تۇرغان
3. ئۆرە تۇرۇۋاتقان
4. ئەمدىلا پۇتۇنلەي زوڭزىيىپ بولغان
5. زوڭزىيىۋاتقان
6. زوڭزىيىشقا ئەمدىلا باشلىغان

10. 6 ـ رەسىم. دولقۇننى تەقلىد قىلىش

دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى ۋە تارقىلىشىنى مۇنداق تەقلىد قىلىشقا بولىدۇ: 10. 6 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، بىر گۇرۇپپا ئوقۇغۇچى بىر رەت بولۇپ تۇرىدۇ، سول تەرەپتىكى 1 ـ ئوقۇغۇچىدىن باشلاپ دەۋرىيلىك ھالدا زوڭزىيىدۇ ۋە ئۆرە تۇرىدۇ، 2 ـ ، 3 ـ .... ئوقۇغۇچى رەت بويىچە ھەربىرىنى ئىشلەيدۇ. ھالبۇكى، زوڭزىيىشقا باشلىغان پەيتتە رەت بويىچە كېچىكىپ بارىدۇ. يەنە بىر گۇرۇپپىدىكى ئوقۇغۇچىلار كۆپۈنگۈ ـ پېتىنغۇلۇقى ئارىلاپ كەلگەن دولقۇنىنىڭ ئوڭغا قاراپ تارقالغانلىقىنى كۆرەلەيدۇ. تەنھەربىرىنى يىغىنلىرىدىكى كوللېكتىپ گىمناستىكا ئورۇندىشىدا دائىم تەنھەربىرىنى لەرنىڭ زوڭزىيىش ـ ئۆرە تۇرۇش ھەربىرىتلىرى ئارقىلىق دولقۇن شەكىللەندۈرۈلىدۇ (10. 7 ـ رەسىم).



10. 7 ـ رەسىم. تەنھەربىرىنى يىغىنىدا تەنھەربىرىنى چىلەرنىڭ زوڭزىيىش ـ ئۆرە تۇرۇش ھەربىرىتلىرى ئارقىلىق دولقۇننىڭ شەكىللەندۈرۈلۈشى

توغرا دولقۇن ۋە بوي دولقۇن 10. 5 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن دولقۇندا، ماددىي نۇقتا ئاستى ـ ئۈستىگە تەۋرەنگەن، دولقۇن بولسا ئوڭ تەرەپكە تارقالغان بولۇپ، ئىككىسىنىڭ يۆنىلىشى تىك بولىدۇ. ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولغان دولقۇن **توغرا دولقۇن** دەپ ئاتىلىدۇ. توغرا دولقۇندا ئۇنىڭ كۆپۈنگۈ قىسمىنىڭ ئەڭ ئېگىز نۇقتىسى **دولقۇن چوققىسى**، پېتىنغۇ قىسمىنىڭ ئەڭ تۆۋەن نۇقتىسى **دولقۇن ئويمىنى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئەمدى بىز يەنە بىر خىل دولقۇننا قاراپ باقايلى.

ئۇزۇن ھەم يۇمشاق بىر تال بۇرمىسىمان پۈرژىننىنى ۋېرتىكال كۆتۈرۈپ تۇرۇپ، قولنى تەرتىپلىك ھالدا ئاستى ـ ئۈستىگە تەۋرەتسەك (10. 8 ـ رەسىم)، پۈرژىنىدا زىچ قىسىم بەلەن شالاڭ قىسمىنىڭ بارلىققا كەلگەنلىكىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. بۇنداق زىچ قىسىم بىلەن شالاڭ قىسىملار ئارىلاپ كەلگەن ھالدا يۇقىرىدىن تۆۋەنگە تارقىلىپ، پۈرژىنىدا بىر قاتار دولقۇننى ھاسىل قىلىدۇ.

پۈرژىننىنى ئېلاستىك كۈچ بىلەن باغلىنىپ تۇرغان بىر قاتار ماددىي نۇقتىلاردىن ئىبارەت دەپ قاراشقا بولىدۇ. پۈرژىننىنى قول بىلەن تۇتۇپ تۇرۇپ ئاستى ـ ئۈستىگە تەۋرەتكەندە، كېيىنكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنى رەت بويىچە بىللە تەۋرىتىدۇ، ئەمما كېيىنكى بىر ماددىي نۇقتا ھامان ئالدىنقى بىر ماددىي نۇقتىدىن كېيىنرەك (كېچىكىپرەك) تەۋرىنىشكە باشلايدۇ. بىر گەۋدە بويىچە قارىغاندا، پۈرژىنىدا زىچ ـ شالاڭلىقى ئارىلاپ كەل-



10. 8 ـ رەسىم. بوي دولقۇننىڭ شەكىللىنىشى

گەن دولقۇننىڭ تارقىلىشى شەكىللىنىدۇ.

10. 8 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن دولقۇندا، ماددىي نۇقتا ئاستى ـ ئۈستىگە تەۋرىنىدۇ، دولقۇن بولسا تۆۋەنگە تارقىلىدۇ، ئىككىسىنىڭ يۆنىلىشى ئوخشاش بىر تۈز سىزىقتا بولىدۇ. ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشى دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش بىر تۈز سىزىقتا بولغان دولقۇن بوي دولقۇن دەپ ئاتىلىدۇ. بوي دولقۇندا ماددىي نۇقتىلارنىڭ جايلىشىشى ئەڭ زىچ بولغان جاي زىچ قىسىم، ماددىي نۇقتىلارنىڭ جايلىشىشى ئەڭ شالاڭ بولغان جاي شالاڭ قىسىم دەپ ئاتىلىدۇ.

ئاۋاز چىقارغۇچى جىسىم تەۋرەنگەندە ھاسىل بولغان ئاۋاز دولقۇنى بوي دولقۇن بولىدۇ. مەسىلەن، تەۋرىنىۋاتقان كامېرتوننىڭ ئاچمىقى بىر ياققا تەۋرەنگەندە، يېنىدىكى ھاۋانى سىقىپ، بۇ قىسىم ھاۋانى زىچلاشتۇرىدۇ. كامېرتوننىڭ ئاچمىقى يەنە بىر ياققا تەۋرەنگەندە، بۇ قىسىم ھاۋا يەنە شالاڭلىشىدۇ، زىچ ـ شالاڭلىقى ئارىلاپ كەلگەن بۇنداق ھالەت سىرتقا تارقىلىپ، ئاۋاز دولقۇنىنى ھاسىل قىلىدۇ (10. 9 ـ رەسىم). ئاۋاز دولقۇنى قۇلىقىغا تارقىلىپ كىرگەندە، قۇلاق پەردىسىنى تەۋرىتىپ، ئاۋاز تۇيغۇسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. ئاۋاز دولقۇنى ھاۋادىلا تارقىلىپ قالماي، يەنە سۇيۇقلۇق ۋە قاتتىق جىسىملاردىمۇ تارقىلالايدۇ.



10. 9 ـ رەسىم. ئاۋاز دولقۇنى

يەر تەۋرەش يۈز بەرگەندە، يەر تەۋرەش مەركىزىدىن تارقىلىپ چىققان يەر تەۋرەش دولقۇنىدا ھەم توغرا دولقۇن، ھەم بوي دولقۇن مەۋجۇت بولىدۇ.

مېخانىك دولقۇن تانا ۋە پۈرژىنىلاردىكى دولقۇنلار تانىدا ۋە پۈرژىنىدا تارقىلىدۇ، سۇ دولقۇنى سۇدا تارقىلىدۇ، ئاۋاز دولقۇنى ئادەتتە ھاۋادا تارقىلىدۇ، يەر تەۋرەش دولقۇنى يەر پوستىدا تارقىلىدۇ. تانا، پۈرژىنا، سۇ، ھاۋا، يەر پوستى قاتارلىقلار دولقۇنلارنى تارقىتىدىغان ۋاسىتىچى ماددىلار بولۇپ، مۇھىت دەپ ئاتىلىدۇ. مېخانىك تەۋرىنىش مۇھىتتا تارقىلىپ، **مېخانىك دولقۇننى** شەكىللەندۈرىدۇ.

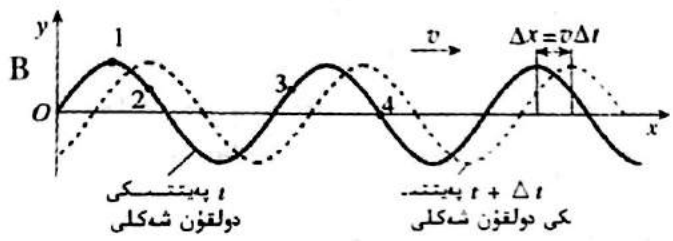
مۇھىتتا مېخانىك دولقۇن تارقالغاندا، مۇھىتتىكى ماددا دولقۇن بىلەن بىللە تارقالمايدۇ. مەسىلەن، تانا ياكى پۈرژىنىدا دولقۇن تارقالغاندا، ئۇلارنىڭ ماددىي نۇقتىلىرى تەۋرىنىش قىلىدۇ، ئەمما ماددىي نۇقتىلار دولقۇنغا ئەگىشىپ يۆتكەلمەيدۇ، تارقىلىدىغىنى پەقەت تەۋرىنىشتىن ئىبارەت بۇ ھەرىكەت شەكلىدىنلا ئىبارەت بولىدۇ.

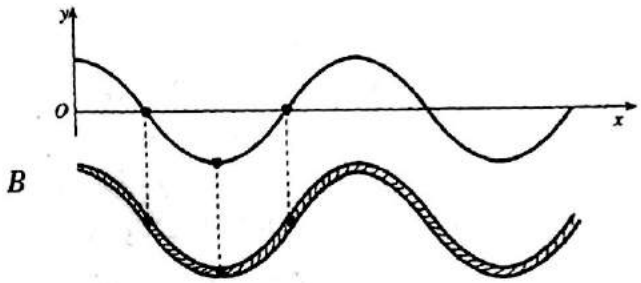
مۇھىتتا ئەسلىدە تىنچ تۇرغان ماددىي نۇقتا دولقۇننىڭ تارقىلىپ كېلىشىگە ئەگىشىپ تەۋرىنىش ھاسىل قىلىدۇ، بۇ، ئۇنىڭ ئېنېرگىيىگە ئېرىشكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. بۇ ئېنېرگىيە دولقۇن مەنبەسىدىن ئالدىنكى ماددىي نۇقتىلار ئارقىلىق رەت بويىچە تارقىلىپ كەلگەن، شۇنىڭ ئۈچۈن دولقۇن تەۋرىنىشنى تارقىتىشتىن ئىبارەت بۇ خىل ھەرىكەت شەكلى بىلەن بىر ۋاقىتتا، يەنە دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئېنېرگىيىسىنىمۇ تارقىتىدۇ. دولقۇن ئېنېرگىيە ئۇزىتىشنىڭ بىر خىل شەكلى.

دولقۇن ئېنېرگىيە ئۇزىتىپلا قالماستىن، يەنە ئۇچۇر تارقىتالايدۇ. بىز تىل ئارقىلىق ئالاقىلىشىمىز، بۇنىڭدا ئاۋاز دولقۇنى ئارقىلىق ئۇچۇر ئۇزىتىلىدۇ. رادىئو ئاڭلىتىش، تېلېۋىزىيە قاتارلىقلاردا رادىئو دولقۇنى ئارقىلىق ئۇچۇر ئۇزىتىلىدۇ، ئوپتىك كابېلدا يورۇقلۇق دولقۇنى ئارقىلىق ئۇچۇر ئۇزىتىلىدۇ.

§2 . دولقۇن گرافىكى

دولقۇن گرافىكى دولقۇننىڭ ھەربىر ئەھۋالىنى گرافىك ئارقىلىق ئىپادىلىگىلى بولىدۇ. ئابسېسسا x ئارقىلىق دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىدىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنى، ئوردىنات y ئارقىلىق مەلۇم پەيتتىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئېغىشقان يۆتكىلىشى ئىپادىلىنىدۇ ھەم توغرا دولقۇندىكى يۆتكىلىش يۆنىلىشىنىڭ يۇقىرىغا قارىتا بولغاندا مۇسبەت قىممەتلىك، يۆتكىلىش يۆنىلىشىنىڭ تۆۋەنگە قارىتا بولغاندا مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ، دەپ بەلگىلىنىدۇ. xOy كوئوردىنات تەكشىلىكىدە، ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنى x بىلەن شۇ ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئېغىشقان يۆتكىلىشى y نىڭ ھەرقايسى نۇقتىلىرى (x , y) نى سىزىپ چىقىپ، بۇ نۇقتىلارنى تۇتاشتۇرۇپ ئەگرى سىزىق ھاسىل قىلساق، مەلۇم پەيتتىكى دولقۇننىڭ گرافىكى كېلىپ چىقىدۇ (10. 10 ـ رەسىم). دولقۇن گرافىكى بەزىدە دولقۇن شەكلى رەسىمى ياكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى دەپمۇ ئاتىلىدۇ.





10. 10 ـ رەسىم. توغرا دولقۇننىڭ گرافىكى. يۆتكىلىش يۆنىلىشى يۇقىرىغا قارىتا بولغاندا مۇسبەت قىممەتلىك بولىدۇ، دەپ بەلگىلەنگەنلىكتىن، توغرا دولقۇننىڭ گرافىكى شۇ پەيتتىكى توغرا دولقۇننىڭ شەكلىگە ئوخشاپ كېتىدۇ. دولقۇننىڭ گرافىكى بەزىدە دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى دەپ ئاتىلىدۇ.

10. 11 ـ رەسىم. پەيت t ۋە پەيت $t + \Delta t$ دىكى دولقۇن گرافىكى (گرافىكتىكى 1، 2، 3، 4 قاتارلىق ھەرقايسى نۇقتىلار مۇشۇ پاراگرافتىكى «مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە» دە ئىشلىتىلىدۇ)

دولقۇن بەلگىلىك سۈرئەت v (دولقۇن تېزلىكى) بويىچە مۇھىتتا تارقىلىدۇ. بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە مەلۇم بىر دولقۇن چوققىسى ياكى دولقۇن ئويمىنى (زىچ قىسمى ياكى شالاڭ قىسمى) نىڭ ئالدىغا يۆتكەلگەن ئارىلىقى دولقۇن تېزلىكىگە تەڭ بولىدۇ. ئەگەر دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشى بىلەن دولقۇن تېزلىكى مەلۇم بولسا، مەلۇم بىر پەيتتىكى دولقۇن گرافىكىدىن خالىغان پەيتتىكى دولقۇننىڭ گرافىكىنى بىلىشكە بولىدۇ. مەسىلەن، مەلۇم پەيت t دىكى دولقۇننىڭ گرافىكى، دولقۇن گرافىكىنىڭ دولقۇننىڭ تارقىلىش يۆنىلىشى بويىچە يۆتكەلگەن بىر بۆلەك ئارىلىقى $\Delta x = v\Delta t$ مەلۇم بولسا، پەيت $t + \Delta t$ دىكى دولقۇن گرافىكىغا ئېرىشكىلى بولىدۇ (10. 11 ـ رەسىم). شۇنداق قىلىپ، تەسۋىرلىمىز بويىچە دولقۇن گرافىكىنى ھەربىر تەلەندۈرۈپ، دولقۇننىڭ تارقىلىش ئەھۋالىنى شەكىللەندۈرۈشكە بولىدۇ.

10. 11 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى سىنۇس ئەگرى سىزىقى بولۇپ، ئۇ ئىپادىلىگەن دولقۇن **ئاددىي گارمونىك دولقۇن** دەپ ئاتىلىدۇ. دولقۇن مەنبەسى ئاددىي گارمونىك ھەربىر قىلغاندا، مۇھىتنىڭ ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلىرى بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئاددىي گارمونىك ھەربىر قىلىدۇ، بۇنىڭدىن ھاسىل بولغان دولقۇن ئاددىي گارمونىك دولقۇن بولىدۇ. ئاددىي گارمونىك دولقۇن ئەڭ ئاساسىي، ئەڭ ئاددىي بولغان بىر خىل دولقۇن بولۇپ، باشقا دولقۇنلارنى بىرقانچە ئاددىي گارمونىك دولقۇننىڭ قوشۇلۇشىدىن ئىبارەت دەپ قاراشقا بولىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

10. 11 ـ رەسىمدىكى ۋاقىت Δt نى ناھايىتى قىسقا دەپ پەرەز قىلىپ، رەسىمدىكى ئىككى تال دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقىغا ئاساسەن، ۋېرتىكال يۆنىلىشىنى بويلاپ ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلغان ماددىي نۇقتا 1، 2، 3، 4 لەرنىڭ پەيت t دىكى تېزلىك يۆنىلىشىگە ھۆكۈم قىلىڭ.

1 ـ مەشىق

(1) 10. 12 ـ رەسىم بولسا بىر قاتار ئاددىي گارمونىك دولقۇننىڭ مەلۇم بىر پەيت t دىكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت. دولقۇن تېزلىكى 0.5m/s، دولقۇن x ئوقىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ تارقىلىدىغانلىقى بېرىلگەن.

① 1s ۋە 4s ئۆتكەندىن كېيىنكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقلىرىنى سىزىپ چىقىڭ.

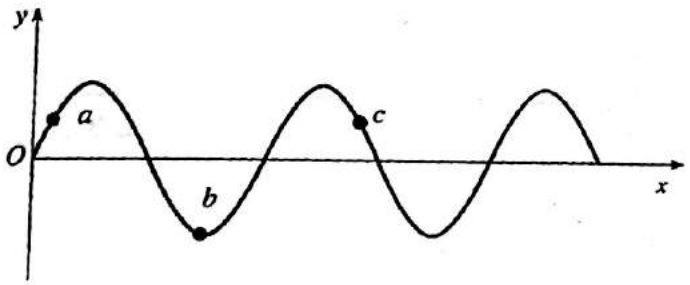
② t پەيتتە، ماددىي نۇقتا A بىلەن B نىڭ تېزلىك يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(2) يۇقىرىقى مەسىلىدە، ئەگەر دولقۇن x ئوقىنىڭ تەتۈر يۆنىلىشىنى بويلاپ تارقالغان بولسا، ئۇ ھالدا

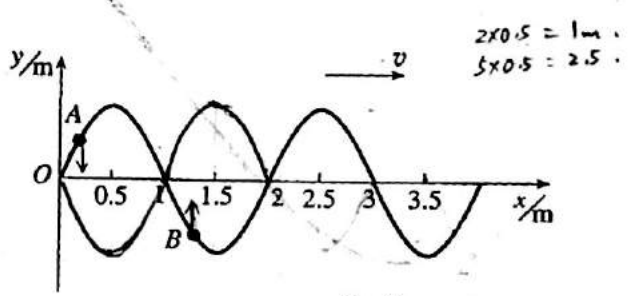
① 2s ۋە 5s ئۆتكەندىن كېيىنكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقلىرىنى سىزىپ چىقىڭ.

② t پەيتتە، ماددىي نۇقتا A ۋە B نىڭ تېزلىك يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(3) 10. 13 ـ رەسىم بولسا بىر قاتار ئاددىي گارمونىك دولقۇننىڭ مەلۇم پەيتتىكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى بېرىلگەن.



10. 13 ـ رەسىم



10. 12 ـ رەسىم

① ئەگەر دولقۇن x ئوقىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ تارقالسا، رەسىمدە ئىپادىلەنگەن a، b، c دىن ئىبارەت ئۇچ ماددىي نۇقتىنىڭ قايسىسى تەڭپۇڭلۇق ئورنىغا ئەڭ بالدۇر قايتىپ كېلىدۇ؟ 3 2 1

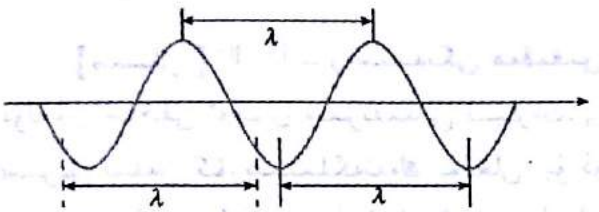
② ئەگەر دولقۇن x ئوقىنىڭ تەتۈر يۆنىلىشىنى بويلاپ تارقالسا، رەسىمدە ئىپادىلەنگەن a، b، c دىن ئىبارەت ئۇچ ماددىي نۇقتىنىڭ قايسىسى تەڭپۇڭلۇق ئورۇنغا ئەڭ بالدۇر قايتىپ كېلىدۇ؟ 1 2 3

§3 . دولقۇن ئۇزۇنلۇقى، چاستوتا ۋە دولقۇن تېزلىكى

10. 5 ـ رەسىمدىكى ماددىي نۇقتا 1 دىن چىققان تەۋرىنىش ماددىي نۇقتا 13 كە يېتىپ كېلىپ، ماددىي نۇقتا 13 نى تەۋرىتىشكە باشلىغاندا، ماددىي نۇقتا 1 بىر قېتىملىق تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملايدۇ، شۇنىڭ بىلەن بۇ ئىككى ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش قەدىمى پۈتۈنلەي بىردەك بولىدۇ، يەنى بۇ ئىككى ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش جەريانىدىكى ھەرقانداق پەيتتە تەڭپۇڭلۇق ئورۇنغا نىسبەتەن يۆتكىلىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ھامان

ئۆزئارا تەك ھەم ئوخشاش بولىدۇ. ئوخشاشلا، ماددىي نۇقتا 2 بىلەن 14، ماددىي نۇقتا 3 بىلەن 15 قاتارلىقلارنىڭمۇ تەۋرىنىش جەريانىدىكى خالىغان پەيتتە تەڭپۇڭلۇق ئورۇنغا نىسبەتەن يۆتكىلىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ھامان ئۆزئارا تەك ھەم ئوخشاش بولىدۇ.

دولقۇندا تەڭپۇڭلۇق ئورۇنغا نىسبەتەن يۆتكىلىشى ھامان ئۆزئارا تەك بولىدىغان قوشنا ئىككى ماددىي نۇقتا ئارىسىدىكى ئارىلىق دولقۇن ئۇزۇنلۇقى دەپ ئاتىلىدۇ. دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئادەتتە λ بىلەن ئىپادىلىنىدۇ (10. 14 ـ رەسىم).



10. 14 ـ رەسىم

توغرا دولقۇندا، ئۆزئارا قوشنا ئىككى دولقۇن چوققىسى (ياكى ئۆزئارا قوشنا ئىككى دولقۇن ئويمىنى) ئارىسىدىكى ئارىلىق دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ بولىدۇ. بوي دولقۇندا، ئۆزئارا قوشنا ئىككى زىچ قىسىم (ياكى ئۆزئارا قوشنا ئىككى شالاڭ قىسىم) ئارىسىدىكى ئارىلىق دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ بولىدۇ.

دولقۇندا، ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەۋرىنىش دەۋرى (ياكى چاستوتىسى) ئوخشاش بولۇپ، ئۇلارنىڭ ھەممىسى دولقۇن مەنبەسىنىڭ تەۋرىنىش دەۋرى (ياكى چاستوتىسى) غا تەڭ بولىدۇ، بۇ دەۋر (ياكى چاستوتا) مۇ دولقۇننىڭ دەۋرى (ياكى چاستوتىسى) دەپ ئاتىلىدۇ. 10. 5 ـ رەسىمدىكى ماددىي نۇقتا 1 دىن چىققان تەۋرىنىش بىر دەۋر ئۆتۈپ ماددىي نۇقتا 13 كە كەلگەن، يەنى بىر دەۋر T ئۆتكەندە، تەۋرىنىشنىڭ مۇھىتتىكى تارقىلىش ئارىلىقى بىر دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ غا تەڭ بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن دولقۇن تېزلىكى مۇنداق بولىدۇ:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

دەۋر T بىلەن چاستوتا f ئۆزئارا ئەكس سان (يەنى $f = 1 / T$) بولغانلىقتىن، يۇقىرىقى فورمۇلىنى تۆۋەندىكىدەك يېزىشقا بولىدۇ:

$$v = \lambda f$$

بۇ فورمۇلا شۇنى ئىپادىلەيدۇكى: **دولقۇن تېزلىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن چاستوتىنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ.** بۇ مۇناسىۋەت گەرچە مېخانىك دولقۇنلاردىن كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان بولسىمۇ، لېكىن ئۇ بىزنىڭ بۇنىڭدىن كېيىن ئۆگىنىدىغان ئېلېكترومagnىت دولقۇنى بىلەن يورۇقلۇق دولقۇنىغىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ.

ئويلاپ كۆرۈڭ، نېمە ئۈچۈن «ھامان ئۆزئارا تەك» ۋە «قوشنا» ئىكەنلىكى تەكىتلىنىدۇ؟

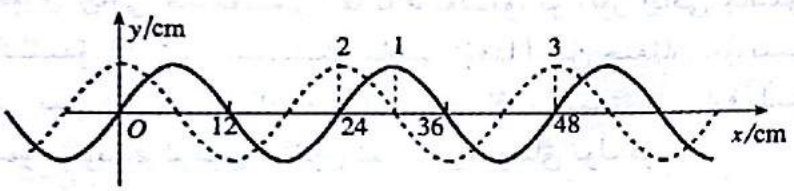
مېخانىك دولقۇننىڭ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى مۇھىتنىڭ ئۆز خۇسۇسىيىتى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ، ئوخشاش بولمىغان مۇھىتلاردىكى دولقۇن تېزلىكى ئوخشاش بولمايدۇ. تۆۋەندىكى جەدۋەلدە 0℃ تىكى ئاۋاز دولقۇننىڭ بىرنەچچە خىل مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى بېرىلدى. ئاۋاز تېزلىكى يەنە تېمپېراتۇرىغىمۇ مۇناسىۋەتلىك، مەسىلەن، 20℃ تىكى ھاۋادىكى ئاۋاز تېزلىكى 344m / s بولۇپ، 0℃ تىكىدىن چوڭراق بولىدۇ.

0℃ تىكى بىرنەچچە خىل مۇھىتتىكى ئاۋاز تېزلىكى($v/m.s^{-1}$)			
ھاۋا	332	ئەينەك	6000 ~ 5000
سۇ	1450	قارىغاي	3320
مىس	3800	يۇمشاق ياغاچ	530 ~ 430
تۆمۈر	4900	كاۋچۇك	50 ~ 30

[مىسال] 10. 15 ـ رەسىمدىكى ھەقىقىي سىزىق بىر قاتار ئاددىي گارمونىك دولقۇننىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت. 0. 5s ئۆتكەندىن كېيىن، ئۇنىڭ دولقۇن شەكلى رەسىمدىكى ئۆزۈك سىزىق بىلەن كۆرسىتىلگەندەك بولغان. بۇ دولقۇننىڭ دەۋرى T بولسا 0. 5s تىن چوڭ دەپ پەرەز قىلىمىز.

① ***ئەگەر*** دولقۇن سولغا تارقالغان بولسا، دولقۇن تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟ دولقۇننىڭ دەۋرىچۇ؟

② ***ئەگەر*** دولقۇن ئوڭغا تارقالغان بولسا، دولقۇن تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟ دولقۇننىڭ دەۋرىچۇ؟



10. 15 ـ رەسىم

تەھلىل بۇ بىر قاتار دولقۇننىڭ دەۋرى 0. 5s تىن چوڭ، شۇنىڭ ئۈچۈن 0. 5s ئۆتكەندە، بۇ قاتار دولقۇننىڭ تارقىلىش ئارلىقى بىر دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ دىن چوڭ بولۇشى مۇمكىن ئەمەس. دولقۇن سولغا تارقالغاندا، رەسىمدىكى دولقۇن چوققىسى 1 پەقەت دولقۇن چوققىسى 2 گىلا يېتىپ بارالايدۇ، سول تەرەپتىكى تېخىمۇ يىراق دولقۇن چوققىسىغا يېتىپ بارالمايدۇ. دولقۇن ئوڭغا تارقالغاندا، رەسىمدىكى دولقۇن چوققىسى 1 پەقەت دولقۇن چوققىسى 3 گىلا يېتىپ بارالايدۇ، ئوڭ تەرەپتىكى تېخىمۇ يىراقتىكى دولقۇن چوققىسىغا يېتىپ بارالمايدۇ. تارقىلىش ۋاقتى $t = 0. 5s$ بېرىلگەن، رەسىمدىن دولقۇننىڭ تارقىلىش ئارلىقى s نى بىلگىلى بولىدۇ، فورمۇلا $v = s / t$ دىن دولقۇن تېزلىكى v نى تېپىشقا بولىدۇ. رەسىمدىن دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ نى بىلىشكە، فورمۇلا $v = \lambda / T$ دىن دەۋر T نى تېپىشقا بولىدۇ.

يېشىش ① ***ئەگەر*** دولقۇن سولغا تارقالغان بولسا، 10. 15 ـ رەسىمدىن ئۇزۇك سىزىق ئىپادىلىگەن دولقۇن شەكلى ھەقىقىي سىزىق ئىپادىلىگەن دولقۇن شەكلىنىڭ سولغا 6cm (4 / 1 دولقۇن ئۇزۇنلۇقى) سۈرۈلگەنلىكىگە تەڭداش بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. بۇنىڭدىن دولقۇن تېزلىكى

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0. 06}{0. 5}\ \mathrm{m/s} = 0. 12\mathrm{m/s}$$

دولقۇننىڭ دەۋرى

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0. 24}{0. 12}\ \mathrm{s} = 2. 00\mathrm{s}$$

② ئەگەر دولقۇن ئوڭغا تارقالغان بولسا، 10. 15 ـ رەسىمدىن ئۇزۇك سىزىق ئىپادىلىگەن دولقۇن شەكلى ھەـ قىقىي سىزىق ئىپادىلىگەن دولقۇن شەكلىنىڭ ئوڭغا 18cm (4 / 3 دولقۇن ئۇزۇنلۇقى) سۇرۇلگەنلىكىگە تەڭداش بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. بۇنىڭدىن دولقۇن تېزلىكى

$$v=\frac{s}{t}=\frac{0.18}{0.5}\ \mathrm{m/s}=0.36\mathrm{m/s}$$

دولقۇننىڭ دەۋرى

$$T=\frac{\lambda}{v}=\frac{0.24}{0.36}\ \mathrm{s}=0.67\mathrm{s}$$

بولىدىغانلىقىنى تېپىشقا بولىدۇ.

ئاددىي گارمونىك دولقۇندا، دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى بىلەن ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنىڭ ھەممىسى سىنۇس ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت، ئەمما ئۇلارنىڭ مەنىسى ئوخشىمايدۇ. دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى مۇھىتتىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى يۆتكىلىشىنى ئىپادىلەيدۇ، تەۋرىنىش گرافىكى مۇھىتتىكى مەلۇم بىر ماددىي نۇقتىنىڭ ھەرقايسى پەيتلەردىكى يۆتكىلىشىنى ئىپادىلەيدۇ.

تەۋرىنىش گرافىكىدا، ئەگرى سىزىقتىكى قوشنا ئىككى ئەڭ چوڭ قىممەت ئارىسىدىكى ئارىلىق دەۋر T غا تەڭ بولۇپ، ۋاقىتنىڭ دەۋرىيلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقىدا، ئەگرى سىزىقتىكى قوشنا ئىككى ئەڭ چوڭ قىممەت ئارىسىدىكى ئارىلىق دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ غا تەڭ بولۇپ، بوشلۇقنىڭ دەۋرىيلىكىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ.

2 ـ مەشىق

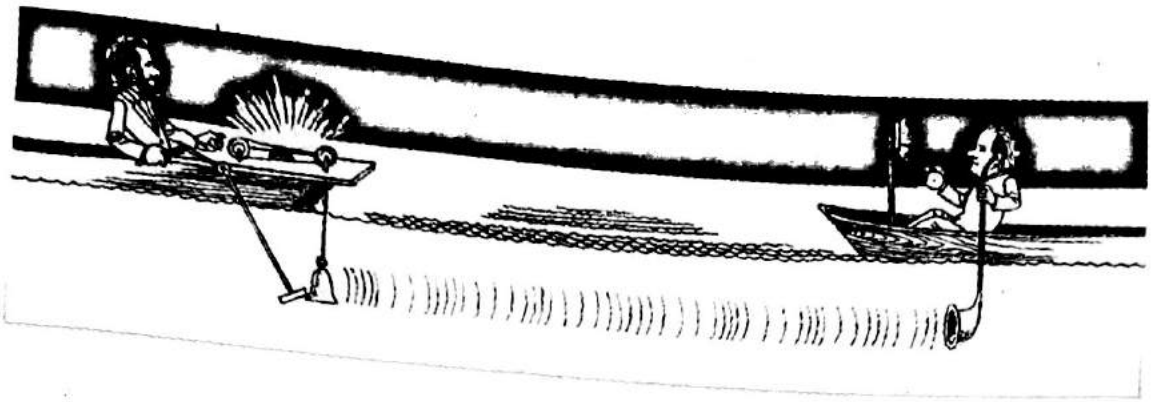
(1) بويى ئېگىز بىر ئادەم بىلەن بويى پاكار بىر ئادەم يانداشىپ ماڭغاندا، قايسىسىنىڭ ئىككى پۇتىنىڭ ئالدى ـ كەينىگە ئالمىشىشى (نۆۋەتلىشىشى) تېخىمۇ تېز بولىدۇ؟ ئەگەر ئۇلارنى ئىككى قاتار دولقۇنغا سېلىشتۇرغاندا، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى، چاستوتىسى ۋە دولقۇن تېزلىكىنى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا نېمىلەرگە ئوخشاتقىلى بولىدۇ؟

(2) 100 مېتىرغا يۈگۈرۈش مۇسابىقىسىدە، ئاخىرقى نۆۋەتتىدا تۇرغان ۋاقىت خاتىرىلىگۈچى، ئەگەر سىگنال ئاۋازىنى ئاڭلىغاندا ئاندىن ۋاقىت خاتىرىلىسە، ئۇ خاتىرىلىگەن نەتىجىدە قانچىلىك خاتالىق پەرقى بولىدۇ؟ (شۇ چاغدىكى ھاۋادىكى ئاۋاز تېزلىكى 340m / s)

(3) ئاۋازنىڭ سۇدىكى تارقىلىش تېزلىكىنى ئۆلچەش تۇنجى قېتىم 1827 ـ يىلى جەنۇبىي كۆلدە ئېلىپ بېرىلغان. بۇ چاغدىكى ئىككى كېمىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 14km بولۇپ، بىر كېمىدىكى تەجرىبە ئىشلىگۈچى سۇغا بىر قوڭغۇراقنى قويغان. بۇ كىشى قوڭغۇراقنى ئۇرغان چاغدا، بۇنىڭ بىلەن تەڭلا كېمىدىكى پوروخ يېنىپ يورۇقلۇق چىقارغان؛ يەنە بىر كېمىدىكى تەجرىبە ئىشلىگۈچى سۇ ئىچىگە تىڭشىغۇچ (ئاۋدفون) سالغان بولۇپ (10. 17 ـ رەسىم)، ئۇ پوروخ يانغاندا چىققان يورۇقلۇقنى كۆرۈپ 10s تىن كېيىن سۇ ئاستىدىكى قوڭغۇراق ئاۋازىنى ئاڭلىغان. سۇدىكى ئاۋاز تېزلىكىنىڭ قانچىلىك ئىكەنلىكىنى ھېسابلاڭ.

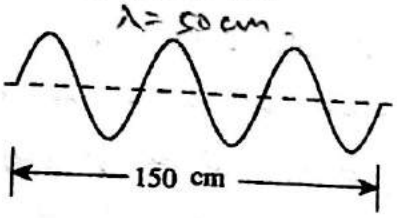


10. 16 ـ رەسىم



10. 17 ـ رەسىم

(4) ئارغامچىنىڭ بىر ئۇچىدىن تۇتۇپ سىلكىپ، سىكۇنتىغا ئىككى قېتىم تولۇق تەۋرىنىش قىلدۇرغاندا، 10. 18 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك توغرا دولقۇن ھاسىل بولغان بولسا، ئارغامچىدىكى توغرا دولقۇننىڭ چاستوتىسى، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ۋە دولقۇن تېزلىكىنى تېپىڭ.



10. 18 ـ رەسىم

(5) سىكۇنتىغا 100 قېتىم تولۇق تەۋرىنىدىغان دولقۇن مەنبەسىدىن ھاسىل بولغان دولقۇننىڭ تېزلىكى 10m / s بولسا، دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچىلىك بولىدۇ؟

(6) بىر بېلىقچىلار كېمىسى دېڭىز بويىدا توختىتىپ قويۇلغان. ئەگەر دېڭىز دولقۇننىڭ قوشنا ئىككى دولقۇن چوققىسىنىڭ ئارىلىقى 6m ، دېڭىز دولقۇننىڭ تېزلىكى 15m / s بولسا، كېمىنىڭ چايقىلىش دەۋرى قانچىلىك بولىدۇ؟

§4 . دولقۇننىڭ دىفراكسىيىسى

سۇ قاچىسىدىكى سۇ دولقۇنى توسقۇچ تاختىغا يولۇقسا، ئۇنىڭدىن قايتىدۇ. ئەگەر توسقۇچ تاختىنىڭ ئورنىغا چوڭلۇقى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىنمۇ كىچىك بولغان بىر توسالغۇ جىسمىنى ئالماشتۇرساق، سۇ دولقۇنى بۇ توسالغۇ جىسمىنى ئايلىنىپ ئۆتۈپ داۋاملىق تارقىلىدۇ. مەيلى شامالىلار كەلتۈرۈپ چىقارغان كۆلچەكتىكى سۇ دولقۇنى سۇ يۈزىگە چىقىپ تۇرغان كىچىك تاش ياكى قومۇشقا يولۇقسا، خۇددى ئۇلار مەۋجۇت ئەمەستەك، ئۇلارنى ئايلىنىپ ئۆتۈپ داۋاملىق تارقىلىدۇ. دولقۇننىڭ ئىلگىرىلەش يۆنىلىشىگە تۆشۈكى بار بىر ئېكرانىنى قويساق، دولقۇننىڭ ئېكرانىنىڭ كەينىگە ئايلىنىپ ئۆتۈپ داۋاملىق تارقالغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.

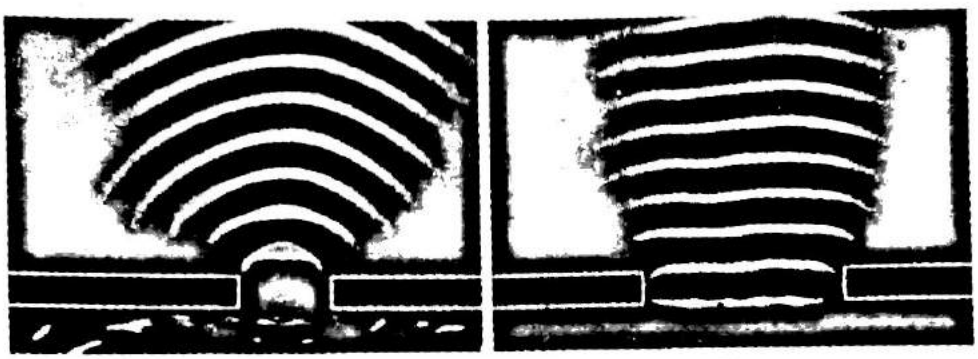
دولقۇننىڭ توسالغۇ جىسمىنى ئايلىنىپ ئۆتۈپ داۋاملىق تارقىلىش ھادىسىسى دولقۇننىڭ دىفراكسىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئەمدى قانداق ئەھۋالدا دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدىغانلىقىنى تەجرىبە ئارقىلىق مۇھاكىمە قىلىمىز.

سۇ دولقۇنى قاچىسىغا ئىككى پارچە توسۇق ناختا قويۇپ، ئارىلىقىغا تار يوچۇق قالدۇرۇپ، سۇ دولقۇنىنىڭ تار يوچۇقتىن ئۆتكەندىن كېيىن قانداق تارقىلىدىغانلىقىنى كۆزىتىمىز.

سۇ دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتمەي، تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكىنى ئۆزگەرتىپ، دولقۇنىنىڭ تارقىلىش ئەھۋالىدا قانداق ئۆزگىرىش بولىدىغانلىقىنى كۆزىتىمىز.

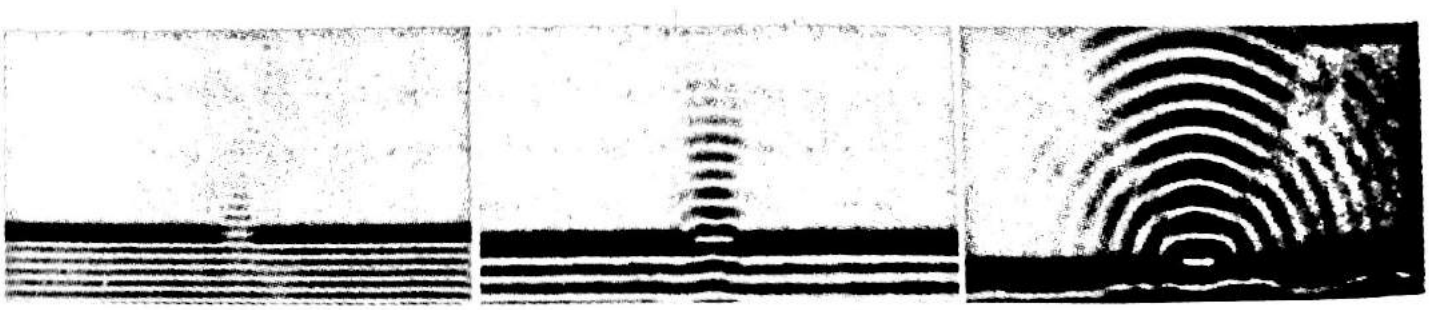
شۇنى كۆرەلەيمىزكى، تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن ئانچە پەرقلەنمىگەن ئەھۋالدا، كۆرۈنەرلىك دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىپ، سۇ دولقۇنى توسۇق تاختىنىڭ كەينىگە ئايلىنىپ ئۆتۈپ ئۇزلۇكسىز تارقىلىدۇ (10. 19 ـ رەسىم A)؛ تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ چوڭ بولغان ئەھۋالدا، دولقۇنىنىڭ توسۇق تاختىنىڭ كەينىدە تارقىلىشى نۇرنىڭ تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىشىغا ئوخشاش بولۇپ، توسۇق تاختىنىڭ كەينىدە «سايەرايون» قالدۇرىدۇ (10. 19 ـ رەسىم B).



A B

10. 19 ـ رەسىم. دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولغان سۇ دولقۇنلىرىنىڭ كەڭلىكى ئوخشاش بولمىغان تار يوچۇقلاردىن ئۆتۈشى

تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكىنى ئۆزگەرتمەي، سۇ دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتىپ، سۇ دولقۇنىنىڭ تارقىلىش ئەھۋالىدا قانداق ئۆزگىرىش بولىدىغانلىقىنى كۆزىتىمىز. 10. 20 ـ رەسىم تەجرىبىدە تارتىلغان سۈرەت بولۇپ، سۈرەت A دىكى دولقۇنىنىڭ ئۇزۇنلۇقى تار يوچۇق كەڭلىكىنىڭ 10 / 3 ى، سۈرەت B دىكى دولقۇنىنىڭ ئۇزۇنلۇقى تار يوچۇق كەڭلىكىنىڭ 10 / 5 ى، سۈرەت C دىكى دولقۇنىنىڭ ئۇزۇنلۇقى تار يوچۇق كەڭلىكىنىڭ 10 / 7 سى بولىدۇ، بۇ ئۇچ پارچە سۈرەتنى سېلىشتۇرۇش ئارقىلىق شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى بىلەن دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ كەڭلىكى ئانچە چوڭ پەرقلەنمىگەندە، كۆرۈنەرلىك دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ؛ تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن قانچە چوڭ بولسا، دىفراكسىيە ھادىسىسى شۇنچە ئاجىزلىشىدۇ. شۇنى مۆلچەرلەشكە بولىدۇكى، تار يوچۇقنىڭ كەڭلىكى بىلەن دولقۇن ئۇزۇنلۇقىنىڭ پەرقى سىنتايىن چوڭ بولغاندا، سۇ دولقۇنى تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىپ، دىفراكسىيە ھادىسىسىنى كۆزەتكىلى بولمايدۇ.



A B C

10. 20 ـ رەسىم. دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولمىغان سۇ دولقۇنلىرىنىڭ كەڭلىكى ئوخشاش بولغان تار يوچۇقلاردىن ئۆتۈشى

تەجرىبىلەر شۇنى ئىپادىلەيدۇكى، پەقەت يوچۇق، تۆشۈكنىڭ كەڭلىكى ياكى توسالغۇ جىسمىنىڭ ئۇلچىمى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن ئانچە پەرقلەنمىگەندە ياكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىنمۇ كۆپ كىچىك بولغاندا، ئاندىن روشەن دىفراكسىيە ھادىسىسىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ.

سۇ دولقۇنىدىلا دىفراكسىيە يۈز بېرىپ قالماستىن، ئاۋاز دولقۇنىدىمۇ دىفراكسىيە يۈز بېرىدۇ. ئاۋازلا ئاڭلىنىپ ئۈزى كۆرۈنمەسلىك — بۇ دائىم ئۇچراپ تۇرىدىغان بىر ھادىسە. ئاۋاز دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى $1.7\text{cm} \sim 17\text{m}$ ئارىلىقىدا بولغاندا، ئۇنى ئادەتتىكى توسالغۇ جىسىملارنىڭ چوڭلۇقى بىلەن سېلىشتۇرغىلى بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئاۋاز دولقۇنى توسالغۇ جىسمىنى ئايلىنىپ ئۆتۈپ كېتىدۇ ـ دە، بىز توسالغۇ جىسمىنىڭ يەنە بىر تەرىپىدىكى ئاۋازنى ئاڭلىيالايمىز. كېيىن يورۇقلۇقنىڭمۇ بىر خىل دولقۇن ئىكەنلىكىنى ئۆگىنىمىز. يورۇقلۇق دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى تەخمىنەن $0.4\mu\text{m} \sim 0.8\mu\text{m}$ دائىرىسى ئىچىدە بولۇپ، ئادەتتىكى توسالغۇ جىسىملارنىڭ ئۆلچىمىدىن ئىنتايىن كىچىك بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئادەتتىكى ئەھۋالدا يورۇقلۇقنىڭ دىفراكسىيىسىنى كۆرگىلى بولمايدۇ ـ دە، يورۇقلۇق تۈز سىزىق بويلاپ تارقىلىدۇ.

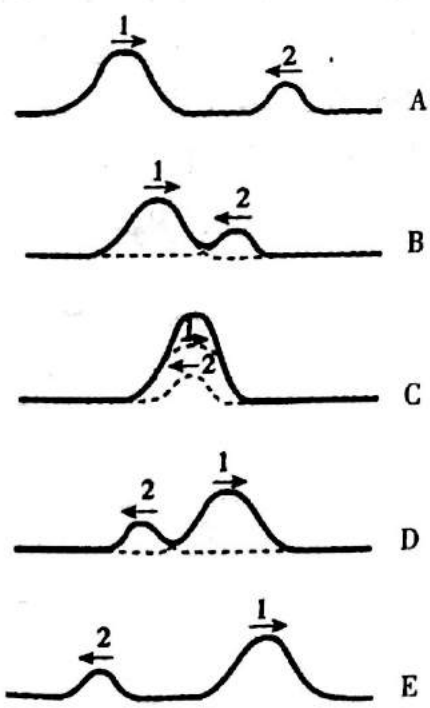
بارلىق دولقۇنلارنىڭ ھەممىسىدە دىفراكسىيە يۈز بېرىدۇ. دىفراكسىيە دولقۇنلارغا خاس ھادىسىدىن ئىبارەت.

§5 . دولقۇنلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى

دولقۇنلارنىڭ قاتلىنىشى كۆپ ھاللاردا بىرنەچچە قاتار دولقۇن بىرلا ۋاقىتتا تارقىلىدۇ. مەسىلەن، ئىككى تال تاشنى سۇ كۆلچىكىدىكى ئوخشىمىغان جايغا تاشلىغاندا، سۇ يۈزىدە ئىككى قاتار دولقۇن تارقىلىدۇ. ئىككى قاتار دولقۇن ئۇچراشقاندا، خۇددى ئىككى شارچە ئۆزئارا سوقۇلغاندىكىگە ئوخشاش، ئەسلىدىكى ھەرىكەت ھالىتىنى ئۆزگەرتەمدۇ؟

تەجرىبە

بىر تال گورىزونتال ئۇزۇن تاننىڭ ئىككى ئۇچىنى ئايرىم ـ ئايرىم يۇقىرىغا سىلكىسەك، ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا 1 بىلەن 2 دىن ئىبارەت ئىككى كۆپۈنگۈ ھالەت تاندا تارقىلىدۇ (10. 21 ـ رەسىم A). شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئىككى قاتار دولقۇن ئۇچراشقاندىن كېيىن، بىر ـ بىرىدىن ئۆتۈشۈپ ئۇزلۇكسىز تارقىلىدۇ، دولقۇننىڭ شەكلى ۋە تارقىلىش ئەھۋالىمۇ ئۇچرىشىشتىن ئىلگىرىدىكىگە ئوخشاش بولىدۇ (10. 21 ـ رەسىم E)، يەنى ئۇلار ئۆزئارا ئۇچراشقاندىن كېيىن، ئۆزلىرىنىڭ ھەرىكەت ھالىتىنى ساقلاپ، بىر ـ بىرىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىمايدۇ. ئۆزئارا ئۇچراشقان ئىككى قاتار سۇ دولقۇننىنى تەپسىلىي كۆزەتسەكمۇ شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئىككى قاتار سۇ دولقۇنى ئۆزئارا ئۇچراشقاندىن كېيىن بىر ـ بىرىنى تېشىپ ئۆتۈپ، بۇ خۇددى يەنە بىر قاتار سۇ دولقۇن بىلەن ئۇچراشمىغاندەك، يەنىلا ھەرقايسىسى ئۆزلىرىنىڭ ھەرىكەت ھالىتىنى ساقلاپ ئۇزلۇكسىز تارقىلىدۇ.



10. 21 ـ رەسىم. دولقۇنلارنىڭ قاتلىنىشى

تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، بىرنەچچە قاتار دولقۇن ئۇچراشقاندا ھەرقايسىسى ئۆزلىرىنىڭ ھەرىكەت ھالىتىنى ساقلاپ ئۆزلۈكسىز تارقىلىدۇ، ئۇلار قاتلانغان (قوشۇلغان) دائىرىدە، مۇھىتتىكى ماددىي نۇقتىلار بىرلا ۋاقىتتا بۇ بىرنەچچە قاتار دولقۇن كەلتۈرۈپ چىقارغان تەۋرىنىشلەرگە قاتنىشىدۇ، ماددىي نۇقتىلارنىڭ يۆتكىلىشى بۇ بىرنەچچە قاتار دولقۇننىڭ يەككە ـ يەككە تارقالغاندا كېلىپ چىققان يۆتكىلىشلەر ۋېكتورلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ (10. 21 ـ رەسىم C).

دولقۇنلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى ئوخشاش ئىككى قاتار دولقۇن ئۆزئارا ئۇچراشقاندا، ئۇلار قاتلانغان دائىرىدە قانداق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ ئالدى بىلەن قانداق ھادىسە يۈز بەرگەنلىكىنى كۆزىتىپ، ئاندىن چۈشەندۈرۈپ ئۆتىمىز.

تەجرىبە

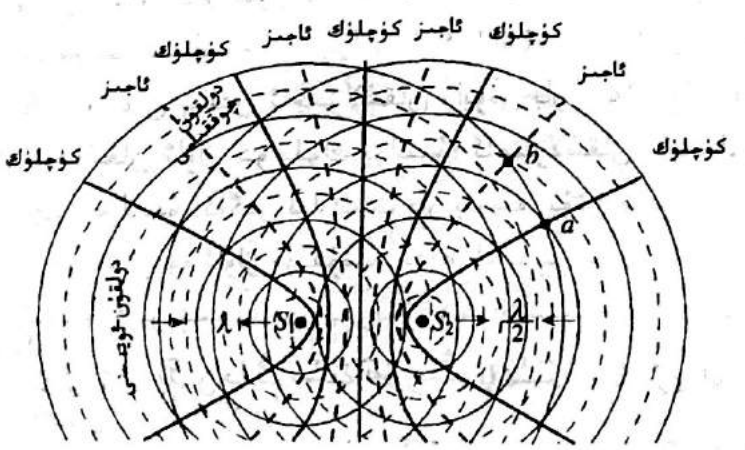
ئىككى تال مېتال سىمنى ئوخشاش بىر تەۋرەنگۈچى پلاستىنكىغا مۇقىملاشتۇرۇپ، تەۋرەنگۈچى پلاستىنكىنى تەۋرەتكەندە، ئىككى تال مېتال سىم دەۋرىي ھالدا سۇ يۈزىگە تېگىپ، ئىككى دولقۇن مەنبەسىنى شەكىللەندۈرىدۇ. بۇ ئىككى دولقۇن مەنبەسىنىڭ تەۋرىنىش چاستوتىسى بىلەن تەۋرىنىش قەدىمى ئوخشاش بولغاچقا، ئۇلار چىقارغان دولقۇنلار چاستوتىلىرى ئوخشاش بولغان دولقۇنلاردىن ئىبارەت بولىدۇ.

بۇ ئىككى قاتار دولقۇن ئۆزئارا ئۇچراشقاندىن كېيىن، ئۇلار قاتلانغان دائىرىدە 10. 22 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك شەكىل ھاسىل بولىدۇ. تەۋرىنىۋاتقان سۇ يۈزىدە ئىككى دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئوتتۇرىسىدىن كېچىپ چىققان سەپ ـ سەپ نىسپىي تىنچ دائىرىلەر بىلەن جىددىي تەۋرەنگەن دائىرىلەر بارلىققا كېلىدۇ، بۇ ئىككى خىل دائىرىنىڭ سۇ يۈزىدىكى ئورنى مۇقىم، شۇنداقلا بىر ـ بىرىدىن ئايرىلىپ تۇرغان بولىدۇ.

يۇقىرىدا كۆزىتىلگەن ھادىسىلەرنى قانداق چۈشەندۈرۈش كېرەك؟ 10. 23 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، مەركەزداش ئىككى گۈرۈپپا چەمبەرلەر ئارقىلىق دولقۇن مەنبەلىرىدىن چىققان ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن فرونتىنى ئىپادىلەيمىز. تۇتۇق ھەقىقىي سىزىقلار دولقۇن چوققىلىرىنى، تۇتۇق ئۆزۈك سىزىقلار دولقۇن ئويمانلىرىنى ئىپادىلەيدۇ. ھەقىقىي سىزىقلار بىلەن ئۆزۈك سىزىقلار ئارىسىدىكى ئارىلىق يېرىم دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ، ھەقىقىي سىزىق بىلەن ھەقىقىي سىزىق، ئۆزۈك سىزىق بىلەن ئۆزۈك سىزىقلار ئارىسىدىكى ئارىلىق بىر دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ بولىدۇ.



10. 22 ـ رەسىم. سۇ دولقۇنلىرىنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە شەكلى



10. 23 ـ رەسىم. دولقۇنلار ئىنتېرفېرېنسىيىسىنىڭ سخېمىسى

ئەگەر مەلۇم بىر پەيتتە، سۇ يۇزىدىكى مەلۇم بىر نۇقتا (رەسىمدىكى a نۇقتا) دا ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى بىلەن دولقۇن چوققىسى ئۇزۇتارا ئۇچرىشىدۇ، يەنىم دەۋر ئۆتكەندىن كېيىن ئۆزگىرىپ دولقۇن ئويمىنى بىلەن دولقۇن ئويمىنى ئۇچرىشىدۇ. دولقۇن چوققىسى بىلەن دولقۇن چوققىسى ئۇچراشقاندا، ماددىي نۇقتىنىڭ يۆتكىلىشى ئەڭ چوڭ بولۇپ، ئىككى قاتار دولقۇننىڭ ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ؛ دولقۇن ئويمىنى بىلەن دولقۇن ئويمىنى ئۇچراشقاندىمۇ ماددىي نۇقتىنىڭ يۆتكىلىشى ئەڭ چوڭ، يەنى ئىككى قاتار دولقۇن ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ. بۇ بىر نۇقتىدا ئىككى قاتار دولقۇن كەلتۈرۈپ چىقارغان تەۋرىنىش باشتىن - ئاخىر كۈچىيىپ بارىدۇ - دە، ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىشى ئەڭ جىددىي بولۇپ، تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسى ئىككى قاتار دولقۇننىڭ ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ.

ئەگەر مەلۇم بىر پەيتتە، سۇ يۇزىدىكى مەلۇم بىر نۇقتا (رەسىمدىكى b نۇقتا) دا ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىسى بىلەن دولقۇن ئويمىنى ئۇچرىشىدۇ، يەنىم دەۋر ئۆتكەندە ئۆزگىرىپ دولقۇن ئويمىنى بىلەن دولقۇن چوققىسى ئۇچرىشىدۇ. بۇ بىر نۇقتىدا ئىككى قاتار دولقۇن كەلتۈرۈپ چىقارغان تەۋرىنىش باشتىن - ئاخىر ئاجىزلىشىدۇ - دە، ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى ئىككى قاتار دولقۇننىڭ ئامپلىتۇدىلىرىنىڭ ئايرىمىسىغا تەڭ بولىدۇ. ئەگەر ئىككى قاتار دولقۇننىڭ ئامپلىتۇدىلىرى ئوخشاش بولسا، ماددىي نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى نۆلگە تەڭ بولۇپ، سۇ يۇزى تىنچ تۇرىدۇ.

10. 23 - رەسىمدىكى ھەقىقىي سىزىق بىلەن ھەقىقىي سىزىقنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى ياكى ئۇزۇك سىزىق بىلەن ئۇزۇك سىزىقنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى تەۋرىنىشنىڭ كۈچەيگەن رايون بولۇپ، ئۇلارنىڭ ئۇلىنىشىدىن ھاسىل بولغان دائىرە قارا ھەقىقىي سىزىق بىلەن سىزىلغان. ھەقىقىي سىزىق بىلەن ئۇزۇك سىزىقنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى تەۋرىنىشنىڭ ئاجىزلاشقان رايون بولۇپ، ئۇلارنىڭ ئۇلىنىشىدىن ھاسىل بولغان دائىرە قارا ئۇزۇك سىزىق بىلەن سىزىلغان. رەسىمدىن ئەھۋالنىڭ تەجرىبە نەتىجىسى بىلەن بىردەكلىكىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

دېمەك، چاستوتىلىرى ئوخشاش ئىككى قاتار دولقۇن قاتلانغاندا، بەزى دائىرىلەرنىڭ تەۋرىنىشى كۈچەيىپ، بەزى دائىرىلەرنىڭ تەۋرىنىشى ئاجىزلىشىدۇ، شۇنداقلا تەۋرىنىشى كۈچەيگەن دائىرە بىلەن تەۋرىنىشى ئاجىزلاشقان دائىرە بىر - بىرىدىن ئايرىلىپ تۇرىدۇ. بۇنداق ھادىسە دولقۇنلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيسى دەپ ئاتىلىدۇ، ھاسىل بولغان شەكىل ئىنتېرفېرېنسىيە شەكلى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلىشنىڭ زۆرۈر شەرتى ئىككى قاتار دولقۇننىڭ چاستوتىلىرىنىڭ چوقۇم ئوخشاش بولۇشىدىن ئىبارەت. ئەگەر ئىككى قاتار دولقۇننىڭ چاستوتىلىرى ئوخشاش بولمىسا، ئۇزۇتارا قاتلانغاندا سۇ يۇزىدىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلارنىڭ ئامپلىتۇدىسى ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىپ، تەۋرىنىش ھامان كۈچەيگەن ياكى ئاجىزلاشقان دائىرە بولمايدۇ، نەتىجىدە مۇقىم ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسى ھاسىل قىلالمايدۇ.

ئاۋاز دولقۇنلىرىدىمۇ ئىنتېرفېرېنسىيە يۈز بېرىدۇ. تەنھەرىكەت مەيدانىغا ئورنىتىلغان ئوخشاش ئىككى ئاۋاز كانىيى ئوخشاش بىر ئاۋاز مەنبەسىگە ئۇلىنىپ، ئوخشاش چاستوتىلىق ئاۋاز چىقارغاندىمۇ، ئاۋاز دولقۇنلىرىنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىلىنىشى بارلىققا كېلىدۇ، يەنى ئاۋاز كانايلىرىنىڭ ئەتراپىدا ئارىلاپ كەلگەن تەۋرىنىشنىڭ كۈچەيگەن رايونى بىلەن ئاجىزلاشقان رايونى بارلىققا كېلىدۇ. كۈچەيگەن رايوندا، ھاۋانىڭ تەۋرىنىشى كۈچىيىپ، بىزگە ئاڭلانغان ئاۋاز كۈچلۈك بولىدۇ؛ ئاجىزلاشقان رايوندا، ھاۋانىڭ تەۋرىنىشى ئاجىزلىشىپ، بىزگە ئاڭلانغان ئاۋاز ئاجىز بولىدۇ. ئەگەر شارائىت يار بەرسە، بۇنى سىناپ كۆرسەك بولىدۇ.

سۇ دولقۇنى ۋە ئاۋاز دولقۇنلىرىدىلا ئىنتېرفېرېنسىيە يۈز بېرىپ قالماستىن، بارلىق دولقۇنلارنىڭ ھەممىسىدە ئىنتېرفېرېنسىيە يۈز بېرىدۇ. دىفراكسىيىگە ئوخشاشلا، ئىنتېرفېرېنسىيىمۇ دولقۇنغا خاس ھادىسىدۇر.



ئاۋازنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسىنى كۆزىتىش

تەنھەرىكەت مەيدانىغا ئوخشاش ئىككى ئاۋاز كانىيىنى ئورنىتىپ ھەم بۆلارنى ئوخشاش بىر ئاۋاز مەنبەسىگە ئۇلاپ، ئوخشاش چاستوتىلىق ئاۋاز چىقىرىلىدۇ. ساۋاقداشلار ئىككى گۇرۇپپىغا بۆلۈنۈپ، قوللىرىغا ئوخشىمىغان رەڭدىكى ياكى ئوخشىمىغان شەكىلدىكى بەلگىلەرنى ئېلىپ (مەسىلەن، A گۇرۇپپا ئاقنى، B گۇرۇپپا قارىنى ئالىدۇ)، مەيداندىكى ئىككى ئاۋاز كانىيىنىڭ ئارىلىقىغا تارقىلىپ ئۇرۇپ، ئاۋاز كانايلىرى چىقارغان ئاۋازنى دىققەت بىلەن ئاڭلايدۇ ھەم كىچىك دائىرىلىك سىلجىپ ئۇرىدۇ، A گۇرۇپپىدىكى ساۋاقداشلار ئۆز كىلىپ ئاۋاز ئەڭ كۈچلۈك بولغان جايغا كېلىپ توختايدۇ؛ B گۇرۇپپىدىكى ساۋاقداشلار يۆتكىلىپ ئاۋاز ئەڭ ئاجىز بولغان (ياكى ئاۋاز ئاڭلانمايدىغان) جايغا كېلىپ توختايدۇ، ئاندىن ھەممىسى بەلگىنى كۆتۈرىدۇ. A گۇرۇپپا بىلەن B گۇرۇپپىدىكى ساۋاقداشلارنىڭ ئورنىنىڭ جايلىشىشىدا قانداق قانۇنىيەت بارلىقىغا، 10، 23 ـ رەسىمدىكىگە ئوخشاش ياكى ئوخشاش ئەمەسلىكىگە قارىلىدۇ.

3 ـ مەشىق

(1) سۈغا قادالغان تاياقچىنىڭ سۇ دولقۇنىنىڭ تارقىلىشىغا تەسىرى بولمايدۇ، بۇ دولقۇننىڭ _____ ھادىسىسى ھېسابلىنىدۇ؛ ئۆي سىرتىدا تۇرۇپ ئۆي ئىچىدە سۆزلەشكەن ئاۋازنى ئاڭلىغىلى بولىدۇ، بۇ، دولقۇننىڭ _____ ھادىسىسى ھېسابلىنىدۇ؛ بىر كىشى ئوخشاش بىر ئاۋاز مەنبەسىگە تۇتاشتۇرۇلغان ئىككى ئاۋاز كانىيى ئارىسىدا ماڭغاندا ئاڭلىغان ئاۋازى بەزىدە كۈچلۈك، بەزىدە ئاجىز بولىدۇ، بۇ دولقۇنلارنىڭ _____ ھادىسىسىدىن ئىبارەت.

(2) دولقۇننىڭ دىفراكسىيىسى ھەققىدىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

① دولقۇن توسالغۇ جىسىمغا يولۇققاندا، چوقۇم روشەن ھالدىكى دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ.

② توسالغۇ جىسىمنىڭ ئۆلچىمى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ چوڭ بولغاندا، ئاندىن دىفراكسىيە ھادىسىسى ناھايىتى روشەن بولىدۇ.

③ تۆشۈكنىڭ چوڭلۇقى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كىچىك بولغاندا، دىفراكسىيە ھادىسىسى روشەن بولىدۇ.

④ پەقەت توسالغۇ جىسىمنىڭ ئۆلچىمى دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن ئانچە پەرقلەنمىگەندىلا روشەن ھالدا دىفراكسىيە ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ.

(3) ئىككى قاتار سۇ دولقۇنى ئىنتېرفېرېنسىيە ھاسىل قىلغاندا، ئەگەر ئىككى قاتار دولقۇننىڭ دولقۇن چوققىلىرى ۋە يۇدىسىدا ئۇچراشسا، بۇ ھەقتىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

① ماددىي نۇقتا P نىڭ تەۋرىنىشى باشتىن ـ ئاخىر كۈچەيمەيدۇ.

② ماددىي نۇقتا P نىڭ ئامپلىتۇدىسى ئەڭ چوڭ بولىدۇ.

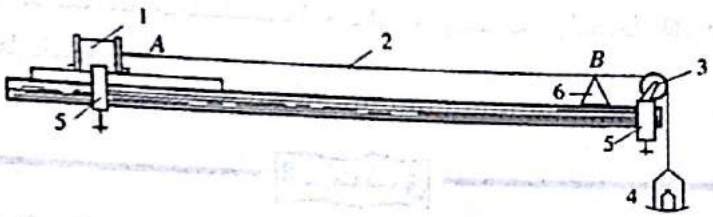
③ ماددىي نۇقتا P نىڭ يۆتكىلىشى باشتىن ـ ئاخىر ئەڭ چوڭ بولىدۇ.

④ ماددىي نۇقتا P نىڭ يۆتكىلىشى بەزىدە نۆل بولىدۇ.

§6* . تۇرغۇن دولقۇن

بىر قاتار دولقۇن ئالدىغا تارقىلىش يولىدا توسالغۇ جىسىم ياكى ئىككى خىل مۇھىتنىڭ چېگرا يۈزىگە يولۇققاندا قايتىش يۈز بېرىدۇ. ئەگەر قايتقان دولقۇن بىلەن ئەسلىدىكى ئالدىغا تارقالغان دولقۇن ئۇزۇلمەي قاندىق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟

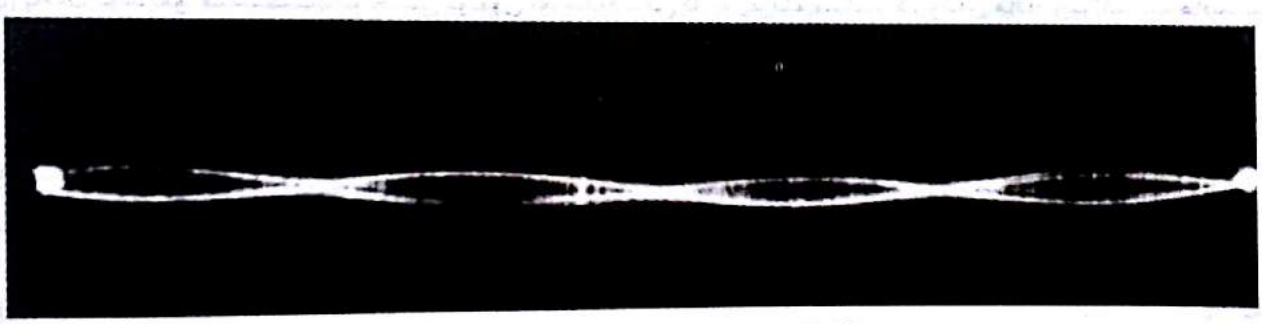
10. 24 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تارنىڭ A ئۇچىنى ئېلېكتروماگنىتلىق چېكىتچى تايمېرنىڭ تەۋرىنىش يېكىنىسىگە مۇقىملاشتۇرۇپ، يەنە بىر ئۇچىنى قوزغالماس غالتەكتىن ئارتىلدۇرۇپ، ئۇنىڭغا بىر تارازا تېشى تەخسىسى ئېسىپ قويۇپ، تەخسىگە تارازا تېشى سېلىپ، تارنى چېكىنىپ تۇزلەيمىز. قوزغالماس غالتەككە يېقىن B جايدا بىر ئۇچلۇق شنا بىلەن تارنى تىرەپ قويىمىز. ئېلېكترو ماگنىتلىق چېكىتچى تايمېرنىڭ توك مەنبەسىنى ئۇلاپ، تەۋرەنگۈچى يېكىنىنى تەۋرەتكەندە، بىر قاتار دولقۇن قوزغالماس غالتەكنىڭ بىر يېقىغا تارقىلىدۇ ھەم B ـ ئورۇندا قايتىش يۈز بېرىدۇ. ئۇچلۇق شنانىڭ ئورنىنى ئۆزگەرتىپ، AB نىڭ ئۇزۇنلۇقىنى تەگشەپ، ئۇچلۇق شنانى مۇۋاپىق ئورۇنغا كەلتۈرگەندە، تارنىڭ بۆلەكلەرگە بۆلۈنگەن ھالدا تەۋرەنگەنلىكىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.



1. چېكىتچى تايمېر؛ 2. تار؛ 3. قوزغالماس غالتەك؛ 4. گىر تېشى تەخسىسى؛ 5. قىسقۇچ. 6. ئۇچلۇق شنا

10. 24 ـ رەسىم

بۇ چاغدىكى تارنىڭ تەۋرىنىش ئەھۋالى (10. 25 ـ رەسىم) نى تەپسىلىي كۆزىتىش ئارقىلىق شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى: تارىدىكى بەزى نۇقتىلار باشتىن ـ ئاخىر تىنچ تۇرىدۇ، بۇ نۇقتىلار **دولقۇن تۈگۈنى** دەپ ئاتىلىدۇ؛ دولقۇن تۈگۈنى بىلەن دولقۇن تۈگۈنى ئارىسىدىكى ئاشۇ بۆلەك تارىدىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلار ئوخشاش چاستوتا، ئوخشاش قەدەم بويىچە تەۋرىنىدۇ، ئەمما ئامپلىتۇدىسى ئوخشاش بولمايدۇ، يەنى تەۋرىنىشى ئەڭ چوڭ بولغان ئاشۇ نۇقتىلار **دولقۇن قورسىقى** دەپ ئاتىلىدۇ؛ قوشنا ئىككى بۆلەك تارىدىكى ماددىي نۇقتىلارنىڭ تەۋرىنىش يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى بولىدۇ.



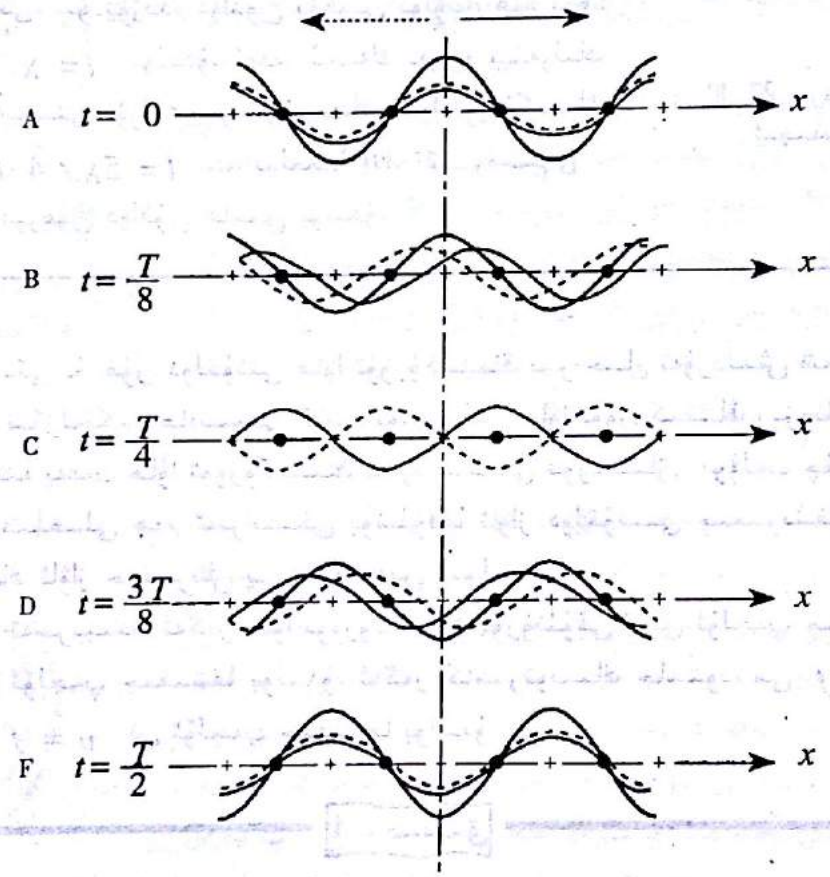
10. 25 ـ رەسىم. تارىدىكى تۇرغۇن دولقۇن

بۇ يەردە، دولقۇن شەكلى ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرمەيدۇ، ئەمما ھەرقانداق يۆنىلىشكە قاراپ سىلجىمايدۇ. بۇ خىل ھادىسە **تۇرغۇن دولقۇن** دەپ ئاتىلىدۇ. تۇرغۇن دولقۇن يۇقىرىدا سۆزلەنگەن دولقۇن شەكلى ئالدىغا تارقىلىدىغان ئاشۇ خىل دولقۇنلارغا روشەن ھالدا ئوخشىمايدۇ. تۇرغۇن دولقۇنغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، دولقۇن شەكلى ئالدىغا تارقىلىدىغان ئاشۇ خىل دولقۇنلار **كۆچمە دولقۇن** دەپ ئاتىلىدۇ.

قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە تارقالغان، ئامپلىتۇدىسى ۋە چاستوتىسى ئوخشاش بولغان ئىككى قاتار دولقۇن قاتلانغاندا تۇرغۇن دولقۇن ھاسىل بولىدۇ.

تۆۋەندە 10. 26 ـ رەسىمدىن پايدىلىنىپ تۇرغۇن دولقۇننىڭ قانداق ھاسىل بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ

10. 26 ـ رەسمدە قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە تارقالغان، ئامپلىتۇدىسى ۋە چاستوتىسى ئوخشاش بولغان ئىككى قاتار دولقۇن قېنىق سىزىق بىلەن ئىپادىلەنگەن، بۇ ئىككى قاتار دولقۇن قاتلانغاندىن كېيىن ھاسىل بولغان يېڭى دولقۇن قارا ھەقىقىي سىزىق بىلەن ئىپادىلەنگەن. رەسمدە ھەر 1 / 8 دەۋر ئارىلىقىدىكى دولقۇن شەكلىنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالى سىزىپ چىقىرىلغان. رەسىمدىن يېڭى دولقۇن دولقۇن تۈگۈنىنىڭ ئورنىدا (رەسمدە « • » بىلەن ئىپادىلەنگەن) ئىكەنلىكىنى، يۆتكىلىشنىڭ باشتىن ـ ئاخىر نۆل بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. ئىككى دولقۇن تۈگۈنى ئارىسىدىكى ھەرقايسى ماددىي نۇقتىلار ئوخشاش قەدەم بويىچە تەۋرىنىدۇ، ئىككى دولقۇن تۈگۈنى ئارىسىدىكى ئوتتۇرا نۇقتىنىڭ ئامپلىتۇدىسى ئەڭ چوڭ بولۇپ، بۇ دولقۇن قورسىقىدىن ئىبارەت (رەسمدە « + » بىلەن ئىپادىلەنگەن). رەسمدىن يەنە قوشنا ئىككى دولقۇن تۈگۈنى (ياكى دولقۇن قورسىقى) ئارىسىدىكى ئارىلىقنىڭ يېرىم دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا، يەنى $\lambda / 2$ غا تەڭ بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

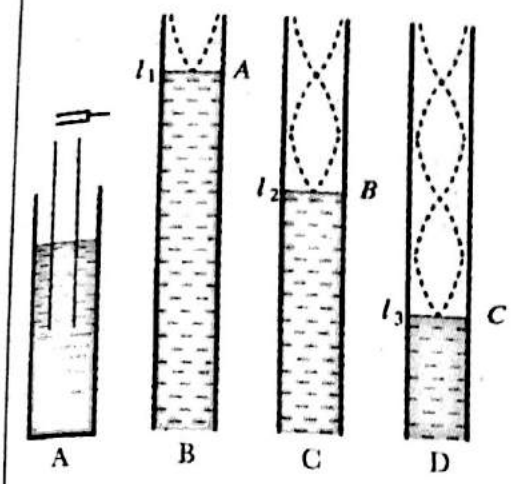


10. 26 ـ رەسىم. تۇرغۇن دولقۇننىڭ ھاسىل بولۇشى

يۇقىرىدا سۆزلەنگەن تاردىكى تۇرغۇن دولقۇننىڭ ھاسىل بولۇشىدىن قارىغاندا، تۇرغۇن دولقۇننى ئالاھىدە بىر خىل ئىنتېرفېرېنسىيە ھادىسىسى دەپ قاراشقا بولىدۇ. تۇرغۇن دولقۇننىڭ تەۋرىنىش ئەھۋالىدىن قارىغاندا، تۇرغۇن دولقۇننى تارىنى تەشكىل قىلغان بىر ـ بىرىگە باغلىنىشلىق سانسىزلىغان ماددىي نۇقتىلارنىڭ بىر خىل تەۋرىنىش شەكلى دەپ قاراشقا بولىدۇ. ئەمەلىيەتتە پەقەت ئاماللىق قىلىپ تارنىڭ تەۋرىنىشىنى قوزغىساقلا (چېكىش، تارتىش، ئۇرۇش قاتارلىقلار)، تاردا تۇرغۇن دولقۇن ھاسىل قىلغىلى ھەم ئەتراپتىكى ھاۋادا ئاۋاز دولقۇنىنى ھاسىل قىلغىلى بولىدۇ، مانا بۇ تارلىق مۇزىكا ئەسۋابلىرىنىڭ ئاۋاز چىقىرىشىنىڭ پرىنسىپىدىن ئىبارەت.

10. 27 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، سۇ قاچىلانغان قاچنىڭ بىر تۇم ئەينەك نەيچىنى سېلىپ، نەيچە ئېغىزىنىڭ يۇقىرى تەرىپىگە ئاۋاز چىقىرىۋاتقان بىر كامېرتوننى قويىمىز. ئەينەك نەيچىنى ئاستا ـ ئاستا يۇقىرىغا كۆتۈرسەك، ئەينەك نەيچىدىكى ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ ئۇزۇنلۇقى بەلگىلىك ئۇزۇنلۇققا يەتكەندە، ھاۋا تۇۋرۇكى چىقارغان كۈچلۈك ئاۋازنى ئاڭلاشقا بولىدۇ.

بۇ چاغدا كامېرتوندىن چىقىپ ئەينەك نەيچىگە كىرگەن ئاۋاز دولقۇنى بىلەن سۇ يۈزىدىن قايتىپ كەلگەن قايتقان دولقۇن قاتلىنىپ، ھاۋا تۇۋرۇكى ئىچىدە تۇرغۇن دولقۇننى ھاسىل قىلىدۇ، ئەينەك نەيچىنىڭ ئېغىزىدا دولقۇن قورسىقى، سۇ يۈزىدە دولقۇن تۈگۈنى بولۇپ، ھاۋا تۇۋۇرۇكىنىڭ ئۇزۇنلۇقى $l = \lambda / 4$ بولىدۇ. ئەگەر ئەينەك نەيچە يېتەرلىك ئۇزۇن بولۇپ، ئەينەك نەيچىنى ئۇزلۇكسىز كۆتۈرسەك، ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ ئۇزۇنلۇقى $l = 3\lambda / 4$، $l = 5\lambda / 4$ ..... بولغاندا (10. 27 ـ رەسىم B ، C، D لار)، ھەممىسىدە تۇرغۇن دولقۇن ھاسىل بولىدۇ.



10. 27 ـ رەسىم. ھاۋا تۇۋرۇكى ئىچىدىكى تۇرغۇن دولقۇن

ھاۋا تۇۋرۇكى ئىچىدىكى تۇرغۇن دولقۇننى ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ بىر خىل تەۋرىنىش شەكلى دەپ قاراشقا بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، يۇقىرىدا سۆزلەنگەن ھادىسىنى كامېرتون بىلەن ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ رېزونانسى ھاسىل قىلغان دەپ قاراشقا بولىدۇ. ئەمەلىيەتتە پەقەت ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ تەۋرىنىشىنى قوزغىساق (پۇژلەپ چالساق) لا، ھاۋا تۇۋرۇكىدە تۇرغۇن دولقۇن ھاسىل قىلغىلى ھەم ئېتراپتىكى بوشلۇققا ئاۋاز دولقۇننى چىقىرىشقا بولىدۇ. مانا بۇ پۇژلەپ چېلىنىدىغان چالغۇلارنىڭ ئاۋاز چىقىرىش پرىنسىپىدىن ئىبارەت.

يۇقىرىدا سۆزلەنگەن تەجرىبىدە، ئەگەر ھاۋا تۇۋرۇكىنىڭ ئۇزۇنلۇقى l نى ئۆلچەپ چىقساق، ئاۋاز دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ نى ئۆلچەپ چىقىشقا بولىدۇ. ئەگەر كامېرتوننىڭ چاستوتىسى f مەلۇم بولسا، يەنە ئاۋاز دولقۇنىنىڭ تېزلىكى $v = f\lambda$ نى ئۆلچەپ چىقىشقا بولىدۇ.

4 ـ مەشىق

(1) ئىچى بوش قۇتىغا توغرىلاپ ناخشا ئېيتساق، ئېيتىپ مەلۇم بىر ئاھاڭ (يەنى مەلۇم بىر چاستوتا) غا كەلگەندە، ئاۋاز ئالاھىدە ياڭراق بولۇپ كېتىدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا قۇتا تەۋرىنىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى نېمە؟

(2) 10. 27 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك ئەھۋالدا، ئەگەر كامېرتوننىڭ چاستوتىسى 400Hz بولۇپ، نەيچىنىڭ سۇ يۈزى ئوستىدىكى قىسمى ئاز دېگەندە قانچىلىك ئۇزۇنلۇقتا بولغاندا، نەيچىدىكى ھاۋا تۇۋرۇكىدە رېزونانس ھاسىل بولىدۇ؟ (بۇ چاغدا ھاۋادىكى ئاۋاز تېزلىكى 340m / s دەپ پەرەز قىلىنسا بولىدۇ)

§7 . دوپلېر ئېففېكتى

تۆمۈر يولدا كېتىۋاتقان پويىزنىڭ گۈدۈك ئاۋازىنى ئاڭلىغىنىڭىزدا، گۈدۈك ئاۋازى ئاھاڭىدا ئۆزگىرىش بولغانلىقىنى بايقىيالايسىز: پويىز سىزگە قاراپ كېلىۋاتقاندا، ئاھاڭى يۇقىرىلاپ بارىدۇ، پويىز سىزدىن يىراقلاپ

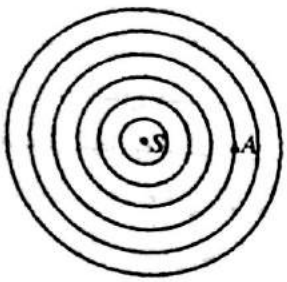
كېتىۋاتقاندا، ئاھاڭى تۆۋەنلەپ باردۇ. ئەگەر بۇ خىل ھادىسىگە دىققەت قىلمىغان بولساڭلار، كېيىن مەسىلىك ھالدا دىققەت قىلىپ بېقىڭ. دولقۇن مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى ئارىسىدىكى نىسپىي ھەرىكەت تۆپەيلىدىن، كۆزەتكۈچىنىڭ چاستوتىدا ئۆزگىرىش بولغانلىقىنى ھېس قىلىشتىن ئىبارەت. بۇ خىل ھادىسە دوپلېر ئېففېكتى دەپ ئاتىلىدۇ. بۇنى ئاۋستىرىيە فىزىكا ئالىمى دوپلېر (1803 ~ 1853) تۇنجى بولۇپ بايقىغان. شۇڭا ئۇنىڭ نامى بىلەن ئاتالغان.

بۇ خىل ھادىسىنى قانداق چۈشەندۈرۈش كېرەك؟ ئاھاڭدا ئۆزگىرىش بولغانلىقى ئاۋاز دولقۇنىنىڭ چاستوتىسىدا ئۆزگىرىش بولغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. ئەسلىدە ئاۋاز مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى ئارىسىدا نىسپىي ھەرىكەت بولغاندا، ئاۋاز مەنبەسى (مەسىلەن، پويىزنىڭ گۇدۇك ئاۋازى) نىڭ چاستوتىسى ئۆزگەرمەيدۇ، ئەمما كۆزەتكۈچى قوبۇل قىلغان چاستوتىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ.

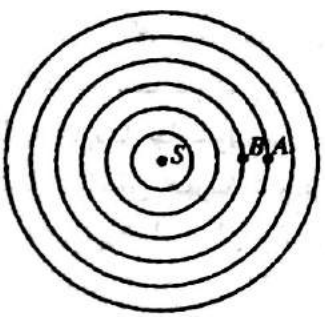
بىزگە مەلۇم، ئاۋاز مەنبەسى بىر قېتىم تولۇق تەۋرىنىشنى تاماملىغاندا، سىرتقا بىر دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىكى دولقۇننى چىقىرىدۇ. چاستوتا بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە تاماملانغان تولۇق تەۋرىنىشنىڭ قېتىم سانىنى ئىپادىلەيدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن دولقۇن مەنبەسىنىڭ چاستوتىسى بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە دولقۇن مەنبەسى چىقارغان تولۇق دولقۇنىنىڭ دانە سانىغا تەڭ بولىدۇ. دولقۇن مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى مۇھىتقا نىسبەتەن تىنچ تۇرىدۇ، يەنى ئىككىسى نىسپىي ھەرىكەت قىلمىغاندا، بىرلىك ۋاقىت ئىچىدىكى دولقۇن مەنبەسى نەچچە دانە تولۇق دولقۇن چىقارسا، كۆزەتكۈچى بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە شۇنچە دانە تولۇق دولقۇننى قوبۇل قىلىدۇ (10. 28 ـ رەسىم). كۆزەتكۈچى قوبۇل قىلغان چاستوتا كۆزەتكۈچىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە قوبۇل قىلغان تولۇق دولقۇنىنىڭ دانە سانىغا تەڭ بولىدۇ. دېمەك، بۇنداق ئەھۋالدا كۆزەتكۈچى قوبۇل قىلغان چاستوتا دولقۇن مەنبەسىنىڭ چاستوتىسىغا تەڭ بولىدۇ.

ئەمدى بىز دولقۇن مەنبەسى مۇھىتقا نىسبەتەن ھەرىكەت قىلمايدۇ، كۆزەتكۈچى بولسا دولقۇن مەنبەسىگە قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ دەپ پەرەز قىلايلى (10. 29 ـ رەسىم). بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە كۆزەتكۈچى دولقۇن مەنبەسىگە قاراپ بىر بۆلەك ئارىلىق يۆتكەلگەن، بۇنى كۆزەتكۈچى ھەرىكەت قىلمىغاندىكى ئەھۋالغا سېلىشتۇرغاندا، كۆزەتكۈچىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە قوبۇل قىلغان تولۇق دولقۇنىنىڭ سانى كۆپىيىدۇ، يەنى قوبۇل قىلغان چاستوتىسى چوڭىيىدۇ. ئوخشاش پرىنسىپ بويىچە، ئەگەر كۆزەتكۈچى دولقۇن مەنبەسىدىن يىراقلاشسا، كۆزەتكۈچىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە قوبۇل قىلغان تولۇق دولقۇنىنىڭ سانى ئازىيىدۇ، يەنى قوبۇل قىلغان چاستوتىسى كىچىكلەيدۇ.

ئەمدى كۆزەتكۈچى مۇھىتقا نىسبەتەن ھەرىكەت قىلمايدۇ، دولقۇن مەنبەسى ھەرىكەت قىلىدۇ (خۇددى بىز تۆمۈر يول ياقىسىدا تۇرۇپ يېنىمىزدىن ئۆتۈپ كەتكەن پويىزنىڭ گۇدۇك ئاۋازىنى ئاڭلىغىنىمىزغا ئوخشايدۇ)، دەپ پەرەز قىلىمىز، بۇ چاغدا دولقۇن مەنبەسى چىقارغان دولقۇننىڭ دولقۇن فرونتى 10. 30 ـ رەسىمدە كۆرسە-



10. 28 ـ رەسىم. دولقۇن مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى قوزغالمايدۇ، دولقۇن مەنبەسىنىڭ چاستوتىسى 20Hz دەپ پەرەز قىلىنسا، دولقۇن مەنبەسى سېكۇنتىغا 20 دانە تولۇق دولقۇن چىقىرىدۇ. دولقۇن تېزلىكى $v = f\lambda$ ، شۇنىڭ ئۈچۈن سېكۇنتىغا كۆزەتكۈچىدىن 20 دانە تولۇق دولقۇن ئۆتىدۇ، يەنى كۆزەتكۈچى سېكۇنتىغا 20 دانە تولۇق دولقۇن قوبۇل قىلىدۇ.



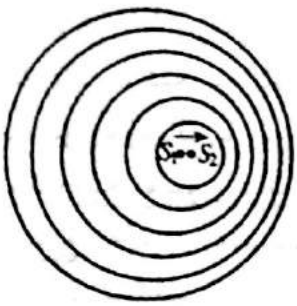
10. 29 ـ رەسىم. دولقۇن مەنبەسى قوزغالماستىن، كۆزەتكۈچى ھەرىكەت قىلىدۇ. ئادەم قولىغى 1s ئىچىدە A ئورۇندىن B ئورۇنغا كېلىدۇ، گەرچە دولقۇن مەنبەسى سېكۇنتىغا 20 دانە تولۇق دولقۇننى چىقارسىمۇ، لېكىن كۆزەتكۈچى سېكۇنتىغا 21 دانە تولۇق دولقۇننى قوبۇل قىلىدۇ.

سىزنى مەلۇم بىر دولقۇن چوققىسى بىلەن بىرلىكتە دولقۇن مەنبەسىدىن يىراقلاشقان دەپ پەرەز قىلساق، سىز دولقۇننى قوبۇل قىلالمايسىز، بۇ چاغدا قوبۇل قىلغان چاستوتىنىڭ نۆلگە ئۆزگىرىدۇ.

تىلگەندەك بولىدۇ. دولقۇن دولقۇن مەنبەسىدىن چىقىپ بىر تەكشى مۇھىتتا سفېرىك دولقۇن شەكلىدە تارقىلىدۇ. سفېرىك دولقۇننىڭ شار مەركىزى مۇشۇ دولقۇننى چىقارغاندىكى دولقۇن مەنبەسىنىڭ تۇرغان ئورنىدىن ئىبارەت بولىدۇ. دولقۇن مەنبەسى ئوخشاش قاراپ ھەرىكەت قىلغاندا، دولقۇن فرونتى شار مەركىزىنىڭ ئوخشاش قاراپ ھەرىكەت قىلغانلىقىغا تەڭداش بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن، دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئوخشاش تەرىپىدىكى دولقۇن فرونتى زىچ، سول تەرىپىدىكى دولقۇن فرونتى شالاڭ بولىدۇ، يەنى دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئوخشاش تەرىپىدىكى دولقۇن ئۈزۈنلۈقى قىسقا، سول تەرىپىدىكى دولقۇن ئۈزۈنلۈقى ئۈزىرايىدۇ. ئەمما دولقۇننىڭ مۇھىتتىكى تارقىلىش تېزلىكى ئۈزگەرمەيدۇ. كۆزەتكۈچى دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئوخشاش تەرىپىدە تۇرغان، يەنى دولقۇن مەنبەسى كۆزەتكۈچىگە يېقىنلاشقاندا، كۆزەتكۈچى بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە قوبۇل قىلغان تولۇق دولقۇننىڭ سانى ئاشىدۇ، يەنى قوبۇل قىلغان چاستوتىسى چوڭىيىدۇ. ئوخشاش پرىنسىپ بويىچە، كۆزەتكۈچى دولقۇن مەنبەسىنىڭ سول تەرىپىدە تۇرغان، يەنى دولقۇن مەنبەسى كۆزەتكۈچىدىن يىراقلاشقاندا، قوبۇل قىلغان چاستوتىسى كىچىكلەيدۇ.

ئۇمۇمەن، دولقۇن مەنبەسى بىلەن كۆزەتكۈچى نىسپىي ھەرىكەت قىلغاندا، ئەگەر ئىككىسى يېقىنلاشسا، كۆزەتكۈچى قوبۇل قىلغان چاستوتا چوڭىيىدۇ؛ ئەگەر ئىككىسى يىراقلاشسا، كۆزەتكۈچى قوبۇل قىلغان چاستوتا كىچىكلەيدۇ.

ئاۋاز دولقۇنى مېخانىك دولقۇندىن ئىبارەت. دوپلېر ئېففېكتى مېخانىك دولقۇنلاردىلا يۈز بېرىپ قالماستىن، كېيىن سۆزلىنىدىغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى ۋە يورۇقلۇق دولقۇنلىرىدىمۇ يۈز بېرىدۇ. دوپلېر ئېففېكتى دولقۇنلىنىش جەريانىدا ئورتاق مەۋجۇت بولىدىغان ئالاھىدىلىكتۇر.



10. 30 ـ رەسىم. دولقۇن مەنبەسى ئوخشاش قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ، كۆزەتكۈچى قوزغالمايدۇ. دولقۇن مەنبەسى S_1 دىن ھەرىكەت قىلىپ S_2 گە كېلىدۇ. دولقۇن مەنبەسىنىڭ ئوخشاش تەرىپىدىكى دولقۇن فرونتى زىچلىشىپ، دولقۇن ئۈزۈنلۈقى قىسقا بولىدۇ؛ سول تەرەپتىكى دولقۇن فرونتى شالاڭلىشىپ، دولقۇن ئۈزۈنلۈقى ئۈزىرايىدۇ.

دوپلېر ئېففېكتى كۆپلىگەن ئەمەلىي قوللىنىلىشلارغا ئىگە. تەجرىبىلىك تۆمۈر يول ئىشچىلىرى پويىزنىڭ گۈدۈك ئاۋازىدىن پويىزنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى ۋە تېز ـ ئاستىلىقىغا ھۆكۈم قىلالايدۇ. تەجرىبىلىك ئەسكەرلەر زەمبىرەك ئوقىنىڭ ئۈچۈپ كېتىۋاتقاندىكى ۋىڭىلدىغان ئاۋازىدىن زەمبىرەك ئوقىنىڭ يېقىنلىشىپ كېلىۋاتقانلىقى ياكى يىراقلاپ كېتىۋاتقانلىقىغا ھۆكۈم قىلالايدۇ. قاتناش ساقچىسى كېتىۋاتقان ئاپتوموبىلغا قارىتا چاستوتىسى مەلۇم بولغان بىر ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىنى تارقاتسا، دولقۇن ھەرىكەتتىكى ئاپتوموبىل تەرىپىدىن قايتۇرۇلۇپ كەلگەندە، قوبۇل قىلىنغان چاستوتىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ، بۇنىڭدىن ئاپتوموبىلنىڭ تېزلىكىنى كۆرسىتىپ بېرەلەيدۇ، بۇنىڭ بىلەن قاتناش ئىشلىرىنى باشقۇرۇشقا ئوڭايلىق يارىتىلىدۇ. يورۇقلۇقنىڭ دوپلېر ئېففېكتىگە ئاساسەن، يەر شارىدا قوبۇل قىلىنغان ئىنتايىن يىراقتىكى ئاسمان جىسىملىرى چىقارغان يورۇقلۇق دولقۇنلىرىنىڭ چاستوتىسىغا ئاساسەن يىراقتىكى ئاسمان جىسىملىرىنىڭ يەر شارىغا نىسبەتەن ھەرىكەت تېزلىكىگە ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ.

§8 . ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنى ۋە ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى

ئادەم قۇلىقى ئاڭلىيالايدىغان ئاۋاز دولقۇنىنىڭ چاستوتا دائىرىسى چەكلىك بولۇپ، ئاساسەن 20Hz تىن 20000Hz قىچە ئارىلىقتا بولىدۇ. چاستوتىسى 20Hz تىن تۆۋەن ئاۋاز دولقۇنى ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنى دەپ ئاتىلىدۇ.

چىسونىسى، 2000-يىلى مۇقىرى ئاۋار دولقۇنى ئۈلترا ئاۋار دولقۇنى دەپ ئاتىلىدۇ. ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنى بىلەن ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنلىرى گەرچە ئادەملەرنىڭ ئاڭلاش ئەزاسىنىڭ سېزىمىنى قوزغىيالمىسىمۇ، لېكىن بۇلار ئىنسانىيەت ئۈچۈن ناھايىتى چوڭ ئەھمىيەتكە ئىگە.

بىر نەۋرەنى، نەسەبنى بورىنى، يادرونىڭ پارتلىشى، راكېتانىڭ ئۇچۇپ چىقىشى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنىنى ھاسىل قىلىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنى پونكىتلىرىنى قۇرۇپ، نەچچە مىڭ كىلو-مېتىر يىراقلىقىدىكى يادرو قورالى سىنىقى ۋە باشقۇرۇلىدىغان بومبىلارنىڭ قويۇپ بېرىلىشىنى بىلگىلى بولىدۇ. بىر نەۋرىنىڭ كېلىپ چىققان غايەت زور دېڭىز دولقۇنىنىڭ تارقىلىش تېزلىكى ۋە تەيفېڭ بورىنى مەركىزىي قىسمىنىڭ يۆنىلىش تېزلىكى ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ دولقۇن تېزلىكىدىن كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنىنى قوبۇل قىلىش ئارقىلىق يەنە بۇزغۇنچىلىق خاراكتېرى ناھايىتى چوڭ بولغان دېڭىز دولقۇنى ۋە تەيفېڭ بورىسىدىن ئالدىن خەۋەر تاپقىلى بولىدۇ. ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ تارقىلىش ئارىلىقى خېلى يىراق بولىدۇ. ئەمما تاكى ھازىرغا قەدەر ئىنفرا ئاۋاز دولقۇنىنى تەتقىق قىلىش ۋە ئۇنىڭدىن پايدىلىنىش ئەمدىلا باشلاندى.

ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنى ئاڭلىغىلى بولمىدىغان ئاۋاز دولقۇنىغا ئوخشىمايدىغان ئالاھىدىلىككە ئىگە بولغانلىقتىن، زامانىۋى ئىشلەپچىقىرىش تېخنىكىسى ۋە پەن تەتقىقاتىدا نۇرغۇن مۇھىم ئىشلىتىلىشلەرگە ئىگە.

تامنىڭ بۇ يېقىدا تۇرۇپ سۆزلەشسەك، ئۇ يېقىندىكى ئادەملەر ئۇنى ئاڭلىيالايدۇ، بۇ، ئاۋاز دولقۇنلىرىنىڭ تو-سالغۇ جىسىمدىن ئايلىنىپ ئۆتەلەيدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. ئەمما دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچە قىسقا بولسا، بۇنداق دىفراكسىيە ھادىسىسى شۇنچە روشەن بولمايدۇ. ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ئاڭلىغىلى بولمىدىغان ئاۋاز دولقۇنلىرىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىدىن كۆپ قىسقا بولىدۇ. ئۇ ئاساسەن توز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ، ئۇنى يۆنىلىشلىك تارقاتقىلى بولىدۇ. ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ سۇدىكى تارقىلىش ئارىلىقى يورۇقلۇق دولقۇنى ۋە رادىئو دولقۇنىغا قارىغاندا كۆپ يىراق بولىدۇ. سونار (سۇدىكى ئاۋاز دولقۇنى ئارقىلىق ئورۇن ئۆلچەش ئەسۋابى) ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ مۇشۇ خىل خۇسۇسىيىتىگە ئاساسەن ياسالغان قۇرۇلمىدۇر. بۇ خىل قۇرۇلما ھەم ئىنتايىن قىسقا ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنى ئىمپۇلسىنى تارقىتالايدۇ، ھەم سۇ ئاستى پاراخوتى، بېلىقلار توپىدىن قايتقان ياكى دېڭىز تېگىدىن قايتقان ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنى قوبۇل قىلالايدۇ، قايتقان دولقۇنىنىڭ كېچىكىش ۋاقتى بىلەن دولقۇن تېزلىكىگە ئاساسەن، سۇ ئاستى پاراخوتى ۋە بېلىقلار توپىنىڭ ئورنىنى بەلگىلەشكە ياكى دېڭىزنىڭ چوڭقۇرلۇقىنى ئۆلچەشكە بولىدۇ.

ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى ئىنتايىن كۈچلۈك بولۇپ، بىرنەچچە مېتىر قېلىنلىقتىكى مېتاللارنى تېشىپ ئۆتۈپ كېتەلەيدۇ. ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ تېشىپ ئۆتۈش ئىقتىدارى بىلەن قايتىش ئەھۋالىدىن پايدىلىنىپ، ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنلۇق نۇقسان تەكشۈرگۈچ ياساپ، ئۇ ئارقىلىق مېتاللارنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى نۇقسانلارنى تەكشۈرگىلى بولىدۇ. مەسىلەن، ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ناھايىتى چوڭ ھور تۇربىنىسى ئوقىنىڭ ۋە سۇ تۇربىنىسى ئوقىنىڭ ئىچكى قىسمىدا ھاۋا كۆپۈكچىسى ياكى چاك كەتكەن جايلارنىڭ بار-يوقلۇقىنى تەكشۈرگىلى بولىدۇ. بېتون، سۇلياۋ (پلاستماسسا)، فارفور قاتارلىقلاردىن ياسالغان بۇيۇملار ۋە سۇ ئامبارلىرى تۇغانلىرىدىكى نۇقسانلارنىمۇ ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ تەكشۈرگىلى بولىدۇ.

ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنى سۇيۇقلۇقتا تارقالغاندا، سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدا خېلى زور زەربىلىك بېسىم ھاسىل قىلىپ، ھەرخىل مېتال زاپچاس ۋە ئەينەك، فارفور قاتارلىق بۇيۇملارنىڭ سىرتىدىكى داغلارنى يۇيۇپ چىقىرىۋېتەلەيدۇ. ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ ئادەتتىكى سۇنى «تىتىش» ئارقىلىق دېئامېتىرى پەقەت نەچچە مىكرونلا كېلىدىغان سۇ تامچىلىرىنى ھاسىل قىلىپ، تۇمانغا ئايلاندۇرۇپ، ئۆيدىكى ھاۋاغا پۈركۈپ، ئۆي ھاۋاسىنىڭ نەملىكىنى ئاشۇرغىلى بولىدۇ، مانا بۇ يېقىنقى يىللاردىن بۇيان بارلىققا كەلگەن «ئۈلترا ئاۋازلىق نەملىك ئاشۇرغۇچ» نىڭ ئاساسىي پرىنسىپىدىن ئىبارەت.

ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ دانچىلىرى ئىنتايىن ئۇششاق ھەم بىر تەكشى بولغان ھەرخىل ئېمۇلسىيىلەرنى تەييارلىغىلى بولىدۇ. مەسىلەن، كۆموش برومنى ئۈلترا ئاۋاز دولقۇنى بىلەن «تىتىش» ئارقىلىق



(10. 31 ـ رەسىم. «B تىپلىق ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى» ھەن پايدىلىنىپ ئادەم بەدىنىنى تەكشۈرۈش

ئەلا سۈپەتلىك رەسىم تارتىش ئىمۇلسىيىنى تەييارلىغىلى بولىدۇ. بۇ خىل ئىمۇلسىيە ئاۋىئاتسىيە رەسىم تارتىش ۋە ھاۋا بوشلۇقى تەجرىبىخانىسى ياكى تەبىئىي بايلىق سۈنئىي ھەمراھىدا يەر يۈزىنىڭ رەسىملىرى تارتىشتا ئىشلىتىلىدۇ.

ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى دىئاگنوز قويۇش، تىببىي داۋالاش ۋە سەھىيە خىزمەتلىرىدە كەڭ قوللىنىلىدۇ. بىز دوختۇرخانىغا بېرىپ كېسەل كۆرسەتكىنىمىزدە، كۆپ ھاللاردا دوختۇر « B تىپلىق ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنلۇق» تەكشۈرۈش (B چاۋ) نى تەلەپ قىلىدۇ (10. 31 ـ رەسىم). «B تىپلىق ئاۋاز دولقۇنلۇق» تەكشۈرۈش دېگىنىمىز «B تىپلىق ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ كەسمە يۈز تەسۋىرىنى گەۋدىلەندۈرۈش ئۇسۇلى» نىڭ قىسقىچە ئاتىلىشى. بۇنىڭدا ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ قايتىشىدىن پايدىلىنىپ ئادەم ئىچكى ئەزالىرى ۋە توقۇلمىلىرىدا نورمالسىزلىقنىڭ بار ياكى يوقلۇقى تەكشۈرۈلىدۇ، يەنە ئۆسمىنىڭ بار ـ يوقلۇقى، ئورنى ۋە چوڭ ـ كىچىكلىكى قاتارلىقلار ئېنىقلىنىدۇ. «B تىپلىق ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنلۇق» تەكشۈرۈش روشەن باشقا، يەنە A تىپلىق ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنلۇق تەكشۈرۈش، ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنلۇق دوپلېر ئۇسۇلى قاتارلىق ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىدىغان كۆپ خىل دىئاگنوز قويۇش ئۇسۇللىرى بار. ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ دىئاگنوز قويۇشنىڭ ئالاھىدە ئارتۇقچىلىقلىرىغا نۆۋەتتە باشقا ئۇسۇللار ئارقىلىق ئاسانلىقچە ئېرىشكىلى بولمايدۇ، ئۇ ئاساسەن بارلىق بۆلۈملەرنىڭ كلىنىكىلىق داۋالاش ئىشلىرىغا چوڭقۇرلاپ كىرىدى ھەم بۇ داۋالىق تەرەققىي قىلماقتا. ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى ئادەم بەدىنىگە تەسىر قىلغاندا، بەدەن ھۈجەيرىلىرىنى تەۋرىتىپ ۋە قوزغىتىپ، بەدەننى ئۆزۈلاش رولىنى ئويناىدۇ. بۇ ئارقىلىق نېرۋا ئاغرىش قاتارلىق كېسەللىكلەرنى داۋالىغىلى بولىدۇ. ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنى يەنە دورىلارنى تىتىپ ئۇششاق زەررىچىلەرگە ئايلاندۇرۇپ ۋە ئۇنى ھاۋا بىلەن ئارلاشتۇرۇپ «دورا تۈمىنى» ھاسىل قىلالايدۇ، كېسەل ئادەملەرگە ئۇنى سۈمۈرتۈش ئارقىلىق ئۆپكىسىدىكى كېسەللىكلەرنى داۋالىغىلى بولىدۇ. ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ مىكروبلارنى ئۆلتۈرۈپ دېزىنفېكسىيە قىلىشمۇ ناھايىتى ئۈنۈملۈك بولىدۇ. ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ كالا سۈتىنى دېزىنفېكسىيە قىلغاندا ئۇنۇمى ياخشى بولىدۇ، بۇنىڭ بىلەن، قاينىتىش ئۇسۇلى ئارقىلىق دېزىنفېكسىيە قىلغاندىكى ئوزۇقلۇق مادداىلىرىنىڭ بۇزۇلۇپ كېتىشتەك ئەھۋالىنىڭ بولۇشىدىن ساقلانغىلى بولىدۇ.

قىزىقارلىق يېرى شۇكى، نۇرغۇنلىغان ھايۋانلارنىڭ ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىنى تارقىتىدىغان ۋە قوبۇل قىلىدىغان مۇكەممەل ئەزاسى بولىدۇ. كۆزۈش سېزىمى تەرەققىي قىلمىغان شەپەرەك ئاساسەن ئۆزى تارقاتقان ئۇلترا ئاۋاز دولقۇنىنىڭ ئەكس ساداسىغا تايىنىپ نىشانىنى بايقايدۇ ۋە ئۇچۇش يۆنىلىشىنى بەلگىلەيدۇ. زامانىۋى رادىئو ئاپپارات ئورۇن بەلگىلەش ئەسۋابى — رادارنىڭ ماسسىسى نەچچە ئون، نەچچە يۈز، نەچچە مىڭ كىلوگرامغا يېتىدۇ، شەپەرەڭنىڭ ئۇلترا ئاۋازلىق ئورۇن بەلگىلەش سىستېمىسى پەقەت نەچچىدىن بىر گرامىلا كېلىدۇ، بەزى مۇھىم ئىقتىدار جەھەتتە، مەسىلەن، نىشان ئازىمۇت بۆلۈڭنى بەلگىلەش سەزگۈرلۈكى، كاشىلىلارغا قارشى تۇرۇش قابىلىيىتى قاتارلىق جەھەتلەردە زامانىۋى رادىئو ئاپپارات ئورۇن بەلگىلەش ئەسۋابلىرىدىن كۆپ ئەۋزەل كېلىدۇ. سۇدا ياشايدىغان دېڭىز دېلفىنىنىڭمۇ مۇكەممەل ئۇلترا ئاۋازلىق تەكشۈرۈش سىستېمىسى بار بولۇپ، ئۇ دۇغلەشىپ كەتكەن سۇ ئىچىدىمۇ يىراقتىكى كىچىك بېلىقلارنىڭ ئورنىنى توغرا بەلگىلىيەلەيدۇ. ھايۋانلارنىڭ بەدىنىدىكى ئەزالارنىڭ تۈزۈلۈشى ۋە ئىقتىدارىنى چوڭقۇر تەتقىق قىلىپ، ئۇنىڭدىن ئېرىشكەن بىلىملەردىن پايدىلىنىپ، ھازىر بار بولغان ئۇسكۇنىلەرنى ياخشىلاش ياكى يېڭى ئۇسكۇنىلەرنى كەشىپ قىلىش ئۇلترا ئاۋاز تېخنىكىسىنى تەرەققىي قىلدۇرۇشنىڭ يولى بولۇپلا قالماستىن، يەنە ھازىرقى زامان بىئونىكا ① ئىلمىنىڭمۇ مۇھىم تېمىسىدۇر.

① بىئونىكا ھەرخىل جانلىقلار سىستېمىسىدا بار بولغان ئىقتىدار پرىنسىپى ۋە تەسىر مېخانىزمىنى تەتقىق قىلىدۇ ھەمدە ياساپ چىقىدۇ.

بۇ بابتا مېخانىك دولقۇنىنىڭ ھاسىل بولۇشى ۋە تارقىلىشى ، يەنە مېخانىك دولقۇنىنىڭ خۇسۇسىيىتى ، مەسىلەن ، قايتىشى ، سۇنۇشى ، دىفراكسىيىسى ۋە ئىنتېرفېرېنسىيىسى قاتارلىق بىلىملەرنى ئۆگەندۇق ، بۇ بىلىملەرنى ياخشى چۈشىنىۋېلىش ھەم ئۇلاشلەر چىقىش بۇنىڭدىن كېيىنكى باشقا شەكىلدىكى دولقۇنلارنى ئۆگىنىشتە ناھايىتى مۇھىم .

(1) مېخانىك دولقۇن قانداق شەكىللىنىدۇ ؟ بۇ دولقۇن دېگەن نېمە ؟ توغرا دولقۇن دېگەنچۇ ؟

(2) «دولقۇن پەقەت سەۋرىنىشنى ئۆزىنىڭ شەكلىدىن ئىبارەت» بىلەن «دولقۇن ئېنېرگىيە ئۆزىتىشنىڭ بىر خىل شەكلى» دېگەنمۇ قانداق چۈشىنىشكە بولىدۇ ؟

(3) دولقۇننىڭ گرافىكى دېگەن نېمە ؟ ئۇنىڭ ئابسىسسا ، ئوردىناتلىرى نېمىلەرنى ئىپادىلەيدۇ ؟ گرافىكنىڭ فىزىكىلىق مەنىسى نېمە ؟ ئۇنىڭ بىلەن تەۋرىنىش گرافىكىنىڭ قانداق پەرقى بار ؟

(4) دولقۇن ئۆزۈنلۇقى دېگەن نېمە ؟ دولقۇن ئۆزۈنلۇقى ، چاستوتا ۋە دولقۇن تېزلىكى ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت مەۋجۇت ؟

(5) دولقۇننىڭ دىفراكسىيىسى دېگەن نېمە ؟ روشەن دىفراكسىيە ھادىسىسى ھاسىل بولۇشنىڭ شەرتى نېمە ؟ دىفراكسىيىگە دائىر ئەمەلىي مىسال كەلتۈرۈڭ .

(6) دولقۇنلارنىڭ قاتلىنىشى دېگەن نېمە ؟ دولقۇنلارنىڭ ئىنتېرفېرېنسىيىسى دېگەن نېمە ؟ ئىنتېرفېرېنسىيىگە دائىر ئەمەلىي مىسال كەلتۈرۈڭ

(7) تۈرغۇن دولقۇن دېگەن نېمە ؟ ئۇ قانداق ھاسىل بولىدۇ ؟

(8) دوپلېر ئېففېكتى ھادىسىسىنىڭ ھاسىل بولۇش سەۋەبىنى ۋە ئۇنىڭ ئىشلىتىلىشىنى مىسال ئارقىلىق چۈشەندۈرۈڭ .

كۆنۈكمە

8 گۈرۈپپا

(1) چاستوتىسى 100Hz بولغان ئاۋاز ھاۋادىن سۇغا كىرگەن بولسا، ئاۋاز دولقۇنىنىڭ سۈدىكى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچىلىك ئۇزۇنلۇقتا بولىدۇ؟ (بۇ چاغدىكى تېمپېراتۇرا 0℃)

(2) ئاۋازنىڭ چويۇن ئىچىدە تارقىلىش تېزلىكىنى ئۆلچەش بىرىنچى قېتىم پارىژدا تۇرۇۋاتقان ئۇسۇل بويىچە ئېلىپ بېرىلغان: چويۇن تۇرۇبىنىڭ بىر بېشىدىكى قوڭغۇراقنى ئۇرغاندا، تۇرۇبىنىڭ ئىككىنچى بېشىدا ئىككى قېتىملىق ئاۋاز ئاڭلانغان؛ بىرىنچى قېتىملىقى چويۇن ئارقىلىق تارقىلىپ كەلگەن، ئىككىنچى قېتىملىقى ھاۋا ئارقىلىق تارقىلىپ كەلگەن. تۇرۇبىنىڭ ئۇزۇنلۇقى 931m ، ئىككى قېتىملىق ئاۋازنىڭ ئارىلىقى 2.5s بولۇپ، شۇ چاغدا ئۆلچەنگەن ئاۋازنىڭ ھاۋادىكى تېزلىكى 340m / s بولسا، چويۇندىكى ئاۋاز تېزلىكىنى تېپىڭ.

(3) مەلۇم بىر جايدا يەر تەۋرەش دولقۇنىنىڭ بوي دولقۇنى بىلەن توغرا دولقۇنىنىڭ يەر يۈزىگە يېتىپ كېلىش ۋاقىت پەرقىنى ئايدىنكى تارقىلىش تېزلىكى ئايرىم ـ ئايرىم $v_1 = 9.1\text{km/s}$ ۋە $v_2 = 3.7\text{km/s}$. بىر قېتىملىق يەر تەۋرەشتىكى بۇ جايدىكى بىر يەر تەۋرەشنى كۆزىتىش پونكىتى خاتىرىلىگەن بوي دولقۇن بىلەن توغرا دولقۇنىنىڭ يېتىپ كېلىش پەيتلىرىنىڭ پەرقى 5s بولغان بولسا، يەر تەۋرەش مەنبەسى بۇ پونكىتتىن قانچىلىك يىراقلىقتا؟

(4) A، B نۇققى كىشى ئايرىم ـ ئايرىم نۇققى كېمە ئارقىلىق كۆلدە بېلىق تۇتقان، نۇققى كېمىنىڭ ئارىلىقى 24m، بىر قانار سۇ دولقۇنى كۆل يۈزىدە تارقىلىپ، ھەربىر كېمىنى مىنۇتىغا 10 قېتىمدىن ئاستى ـ ئۈستىگە لەيلەتكەن. A كېمە دولقۇن چوققىسىدا تۇرغاندا، B كېمە دولقۇن ئويمىنىدا تۇرغان، بۇ چاغدا نۇققى كېمە ئارىسىدا يەنە بىر دولقۇن چوققىسى بار بولغان بولسا، سۇ دولقۇنىنىڭ دولقۇن تېزلىكى قانچىلىك؟

(5) ئۇگۇغا تارقالغان بىر قانار ئاددىي گارمونىك دولقۇنىنىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى

10. 11 ـ رەسىمدىكى ھەققىي سىزىقتا كۆرسىتىلگەندەك بولسا:

① دولقۇنىنىڭ دەۋرىنى T دەپ پەرەز قىلساق، $T/4$ ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، ئۇنىڭ دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى قانداق بولىدۇ؟ $2T/4$ ، $3T/4$ ۋاقىتلار ئۆتكەندىن كېيىن، ئۇنىڭ دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقى يەنە قانداق بولىدۇ؟

② دولقۇن مەنبەسىنى O نۇقتىدا دەپ پەرەز قىلساق، رەسىمدىكى 1، 2، 3، 4 قاتارلىق ماددىي نۇقتىلارنىڭ قايسىسى تۇنجى ئالدى بىلەن تەۋرىنىشكە باشلايدۇ؟

③ ماددىي نۇقتىلارنىڭ ئامپلىتۇدىسىنى 5cm دەپ ئالساق، $3T/4$ ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن، ماددىي نۇقتا 1 بىلەن 4 نىڭ تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئېغىشقان يۆتكىلىشى قانچىلىك بولىدۇ؟ بېسىپ ئۆتكەن مۇساپىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

* B گۇرۇپپا

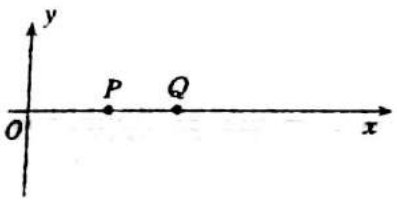
(1) xOy تەكشىلىكى ئىچىدە x ئوقىنىڭ ئوڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ تارقالغان بىر قاتار سىنۇس توغرا دولقۇنىنىڭ تېزلىكى $1m/s$، ئامپلىتۇدىسى 4cm ، چاستوتىسى 2.5Hz بولۇپ $t=0$ بولغان پەيتتە، P نۇقتا تەڭپۇڭلۇق ئورنىنىڭ ئۇستى تەرىپىدىكى ئەڭ چوڭ يۆتكىلىش ئورنىدا بولغاندا (10. 32 ـ رەسىم)، P نۇقتىدىن يىراقلىقى 0.2m بولغان Q نۇقتىنىڭ

① 0.1s تىكى يۆتكىلىشى 4cm بولىدۇ.

② 0.1s تىكى تېزلىكى ئەڭ چوڭ بولىدۇ.

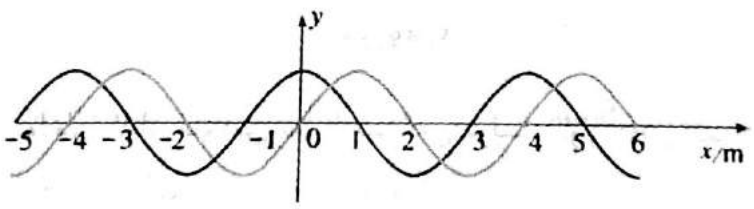
③ 0.1s تىكى تېزلىكى تۆۋەنگە قارىتا بولىدۇ.

④ 0 دىن 0.1s قىچە بولغان ۋاقىت ئىچىدىكى مۇساپىسى 4cm بولىدۇ.



10. 32 ـ رەسىم

(2) 10. 33 ـ رەسىمدىكى a بولسا بىر قاتار سىنۇس دولقۇنىنىڭ مەلۇم پەيتتىكى دولقۇن شەكلى ئەگرى سىزىقىدىن ئىبارەت. b بولسا 0.2s تىن كېيىنكى ئۇنىڭ دولقۇن شەكلىنىڭ ئەگرى سىزىقى، بۇ بىر قاتار دولقۇنىنىڭ مۇمكىنچىلىكى بولغان تارقىلىش تېزلىكىنى تېپىڭ.



10. 33 ـ رەسىم

(3) 10. 34 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، S نۇقتا دولقۇن مەنبەسى بولۇپ، تەۋرىنىش چاستوتىسى $f=100Hz$، ھاسىل قىلغان ئاددىي گارمونىك دولقۇن ئۇگۇغا تارقىلىدۇ، دولقۇن تېزلىكى $v=80m/s$. دولقۇن تارقىلىش جەريانىدا P، Q نۇقتىلاردىن ئۆتىدۇ، ئارىلىق $SP=4.2m$، $SQ=5.4m$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن.



10. 34 ـ رەسىم

① مەلۇم بىر پەيت t دا، S نۇقتا تەڭپۇڭلۇق ئورۇندىن ئۆتۈپ يۇقىرىغا قارىتا ھەرىكەت قىلغاندا، P نۇقتا بىلەن Q نۇقتا دولقۇن چوققىسىدا تۇرامدۇ ياكى دولقۇن ئويمىنىدا تۇرامدۇ ياكى باشقا ئورۇنلاردا تۇرامدۇ؟

② پەيت t نى ۋاقىتنىڭ باشلىنىش نۇقتىسى دەپ ئېلىپ، S ، P ، Q ئۈچ نۇقتىنىڭ تەۋرىنىش گرافىكىنى ئايرىم ـ ئايرىم سىزىپ چىقىڭ.

ئىسسىقلىق ئىلمى

ئىسسىقلىق ئىلمى (تېرمولوگىيە) فىزىكىنىڭ بىر قىسمى، ئۇ ئىسسىقلىق ھادىسىلىرىنىڭ قانۇنىيىتىنى تەتقىق قىلىدۇ.

ئىسسىقلىق ھادىسىسىنى تەسۋىرلەيدىغان بىر ئاساسىي ئۇقۇم تېمپېراتۇرا بولۇپ، تېمپېراتۇرا ئۆزگەرگەندە، جىسىملارنىڭ نۇرغۇن خۇسۇسىيەتلىرى ئۆزگىرىدۇ. مەسىلەن، كۆپلىگەن جىسىملارنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەندە ھەجمى كېڭىيىدۇ؛ سۇ 0℃ تىن تۆۋەن بولغاندا قاتتىق جىسىم، 0℃تىن يۇقىرى بولغاندىلا سۇيۇقلۇق بولىدۇ؛ رېزىنكە نەيچە سوۋۇپ 100℃ – تىن تۆۋەن بولغاندا ئەينەككە ئوخشاش ئاسان چېقىلىپ كېتىدىغان بولۇپ قالىدۇ..... ئومۇمەن، تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك بولغان بارلىق ھادىسىلەرنىڭ ھەممىسى ئىسسىقلىق ھادىسىلىرى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئىسسىقلىق ئىلمى بىلىملىرى ئەمەلىيەتتە مۇھىم قوللىنىلىشلارغا ئىگە. ھەرخىل ئىسسىقلىق ماشىنىلىرى ۋە سوۋۇتۇش ئۈسكۈنىلىرىنى تەتقىق قىلىپ ياساش، خىمىيە سانائىتى، مېتاللۇرگىيە، مېتېئورولوگىيە (ھاۋارايى) تەتقىقاتى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى ئىسسىقلىق ئىلمى بىلىملىرىدىن ئايرىلالمايدۇ.

ئىسسىقلىق ھادىسىلىرىنى تەتقىق قىلىشنىڭ ئوخشىمىغان ئىككى خىل ئۇسۇلى بار. بىر خىلى، ئىسسىقلىق ھادىسىلىرىنىڭ قانۇنىيەتلىرىنى ماكرو جەھەتتىن خۇلاسىلەپ، ئېچىكى ئېنېرگىيە ئۇقۇمىنى كىرگۈزۈش ھەم ئېچىكى ئېنېرگىيىنى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە باغلاش؛ يەنە بىر خىلى، ماددىلارنىڭ مىكرولۇق تۈزۈلۈشىدىن چىقىپ، مولېكۇلىلار ھەرىكەت نەزەريىسىنى تىكلەپ، ئىسسىقلىق ھادىسىسىنىڭ كۆپلىگەن مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتىنىڭ ئىپادىلىنىشى ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈشتىن ئىبارەت. بۇ ئىككى خىل ئۇسۇل بىر – بىرىگە ماسلىشىپ، بىر – بىرىنى تولۇقلاپ، كىشىلەرنىڭ ئىسسىقلىق ھادىسىلىرىنى تەتقىق قىلىشىنى بارغانسېرى چوڭقۇرلاشتۇرىدۇ.

مول ئولا هەر قان ... ئاساسي مەزمۇن جىسملار كۆپلىگەن مولېكۇلىلاردىن تورولىدۇ. مو-
ل ئولا لار بولىدۇ. مەسىلەن، ... ھەر بىر جىسم ھەربىر قىلىدۇ مولېكۇلىلار ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر كۈچ مەۋجۇت.
ئۆيلىگەن، مولېكۇلا لار، ... ھەر بىر جىسم ھەربىرى مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى دەپ ئاتىلىدۇ. مولې-
كۇلىلار ... ھەرىكىتى ۋە مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر جىسمنىڭ تېرمولوگىيىلىك
خۇسۇسىيەتى (قاتتىق، ... ھەرىكىتى بەلگىلەيدۇ.
بۇ پائالىيەت مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىگە مۇناسىۋەتلىك بىلىملەرنى ئۆگىنىپ، ئاندىن ئىچكى
ئېنېرگىيىنى ئۆز ئىچىگە ئالغان ئېنېرگىيىگە مۇناسىۋەتلىك ئومۇميۈزلۈكرەك بولغان يەنى قانۇنىيەتلەرنى
ئۆگىنىمىز.

1 . ماددا نۇرغۇنلىغان مولېكۇلىلاردىن تۈزۈلىدۇ

ھەممىمىز بارىپ تۇرىدىغان ماددا تۈزۈلۈشىنىڭ سىرى ھەققىدە ئۇزلۇكسىز ئىزدىنىپ كەلدى. 2000 يىلىن كۆپرەك ۋاقىت ئىلگىرى ھەممىگە گرېتسىيىنىڭ ئاتاقلىق مۇتەپەككۇرى دېموكرىت بارلىق ماددىلارنىڭ ھەممىسى ئىنتايىن كىچىك مىكرو زەررىچىلەردىن تۈزۈلىدۇ، دەپ ئېيتقان ھەم بۇ خىل مىكرو زەررىچىلەرنى ئاتوم دەپ ئاتىغان. ھەممىگە زامانىدىكى بۇ خىل ئاتوم تەلىماتى گەرچە تەجرىبە ئاساسىغا ئىگە بولمىسىمۇ، لېكىن ئاتوم مەزمۇنىنىڭ بىخىلى ئۆز ئىچىگە ئالغان ئىدى.

پەن ـ تېخنىكا نەزەرىيىسىنىڭ ئومۇمىي قانۇنىيىتى بويىچە ئېيتقاندا، ئاتومنىڭ مەۋجۇت ئىكەنلىكى بىر خىل قىياس بولماستىن، بەلكى مەجبۇرلىغان ئىللىيۇزىيىلا ئىسپاتلاندى. ئاتوم قايتا بۆلۈنمەيدىغان زەررىچە ئەمەس. ئاتوملار بىرىكىپ مولېكۇلىنى تۈزىدۇ. مولېكۇلا ھەر خىل ماددىلارنىڭ خىمىيىلىك خۇسۇسىيىتىگە ئىگە ئەڭ كىچىك زەررىچىدىن ئىبارەت. ئەمەلىيەتتە ماددىنى تۈزگەن بۆلەكلەر ھەرخىل، ھەر شەكىلدە بولىدۇ ياكى ئاتوم (مەسىلەن، مېتاللار) دا ياكى ئىئون (ئۇر تۇرلىرى) دا، ياكى مولېكۇلا (ئورگانىك ماددىلار) دىن ئىبارەت بولىدۇ. ئىسسىقلىق ئىلمىدە، بۇ مىكرو زەررىچىلەر ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قىلغاندا ئوخشاش قانۇنىيەتكە بويسۇنىدىغانلىقتىن، ئۇ-
مۇملاشتۇرۇلۇپ مولېكۇلا دەپ ئاتىلىدۇ.

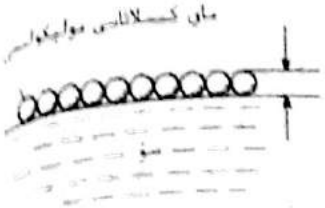
مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقى ماددىلارنى تۈزگۈچى مولېكۇلىلار ناھايىتى كىچىك بولۇپ، ئۇلارنى كۆز بىلەن بىۋاستە كۆرگىلى بولمايلا قالماستىن، ئوپتىك مىكروسكوپلار ئارقىلىقمۇ كۆرگىلى بولمايدۇ. ھازىر نەچچە مىليون ھەسسە چوڭايتالايدىغان تەسۋىر يايىدىغان تۈنۈللۇق مىكروسكوپ ① بارلىققا كەلدى، ئۇ ئارقىلىق ماددىنىڭ سىرتقى يۈزىدىكى مولېكۇلىلارنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. 2 ـ رەسىم مەملىكىتىمىز ئالىملىرىنىڭ تەسۋىر يايىدىغان تۈنۈللۇق مىكروسكوپ ئارقىلىق سۈرەتكە ئالغان گرافىتنىڭ سىرتقى يۈزىدىكى ئاتوملارنىڭ جايلىشىش سۈرىتى بولۇپ، سۈرەتتىكى ھەربىر يورۇق نۇقتا بىر كاربون ئاتومىدىن ئىبارەت.

مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقىنى قانداق بىلگىلى بولىدۇ؟

مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقىنى يۈزەكى ئۆلچەشنىڭ بىر خىل ئۇسۇلى ماي پەردىسى ئۇسۇلىدىن ئىبارەت. بىر تامچە ماي كىسلاتاسىنى سۇ يۈزىگە تېمىتقاندا، ماي كىسلاتاسى سۇ يۈزىدە يېيىلىپ يەككە مولېكۇلىلىق ماي پەردىسىنى ھاسىل قىلىدۇ. ئەگەر مولېكۇلىنى شار شەكىللىك دەپ قارىساق، يەككە مولېكۇلىلىق ماي پەردىسىنىڭ قېلىنلىقىنى ماي كىسلاتاسى مولېكۇلىسىنىڭ دىئامېتىرىغا تەڭ دەپ قاراشقا بولىدۇ. 11. 1 ـ رەسىم يەككە

① تەسۋىر يايىدىغان تۈنۈللۇق مىكروسكوپ 1982 ـ يىلى تەتقىق قىلىپ ياسىلىپ مۇۋەپپەقىيەتكە ئېرىشكەن. ئۇ ئارقىلىق ماددىنىڭ سىرتقى يۈزىدىكى مولېكۇلىلارنىڭ تىزىلىشىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن ئىنسانىيەتنىڭ يەككە ئاتومىنى بىۋاستە كۆروش ئارمىنى ئەمەلگە ئاشۇرۇلدى. سىنى بىلەن لوۋېلىردىن ئىبارەت كەشىپ قىلغۇچىلارنىڭ داڭلىق تۆھپىسى نە-
ھىرلىنىپ، 1986 ـ يىلى بوسىل فىرىكا مۇكاپاتىغا ئېرىشتى.

مولېكۇلىلىق ماي بەرمەسلىك ياكى تەرىپىنىڭ سىمىمىدىن ئىبارەت. ماي كىسلاتاسى ئامېبىسىنىڭ ھەممىسى ئالدى ئۇلۇچۇپ، ئاندىن ماي پەردىسىنىڭ يوزىنى ئۇلۇچەپ چىقىدۇ. ماي كىسلاتاسى مولېكۇلىسىنىڭ دىئامېتىرىنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. ئۇلۇچىش مەنتىجىسى شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، ماي كىسلاتاسى مولېكۇلىسىنىڭ دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى 10^{-10}m بولىدۇ.



1.11 - رەسىم. سۇ يۈزى بىكى يەككە مولېكۇلىلىق ماي پەردىسىنىڭ سخېمىسى

ئەمەلىيەتتىكى مولېكۇلىلار مۇرەككەپ ئىچكى تۈزۈلۈشكە ئىگە بولۇپ، ھەممىسىلا راستىنلا كىچىك شار ئەمەس. شۇڭلاشقا مولېكۇلىنىڭ دىئامېتىرىنىڭ قانچىلىك چوڭلۇقىنا ئىلگىنغاندا، ئومۇمەن ئۇنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى بىلەنۋالغالا كۆپايە قىلىدۇ. مولېكۇلا دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى مولېكۇلىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ھەققىدىكى بىر سانلىق مىقدار ئۇقۇمىنى تەمىنلەپ بېرىپ، بىزگە مولېكۇلىنىڭ شۇنچىلىك كىچىك ئىكەنلىكىنى بىلدۈردى.

كىچىك سار دەپ قارىشقا بولىدىغان مولېكۇلا بولسا مولېكۇلىنىڭ ئاددىي مودېلىدىن ئىبارەت. ئەمەلىيەتتە مولېكۇلىلار مۇرەككەپ ئىچكى تۈزۈلۈشكە ئىگە بولۇپ، ھەممىسىلا راستىنلا كىچىك شار ئەمەس. شۇڭلاشقا مولېكۇلىنىڭ دىئامېتىرىنىڭ قانچىلىك چوڭلۇقىنا ئىلگىنغاندا، ئومۇمەن ئۇنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى بىلەنۋالغالا كۆپايە قىلىدۇ. مولېكۇلا دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى مولېكۇلىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ھەققىدىكى بىر سانلىق مىقدار ئۇقۇمىنى تەمىنلەپ بېرىپ، بىزگە مولېكۇلىنىڭ شۇنچىلىك كىچىك ئىكەنلىكىنى بىلدۈردى.

ئاۋوگادرو تۇراقلىقى بىر خىمىيە دەرسىدە ھەرقانداق 1mol ماددىنىڭ تەركىبىدىكى زەررىچىلەر سانىنىڭ ئوخشاش بولىدىغانلىقى ھەم ئۇنىڭ ئاۋوگادرو تۇراقلىقى بىلەن ئىپادىلىنىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەنسىدۇق. مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقىنى بىلگەندىن كېيىن، ئاۋوگادرو تۇراقلىقىنى تەخمىنەن ھېسابلاپ چىقىش تەس ئەمەس، مەسىلەن، سۇنىڭ مول ھەجمى $1.8\times10^{-5}\mathrm{m^3/mol}$ ، ھەربىر سۇ مولېكۇلىسىنىڭ دىئامېتىرى $4.0\times10^{-10}\mathrm{m}$ ، ھەجمى تەخمىنەن $3.0\times10^{-29}\mathrm{m^3}$ بولىدۇ. سۇ مولېكۇلىلىرىنى بىر - بىرىگە ياندىشىپ قاتار تىزىلغان دەپ پەرەز قىلساق، 1mol سۇ تەركىبىدىكى سۇ مولېكۇلىلىرىنىڭ سانىنى تۆۋەندىكىدەك ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ:

$$N=\frac{1.8\times10^{-5}\mathrm{m^3/mol}}{3.0\times10^{-29}\mathrm{m^3}}$$

$$=6.0\times10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$$

ئاۋوگادرو تۇراقلىقىنىڭ تېخىمۇ ئېنىق سانلىق قىممىتىگە ئېرىشىش ئۈچۈن، ئىلىم - پەن خادىملىرى ھەر خىل ئۇسۇللاردىن پايدىلىنىپ ئۇنى ئۇزلوكسىز ئۇلۇچەپ تۇردى. 1986 - يىلى X نۇر ئۇسۇلى ئارقىلىق ئۇلۇچەنگەن ئاۋوگادرو تۇراقلىقى

$$N_A=6.0221367\times10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$$

بولۇپ، ئادەتتە

$$N_A=6.02\times10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$$

دەپ ئېلىنىدۇ. تەخمىنىي ھېسابلاشلاردا

$$N_A=6.0\times10^{23}\mathrm{mol^{-1}}$$

ئاۋوگادرو مۇرادىمى ئىنسانلارنى ھەيران قالدۇرىدۇ. شۇڭلاشقا ئادەتتە چىسىملاردىكى مولېكۇلىلار سانى ھەيران قالارلىق دەرىجىدە كۆپ. مۇنداق مىسالنى 1mol سۇ تەركىبىدىكى مولېكۇلا سانى تەخمىنەن 3.3×10^{22} دانە بولىدۇ. ئەگەر بۇمور مۇمالىنىڭ ھەممىسى كېلىپ بۇ مولېكۇلىلارنى سانىسا ھەممە ھەربىر ئادەم سېكۇنتىغا بىر دانىدىن سانىسا، بۇ مولېكۇلىلارنى تەخمىنەن 170 مىڭ يىل ئەتراپىدا ئاندىن ساناپ بولىدۇ. سىغىمى 10 مىليارد كىشىلىك شەھەر مۇنداق بىر ئامىرىكا پۈتۈنلىسا، ئىسپىرت مولېكۇلىلىرى سۇغا تەكشى تارقالغاندىن كېيىن، 1mm³ سۇ تەركىبىدە يەنىلا 1 مىليون دانىدىن ئارتۇق ئىسپىرت مولېكۇلىسى بولىدۇ.

ئاۋوگادرو مۇرادىمىغا ئاساسەن مولېكۇلىنىڭ ماسسىسىنى ئاسانلا ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. مەسىلەن، مۇنىڭ مول ماسسىسى 1.8×10^{-2} kg/mol بولۇپ، 1mol سۇ تەركىبىدە 6.0×10^{23} دانە مولېكۇلا بار بولسا، بىر مولېكۇلىنىڭ ماسسىسى مۇنداق بولىدۇ:

$$m=\frac{1.8\times10^{-2}\text{kg/mol}}{6.0\times10^{23}\text{mol}^{-1}}$$

$$=3.0\times10^{-26}\text{kg}$$

دېمەك، بىر مولېكۇلىنىڭ ماسسىسى ناھايىتى كىچىك بولىدۇ. بىرنەچچە مىڭ ئاتومنى ئۆز ئىچىگە ئالغان ئۇرغۇلىق ماددىنىڭ چوڭ مولېكۇلىلىرىدىن باشقا، ئادەتتە مولېكۇلىلارنىڭ ماسسىسى ناھايىتى كىچىك بولىدۇ. ئوخشاش ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ئوكسىگېن مولېكۇلىسى ماسسىسىنىڭ 5.3×10^{-26}kg ، ھىدروگېن مولېكۇلىسى ماسسىسىنىڭ 3.3×10^{-27}kg بولىدىغانلىقىنى ھېسابلاپ چىقىلى بولىدۇ.

ئاۋوگادرو تۇراقلىقى بىر مۇھىم تۇراقلىق سان بولۇپ، ئىستقلىق ھادىسىلىرىنى مىقدارلىق تەتقىق قىلىشتا دائىم ئىشلىتىلىدۇ. ئاۋوگادرو تۇراقلىقى مىكرو دۇنيا بىلەن ماكرو دۇنيانى تۇتاشتۇرىدىغان كۆۋرۈك. يۇقىرىدا ئېيتىلغانلارنى شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ئاۋوگادرو تۇراقلىقى مول ماسسا، مول ھەجمىدىن ئىبارەت. بۇ ماكرولۇق فىزىكىلىق مىقدارلارنى مولېكۇلىنىڭ ماسسىسى، مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقى قاتارلىق مىكرولۇق فىزىكىلىق مىقدارلار بىلەن تۇتاشتۇرۇپ تۇرىدۇ.

1 ـ مەشىق

(1) مولېكۇلىلارنى سىر ـ سىرىغە يانداشتۇرۇپ تىزىپ چىقساق، قانچە دانە مولېكۇلا ئاندىن 1m ئۇزۇنلۇقنى تولدۇرۇپ چىقىدۇ؟ (مۇناسىپ مىقدار دەرىجىسىنى تېپىشتا ئەلىپ قىلىنىدۇ)

(2) 10g ئوكسىگېندا قانچە دانە ئوكسىگېن مولېكۇلىسى بار؟

(3) ئاۋوگادرو تۇراقلىقى مەلۇم ئىدى بىر دانە ئوكسىگېن مولېكۇلىسى، بىر دانە ھىدروگېن مولېكۇلىسىنىڭ ماسسىسى ئايرىم ـ ئايرىم قانچە كىلوگرام بولىدىغانلىقىنى ھېسابلاپ چىقىڭ. كىتابتا بېرىلگەن مۇناسىپ مەلۇمات بىلەن ئوخشاش ياكى ئوخشاش ئەمەسلىكىگە قاراپ چىقىڭ.

(4) بىر كاربون ئاتومىنىڭ ماسسىسى 1.995×10^{-26}kg ئىكەنلىكى ئۇلچەنگەن بولسا، ئاۋوگادرو تۇراقلىقىنى تېپىڭ.

نانومېتىر تېخنىكىسى



نانومېتىر ئۇزۇنلۇق بىرلىكى بولۇپ، بەلگىسى nm ، بەزى $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ ، ئادەتتە مولېكۇلىنىڭ دىئامېتىرى تەخمىنەن 0.3nm ~ 0.4nm بولىدۇ. ئاقسىل مولېكۇلىسىنىڭ دىئامېتىرى چوڭراق بولۇپ، بەزىدە ئون نانومېتىرغا يېتىدۇ. ۋىرۇسنىڭ چوڭلۇقى بەزىدە بىر نانومېتىر بولىدۇ. ئا-

نومبتىر پەن ـ تېخنىكىسى نانومېتىر ئۆلچىمى ئىچىدىكى (100nm ~0. 1nm) پەن ـ تېخنىكا بولۇپ، ئۇنىڭ تەتقىق قىلىش ئوبيېكتى كىچىك بىر دۈۋە مولېكۇلا ياكى بەككە ئاتوم، مولېكۇلىدىن ئىبارەت.

تەتقىقاتلار نانومېتىر ئۆلچىمى ئىچىدە نۇرغۇن يېڭى ھادىسىلەر بۇ بىردىنغانلىقى، تېخنىكىدا نۇرغۇن يېڭى ئىلگىرىلەشلەر بارلىققا كېلىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى. تەسۋىر بايدىغان تۇنىللىق مىكروسكوپ ئارقىلىق ئاتوم مولېكۇلىلارنى كۆزىتىش ۋە تىرگىنلەش ئەمەلىيەتتە بىر خىل نانومېتىر تېخنىكىسى ھېسابلىنىدۇ. ئىلىم ـ پەن جەمئىيىتىدىكى مولېكۇلا ياكى ئاتوملارنى تىرگىنلەش ئارقىلىق كۆڭۈلدىكىدەك غايىلىرىنى ئەملىگە ئاشۇرماقتا. مەسىلەن، ئېلېكترون ۋە ئالاقىلىشىش جەھەتتە، نانومېتىر نېپىز قەۋىتى ۋە نانومېتىر نۇقتىسىدىن پايدىلىنىپ نانومېتىرلىق ئېلېكترون ئەسۋابلىرى ـــ ساقلىغۇچ، كۆرسەتكۈچ، سېنزور قاتارلىقلارنى ياساپ چىقىپ، ئەسۋابلارنىڭ ئۆلچىمىنى تېخىمۇ كىچىك، ئىشلەش سۈرئىتىنى تېخىمۇ تېز، ئىنېرگىيە سەرپىياتىنى تېخىمۇ ئاز قىلماقتا. تېببىي داۋالاش جەھەتتە، نانومېتىر قۇرۇلمىلىق دورا ۋە بىئولوگىيىلىك سېنزورلارنى ياساپ، بىئولوگىيىلىك پەردە (بىئو پەردە) ۋە DNA لىنىڭ نازۇك تۈزۈلۈشىنى تەتقىق قىلىپ، ھاياتلىق ئىلمى ساھەسىدە تېخنىكىلىق بۆسۈشلەرنى بارلىققا كەلتۈرمەكتە. ياساش كەسپى جەھەتتە، نانومېتىرلىق مېخانىزملاردىن پايدىلىنىپ ھەسەل ھەرىسى چوگلۇقىدىكى تىك ئۇچار ئايروپىلانلارنى ياسىماقتا...

نانومېتىر پەن ـ تېخنىكىسى ھازىرقى زامان پەن ـ تېخنىكىسىنىڭ ئالدى بولۇپ، دۇنيا مىقياسىدا ئېتىبار بېرىلىپ، بۇ ساھەدىكى رىقابەت ئىنتايىن كەسكىن بولماقتا. مەملىكىتىمىز ئالىملىرىمۇ نانومېتىر پەن ـ تېخنىكا تەتقىقاتىغا ئېلىپ بېرىپ، مۇئەييەن نەتىجىگە ئېرىشىپ، دۇنيادىكى ئىلغار سەۋىيىگە يەتتى.

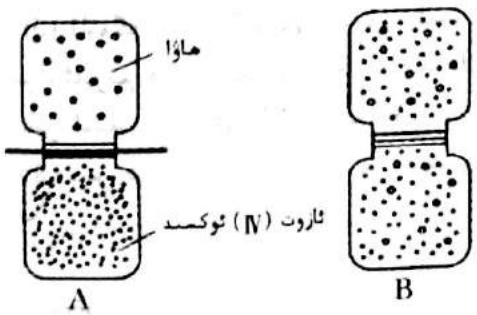
§2 . مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى

جىسىملارنى تەشكىل قىلغان مولېكۇلىلار مەڭگۈ توختىماستىن تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدۇ، بۇ خۇلاسىمۇ تەجرىبە پاكىتلىرى ئاساسىدا ئېرىشىلگەن، تۆۋەندە تەجرىبە پاكىتلىرى ئارقىلىق مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتىنى چۈشەندۈرىمىز.

دىففۇزىيە ھادىسىسى مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتى دىففۇزىيە ھادىسىسى ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلاشقا بولىدۇ.

تەجرىبە

ئىچىگە قوڭۇر رەڭلىك ئازوت (Ⅳ) ئوكسىد قاچىلانغان كەڭ ئېغىزلىق بىر قۇتىغا رەڭسىز ھاۋا قاچىلانغان كەڭ ئېغىزلىق قۇتىنىڭ دوم كۆمتۇرۇپ، ئوتتۇرىسىنى ئەينەك تاختا بىلەن ئايرىۋېتىمىز (Ⅱ. 2 ـ رەسىم A)، ئاندىن ئەينەك تاختىنىڭ تارتىپ چىقىرىۋەتسەك، بىرئاز ۋاقىتتىن كېيىن قوڭۇر رەڭلىك ئازوت (Ⅳ) ئوكسىد ئۈستىدىكى قۇتىغا كىرىپ، ئۈستىدىكى قۇتىدىكى گازنىڭ رەڭگىنى قوڭۇر رەڭگە ئۆزگەرتكەنلىكىنى، ئۈستىدىكى رەڭسىز گازنىڭ تۆۋەنگە چۈشۈپ، تۆۋەندىكى قوڭۇر رەڭلىك گازنىڭ رەڭگىنى سۇسلاشتۇرغانلىقىنى بايقايمىز. ئەڭ ئاخىرىدا، ئىككى خىل گاز ئارىلىشىپ، ئۈستۈنكى ۋە ئاستىنقى ئىككى قۇتىدىكى گازلارنىڭ رەڭگى بىردەك بولۇپ قالغانلىقىنى بايقايمىز (Ⅱ. 2 ـ رەسىم B).



Ⅱ. 2 ـ رەسىم. گازنىڭ دىففۇزىيىلىنىشى (تارقىلىشى)

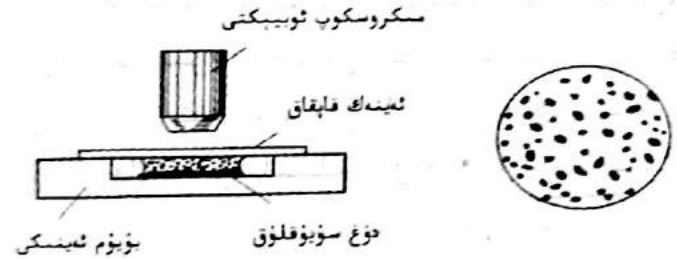
تارتىش (IV) تۈكسىزلىك زىچلىقى ھاۋانىڭ زىچلىقىدىن چوڭ بولسىمۇ، ئەمما ئۇ ھەرىكەت قىلىپ ئۈستۈنكى قەۋەتكە چىقىدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا ھاۋا ھەرىكەت قىلىپ تۆۋەنكى قەۋەتكە كىرەلەيدۇ. بۇ، گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. مۇشۇنداق ئوخشىمىغان مادداىلار ئۆزئارا تېگىشكەندە بىر - بىرىگە ئۆتۈشۈش ھادىسىسى دىففۇزىيە (تارقىلىش) دەپ ئاتىلىدۇ.

گاز مولېكۇلىلىرىلا ئۇزلۇكسىز ھەرىكەت قىلىپ تۇرماستىن، سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى ۋە قاتتىق جىسىم مولېكۇلىلىرىمۇ ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدۇ. دىففۇزىيە ھادىسىسى قاتتىق جىسىملار بىلەن سۇيۇقلۇقلار ئارىسىدىمۇ يۈز بېرىدۇ. مەسىلەن، بىر ئىستاكان سۇزۇك سۇغا بىرنەچچە تامچە قىزىل سىياھ تېمىتساق، بىردەمدىلا پۈتۈن ئىستاكاندىكى سۇنىڭ ھەممىسى قىزىل رەڭگە ئۆزگىرىدۇ. بۇ، سۇيۇقلۇقلار ئارىسىدا دىففۇزىيە يۈز بېرىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. قاتتىق جىسىملارنىڭ دىففۇزىيىلىنىش ھادىسىسىنىڭ ئادەتتىكى تېمپېراتۇرىدا ئېلىپ بېرىلمىشى ئاستىراق بولىدۇ. ئالاھىدە كۆزىتىش ئېلىپ بارمىسا سېزىۋالغىلى بولمايدۇ. يۇقىرى تېمپېراتۇرىدا قاتتىق جىسىملار ئارىسىدىكى دىففۇزىيە ھادىسىسى ناھايىتى روشەن بولىدۇ. مولېكۇلىلارنىڭ دىففۇزىيىلىنىشىدىن پايدىلىنىپ ۋاكۇئۇم (ھەقمقىي بوشلۇق)، يۇقىرى تېمپېراتۇرا شەرتى ئاستىدا يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىياللارغا باشقا ئېلېمېنتلارنى ئازراق ئارىلاشتۇرۇش ئارقىلىق ھەر خىل دېتاللارنى ياساشقا بولىدۇ.

بروئۇن ھەرىكىتى ئەمدى يەنە مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتىنى تېخىمۇ روشەن ئىسپاتلاپ بېرەلەيدىغان ھادىسە — بروئۇن ھەرىكىتىنى ئىسپاتلاپ ئۆتىمىز. تۆۋەندە تەجرىبە ئىشلەش ئارقىلىق بروئۇن ھەرىكىتىنى كۆزىتىمىز.

تەجرىبە

سۇيۇلدۇرۇلغان بىر تامچە قارا سىياھنى مىكروسكوپتا كۆزەتسەك (11. 3 - رەسىم)، سۇيۇقلۇقتا لەيلەپ يۈرگەن ئۇششاق كاربون دانچىلىرىنىڭ توختىماستىن تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىپ يۈرگەنلىكىنى كۆرەلەيمىز. كاربون دانچىلىرى قانچە كىچىك بولسا، بۇ خىل ھەرىكەت شۇنچە روشەن بولىدۇ.



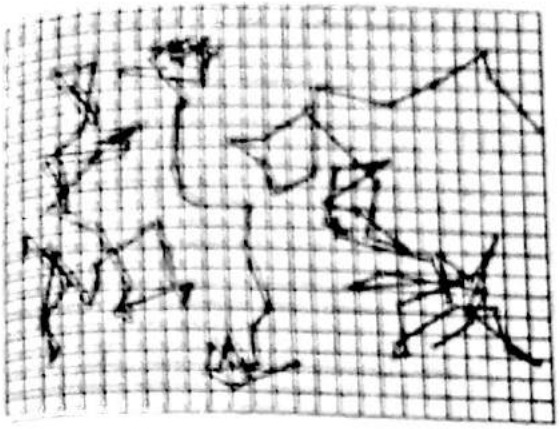
A. تەجرىبە قۇرۇلمىسى سخېمىسى

B. مىكروسكوپتا كۆرۈنگەن دانچىلار

11. 3 - رەسىم. بروئۇن ھەرىكىتىنى كۆزىتىش

ئەگەر مىكروسكوپتا بىر دانە كاربون دانچىسىنىڭ ھەرىكىتىنى كۆزىتىپ، ھەر 30s تا بىر قېتىم كۆزىتىلگەن كاربون دانچىسىنىڭ ئورنىنى خاتىرىلەپ، ئاندىن بۇ ئورۇنلارنى تەرتىپ بويىچە تۇتاشتۇرۇپ چىقساق، 11. 4 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن مىكرو دانچە ھەرىكىتى ئورۇنلىرىنىڭ تۇتاشتۇرۇلغان سىزىقى كېلىپ چىقىدۇ. بۇنىڭدىن مىكرو دانچىنىڭ ھەرىكىتى تەرتىپسىز بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. ئەمەلىيەتتە قىسقىغىنا 30s ئىچىدىمۇ مىكرو دانچىنىڭ ھەرىكىتى ئىنتايىن تەرتىپسىز بولىدۇ.

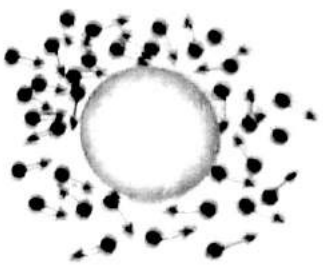
ئەيلەپ يۈرگەن مىكرو دانچىنىڭ
توختىماستىن تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىش ھادىسىنى
ئەڭگلىيە بوتانىكا ئالىمى بروۋن (1773 ـ 1858)
1827 ـ يىلى مىكروسكوپ ئارقىلىق سۇدا ئەيلەپ
يۈرگەن گول چېچىنى كۆزىتكەندە بايقىغان. كېيىن
ئەيلەپ يۈرگەن مىكرو دانچىنىڭ بۇ خىل ھەرىكىتى
بروۋن ھەرىكىتى دەپ ئاتالغان. گۈل چېچىنى ۋە
ئۇششاق كاربون دانچىسىدىلا بروۋن ھەرىكىتى قىلىپ
قالماستىن، سۇيۇقلۇق ئىچىدىكى ئەيلەپ يۈرگەن
توختىمىغان ھەر خىل مىكرو دانچىلارنىڭ ھەممىسىدە
بروۋن ھەرىكىتىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ.



11. 4 ـ رەسىم. مىكروسكوپتا كۆرۈنگەن، لىنىيە دار
مىكرو دانچىنىڭ ھەرىكەت ئورۇنلىرىنىڭ بىرلەشتۈ
رۈلگان سىزمىسى

بروۋن ھەرىكىتى قانداق ھاسىل بولىدۇ؟

دەسلەپتە كىشىلەر سىرتنىڭ تەسىرى، يەنى تەۋرىنىش،
سۇيۇقلۇقنىڭ كونۋېكسىيىسى قاتارلىقلار كەلتۈرۈپ چىقارغان دەپ قارىغان. لېكىن تەجرىبىلەر سىرتنىڭ
تەسىرىنى ئىلاج قىلىپ يوق قىلغان ئەھۋالدىمۇ بروۋن ھەرىكىتىنىڭ يەنىلا مەۋجۇت بولىدىغانلىقى، مىكرو
دانچە بېتەرلىك كىچىك بولسىلا، ھەرقانداق دۇغلۇق سۇيۇقلۇقتا بروۋن ھەرىكىتىنى كۆزىتىشكە بولىدىغانلىقى
قېنى، شۇنداقلا ئۈزلۈكسىز نۇرغۇن كۈن، ھەتتا نەچچە ئاي كۆزەتسەڭ، بۇ خىل ھەرىكەتنىڭ بوختاپ قالغانلىقىنى
كۆرگىلى بولمايدىغانلىقىنى ئىپادىلىدى. دېمەك، بروۋن ھەرىكىتىنىڭ سەۋەبى سىرتقى مۇھىتتا بولماستىن،
بەلكى سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدا.



11. 5 ـ رەسىم

مىكروسكوپتا بىر تۇتاش بولۇپ كۆرۈنگەن سۇيۇقلۇق ئەمەلىيەتتە نۇرغۇنلىغان
مولېكۇلىلاردىن تۈزۈلگەن بولىدۇ. سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى توختىماستىن
تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىپ، ئۈزلۈكسىز ھالدا مىكرو دانچىلارنى سوقۇپ تۇرىدۇ.
11. 5 ـ رەسىمدە بىر دانە مىكرو دانچىنىڭ سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ سوقۇشىغا
ئۇچراش ئەھۋالى تەسۋىرلەنگەن. ئەيلەپ يۈرگەن مىكرو دانچە يېتەرلىك كىچىك
بولغاندا، ھەرقايسى يۆنىلىشلەردىن كەلگەن سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ سوقۇش
تەسىرلىرى تەڭپۇك بولمايدۇ. مەلۇم بىر پەيت (مومېنت) تا، مىكرو دانچە مەلۇم
يۆنىلىشتە ئۇچرىغان سوقما كۈچ تەسىرى كۈچلۈك بولۇپ، مىكرو دانچىنى ھەرىكەت قىلدۇرىدۇ. كېيىنكى بىر
پەيتتە، مىكرو دانچە يەنە بىر يۆنىلىشتە ئۇچرىغان سوقما كۈچ تەسىرى كۈچلۈك بولۇپ، مىكرو دانچىنى يەنە باشقا
يۆنىلىشكە قارىتا ھەرىكەت قىلدۇرىدۇ. شۇنىڭ بىلەن مىكرو دانچىنىڭ تەرتىپسىز بولغان بروۋن ھەرىكىتى
كېلىپ چىقىدۇ.

سۇيۇقلۇقتا ئەيلەپ يۈرگەن دانچە قانچە كىچىك، مەلۇم بىر پەيتتىكى ئۇنىڭغا سوقۇلغان مولېكۇلىلارنىڭ
سانى قانچە ئاز بولسا، سوقما تەسىرنىڭ تەڭپۇڭسىزلىقىنىڭ ئىپادىلىنىشى شۇنچە روشەن بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن
بروۋن ھەرىكىتى شۇنچە روشەن بولىدۇ. سۇيۇقلۇقتا ئەيلەپ يۈرگەن دانچە قانچە چوڭ، مەلۇم پەيتنە ئۇنىڭغا
سوقۇلغان مولېكۇلىلار سانى قانچە كۆپ بولسا، سوقما تەسىرنىڭ تەڭپۇڭسىزلىقىنىڭ ئىپادىلىنىشى شۇنچە
روشەن بولمىغاچقا، سوقما تەسىرلەر ئۆزئارا تەڭپۇڭ بولىدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن بروۋن ھەرىكىتى
روشەن بولمايدۇ ـ دە، ئۇنى كۆزەتكىلى بولمايدۇ.

دېمەك، سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ مەڭگۈ توختىماستىن قىلغان تەرتىپسىز ھەرىكىتى بروۋن

ھەرىكىتىنى ھاسىل قىلغۇچى سەۋەب. مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكىتىنى يەر كۈرىسىدىكى بروئون، ھ ر ر ك ت ى، قىسقا سكرو دائچە تۈرىنىلغان مولېكۇلىلاردىن تەشكىل تاپىدۇ، سكرو دائچىسىدىكى بروئون ھەرىكىتى، دولۇ كۈچلىنىشىگە ھەرىكىتى ئەمەس. ئەمما سكرو دائچىسىدىكى بروئون ھەرىكىتىنىڭ مەيدانىغا كېلى، سۇيۇقلۇقنى ئىچكى قىسمىدىكى مولېكۇلىلار ھەرىكىتىنىڭ تەرتىپسىزلىكىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ.

سوئاھىرە ۋە سۇئاكسىمە

ئا ـ مىسىدە كۆرسىتىلگەن ئوخشىمىغان ئۇششاق دائچىلارنىڭ بروئون ھەرىكىتىنىڭ ئەھۋالى ئوخشاش بولمايدۇ. ئۇنداق بولسا، ئۇنىڭدىن كىشىلەر بروئون ھەرىكىتىنى سىرتقى مۇھىتنىڭ تەسىرى كەلتۈرۈپ چىقارغان ھادىسە دەپ قارىغانلىقىنى ئۇنداق بولسا، نېمە ئۈچۈن؟ سىزنەچچە سائاقدىشىڭىز بىلەن بىرلىكتە مۇئاكىمە قىلىپ، كۆرۈنۈش ھەم ئاساسىي جەرياننى چۈشەندۈرۈڭ.

ئىسقىلىق ھەرىكىتى دىففۇزىيە ھادىسىسىدە تېمپېراتۇرا قانچە يۇقىرى بولسا، دىففۇزىيىلىنىش شۇنچە تېز بولىدۇ. تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈنمۈشكە بولىدۇكى، بروئون ھەرىكىتى تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆرلىشىگە ئەگىشىپ جىددىيلىشىدۇ. يۇ. مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتى تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك بولۇپ، تېمپېراتۇرا قانچە يۇقىرى بولسا، مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتى شۇنچە جىددىي بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ، مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتى تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك بولغانلىقتىن، ئادەتتە مولېكۇلىلارنىڭ يۇ ھال ھەرىكىتى ئىسقىلىق ھەرىكىتى دەپ ئاتىلىدۇ.

2 ـ مەشىق

1. ئەمە ئۈچۈن سۇيۇقلۇقتا ئېلىپ تۇرغان دائچە قانچە كىچىك بولسا، ئۇنىڭ بروئون ھەرىكىتى شۇنچە روشەن بولىدۇ؟ ئەمە ئۈچۈن سۇيۇقلۇقتا ئېلىپ تۇرغان دائچە قانچە چوڭ بولسا، ئۇنىڭ بروئون ھەرىكىتى روشەن بولمايدۇ، ھەتتا كۆزىتىشكىمۇ بولمايدۇ؟

2. ئەمە ئۈچۈن بروئون ھەرىكىتىنىڭ تەرتىپسىزلىكى سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مولېكۇلىلار ھەرىكىتىنىڭ تەرتىپسىزلىكىنى ئاكس ئەتتۈرىدۇ؟ سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكىتى تەرتىپلىك بولمىدۇ، دەپ يەرەز قىلىنىشىنىڭ ھەرقانداق يېتەرلىك دالىلىق مولېكۇلىلارنىڭ ھەممىسى مەلۇم بىر يۆنىلىشكە قارايدىغان ھەرىكەت قىلسا، يەنە بروئون ھەرىكىتى ھاسىل بولامدۇ؟

3. بروئون ھەرىكىتى ھەققىدىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

A. بروئون ھەرىكىتى سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسقىلىق ھەرىكىتىدىن ئىبارەت.

B. بروئون ھەرىكىتى سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسقىلىق ھەرىكىتىنىڭ داۋاملىقى مەزگىلى

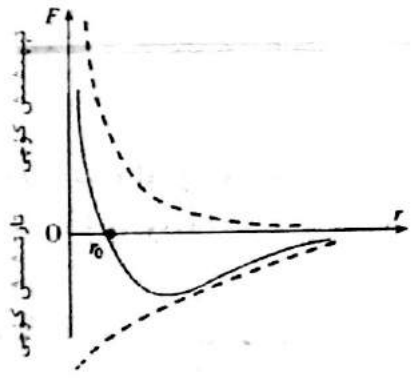
C. سىنىپ تۇرغان ئۇششاق دائچە قانچە چوڭ. ئۇنى سوققان مولېكۇلىلارنىڭ سانى قانچە كۆپ بولسا، بروئون ھەرىكىتى شۇنچە جىددىي بولىدۇ

D. سۇيۇقلۇقنىڭ تېمپېراتۇرىسى قانچە يۇقىرى بولسا، بروئون ھەرىكىتى شۇنچە جىددىي بولىدۇ.

§3 . مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ

دىققەتلىنىپ ھادىسىنى بىلەن بىرلىكتە مولېكۇلىلارنىڭ توختىماستىن تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپلا قالماستىن، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، يەنە مولېكۇلىلار ئارىسىدا بوشلۇق بولىدىغانلىقىنى، بولمىسا مولېكۇلىلار ھەرىكەت قىلالمايدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ بەردى، گازلار ئاساسەن سىقىلىش سۇ بىلەن ئىسپىرتنىڭ ئارىلاشتۇرۇلغاندىن كېيىنكى ھەجمى ئىككىسىنىڭ ھەجملىرىنىڭ يىغىندىسىدىن كىچىك بولىدۇ، بۇ، گاز مولېكۇلىلىرى ئارىسىدا ھەم سۈيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى ئارىسىدا بوشلۇق بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. 2 ـ رەسىمدە، شەكلى ئوخشاپ كېتىدىغان كاربون ئاتوملىرىنىڭ يورۇق نۇقتىلىرى خىرە ئارقا كۆرۈنۈشلەر ئارىسىغا جايلاشقان. بۇ خىرە ئارقا كۆرۈنۈشلەر گرافىتتىكى ئاتوملار ئارىسىدا بوشلۇق بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ. دېمەك، قاتتىق جىسىم مولېكۇلىلىرى ئارىسىدىمۇ بوشلۇق مەۋجۇت. يۇقىرىدا بىز مولېكۇلىنىڭ چوڭلۇقىنى بايان قىلغاندا، قاتتىق جىسىم مولېكۇلىلىرى بىلەن سۈيۇقلۇقنىڭ مولېكۇلىلىرىنى بىر ـ بىرىگە ياندىشىپ تىزىلغان دەپ قارىغان ئىدۇق، بۇ پەقەت مولېكۇلىلار دىئامېتىرىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسىنى مۆلچەر بىلەن ھېسابلاشتا قىلغان قىياستىنلا ئىبارەت.

مولېكۇلىلار ئارىسىدا گەرچە بوشلۇق مەۋجۇت بولسىمۇ، كۆپلىگەن مولېكۇلىلار توپلىشىپ قاتتىق جىسىم ياكى سۈيۇقلۇقنى شەكىللەندۈرىدۇ، بۇ، مولېكۇلىلار ئارىسىدا تارتىشىش كۈچىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى چۈشەندۈرىدۇ. جىسىمنى كۈچەپ سوزغاندا، جىسىمنىڭ ئىچكى قىسمىدا سوزۇلۇشقا قارشىلىق قىلىدىغان ئېلاستىك كۈچ مەۋجۇت بولىدۇ، بۇنىڭ سەۋەبى مولېكۇلىلار ئارىسىدا تارتىشىش كۈچىنىڭ مەۋجۇتلۇقىدا، ئىككى پارچە ساپ قوغۇشۇننى چىڭ بېسىپ قويساق، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچى تۆپەيلىدىن، بۇ ئىككى پارچە قوغۇشۇن چاپلىشىپ بىر پارچىغا ئايلىنىدۇ، ھەتتا ئاستىغا بىر ئېغىر جىسىمنى ئېسىپ قويسىمۇ، ئۇلار ئاجراپ كەتمەيدۇ. ئىككى پارچە ئوپتىك ئەينەكنىڭ سىرتقى يۈزلىرىنى سىلىقلاپ ھەم سىلىق، ھەم بىر ـ بىرىگە جىپسلىشىدىغان، شۇنداقلا سىرتقى يۈزلىرىنى پاكىز قىلىپ، مۇئەييەن بېسىم كۈچى چۈشۈرگەندە ئۇلارنى چاپلاشتۇرغىلى بولىدۇ. بۇنىڭدىمۇ مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچىدىن پايدىلىنىلغان.



11. 6 ـ رەسىم. مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچىنىڭ ئارىلىققا مۇناسىۋەتلىك بولۇش سخېمىسى. ئۇنىڭدىكى تېپىشىش كۈچى مۇسبەت قىممەت بىلەن، تارتىشىش كۈچى مەنپىي قىممەت بىلەن ئىپادىلەنگەن. F تېپىشىش كۈچى بىلەن تارتىشىش كۈچىنىڭ يىغىندى كۈچى، يەنى مولېكۇلا كۈچىدىن ئىبارەت. F مۇسبەت قىممەتلىك بولغاندا، يىغىندى كۈچ تېپىشىش كۈچى بولغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ؛ F مەنپىي قىممەتلىك بولغاندا، يىغىندى كۈچىنىڭ تارتىشىش كۈچى بولغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

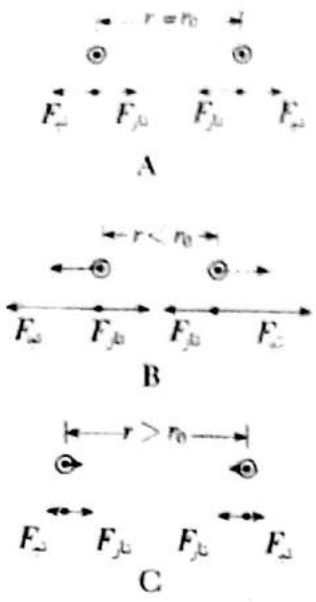
تەتقىقاتلار شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، مولېكۇلىلار ئارىسىدا بىرلا ۋاقىتتا تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچى مەۋجۇت بولۇپ، بۇلارنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىققا مۇناسىۋەتلىك. 11. 6 ـ رەسىمدىكى ئىككى تال ئۆزۈك سىزىق ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا ئىككى دانە مولېكۇلا ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچىنىڭ ئارىلىققا بېقىپ

ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. ھەقىقىي سىزىق تارتىشىش كۈچى رولىنى ئوينايدىغان كۈچنىڭ يېغىندى (نەق تەسىرلىك) كۈچى، يەنى ئەمەلىيەتتە ئىپادىلەنگۈچى چىقىرىق مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچىنىڭ ئارىلىقىغا بېقىپ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ.

مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچىنىڭ مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقىنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ كۆرسەتكۈچلۈك ئۆزگىرىدىغانلىقىنى ئۆزۈۋالالايمىز. ئىككى مولېكۇلا ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 گە تەڭ بولغاندا، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچى ئۆزئارا تەڭپۇڭ بولۇپ، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچى نۆل بولىدۇ. r_0 نىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى تەخمىنەن 10^{-9}m بولىدۇ. ئارىلىقى r_0 گە تەڭداش بولغان ئورۇن تەڭپۇڭلۇق ئورنى دەپ ئاتىلىدۇ (11. 7 - رەسىم A).

مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 دىن كىچىك بولغاندا، تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچى ئارىلىقنىڭ كىچىكلىشىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ. لېكىن تېپىشىش كۈچىنىڭ چوڭىيىشى تېخىمۇ تېز بولىدۇ. شۇ سەۋەبتىن مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ تېپىشىش كۈچى بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ (11. 7 - رەسىم B).

مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 دىن چوڭ بولغاندا، تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچى ئارىلىقنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ كىچىكلىشىمۇ، لېكىن تېپىشىش كۈچىنىڭ كىچىكلىشى تېخىمۇ تېز بولىدۇ. شۇ سەۋەبتىن مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ تارتىشىش كۈچى بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ (11. 7 - رەسىم C)، ئۇ ئارىلىقنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ تېز سۈرئەتتە كىچىكلەيدۇ. مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى 10^{-9}m دىن چوڭ بولغاندا، مولېكۇلا كۈچى ئىنتايىن ئاجىزلاپ كېتىدۇ - دە، ئېتىبارغا ئالمىسىمۇ بولىدۇ.



11. 7 - رەسىم

A: $r = r_0$ بولغاندا، سىرتقا قارىتا ئىپادىلىگەن مولېكۇلا كۈچى $F = 0$ بولىدۇ.

B: $r < r_0$ بولغاندا، $F_{تارتىشىش} < F_{تېپىشىش}$ بولۇپ، سىرتقا قارىتا ئىپادىلىگەن مولېكۇلا كۈچى F تېپىشىش كۈچى بولىدۇ.

C: $r > r_0$ بولغاندا، $F_{تارتىشىش} > F_{تېپىشىش}$ بولۇپ، سىرتقا قارىتا ئىپادىلىگەن مولېكۇلا كۈچى F تارتىشىش كۈچى بولىدۇ. (رەسىمدىكى $F_{تېپىشىش}$ تېپىشىش كۈچىنى، $F_{تارتىشىش}$ تارتىشىش كۈچىنى ئىپادىلەيدۇ)

مولېكۇلىلار ئاتوملاردىن تۈزۈلىدۇ، ئاتومنىڭ ئىچكى قىسمىدا مۇسبەت زەرەتلىك ئاتوم يادروسى بىلەن مەنپىي زەرەتلىك ئېلېكترونلار بار. مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى مۇشۇنداق مۇرەككەپ تەسىر كۈچ مۇشۇ زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىرىدىن كېلىپ چىقىدۇ.

3 - مەشىق

(1) قايسى مىساللار مولېكۇلىلار ئارىسىدا تارتىشىش كۈچى بارلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ؟ قايسى مىساللار مولېكۇلىلار ئارىسىدا تېپىشىش كۈچى بارلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ؟

(2) مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 دىن چوڭ بولغاندا، ئارىلىقنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ، تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچىنىڭ قايسىسىنىڭ كىچىكلىشى تېز بولىدۇ؟ مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 دىن كىچىك بولغاندا، ئارىلىقنىڭ كىچىكلىشىگە ئەگىشىپ، تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچىنىڭ قايسىسىنىڭ چوڭىيىشى تېز بولىدۇ؟

(3) نېمە ئۈچۈن جىسىملار سىقىلىدۇ - يۇ، ئەمما يەنە چەكسىز سىقىلمايدۇ؟

(4) نېمە ئۈچۈن ھەرقانداق جىسىمنى تارتىپ ئۈزۈۋېتىشتە كۈچ ئىشلىتىلگەن كۈچ بېتەرلىك چوڭ بولسىلا ھەرقانداق جىسىمنى تارتىپ ئۈزۈۋەتكىلى بولىدۇ؟



11. 8 - رەسىم



پاكىز يۇيۇلغان ئەينەك تاختىنى رېزىنكە بوغقۇچنىڭ تۆۋىگە ئۇچىغا ئېسىپ، ئەينەك تاختىنى سۇ يۈزىگە گورىزونتال تەگكۈزۈلۈ (11. 8 - رەسىم). ئەگەر ئەينەك تاختىنى سۇ يۈزىدىن ئاجراتماقچى بولسىڭىز، چوقۇم ئەينەك تاختىنىڭ ئېغىرلىقىدىن چوڭ بولغان كۈچ لىشلىتىپ رېزىنكە بوغقۇچنى يۇقىرىغا تارتىشىڭىز كېرەك. قول سېلىپ ئىشلەپ سىناپ كۆرۈڭ ھەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

§ 4 . جىسىمنىڭ ئېچكى ئېنېرگىيىسى ۋە ئىسسىقلىق مىقدارى

مولېكۇلىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ۋە تېمپېراتۇرا جىسمنى تۈزىدىغان مولېكۇلىلار توختىماستىن ھەرىكەتسىز ھەرىكەت قىلىپ تۇرىدىكەن، ئۇ ھالدا ھەرىكەت قىلىۋاتقان بارلىق جىسىملارغا ئوخشاشلا، ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قىلىۋاتقان مولېكۇلىلارمۇ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ.

جىسىم ئىچىدىكى مولېكۇلىلارنىڭ سۈرئىتى ئوخشاش بولمايدۇ، بەزىلىرىنىڭ چوڭ، بەزىلىرىنىڭ كىچىك بولىدۇ، شۇڭلاشقا ھەرقايسى مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرى ئوخشاش بولمايدۇ. سوقۇلۇش نەتىجىسىدە ھەرقايسى مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرىدە يەنە ئۆزگىرىش بولىدۇ. ئىسسىقلىق ھادىسىسى تەتقىقاتىدا بىزنىڭ كۆڭۈل بۆلىدىغىنىمىز ھەر بىر دانە مولېكۇلىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بولماستىن، بەلكى جىسىم ئىچىدىكى بارلىق مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرىنىڭ ئوتتۇرىچە قىممىتىدىن ئىبارەت. ئوتتۇرىچە قىممەت مولېكۇلىلار ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

تېمپېراتۇرا ئۆرلىگەندە، جىسىم مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى جىددىيلىشىدۇ - دە، مولېكۇلىلار ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىمۇ ئاشىدۇ. تېمپېراتۇرا قانچە يۇقىرى بولسا، مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. تېمپېراتۇرا قانچە تۆۋەن بولسا، مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىمۇ شۇنچە كىچىك بولىدۇ. مولېكۇلا ھەرىكەت نەزەرىيىسىنىڭ نۇقتىئىنەزىرىدىن قارىغاندا، تېمپېراتۇرا جىسىم مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ بەلگىسىدىن ئىبارەت. شۇنداق قىلىپ، مولېكۇلا ھەرىكەت نەزەرىيىسى بىزگە تېمپېراتۇرىنىڭ مىكرولۇق مەنىسىنى بىلدۈردى.

مولېكۇلىنىڭ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسى مولېكۇلىلار ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر كۈچ مەۋجۇت، مولېكۇلىلار ئارىسىدا ئۆلارنىڭ نىسپىي ئورنى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدىغان پوتېنسىيال ئېنېرگىيىگە ئىگە بولىدۇ، مانا بۇ مولېكۇلىنىڭ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسىدىن ئىبارەت.

مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r ئەگەر r_0 دىن چوڭ بولغاندا، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر تارتىشىش كۈچى بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى چوڭايتىش ئۈچۈن، تارتىشىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەش كېرەك، شۇڭا مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسى مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ، بۇ خىل ئەھۋال پۈرژىننىڭ سوزۇلغاندىكى ئېلاستىك پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسىنىڭ ئۆزگىرىشىگە ئوخشاپ كېتىدۇ. مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r ئەگەر r_0 دىن كىچىك بولسا، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر تېپىشىش كۈچى بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى كىچىكلىتىش ئۈچۈن، تېپىشىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەش كېرەك. شۇڭلاشقا مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسى مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنىڭ كىچىكلىشىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ. بۇ خىل ئەھۋال پۈرژىننىڭ سىقىلغاندىكى ئېلاستىك پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسىنىڭ ئۆزگىرىشىگە ئوخشاپ كېتىدۇ.

جىسىمنىڭ ھەجمى ئۆزگەرگەندە، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقتا ئۆزگىرىش بولۇپ، مولېكۇلىلارنىڭ

پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. دېمەك، مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى جىسىمنىڭ ھەجمىگە مۇناسىۋەتلىك.

جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى جىسىمدىكى بارلىق مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قىلغاندىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بىلەن مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىنىڭ ئومۇمىي يىغىندىسى جىسىمنىڭ تېرمودىنامىكىلىق ئېنېرگىيىسى، يەنى ئىچكى ئېنېرگىيىسى دەپ ئاتىلىدۇ. بارلىق جىسىملار توختىماستىن تەرتىپسىز ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قىلىپ تۇرغان ھەم ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان مولېكۇلىلاردىن تۇزۇلىدۇ. شۇڭا ھەرقانداق جىسىم ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئىگە بولىدۇ.

مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك، مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ھەجمىگە مۇناسىۋەتلىك بولغانلىقتىن، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى بىلەن ھەجمىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، يەنى تېمپېراتۇرا ئۆرلىگەندە، مولېكۇلىلارنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ، بۇنىڭ بىلەن جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ؛ ھەجمى ئۆزگەرگەندە، مولېكۇلىنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىدە ئۆزگىرىش بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىدە ئۆزگىرىش بولىدۇ.

ئىچكى ئېنېرگىيىنى ئۆزگەرتىشنىڭ ئىككى خىل ئۇسۇلى ئىسسىقلىق ئىلمى تەتقىقاتى ھەمىشە ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشىگە بېرىپ چېتىلىدۇ. قانداق فىزىكىلىق جەريان جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىدۇ؟

ئىش ئىشلەش ئارقىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىشكە بولىدۇ. ھەرە بىلەن ياغاچنى ھەرىلىگەندە، سۈركىلىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيمىز، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ھەرە بىلەن ياغاچنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەپ، ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ. بۇنداق «سۈركەش ئارقىلىق ئىسسىقلىق چىقىرىش» ھادىسىسى ئەمەلىيەتتە ئىش ئىشلەش ئارقىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىشتىن ئىبارەت بولىدۇ. ئوق ياغاچقا ئېتىلىپ كىرگەندە، ئوق قارشىلىق كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئوق بىلەن ياغاچنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەپ، ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ. قوچۇغۇچ سۇدا قوچۇپ ئىش ئىشلەپ، سۇنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى ئۆرلىتىپ، ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئاشۇرىدۇ.

گاز قىسىلغاندا ياكى كېڭەيگەندە ئىش ئىشلەيدۇ ـ دە، گازنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئۆزگىرىدۇ. تۆۋەندە تەجرىبە ئىشلەش ئارقىلىق كۆزىتىش ئېلىپ بارىمىز.

تەجرىبە

بىر قېلىن ئەينەك سىلىندىر ئىچىگە سەرەڭگە تېلى بېشىنى قويۇپ، پورشېنىنى تېزلىكتە تۆۋەنگە باسساق، سىلىندىردىكى ھاۋاغا قارىتا ئىش ئىشلەيمىز. تەجرىبىدە ھاۋا قىسىلغاندا سەرەڭگە تېلى بېشى ئوت ئالدىغانلىقىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ (11. 9 ـ رەسىم). چۈنكى ھاۋانىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەچكە، سەرەڭگە تېلى بېشىنىڭ يېنىش نۇقتىسىغا يېتىدۇ ـ دە، ئۇ ئوت ئالىدۇ.



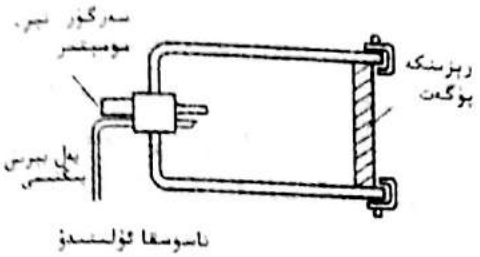
11. 9 ـ رەسىم. گازنى قىسىپ ئىش ئىشلەگەندە، گازنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ

تەجرىبە سىرتقى كۈچ ھاۋاغا قارىتا ئىش ئىشلەپ، ھاۋانىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئاشۇرغاندا، تېمپېراتۇرا رېنىڭ ئۆرلەيدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدى. دىزېل ماشىنىسى مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىش ئارقىلىق ئۇنىڭ ئالدۇرۇلىدۇ. قىسقۇچى تاكىتا سىلىندىرىدىكى ھاۋا قىسىلىپ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەيدۇ ـ دە، سىلىندىر ئىچىدىكى پۈركىلۈپ كىرگەن تۇمانسىمان دىزېل مېيى ئوت ئالدۇرۇلىدۇ.

تەجرىبە

11. 10 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، قېلىن دىۋارلىق قاچىنىڭ بىر ئۇچىدىن رېزىنكە پۇگەت ئارقىلىق بىر سەزگۈر تېرمومېتىر بىلەن بىر يەل بېرىش يېڭنىسى كىرگۈزۈلگەن؛ يەنە بىر ئۇچىدا سۇرۇلمىلەيدىغان بىر رېزىنكە پۇگەت بار (قىسقۇچ بىلەن قىسىپ قويۇلىدۇ). ناسوس ئارقىلىق قاچىغا ئاستا ـ ئاستا يەل بېرىپ، قاچىدىكى گاز (ھاۋا) نىڭ بېسىمىنى ئاشۇرىمىز. قاچىدىكى گازنىڭ بېسىمى ئېشىپ بەلگىلىك دەرىجىگە يەتكەندە، سەزگۈر تېرمومېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانىنى ئوقۇيمىز. قىسقۇچنى ئېلىۋەتسەك، گاز پۇگەتنى پۈركۈپ چىقارغاندىن كېيىن، يەنە بۇ تېرمومېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانىنى ئوقۇيمىز.

تەجرىبە ئىشلىگەن جەريانىدا پۇگەت قاچا ئېغىزىدىن ئېتىلىپ چىققاندىن كېيىن، تېرمومېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانىنىڭ روشەن ھالدا كىچىكلىگەنلىكىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ.



11. 10 ـ رەسىم. گاز سىرتقا نىسبەتەن ئىش ئىشلىگەندە، ئۇنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئازىيىدۇ

تەجرىبە ھاۋا كېڭەيگەندە سىرتقا قارىتا ئىش ئىشلەپ، ئىچكى ئېنېرگىيىسى كىچىكلەپ، تېمپېراتۇرىسى تۆۋەنلەيدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى. ئىسسىقلىق ماشىنىلىرى مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ئىش ئىشلەيدۇ. ئىسسىقلىق ماشىنىسىنىڭ سىلىندىرى ئىچىدىكى يۇقىرى تېمپېراتۇرا ۋە يۇقىرى بېسىملىق گاز كېڭەيگەندە سىرتقا قارىتا ئىش ئىشلەپ، گازنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئازىيىپ، تېمپېراتۇرىسى تۆۋەنلەيدۇ.

چوغلانغان مەش ئۇستى ۋە ئەتراپىدىكى جىسىملارنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئاشۇرىدۇ ـ دە، بۇ جىسىملارنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەيدۇ. ئۆيگە قويۇلغان بىر ئىستاكان ئىسسىق سۇ ئۆزلۈكسىز ئىسسىقلىق تارقىتىدۇ ـ دە، ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئازىيىپ، تېمپېراتۇرىسى تۆۋەنلەيدۇ. مۇشۇ جەريانىدا، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئۆزگىرىدۇ، ئەمما ئىش ئىشلىمەيدۇ. ئىش ئىشلىمەي جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىدىغان بۇ خىل فىزىكىلىق جەريان ئىسسىقلىق تارقىتىش دەپ ئاتىلىدۇ.

دېمەك، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتەلەيدىغان فىزىكىلىق جەريان ئىش ئىشلەش ۋە ئىسسىقلىق تارقىتىشتىن ئىبارەت ئىككى خىل بولىدۇ.

ئىش ئىشلەش ئارقىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتكەندە، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشىنى سانلىق قىممىتى ئارقىلىق ئۆلچەشكە بولىدۇ. سىرتقى مۇھىت جىسىمغا قارىتا قانچىلىك ئىش ئىشلىسە، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك ئاشىدۇ؛ جىسىم سىرتقى مۇھىتقا قارىتا قانچىلىك ئىش ئىشلىسە، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك كېمىيىدۇ.

ئىسسىقلىق تارقىتىش (ئۆتكۈزۈش) ئارقىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتكەندە، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشىنى ئىسسىقلىق مىقدارى بىلەن ئۆلچەشكە بولىدۇ. سىرتقى مۇھىت جىسىمغا قانچىلىك ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈپ بەرگەن ياكى جىسىم قانچىلىك ئىسسىقلىق سۈمۈرۈۋالغان بولسا، جىسىمنىڭ

ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك ئاشىدۇ؛ جىسىم سىرتقى مۇھىتقا قانچىلىك ئىسسىقلىقنى تارقاتقان (ئۆتكۈزۈپ بەرگەن) ياكى جىسىم قانچىلىك ئىسسىقلىق چىقارغان بولسا، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك ئازىيىدۇ. ئىسسىقلىق تارقىتىش شەكلى بويىچە بىر تال مېتال تاياقچىغا مۇئەييەن ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈپ بېرىپ، ئۇنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى مەلۇم بىر تېمپېراتۇرىغا ئۆرلىتىشكە بولىدۇ؛ شۇنداقلا يەنە ئىش ئىشلەش ئۈسۈلىدىن پايدىلىنىپ، مەسىلەن، سۈركەش ئارقىلىق ئۇنى ئوخشاش تېمپېراتۇرىغا ئۆرلىتىشكە بولىدۇ. ئىككى خىل ئۈسۈل ئوخشاش بولمىسىمۇ، ئەمما ئېرىشىلگەن نەتىجە ئوخشاش بولىدۇ. ئالدىن بىلىۋالغان بولمىسىلا، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنىڭ قايسى خىل ئۈسۈل بىلەن ئاشۇرۇلغانلىقىنى پەرقلەندۈرۈشكە ئامال بولمايدۇ . دېمەك ، ئىش ئىشلەش بىلەن ئىسسىقلىق تارقىتىش جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىشتە تەڭ ئۈنۈملۈك بولىدۇ .

4 ـ مەشىق

(1) تۆۋەندىكى ھادىسىلەردە جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ (قاتتىق جىسىملار بىلەن سۈيۇقلۇقلارنىڭ ئىسسىقتىن كېڭىيىشى ناھايىتى كىچىك بولغاچقا، ئېتىبارغا ئېلىنمىسىمۇ بولىدۇ)

① چۆگۈندىكى سۇ قاينىتىلغاندا تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەيدۇ؛

② قىزىتىلغاندىن كېيىنكى بىر تال تۆمۈر تاياقچە ئاستا ـ ئاستا سوۋۇيدۇ.

(2) قاتتىق جىسىمغا قارىتا قىسىش ئېلىپ باردۇق دەپ پەرەز قىلايلى. مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق r_0 دىن كىچىك بولغاندا، قاتتىق جىسىمنىڭ قىسىلىشىغا ئەگىشىپ، مولېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟

(3) بىر تال زەمبىرەك ئوقى يۇقىرى بوشلۇقتا مەلۇم بىر v تېزلىكتە ئۇچقان، بەزىلەر: زەمبىرەك ئوقىدىكى بارلىق مولېكۇلىلارنىڭ ھەممىسى مۇشۇ تېزلىككە ئىگە، شۇڭا مولېكۇلىلار ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ؛ يەنە بارلىق مولېكۇلىلار يۇقىرى بوشلۇقتا بولغانلىقى ئۈچۈن، مولېكۇلىلار يەنە پوتېنسىئال ئېنېرگىيىگىمۇ ئىگە بولىدۇ. شۇڭلاشقا بارلىق مولېكۇلىلار يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ھەرىكەت ئېنېرگىيە بىلەن پوتېنسىئال ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئومۇمىي يىغىندىسى زەمبىرەك ئوقىنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ، دەيدۇ. بۇ خىل قاراش توغرىمۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

(4) بىر جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى 20J ئاشقان ئەگەر جىسىم ئەتراپتىكى مۇھىت بىلەن ئىسسىقلىق ئالماشتۇرمىسا، ئەتراپتىكى مۇھىت جىسىمغا قارىتا قانچىلىك ئىش ئىشلىگەن كېرەك؟ ئەگەر ئەتراپتىكى مۇھىت جىسىمغا قارىتا ئىش ئىشلەنگەن بولسا، جىسىمغا قانچىلىك ئىسسىقلىق يەتكۈزۈپ بېرىشكە توغرا كېلىدۇ؟

(5) تۆۋەندە كەلتۈرۈلگەن مىساللاردا قانداق فىزىكىلىق جەريان ئارقىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى ئۆزگەرتىلگەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىڭ.

① بوتۇلكىدىكى يۇقىرى بېسىملىق گاز بوتۇلكا ئېغىزىنى ئىتتىرىپ چىقىرىۋەتكەندە، بوتۇلكىدىكى گازنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆزگىرىدۇ.

② بالونغا ناسوس بىلەن يەل بەرگەندە، ناسوس دۇگىسى قىزىپ كېتىدۇ.

③ مەش بىلەن سۇ قاينىتىلغان.

④ قەدىمكىلەر ياغاچنى سۈركەپ ئوت ھاسىل قىلغان.

§5. تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى ۋە ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى

تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى ئەمدى بىز ئىش ۋە ئىسسىقلىق مىقدارىنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيە ئۆزگىرىشى بىلەن بولغان مۇناسىۋىتىنى مۇھاكىمە قىلىپ كۆرەيلى.

ئەگەر بىر جىسىم سىرتقى مۇھىت بىلەن ئىسسىقلىق ئالماشتۇرمىسا، يەنى ئۇ ئىسسىقلىق سۇمۇرمىسە ھەم ئىسسىقلىق چىقارمىسا، سىرتقى مۇھىت ئۇنىڭغا قارىتا قانچىلىك ئىش ئىشلىسە، ئۇنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك ئاشىدۇ. سىرتقى مۇھىتنىڭ جىسىمغا نىسبەتەن ئىشلىگەن ئىشى W ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئۆ-شىش مىقدارى ΔU بولسا، ئۇ ھالدا $W=\Delta U$ بولىدۇ، جىسىم سىرتقى مۇھىتقا قارىتا ئىش ئىشلىگەن ئەھۋالدا، يۇقىرىقى فورمۇلا ئوخشاشلا مۇۋاپىق كېلىدۇ. بۇ چاغدا W مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئېشىشى ΔUمۇ مەنپىي قىممەتلىك بولۇپ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ كېمەيگەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئەگەر سىرتقى مۇھىت جىسىمغا قارىتا ھەم ئىش ئىشلىمىگەن، ھەم جىسىممۇ سىرتقى مۇھىتقا قارىتا ئىش ئىشلىمىگەن بولسا، جىسىم قانچىلىك ئىسسىقلىق سۇمۇرۇۋالغان بولسا، ئۇنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچىلىك ئاشىدۇ. جىسىم سۇمۇرۇۋالغان ئىسسىقلىق مىقدارى Q ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئاشقان مىقدارى ΔU بولسا، ئۇ ھالدا $Q=\Delta U$ بولىدۇ. جىسىم ئىسسىقلىق چىقارغان ئەھۋالدا، يۇقىرىقى فورمۇلا ئوخشاشلا مۇ-ۋاپىق كېلىدۇ. بۇ چاغدا Q مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئاشقان مىقدارى ΔU مۇ مەنپىي قىممەتلىك بولۇپ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ كېمەيگەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئادەتتىكى ئەھۋالدا، ئەگەر جىسىم بىلەن سىرتقى مۇھىت ئارىسىدا ئىش ئىشلەش ۋە ئىسسىقلىق تارقىتىش جەريانى بىرلا ۋاقىتتا ئېلىپ بېرىلسا، سىرتقى مۇھىتنىڭ جىسىمغا قارىتا ئىشلىگەن ئىشى W غا جىسىمنىڭ سىرتقى مۇھىتتىن سۇمۇرۇۋالغان ئىسسىقلىق مىقدارى Q نى قوشقاندا، بۇ جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيە-سىنىڭ ئېشىشى ΔU غا تەڭ بولىدۇ، يەنى ھەممىسى تۆۋەندىكى بولغاندا

$$\Delta U = Q + W$$

يۇقىرىقى فورمۇلا ئىش ۋە ئىسسىقلىق مىقدارى بىلەن ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشى ئارىسىدىكى مىقدارلىق مۇناسىۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ. بۇ فىزىكىدا تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

بەلگىلىك مىقداردىكى گاز سىرتقى مۇھىتتىن 2.6×10^5J ئىسسىقلىق سۇمۇرۇۋېلىپ، ئىچكى ئېنېرگىيىسى 4.2×10^5J ئاشقان بولسا، بۇنىڭدا گاز سىرتقى مۇھىتقا قارىتا ئىش ئىشلىگەن بولامدۇ ياكى سىرتقى مۇھىت گازغا قارىتا ئىش ئىشلىگەن بولامدۇ؟ قانچە جوئۇل ئىش ئىشلىگەن بولىدۇ؟ ئەگەر گاز سۇمۇرۇۋالغان ئىسسىقلىق يەنىلا 2.6×10^5J بولۇپ، ئۆزگەرمىگەن، لېكىن ئېنېرگىيىسى پەقەت 1.6×10^5J ئاشقان،

هسابلاش نەتىجىسى $W = -1.0 \times 10^5 J$ بولۇپ، مەنپىي قىممەتلىك بولغان بولسا، بۇ نەتىجىسى قانداق جۇ- سەدۇرۇشكە بولىدۇ؟ تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى $\Delta U = Q + W$ دىكى Q ۋە W لارنىڭ مۇسبەت قىممىتى ھەم مەنپىي قىممەتلىرىنىڭ ھەرقايسىسى قانداق فىزىكىلىق مەنىنى ئىپادىلەيدۇ؟

ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى بىزگە مەلۇم، ئىش بولسا ئېنېرگىيە ئايلىنىشىنىڭ ئۆلچىمىدىن ئىبارەت. ئىش ئىشلەپ ئېچكى ئېنېرگىيىدە ئۆزگىرىش ھاسىل قىلغاندا، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەر بىلەن ئېچكى ئېنېرگىيە بىر - بىرىگە ئايلىنىدۇ. سۇركەپ ئىسسىقلىق ھاسىل قىلىش ھادىسىسىدە، سۇركىلىش كۈچىنى يېڭىپ قانچىلىك ئىش ئىشلەنگەن بولسا، شۇنچىلىك مېخانىك ئېنېرگىيە تەك مىقدارىدىكى ئېچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. 11، 9 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن قىسىلغان گازنىڭ ئىش ئىشلىشى جەريانىدا، قانچىلىك ئىش ئىشلەنگەن بولسا، شۇنچىلىك مېخانىك ئېنېرگىيە تەك مىقدارىدىكى ئېچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. گاز- نىڭ كېڭىيىپ ئىش ئىشلىشى جەريانىدا، قانچىلىك ئىش ئىشلەنگەن بولسا، شۇنچىلىك ئېچكى ئېنېرگىيىسى تەك مىقدارىدىكى مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. ئىسسىقلىق تارقىتىش ئارقىلىق ئېچكى ئېنېرگىيىدە ئۆز- گىرىش ھاسىل قىلغاندا، ئېچكى ئېنېرگىيە جىسىملار ئارىسىدا يۆتكىلىش قىلىپ، بىر جىسىم سىرتقى مۇ- ھىتتىن قانچىلىك ئىسسىقلىق سۈمۈرۈۋالغان بولسا، شۇنچىلىك ئېچكى ئېنېرگىيە سىرتقى مۇھىتتىن بۇ جىسىمغا يۆتكىلىپ كېلىدۇ. تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى ئىش ئىشلەش ۋە ئىسسىقلىق تارقىتىش ئارقىلىق بىر جىسىمغا قانچىلىك ئېنېرگىيە تەمىنلەپ بېرىلسە، جىسىمنىڭ ئېچكى ئېنېرگىيىسى شۇنچە- لىك ئاشىدىغانلىقى، ئېنېرگىيە ئايلىنىش ياكى يۆتكىلىش جەريانىدا ساقلىنىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

پەقەت مېخانىك ئېنېرگىيىلا ئەمەس، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرمۇ ئېچكى ئېنېرگىيە بىلەن ئۆزئارا ئايلىنىدۇ. توك ئۆتۈۋاتقان ئۆتكۈزگۈچ سىم قىزىپ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ئېچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. يېقىلغۇ كۆيۈپ ئىسسىقلىق ھاسىل قىلغاندا، خىمىيىلىك ئېنېرگىيە ئېچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. چوغ- لانغان لامپا قىلى يورۇقلۇق چىقىرىپ، ئېچكى ئېنېرگىيە يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. تەجرىبىلەر بۇنداق ئايلىنىشلار جەريانىدا ئېنېرگىيىلەرنىڭ ساقلىنىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ بەردى.

كۆپلىگەن پاكىتلار ھەرقانداق شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ھەممىسى بىر - بىرىگە ئايلىنىدىغانلىقى ھەم ئايلىنىش جەريانىدا ساقلىنىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ بەردى.

ئېنېرگىيە يوقتىن ھاسىل بولمايدۇ، شۇنداقلا بارداىن يوقاپ كەتمەيدۇ، ئۇ پەقەت بىر خىل شەكىلدىن باشقا بىر خىل شەكىلگە ئايلىنىدۇ ياكى بىر جىسىمدىن باشقا بىر جىسىمغا يۆتكىلىدۇ، ئايلىنىش ياكى يۆتكىلىش جەريانىدا ئۇنىڭ ئومۇمىي مىقدارى ئۆزگەرمەيدۇ. مانا بۇ ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى.

ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ئىنسانلارنىڭ ئۇزاق مەزگىل ئىزدىنىشى ئارقىلىق 19 - ئەسىردە تۇرغۇ- زۇلغان. ئېنگېلس ئىلگىرى بۇ قانۇننى «ھەرىكەتنىڭ ئۇلۇغ ئاساسىي قانۇنى» دەپ ئاتىغان ھەمدە ئۇنىڭ بايقە- لىشىنى 19 - ئەسىردە بايقالغان تەبىئىي پەندىكى ئۈچ چوڭ كەشپىيات ① نىڭ بىرى دەپ قارىغانىدى.

ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى تىكلەنگەندىن بۇيان، بۇ، كىشىلەرنىڭ تەبىئەتنى بىلىش، تەبىئەتنى ئۆزگەرتىش جەھەتتىكى كۈچلۈك قورالىغا ئايلاندى. بۇ قانۇن كەڭ تەبىئىي پەن تېخنىكىسى ساھەسىنى بىر - بىرىگە باغلاپ، ئوخشاش بولمىغان ساھە پەن خادىملىرىنى بىر قاتار ئورتاق قاراشقا ئىگە قىلدى ھەم بۇ ئارقىلىق نۇرغۇن چوڭ مۇۋەپپەقىيەتلەرگە ئېرىشتى. ھازىر ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى يەنىلا بىزنىڭ تەبىئىي پەن تەتقىقاتىمىزدىكى كۈچلۈك قورالىرىمىزنىڭ بىرى بولماقتا.

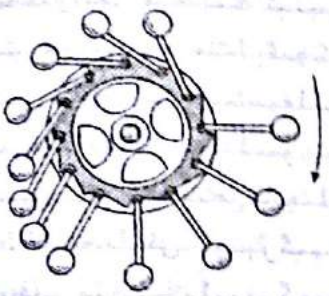
مەڭگۈلۈك دۋىگاتېلىنى ياساش مۇمكىن ئەمەس تارىختا نۇرغۇن كىشىلەر شۇنداق بىر خىل ماشىنىنى

① 19 - ئەسىردىكى تەبىئىي پەندىكى ئۈچ چوڭ كەشپىيات — ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى، ھۈجەيرە تەلىماتى ۋە دار- ۋىننىڭ جانلىقلارنىڭ تەدرىجىي تەرەققىيات نەزەريىسىدىن ئىبارەت.

لايىملەپ چىقىشنى ئويلىغانكى، ئۇلار بۇ خىل ماشىنىنىڭ ھەممىقانداق ئېنېرگىيە سەرپ قىلماي، ئۆزلۈكسىز سەرتقا قارىتا ئىش ئىشلەپ تۇرۇشىنى ئۈمىد قىلغان. تارىختا كىشىلەر كۆپ خىل مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنىڭ لايىھىسىنى ئوتتۇرىغا قويغان. 11 ـ رەسىم بىر خىل مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنىڭ لايىھىسىدىن ئىبارەت. گەرچە كىشىلەر كۆپ قېتىم سىناق قىلسىمۇ، ھەر خىل تەرىشچانلىقلارنى كۆرسەتكەن بولسىمۇ، لېكىن ئاخىرىدا پۈتۈنلەي مەغلۇپ بولدى. كىشىلەر قىياس قىلىشقان ئېنېرگىيە سەرپ قىلمايدىغان بۇ خىل ماشىنىنى نېرىنچى تۈرىدىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىل دەپ ئاتىدى. ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ بايقىلىشى كىشىلەرگە شۇنى پەملىتىپ يەتكۈزدىكى، ھەرقانداق بىر ماشىنا پەقەت ئېنېرگىيىنى بىر خىل شەكىلدىن باشقا بىر خىل شەكىلگە ئايلاندۇرىدۇ، ھەرگىزمۇ يوق يەردىن ئېنېرگىيە يارىتىپ بېرەلمەيدۇ. شۇڭا نېرىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنى ياساش مۇمكىن ئەمەس. ئىنسانلار تەبىئەتنىڭ پائالىيىتىنى تەبىئەت قانۇنىيىتىگە بويسۇنۇشى، مەڭگۈ ئەملىگە ئاشمايدىغان مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنى تەتقىق قىلىپ ياساشقا بېرىلمەسلىكى لازىم.

بۇ مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنىڭ بىر خىل لايىھىسىدىن ئىبارەت. چاقنىڭ مەركىزىدە بىر ئايلىنىش ئوقى بار، چاقنىڭ چۆرىسىگە 12 دانە ھەرىكەتچان تاياقچە ئورنىتىلغان، ھەربىر تاياقچىنىڭ ئۇچىغا بىردىن ئۇمۇر شارچە بېكىتىلگەن.

بۇنى لايىھىلىگۈچى مۇنداق دەپ قارىغان: ئوڭ تەرەپتىكى شارچىلار سول تەرەپتىكى شارچىلارغا قارىغاندا ئوقتىن يىراقراق، شۇنىڭ ئۈچۈن ئوڭ تەرەپتىكى شارچىلار ھاسىل قىلغان كۈچ مومېنتى سول تەرەپتىكى شارچىلار ھاسىل قىلغان كۈچ مومېنتىدىن چوڭ بولىدۇ. شۇنداق قىلىپ، چاق ئۈستېلكا بىلەن كۆرسىتىلگەن يۆنىلىش بويىچە مەڭگۈ توختىماستىن ئايلىنىۋېرىدۇ ھەم باشقا ماشىنىلارنىمۇ ئۆزى بىلەن بىرلىكتە ئايلاندۇرىدۇ. سىز ھەقىقەتەن شۇنداق بولىدۇ دەپ قارامسىز؟



11 ـ رەسىم. مەڭگۈلۈك دۆڭگاتىلىنىڭ بىر خىل لايىھىسى



ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ تېكلىنىشى

ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى تەبىئىي پەن تەرەققىياتى ئاساسىدا تېكلەنگەن. 16 ـ ئەسىردىن 18 ـ ئەسىرگىچە بولغان مەزگىلدە گالىلېي، نيۇتون، ھۇيگېنس، لېيبىنىتس ۋە بېرنۇللى قاتارلىق نۇرغۇن فىزىكا ئالىملىرىنىڭ ئەستايىدىل تەتقىق قىلىشى نەتىجىسىدە مېخانىكا زور تەرەققىياتلارغا ئېرىشتى. مېخانىكا ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش ۋە ئايلىنىشى ھەققىدىكى دەسلەپكى ئۇقۇم مۇشۇ مەزگىلدە بەخلىنىپ چىقتى.

18 ـ ئەسىرنىڭ ئاخىرى ۋە 19 ـ ئەسىرنىڭ باشلىرىدا، ھەر خىل تەبىئەت ھادىسىلىرى ئارىسىدىكى باغلىنىش كەينى ـ كەينىدىن ئېنىقلاندى. رۇمفورد بىلەن دېۋىنىڭ سۇركەشتىن ئىسسىقلىق چىقىرىش تەجرىبىسى «ئىسسىقلىق ماددىسى تەلىماتى» نى ئىنكار قىلىپ، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنىڭ ئۆزگىرىشى بىلەن مېخانىكا ھەرىكەتنى بىر ـ بىرىگە باغلاشتۇردى. 1800 ـ يىلى ۋولتا ئېلېمېنتى (يەنى باتارېيىسى) كەشىپ قىلىنىپ ئۇزاق ئۆتمەيلا، يەنە توكنىڭ ئىسسىقلىق ئېففېكتى، ماگنىت ئېففېكتى ۋە باشقا بەزى ئېلېكترو ماگنىت ھادىسىلىرى بايقالدى. مۇشۇ

مەرگىلدە يەنە بوكىنىڭ خىمىيىلىك ئېغىرلىقىنى ئېنىقلىمىساق، بۇ ئارقىلىق ھەل بېرىلىشە قوللىنىلىدى. بىئولوگىيە ساھەسىدە، ھايۋانلارنىڭ بەدەن تېمپېراتۇرىسىنىڭ ساقلىشى ۋە ھەرىكەت ئېلىپ بېرىش جەريانىدىكى ئېنېرگىيىسى ئۈلار قوبۇل قىلغان ئوزۇقلۇقلىرىنىڭ خىمىيىلىك ئېنېرگىيىسىگە مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكى ئىسپاتلاندى. تەبىئىي يەنىمۇ بۇ نەتىجىلىرى ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ تېكلىنىشى ئۈچۈن زۆرۈر نەيارلىق بولدى.

ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ ئەڭ ئاخىرقى بېكىتىلىشى 19 ـ ئەسىرنىڭ ئوتتۇرىلىرىدا مايېر، جوئۇل ۋە ھېلمھولتس قاتارلىق كىشىلەر تەرىپىدىن ئوروندالدى.

گېرمانىيىلىك دوختۇر مايېر فىزىئولوگىيىدىن باشلاپ ئېنېرگىيە ئۆستىدە تەتقىقات ئېلىپ باردى. ئۇ 1842 ـ يىلى «يوقتىن بارلىققا كەلمەيدۇ، بار نەرسە يوقالمايدۇ» دېگەن پەلسەپىۋى كۆزقاراشتىن چىقىپ، ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ۋە ساقلىنىش ئىدىيىسىنى ئىپادىلىدى. ئۇ ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىشى ۋە ساقلىنىشىغا دائىر 25 خىل ھادىسىنى تەھلىل قىلىپ، ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش ئىدىيىسىنى دۇنيا يۈزىچە ئەڭ دەسلەپ شەرھلىگەن ئادەم بولۇپ قالدى.

ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى جوئۇل 1840 ـ يىلىدىن 1878 ـ يىلىغىچە بولغان تەخمىنەن 40 يىل ئىچىدە، توكنىڭ ئىسسىقلىق ئېففېكتى، قىسلغان ھاۋا تېمپېراتۇرىسىنىڭ ئۆزلىشى ھەمدە ئېلېكتر، خىمىيە ۋە مېخانىك تەسىرلەر ئارىسىدىكى باغلىنىشنى تەتقىق قىلدى. ئۇ 400 قېتىمدىن ئارتۇق تەجرىبە ئىشلەپ، ھەر خىل ئۇسۇللار ئارقىلىق ئىسسىقلىق بىلەن ئىش ئارىسىدىكى ئېكۇيۋالېنتلىق مۇناسىۋەتنى ئۆلچەپ چىقىپ، ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ بايقىلىشىغا مۇستەھكەم تەجرىبە ئاساسىنى تىكلەپ بەردى.

1847 ـ يىلى جوئۇل ئۆزىنىڭ ئېنېرگىيە كۆزقارىشىنى ئېلان قىلغان چاغدا، گېرمانىيە ئالىمى ھېلمھولتسمۇ بېرلىندا ئۆزىنىڭ ئوخشاش مەزمۇندىكى ئىلمىي ماقالىسىنى ئېلان قىلدى. ئۇ بۇ ماقالىسىدە خىمىيىلىك ئېنېرگىيە، مېخانىك ئېنېرگىيە، ئېلېكتروماگنىت ئېنېرگىيىسى، يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسى قاتارلىق ئوخشاش بولمىغان شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ بىر ـ بىرىگە ئايلىنىشىنى ۋە ساقلىنىشىنى تەھلىل قىلىپ، بۇ نەتىجە بىلەن مەڭگۈلۈك دۆنگاتېل ياساشنىڭ مۇمكىن ئەمەسلىكىنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا بىر ـ بىرىگە باغلاشتۇردى. ئۇ مۇنداق دەپ قارىدى: يوق يەردىن بىر مەڭگۈلۈك ھەرىكەتلەندۈرگۈچ كۈچنى يارىتىپ چىقىش مۇمكىن ئەمەس، ماشىنا پەقەت ئېنېرگىيىنى ئايلاندۇرۇپ بېرىدۇ، ئۇ ئېنېرگىيە يارىتالمايدۇ ۋە ئېنېرگىيىنىمۇ يوقىتالمايدۇ. ھېلمھولتس ئىلمىي ماقالىسىدە ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى روشەن، ئەتراپلىق ۋە يېغىنچاق بايان قىلىپ، بۇ قانۇننى كىشىلەرگە كەڭ قوبۇل قىلدۇردى.

19 ـ ئەسىرنىڭ ئوتتۇرىلىرىدا يەنە بەزى كىشىلەرمۇ ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىشىنى تەتقىق قىلىش بىلەن شۇغۇلاندى. ئۇلار ئوخشىمىغان نۇقتىدىن چىقىپ، مۇستەقىل ھالدا تەتقىقات ئېلىپ بېرىپ، ھەممىسى تەڭلا دېگۈدەك بۇ ئۇلۇغ قانۇننى بايقىدى. شۇڭا ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ بايقىلىشىنى يەن تەرەققىياتىنىڭ مۇقەررەر نەتىجىسى دېيىشكە بولىدۇ.

5 ـ مەشىق

(1) ئىش ئىشلەش بىلەن ئىسسىقلىق تارقىتىش جىسمىنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىشتە گەرچە تەڭ ئۇنۇملۇك بولسىمۇ، ئەمما ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىشى ياكى يۆتكىلىش نۇقتىسىنىزبىردىن قارىغاندا پەرقلىنىدۇ. بۇ خىل پەرق نېمىدىن ئىبارەت؟

(2) پورشېن سىلىندىرىدىكى ھاۋانى قىسىپ، ھاۋاغا قارىتا 900J ئىش ئىشلەيدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، سىلىندىر سىرتقا 210J ئىسسىقلىق تارقىتىدۇ. ئۇنداقتا سىلىندىرىدىكى ھاۋانىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى قانچىلىك ئۆزگىرىدۇ؟

(3) ھاۋا كومپرېسسورىنىڭ بىر قېتىملىق قىسىشىدا پورشېن ھاۋاغا قارىتا $2.0 \times 10^5 J$ ئىش ئىشلىگەن، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ھاۋانىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى $1.5 \times 10^5 J$ ئاشقان بولسا، بۇ چاغدا ھاۋانىڭ سىرتقا تارقاتقان ئىسسىقلىق مىقدارى قانچىلىك بولىدۇ؟

(4) ئەگەر جىسىم سۇمۇرۇۋالغان ئېنېرگىيىنى Q بىلەن، جىسىمنىڭ سىرتقا قارىتا ئىشلىگەن ئىشىنى W بىلەن، جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنىڭ ئاشقان مىقدارىنى ΔU بىلەن ئىپادىلىسەك، تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنىنى تۆۋەندىكى فورمۇلا ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ:

$$Q = \Delta U + W$$

بۇ فورمۇلىنىڭ فىزىكىلىق مەنىسىنى قانداق چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ؟ تېكىستتىكى فورمۇلىدىن پايدىلىنىپ بۇ فورمۇلىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىڭ.

(5) تۆۋەندىكى ھادىسىلەردە ئېنېرگىيىنىڭ قانداق ئايلىنىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ:

① گۇرۇنتال تاشيولدا كېتىۋاتقان ئاپتوموبىلنىڭ ماتورى ئۆچۈرۈلگەندىن كېيىن تېزلىكى بارغانسېرى كىچىكلەپ، ئاخىر توختاپ قالىدۇ.

② ئۆچەر تەۋرىنىشتە، ئادەتتە ماياتنىكنىڭ تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى بارغانسېرى كىچىكلەپ، ئەڭ ئاخىر توختاپ قالىدۇ.

③ دورا بارتلاپ يانغان گازنى ھاسىل قىلىدۇ، ئوق يانغان كامىرىدىكى گاز ئىتتىرىشى بىلەن ئىستوۋولدىن ئېتىلىپ چىقىپ، بىر پارچە پولاتنى تېشىپ ئۆتكەندىن كېيىن تېزلىكى كىچىكلەيدۇ.

④ دېرىل ماشىنىسى گېنېراتورنى ئايلاندۇرۇپ توك چىقىرىدۇ، بۇ توك توكتا ھەرىكەتلىنىدىغان سۇ پومپىسىغا تەسىر كۆرسىتىپ بېرىلىپ، سۇنى تۆۋەندىن يۇقىرىغا چىقىرىدۇ.

(6) 11.11 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن مەشغۇلۇك دۆنگاتېلىنىڭ لايىھىسىنى نېمە ئۈچۈن ئەملگە ئاشۇرغىلى بولمايدۇ؟

§6 . تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى

بۇ بىر قىزىقارلىق مەسىلە: يەر شارىدا كۆپ مىقداردا دېڭىز سۈيى بار، ئۇنىڭ ئومۇمىي ماسسىسى تەخمىنەن 1.4×10^{18}t، بۇ دېڭىز سۈلىرىنىڭ تېمپېراتۇرىسى 0.1℃ تۆۋەنلىسە، 5.8×10^{23}J ئىسسىقلىق چىقىرالايدۇ، بۇ، قۇۋۋىتى 1 مىليون كىلوۋات كېلىدىغان 18 مىليون يادرو ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ بىر يىللىق توك چىقىرىش مىقدارىغا تەڭداش كېلىدۇ. نېمە ئۈچۈن كىشىلەر بۇنداق «يېڭى ئېنېرگىيە مەنبەسى» نى تەتقىق قىلمايدۇ؟ ئەسلىدە بۇنداق قىلىش مۇمكىن ئەمەس. بۇ فىزىكىدىكى بىر ئاساسىي قانۇنغا بېرىپ چېتىلىدۇ، بۇ مۇشۇ پاراگرافتا مۇھاكىمە قىلىنىدىغان تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنىدىن ئىبارەت.

ئىسسىقلىق تارقىتىشنىڭ يۆنىلىشچانلىقى كۆپچىلىك مۇنداق بىر تەجرىبىگە ئىگە: تېمپېراتۇرىسى ئوخشاش بولمىغان ئىككى جىسىم بىر ـ بىرىگە تېگىشكەندە، ئىسسىقلىق ئۆزلۇكىدىن يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمدىن تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمغا ئۆتىدۇ، نەتىجىدە يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى تۆۋەنلەپ، تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەيدۇ. ئىسسىقلىق ئۆزلۇكىدىن تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمدىن يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمغا ئۆتۈپ، تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى بارغانسېرى تۆۋەنلەپ، يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسى بارغانسېرى يۇقىرىلايدىغان بۇنداق ھادىسىنى ھېچكىم كۆرگەن ئەمەس. بۇ يەردە ئېيتىلغان «ئۆزلۇكىدىن» دېگەن سۆز ھېچقانداق سىرتقى مۇھىتنىڭ تەسىرى ياكى ياردىمى يوقلۇقىنى كۆرسىتىدۇ. ئېھتىمال مۇنداق بىر سوئال تۇغۇلۇشى مۇمكىن: توڭلاتقۇنىڭ ئىچكى قىسمىنىڭ تېمپېراتۇرىسى سىرتقى قىسمىنىڭكىدىن تۆۋەن بولسىمۇ، نېمە ئۈچۈن سوۋۇتۇش سىستېمىسى يەنىلا ئۆزلۇكسىز ھالدا توڭلاتقۇنىڭ ئىچىدىكى ئىسسىقلىقنى سىرتتىكى ھاۋاغا ئۆتكۈزۈپ بېرەلەيدۇ؟ بۇنىڭ سەۋەبى توڭلاتقۇ ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى سەرپ قىلىپ، سوۋۇتۇش سىستېمىسىغا قارىتا ئىش ئىشلىگەنلىكىدە. توك مەنبەسىنى ئۆزۈۋەتسەك، توڭلاتقۇ ئىچكى قىسمىدىكى ئىسسىقلىقنى سىرتتىكى ھاۋاغا ئۆتكۈزۈپ بېرەلمەيدۇ. ئەكسىچە، سىرتتىكى ئىسسىقلىق ئۆزلۇكىدىن توڭلاتقۇغا ئۆزىتىلىپ،

توغلانغۇسىنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى نەدرىجە ئۆرلىتىۋېتىدۇ.

بىز شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئىسسىقلىق تارقىتىش جەريانى يۈنىلىشچانلىققا ئىگە، بۇ جەريان بىر يۆنىلىشكە قاراپ ئۆزلۇكسىز ئېلىپ بېرىلىدۇ، ئەمما ئەكس يۆنىلىشتە ئۆزلۇكسىز ئېلىپ بېرىلمايدۇ. ئەكس يۆنىلىشتىكى جەريانىنى ئەملگە ئاشۇرۇش ئۈچۈن، سىرتقى مۇھىتنىڭ ياردىمىگە تايىنىشقا توغرا كېلىدۇ. بۇنىڭ بىلەن باشقا نەسىر كېلىپ چىقىدۇ ياكى باشقا ئۆزگىرىش پەيدا بولىدۇ.

ئىككىنچى مۇرەككەپ مەسىلىلەك دۆنگاتېل گورىزونتال يەر يۈزىدە ھەرىكەت قىلىۋاتقان بىر جىسىم سۈركىلىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش قىلىدىغانلىقتىن، ئەلۋەتتە ئاخىرىدا ھامان توختاپ قالىدۇ. بۇ جەريانداا جىسىمنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىپ، جىسىم بىلەن يەر يۈزىنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى ئۆرلەيدۇ. ئەمما كىشىلەر گورىزونتال يەر يۈزىگە قويۇلغان بىر جىسىمنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى تۆۋەنلىتىش ئارقىلىق ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزلۇكسىز ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرۇپ، بۇ جىسىمنى ھەرىكەتلەندۈرىدىغان بۇنداق ھادىسىنى كۆرەلىشى ھەرگىز مۇمكىن ئەمەس.

بەزىلەر بىر خىل ئىسسىقلىق ماشىنىسىنى كەشىپ قىلىپ، ئۇ ئارقىلىق جىسىم بىلەن يەر يۈزىنىڭ سۈركىلىشىدىن ھاسىل بولغان ئىسسىقلىقنى سۈمۈرۈۋېلىپ ھەم جىسىمغا قارىتا ئىش ئىشلەپ، ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ھەممىسىنى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرۇپ، سۈركىلىش تۈپەيلىدىن ھەرىكەتتىن توختاپ قالغان جىسىمنى يەر يۈزىدە قايتىدىن ھەرىكەتلەندۈرۈش، ئەمما باشقا ئۆزگىرىش كەلتۈرۈپ چىقارماسلىقتەك بۇنداق بىر خىل قىياسنى ئوتتۇرىغا قويۇشى مۇمكىن. بۇ ئىنتايىن جەلپ قىلارلىق بىر قىياس. بۇ خىل قىياس ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىغا خىلاپ ئەمەس. ئەگەر راستتىنلا مۇشۇنداق ئىسسىقلىق ماشىنىسىنى ياساپ چىققىلى بولسا، بۇ پاراگراف باشلانغاندا تىلغا ئېلىنغان دېڭىز سۈيىدىن ئىسسىقلىق قوبۇل قىلىپ ئىش ئىشلەشنىڭ مۇمكىنچىلىكى بار بولىدۇ ـ دە، «ئېنېرگىيە مەنبەسى مەسىلىسى» ھەل بولغان بولاتتى.

ئىسسىقلىق ماشىنىسى ئىچكى ئېنېرگىيىنى مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلاندۇرىدىغان بىر خىل قۇرۇلما. ئىچىدىن يانىدىغان دۆنگاتېلنى مىسالغا ئالساق، سىلىندىردىكى گاز يېقىلغۇ يانغاندا ھاسىل بولغان ئىسسىقلىق مىقدارى Q_1 گە ئېرىشىپ، پورشىنى ئىتتىرىپ W ئىشنى ئىشلەيدۇ، ئاندىن كېرەكسىز گازنى چىقىرىۋېتىدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئىسسىقلىق مىقدارى Q_2 نى ئاتموسفېراغا چىقىرىۋېتىدۇ. ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىدىن $Q_1 = W + Q_2$ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. ئىسسىقلىق ماشىنىسى ئىشلىگەن W ئىشنىڭ ئۇنىڭ ئىسسىقلىق مەنبەسىدىن سۈمۈرۈۋالغان ئىسسىقلىق مىقدارى Q_1 غا بولغان نىسبەت قىممىتى ئىسسىقلىق ماشىنىسىنىڭ ئىش ئۈنۈمى دەپ ئاتىلىدۇ، ئىش ئۈنۈمىنى η بىلەن ئىپادىلىسەك، مۇنداق بولىدۇ:

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$

ئەملىيەتتە ئىسسىقلىق ماشىنىلىرى ئۆزى ئېرىشكەن ھەممە ئىچكى ئېنېرگىيىنى مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلاندۇرۇپ كېتەلمەيدۇ. ئىسسىقلىق ماشىنىسىدا ئىسسىقلىق مەنبەسى بىلەن سوۋۇتقۇچ بولۇشى كېرەك. ئىسسىقلىق ماشىنىسى ئىشلىگەندە ھامان سوۋۇتقۇچقا ئىسسىقلىق تارقىتىپ تۇرىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئىشچى ماددىدىن بىر قىسىم ئىسسىقلىق مىقدارى Q_2 نىڭ ئېلىپ كېتىلىشىدىن ساقلىنىش مۇمكىن ئەمەس، شۇڭا $W < Q_1$ بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن، ئىسسىقلىق ماشىنىلىرىنىڭ ئىش ئۈنۈمى 100% كە يېتەلمەيدۇ، ئاپتوموبىلدىكى بېنزىن ماشىنىسى (بېنزىن دۆنگاتېلى) نىڭ ئىش ئۈنۈمى ئادەتتە 20% ~ 30% بولىدۇ، گاز تۇربىنىسىنىڭ ئىش ئۈنۈمى نىسبەتەن يۇقىرى بولىدۇ، ئەمما بۈنىڭمۇ ئادەتتە 40% كە يېتىدۇ. ئىدېئال ئىسسىقلىق ماشىنىسى بولۇپ، سۈركىلىش بولمىغان، گاز قېچىش قاتارلىق ئېنېرگىيە خوراش بولمىغان چاغدىمۇ، ئۇ سۈمۈرۈۋالغان ئېنېرگىيىنى يۈزدە ـ يۈز مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلاندۇرالمايدۇ، ھامان بىر قىسىم ئىسسىقلىق سوۋۇتقۇچقا تارقىلىپ بارىدۇ.

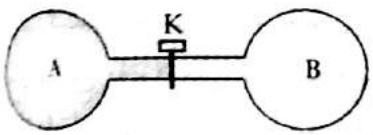
يۇقىرىدا قىياس قىلىنغان ئاشۇنداق ئىسسىقلىق ماشىنىسىنى ياساپ چىقىشقا بولامدۇ؟ بۇنداق ئىسسىقلىق

ماشىنىسىدا سوۋۇنتۇچ بولماي، پەقەت بىر يەككە ئىسسىقلىق مەنبەسى بولىدۇ، ئۇ بۇ يەككە ئىسسىقلىق مەنبەسى سۇمۇرۇۋالغان ئىسسىقلىقنىڭ ھەممىسىدىن پايدىلىنىپ ئىش ئىشلەپ، باشقا ئۆزگىرىشلەرنى كەلتۈرۈپ چىقارمايدۇ. بۇ مۇمكىن ئەمەس! كىشىلەر بۇنداق قىياس قىلىنغان ئىسسىقلىق ماشىنىسىنى ئىككىنچى تۈردىكى مەڭگۈ لۈك دۆڭگاتېل دەپ ئاتىدى. بۇنداق مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېل ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىغا خىلاپ ئەمەس. ئەمما سۆزلەپ ئۆتۈلگەن بىرىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېل ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىغا خىلاپ كېلىدىغان كىشىلەر ئىككىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېلنى ياساپ چىقىش ئۈچۈن ھەر خىل تىرىشچانلىقلارنى كۆرسەتكەن بولسىمۇ، ئەمما بىرىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېلنى ياساشتا ئوخشاشلا مەغلۇپ بولدى.

ئىككىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېلنى ياساشقا مۇمكىن بولمىغانلىقى مېخانىك ئېنېرگىيە بىلەن ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش جەريانىنىڭ يۆنىلىشچانلىققا ئىگە ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ. گەرچە مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ھەممىسى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنالىسىمۇ، ئەمما ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ھەممىسىلا مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلىنالمايدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، باشقا ئۆزگىرىشلەرنىمۇ كەلتۈرۈپ چىقارمايدۇ.

تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى بىز يەنە باشقا مىساللارنى كەلتۈرۈش ئارقىلىق، بەزى فىزىكىلىق جەريانلارنىڭ يۆنىلىشچانلىققا ئىگە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ ئۆتىمىز.

گازلارنىڭ دىففۇزىيە ھادىسىسى يۆنىلىشچانلىققا ئىگە. ئوخشىمىغان ئىككى خىل گاز ئۆزلۈكىدىن قارىشىپ تەرەپكە كىرىپ، ئاخىر بىر خىل تەكشى ئارىلاشما گازنى ھاسىل قىلىدۇ. ئەمما بىر خىل تەكشى ئارىلاشما گازنىڭ ئۆزلۈكىدىن ئاجرىلىپ ئىككى خىل گازغا ئايلىنىشىدىن ئىبارەت ئەكس ھادىسىنىڭ يۈز بېرىشى ھەرگىز مۇمكىن ئەمەس، پەقەت فىزىكىلىق ياكى خىمىيىلىك ۋاستە قوللىنىلسىلا ئاندىن ئارىلاشما گازنى ئايرىغىلى بولىدۇ، ئەمما بۇنداق قىلغاندا، باشقا ئۆزگىرىشلەر كېلىپ چىقىدۇ.



11. 12 ـ رەسىم

11. 12 ـ رەسىم تۆتاشتۇرۇشقا بولمىغان ئىككى قاچىنى ئىپادىلەيدۇ. A قاچىغا گاز قاچىلانغان، B قاچىسىنىڭ ئىچى ۋاكۇئۇم، كلاپان K نى ئاچقاندا، قاچا A دىكى گاز قاچا B غا قاراپ ئۆزلۈكىدىن كېڭەيىپ، ئەڭ ئاخىردا ئىككى قاچىغا گاز تولىدۇ. ئىككى قاچىغا گاز تولغاندىن كېيىن، گاز ئۆزلۈكىدىن B قاچىسىدىن A قاچىغا ئېقىپ، ئەڭ ئاخىر B قاچا ۋاكۇئۇملۇق ھالىتىگە كېلىدىغان بۇنداق ھادىسىنى ھېچكىم كۆرگەن ئەمەس. ئەلۋەتتە، ھاۋا سۇمۇرۇش ماشىنىسى ئارقىلىق B قاچىدىكى گازنى A قاچىغا تارتىپ چىقىرىپ، B قاچىنى ۋاكۇئۇملۇق ھالەتكە كەلتۈرگىلى بولىدۇ. لېكىن بۇنىڭدا ھاۋا سۇمۇرۇش ماشىنىسىنىڭ ياردىمىگە تايىنىشقا توغرا كېلىدۇ.

فىزىكا ئالىملىرى كۆپلىگەن تەبىئەت ھادىسىلىرىنى تەھلىل قىلىپ، يەنە ئىككىنچى تۈرلۈك مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېلنى ياساش مۇمكىن ئەمەسلىكىدىن ئىبارەت تەجرىبىنى خۇلاسىلەپ، **تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنىنى** تەكلىدى. تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنىنىڭ كۆپ خىل بايان قىلىنىشى بار، تۆۋەندە دائىم ئۇچرايدىغان ئىككى خىلىنى سۆزلەپ ئۆتىمىز.

بىر خىل بايانى: باشقا ئۆزگىرىشلەرنى كەلتۈرۈپ چىقارماستىن، ئىسسىقلىقنى تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمدىن يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمغا تارقىلىپ بېرىلىشى مۇمكىن ئەمەس. بۇ ئىسسىقلىق تارقىتىشنىڭ يۆنىلىشچانلىقىغا ئاساسەن قىلىنغان بايان.

ئىككىنچى بىر خىل بايان: باشقا ئۆزگىرىشنى كەلتۈرۈپ چىقارماستىن، بىر يەككە ئىسسىقلىق مەنبەسىدىن ئىسسىقلىق سۇمۇرۇۋېلىپ، بۇنىڭ ھەممىسىنى ئىش ئىشلەشكە ئىشلىتىش مۇمكىن ئەمەس. بۇ مېخانىك ئېنېرگىيە بىلەن ئىچكى ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش جەريانىنىڭ يۆنىلىشچانلىقىغا ئاساسەن قىلىنغان بايان. ئۇنى يەنە ئىككىنچى تۈردىكى مەڭگۈلۈك دۆڭگاتېلنى ياساپ چىقىش مۇمكىن ئەمەس، دەپ بايان قىلىشقا بولىدۇ.

بۇ ئىككى خىل بايان تەڭ قىممەتلىك بولۇپ، بىر خىل بايانىدىن ئىككىنچى بىر خىل بايانىنى كەلتۈرۈپ

چىقىرىشقا بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئۇلارنىڭ ھەممىسى تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ. تەبىئەتتىكى ھەر خىل جەريانلار ئېچىق ياكى ئىنكاس ئىگە، بۇنىڭ بىلەن تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى ئىنكاس ھادىسىنى ۋە قوللىنىلىشى ئىنكاسلىق دارقىنىش ھەم مېخانىك ئېنېرگىيە بىلەن ئىچكى ئېنېرگىيە ئارىسىدىكى ئۆزگىرىشنى ئۆلچەيدىغان ئىنكاسلىق ھالقىسى كەبىي تېرمودىنامىكا قانۇنلىرىدىن پايدىلىنىپ باشقا جەريانلارنىڭ يۆنىلىشچانلىقى، مەسىلەن، بۇقېرىقا سىلىما ئېلىنغان گازنىڭ دىففۇزىيىلىنىشى، گازنىڭ ۋاكۇئومغا قارىتا كېڭىيىشى قاتارلىقلارنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشقا بولىدۇ. تېرمودىنامىكا قانۇنى ئاساسىدا ئەقلىي خۇلاسە چىقىرىش تارقىلىش مەلۇم بىر جەريانىڭ ئۇرلۇقىسى ئېلىپ بېرىلىدىغان ياكى بېرىلمايدىغانلىقىغا ھەم قانداق شارائىتتا جەريانىڭ ئېلىپ بېرىلىدىغانلىقىغا ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ. تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى كىشىلەرگە تەبىئەتنە ئېلىپ بېرىلىدىغان ئىنكاسلىق ھادىسىگە، چېنىلىدىغان ماكرو جەريانلارنىڭ ھەممىسىنىڭ يۆنىلىشچانلىقىغا ئىگە ئىكەنلىكىنى بويۇندى.

تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى كۆپلىگەن مولېكۇلىلار قاتناشقان ماكرو جەريانلارنىڭ يۆنىلىشچانلىقىنى ئېچىپ بېرىپ، تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنىدىن مۇستەقىل بولغان بىر مۇھىم تەبىئەت قانۇنىيىتىگە ئايلاندى. تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى فىزىكا، خىمىيە، بىئولوگىيە قاتارلىق پەنلەردە مۇھىم قوللىنىلىشلارغا ئىگە، ئۇ بىزنىڭ مەيدانىنى بىلىش ۋە تەبىئەتنىن پايدىلىنىشىمىزدا مۇھىم بېتەكچىلىك قىلىش ئەھمىيىتىگە ئىگە.

ئېنېرگىيىنىڭ خورىشى ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئۆگەنگەندە ساۋاقداشلار مۇنداق سوئالنى ئوتتۇرىغا قويۇشى مۇمكىن: تەبىئەتتىكى ئېنېرگىيە ساقلىنىدىكەن، ئۇنداقتا، نېمە ئۈچۈن يەنە دائىم ئېنېرگىيە مەنبەسىنى تېجەشنى تەكىتلەيمىز؟ ئەسلىدە بىزى ئېنېرگىيىلەردىن پايدىلىنىش ئاسان، بەزى ئېنېرگىيىلەردىن پايدىلىنىش قىيىن.

ئېقىۋاتقان سۇ تۆگىمىنى ئايلاندۇرۇپ ئىش ئىشلەيدۇ، تۆگمەن تاشلىرى ئارىسىدىكى سۈركىلىش، تۆگمەن تاشلىرى بىلەن ئاشلىق ئارىسىدىكى سۈركىلىش ۋە بېسىلىش تۆپەيلىدىن، تۆگمەن تاشلىرى بىلەن ئاشلىقنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەپ، سۇ ئېقىمىنىڭ بىر قىسىم مېخانىك ئېنېرگىيىسى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىپ كېتىدۇ. بۇ ئىچكى ئېنېرگىيىلەر ئەڭ ئاخىرىدا ئەتراپتىكى مۇھىتقا تارقىلىپ كېتىدۇ، تارقىلىپ كەتكەن بۇ ئىچكى ئېنېرگىيىلەرنى قايتىدىن يىغىپ ئىشلىتىشكە ئامالسىز يوق. بۇ خىل ھادىسە **ئېنېرگىيىنىڭ خورىشى** دەپ ئاتىلىدۇ. باتارىيىدىكى خىمىيىلىك ئېنېرگىيە ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى يەنە لامپۇچكىدا يورۇقلۇق ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. يورۇقلۇق تام تەرىپىدىن سۈمۈرۈلگەندىن كېيىن ئەتراپتىكى مۇھىتنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. بىز بۇ ئىچكى ئېنېرگىيىلەرنى يىغىپ قايتىدىن ئىشلىتىشكە ئامالسىزمىز. مەش ئۆيىنى قىزىتىپ ئىللىق قىلىدۇ، بۇ چاغدا يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. ھېچكىم تارقىلىپ كەتكەن بۇ ئېنېرگىيىنى قايتىدىن مەشكە يىغىپ كېلىپ قايتىدىن پايدىلىنالمايدۇ.

ئېنېرگىيىنىڭ خورىشى ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىشى نۇقتىسىدىن تەبىئەتتىكى ماكرو جەريان ئىگە بولغان يۆنىلىشچانلىقنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ.

مۇتلەق نۆل گرادۇسقا ئېرىشىش مۇمكىن ئەمەس تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئالەمدە مەۋجۇت بولۇپ تۇرغان تېمپېراتۇرىلارنىڭ ئەڭ تۆۋەن چېكى 273.15℃ - بولىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەنىدۇق. بۇ تۆۋەن چەكنىڭ باشلىنىش نۇقتىسى تېمپېراتۇرىسى تېرمودىنامىكا تېمپېراتۇرىسى دەپ ئاتىلىپ، T بىلەن ئىپادىلىنىدۇ، بىرلىكى كېلۋىن، خەلقئارالىق بەلگىسى K . تېرمودىنامىكا تېمپېراتۇرىسى T بىلەن سېلسىي گرادۇس t نىڭ سۈندۈرۈپ ھېسابلىنىش مۇناسىۋىتى مۇنداق بولىدۇ:

$$T = t + 273.15\text{K}$$ ①

①دۆلەت ئۆلچىمىگە ئاساسەن، تېمپېراتۇرا بەرگىنى ئىپادىلىگەندە كېلۋىن (K) نىڭ ئورنىغا سېلسىي گرادۇس (℃) نى قوللانساق بولىدۇ. شۇڭلاشقا بۇ ئىپادىدىكى T نىڭ بىرلىكى ئۈچۈن K نى، t نىڭ بىرلىكى ئۈچۈن ℃ نى قوللانساق بولىدۇ.

بىز ھازىرچە بىلگەن بەزى تېمپېراتۇرىلارنىڭ قىممەتلىرى تۆۋەندىكى جەدۋەلدە كۆرسىتىلدى.

بەزى ئەملىي تېمپېراتۇرىلارنىڭ قىممەتلىرى

ئۇدورود بومبىسى پارتلىغاندىكى مەركىزى	10^8K
تەجرىبىخانىدا ئېرىشىلگەن ئەڭ يۇقىرى تېمپېراتۇرا	6×10^7K
قۇياشنىڭ مەركىزى	1.5×10^7K
يەر شارىنىڭ مەركىزى	4×10^3K
ئاتمىتىلېن يالقۇنى	2.9×10^3K
ئالتۇننىڭ قېتىش نۇقتىسى	1337.33K
قەلەينىڭ قېتىش نۇقتىسى	505.078K
ئاينىڭ كۈنگەي يۈزى	$4\times10^2K(127℃)$
يەر شارىدا كۆرۈلگەن ئەڭ يۇقىرى تېمپېراتۇرا (لىۋىيە)	331K(58℃)
يەر شارىدا كۆرۈلگەن ئەڭ تۆۋەن تېمپېراتۇرا (جەنۇبىي قۇتۇپ)	185K(−88℃)
ئاينىڭ تەسكەي يۈزى	90K
ئازوتنىڭ قايناش نۇقتىسى	77K
گېلىينىڭ قايناش نۇقتىسى	4.2K
يۇلتۇزلار ئارا بوشلۇق	2.7K
تەجرىبىخانىدا ئېرىشىلگەن ئەڭ تۆۋەن تېمپېراتۇرا (لازېر نۇرلۇق سوۋۇتۇش ئۇسۇلى)	$2.4\times10^{-11}K$

بۇ جەدۋەلدىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، تەجرىبىخانىدا ئېرىشىلگەن تۆۋەن تېمپېراتۇرا تېرمودىنامىكىلىق نۆل گرادۇس (مۇتلەق نۆل گرادۇس دەپمۇ ئاتىلىدۇ) قا ئىنتايىن يېقىنلىشىدۇ. پەن ـ تېخنىكىنىڭ تەرەققىي قىلىشىغا ئەگىشىپ، كىشىلەر تېخىمۇ تۆۋەن تېمپېراتۇرىغا ئېرىشەلەيدىغان بولدى. تۆۋەن تېمپېراتۇرا ساھەسىدە، نۇرغۇن ماددىلارنىڭ خۇسۇسىيىتى ئادەتتىكى تېمپېراتۇرىدىكى خۇسۇسىيەتلىرىدىن پەرقلىنىدىغان بولغاچقا، ئۇلار تۆۋەن تېمپېراتۇرا ساھەسىدىكى فىزىكىلىق ھادىسىلەر ئۈستىدە ئىزدىنىش ئېلىپ بارماقتا. تۆۋەن تېمپېراتۇرىغا ئېرىشىشمۇ مۇھىم بىر تەتقىقات تېمىسى ھېسابلىنىدۇ. كىشىلەر تۆۋەن تېمپېراتۇرىنى بايقىغانسېرى، ئۇنىڭغا ئېرىشىشتە شۇنچە كۆپ قىيىنچىلىققا يولۇقماقتا.

تەھلىل قىلىنغان كۆپلىگەن پاكىتلار شۇنى ئىسپاتلىدىكى: **مۇتلەق نۆل گرادۇسقا ئېرىشىش مۇمكىن ئەمەس.** بۇ خۇلاسە تېرمودىنامىكىنىڭ ئۇچىنچى قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ.

گەرچە تېرمودىنامىكىلىق نۆل گرادۇسقا ئېرىشىش مۇمكىن بولمىسىمۇ، ئەمما تېمپېراتۇرا مۇتلەق نۆل گرادۇس بولمىسىلا ھامان ئۇنى تۆۋەنلىتىش مۇمكىنچىلىكى بولىدۇ. شۇڭلاشقا، تېرمودىنامىكىنىڭ ئۇچىنچى قانۇنى كىشىلەرنىڭ ئېلاج قىلىپ مۇتلەق نۆل گرادۇسقا يېقىنلىشىشتەك ئاماللىرىغا توسقۇنلۇق قىلالمايدۇ.

6 ـ مەشىق

(1) تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنى ھەر خىل بايان قىلىنغان بولسىمۇ، ماھىيەتتە ئېيتىلغىنى ئوخشاش بىر ۋەقەدىن ئىبارەت. ئۆزىڭىزنىڭ چۈشەنچىسىگە ئاساسەن، بۇ قانۇننىڭ ماھىيىتىنىڭ نېمىدىن ئىبارەت ئىكەنلىكى ۋە ئۇنىڭ ئەمەلىي

ئەمىيىتى ھەققىدە سۆزلەپ بېرىڭ.

(2) توڭلاتقۇنىڭ خىزمىتى ھەققىدە تەھلىل قىلىپ، ئۇنىڭ ئىرموداسكىسىنىڭ ئىككى قانۇنىغا خىلاپ ئەمەسلىكى ھەققىدە چۈشەندۈرۈڭ.

(3) ئاپتوموبىل يول يۈرگەندە، بېنزىن سەرپ قىلىدۇ. سىرىن كۆيگەندە قوبۇپ چىرگەن خىمىيىلىك ئېنېرگىيىنىڭ قايسى يوللار ئارقىلىق ئەتراپىنىكى مۇھىتنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدىغانلىقى ھەققىدە ئىمكانقەدەر تەپسىلىيرەك چۈشەندۈرۈپ بېرىڭ.

(4) 11، 13 ـ رەسىمدىكى كانايدىن چىققان ئاۋاز دولقۇنى ھاۋانىڭ تەۋرىنىشىدىن شەكىللەنگەن، ئۇ ئېنېرگىيىگە ئىگە. بۇ ھەقتە تەپسىلىي سۈرۈشتۈرۈلسە، ئاۋاز دولقۇنىنىڭ ئېنېرگىيىسى قەيەردىن كېلىپ، قەيەرگە كېتىدۇ؟



11، 13 ـ رەسىم

§7 . ئېنېرگىيە مەنبەسى ۋە مۇھىت

«ئېنېرگىيە مەنبەسى» دېگىنىمىز، پايدىلىنىشقا بولىدىغان ئېنېرگىيە بىلەن تەمىنلەپ بېرىدىغان ماددىنى كۆرسىتىدۇ. ئېنېرگىيە مەنبەسى ھازىرقى زامان ئىجتىمائىي تۈرمۇشنىڭ مۇھىم ماددىي ئاساسى. بىز كېيىنىش، يېيىش، تۇرۇش ۋە يۈرۈشلەرنىڭ ھەممىسىدە ئېنېرگىيە سەرپ قىلىمىز. ھەر خىل ئىشلەپچىقىرىشلاردىمۇ ئېنېرگىيە سەرپ قىلىمىز. نۆۋەتتە، كىشىلەر سەرپ قىلىۋاتقان ئېنېرگىيىلەر ئاساسەن كۆمۈر، نېفىت، تەبىئىي گاز قاتارلىق ماددىلاردىن كېلىدۇ. كىشىلەر كۆمۈر، نېفىت، تەبىئىي گازلارنى ئادەتتىكى ئېنېرگىيە مەنبەسى دەپ ئاتىشىدۇ.

يېقىنقى 200 —300 يىلدىن بۇيان كىشىلەر ئارقا ـ ئارقىدىن ھور ماشىنىسى، ئىچىدىن يانىدىغان دۇنگا-تېل، ئېلېكترو ماتور قاتارلىق مېخانىزملارنى كەشىپ قىلىپ، ئىشلەپچىقىرىش كۈچلىرىنى ئۈچقاندەك تەرەققىي قىلدۇردى. ئەمما ئېنېرگىيە مەنبەلىرىنىڭ سەرپىياتىمۇ جىددىي ئاشتى. تەتقىقات خادىملىرىنىڭ مۆلچەرلىشىچە، نۆۋەتتىكى نېفىت ئېلىش سۈرئىتى بويىچە ھېسابلىغاندا، يەر شارىدىكى نېفىت زاپىسى نەچچە ئون يىل ئىچىدە پۈتۈنلەي ئېلىپ تۈگىتىلىدىكەن؛ كۆمۈرنىڭ زاپىسى ئازراق كۆپ، ئەمما بۈمۈ 200 يىلدىن ئارتۇق ۋاقىتتا قېزىلىپ بولىدىكەن. شۇنى قىياس قىلىشقا بولىدۇكى، ئەگەر نېفىت بىلەن كۆمۈر بولمىسا، ئاپتوموبىل، ئايروپىلان، پاراخوت ۋە تۆمۈر يولدىكى ئىچىدىن يانىدىغان دۇنگاتېللارنىڭ ھەممىسى قوزغىلالمايدۇ، ئوت ئېلېكتر ئىستانسىسى توك چىقىرىشتىن توختايدۇ، ئىنسانىيەتنىڭ ئىجتىمائىي تۈرمۇشى پالەچ ھالغا چۈشۈپ قالىدۇ.

ئادەتتىكى ئېنېرگىيە مەنبەلىرىنى كۆپ مىقدارda سەرپ قىلغاندا مۇھىت مەسىلىسى بارلىققا كېلىدۇ. نېفىت ۋە كۆمۈر كۆيگەندە ھاسىل بولغان كاربون (Ⅳ)ئوكسىد ئاتموسفېرادىكى كاربون (Ⅳ)ئوكسىدنىڭ تەركىبىنى ئاشۇرۇۋېتىدۇ، بۇنىڭ نەتىجىسىدە «پارنىك ئېففېكتى» ھاسىل بولۇپ، يەر يۈزىنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۈرلەپ، ئىككى قۇتۇپتىكى مۇز ـ قارلار ئېرىپ، دېڭىز يۈزى يۇقىرى كۆتۈرۈلۈپ، دېڭىز ياقىسىدىكى شەھەرلەرنى سۇ بېسىپ كېتىدۇ، دېڭىز سۈيى دەريا ئېقىنلىرىغا يېنىپ كىرىدۇ، تېرىلغۇ يەرلەرنى شورلۇقلاشتۇرۇۋېتىدۇ...

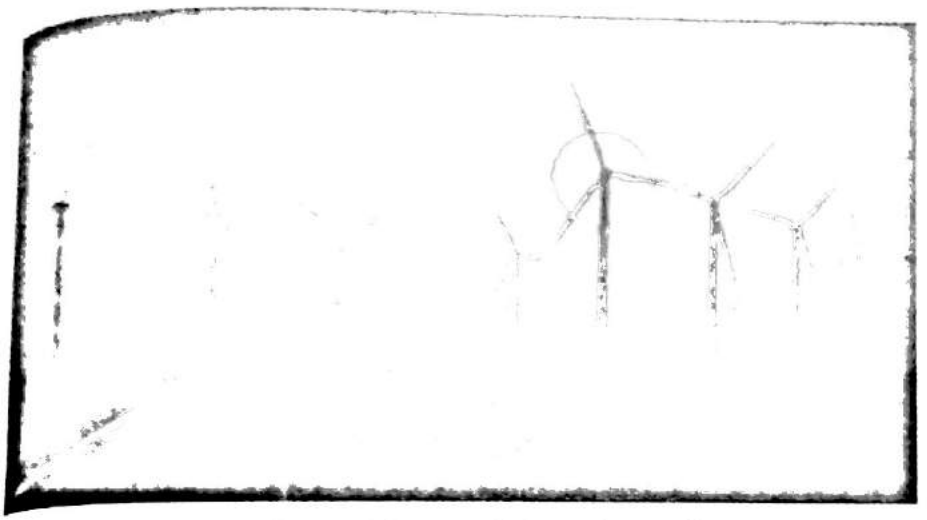
كۆمۈر تەركىبىدە كۆپ ھاللاردا كۆپرەك گۇڭگۇرت بولىدۇ. كۆمۈر كۆيگەندە ھاسىل بولغان گۇڭگۇرت (Ⅳ) ئوكسىد قاتارلىق ماددىلار يامغۇرنىڭ كىسلاتالىق دەرىجىسىنى يۇقىرى كۆتۈرۈپ، «كىسلاتالىق يامغۇر» ھاسىل قىلىپ، بىنالارنى چىرىتىپ، تۈپراقنى كىسلاتالاشتۇرۇۋېتىدۇ.

ئىچىدىن يانىدىغان دۇنگاتېل ئىشلىگەندىكى يۇقىرى تېمپېراتۇرا ھاۋا ۋە يېقىلغۇدىكى ئازوت، ئوكسىگېن، كاربون، ھىدروگېن قاتارلىق ماددىلاردا خىمىيىلىك رېئاكسىيە كەلتۈرۈپ چىقىرىپ، ئازوت ئوكسىدلىق ماددىلار ۋە كاربون ـ ھىدروگېن بىرىكمىسى ھاسىل قىلىدۇ. بۇلار ئاتموسفېرادا قۇياش نۇرىدىكى كۈچلۈك ئۈلترا بىنەپشە نۇرغا ئۈچرىغاندىن كېيىن ئىككىلەمچى بۇلغىغۇچى ماددا — ئوپتىك خىمىيىلىك تۈمانىنى ھاسىل قىلىدۇ، بۇنىڭ ئاساسلىق تەركىبى ئوزوندىن ئىبارەت. گۇڭگۇرت (Ⅳ) ئوكسىد، ئازوت ئوكسىدلىق ماددىلار، ئوزون ۋە تولۇق

Adam.

كۆيمىگەندە ھاسىل بولغان كاربون (II) ئوكسىد قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى زەھەرلىك گاز بولۇپ، كىشىلەرنىڭ خىل كېسەل قوزغايدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا كۆيگەندە ھاسىل بولغان توزانلارمۇ بىر خىل بۇلغاشتىن ئىبارەت بولىدۇ.

ئادەتتىكى ئېنېرگىيە مەنبەلىرىنىڭ كەمچىللىكى ۋە بۇ خىل ئېنېرگىيىلەردىن پايدىلىنىشتا كېلىدىغان چىققان مۇھىت بۇلغىنىشلار تۇپەيلىدىن، يېڭى ئېنېرگىيە مەنبەلىرىنى ئىچىش جىددىي ئورۇنداشقا تېگىشلىك ۋەزىپە بولۇپ قالدى.



11. 14 ـ رەسىم. شىنجاڭ داۋانچىڭدىكى شامال كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ چاقپەلەكلىرى ئېنېرگىيە

ئېقىمى تۈرغان ھاۋا ـــ شامال بىر خىل ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ. قەدىمكى زامانىدىلا كىشىلەر چاقپەلەك ئارقىلىق تۇگمەننى ئايلاندۇرۇپ ئىش ئىشلىگەن. ھازىر چاقپەلەك ئارقىلىق گېنېراتورنى ئايلاندۇرۇپ، ئاندىن ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ھاسىل قىلىنىپ يىراق جايلارغا ئۇزىتىلماقتا. شامال كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ قۇرۇلۇشى ئاشۇرۇش ئۈچۈن، ئادەتتە ناھايىتى كۆپ چاقپەلەكلەر بىر يەرگە قۇرۇلىدۇ، بۇ «چاقپەلەكلەر ئېتىزى» دېيىلىدۇ. مەملىكىتىمىزدىكى شىنجاڭ، ئىچكى موڭغۇل قاتارلىق جايلاردا شامال كۈچى مەنبەسى مول بولغاچقا، ھازىر شامال كۈچىدىن پايدىلىنىپ توك چىقىرىلماقتا. 11. 14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى مەملىكىتىمىزدىكى شىنجاڭ داۋانچىڭ شامال كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ چاقپەلەكلەر ئېتىزىدىن ئىبارەت.

سۇلارنىڭ ئېقىشى (دەريا ئېقىنى، كۆتۈرۈلۈپ ـ پەسىيىش) مۇ پايدىلىنىشقا بولىدىغان ئېنېرگىيە بىلەن تەمىنلەيدۇ. سۇ ئېقىمىدىن پايدىلىنىپ توك چىقىرىشتا سۇ ئېقىمىنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرۇلىدۇ. نۆۋەتتە سۇ كۈچىدىن پايدىلىنىپ توك چىقىرىش تېخنىكىسى مۇكەممەللەشتى. مەملىكىتىمىز مول سۇ كۈچى بايلىقىغا ئىگە بولغاچقا، نۇرغۇن سۇ كۈچى ئېلېكتر ئىستانسىلىرىنى قۇرۇپ چىقتى. 1994 ـ يىلىنىڭ ئاخىرىدىن باشلاپ قۇرۇلغان سەنشيا ئېلېكتر ئىستانسىسى دۇنيادىكى ئەڭ چوڭ سۇ كۈچى ئارقىلىق توك چىقىرىش ئەسلىھەسى ھېسابلىنىدۇ.

دەريالاردىكى سۇلار ئېقىپ ئۆتكەندىن كېيىن، يەنە يېڭىدىن سۇلار ئېقىپ ئۆتىدۇ، پەقەت يۇقىرى ئېقىندا يامغۇر ياغسىلا، دەريا سۇيى ئېقىپ تۇرىدۇ، شۇڭا بىز سۇ ئېقىمى ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولالايمىز. شامال ئېنېرگىيىسىمۇ شۇنداق بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن سۇ ئېقىمى ئېنېرگىيىسى، شامال ئېنېرگىيىسى «قايتا ھاسىل بولىدىغان ئېنېرگىيە مەنبەسى» ھېسابلىنىدۇ. نېفىت، كۆمۈر قاتارلىق ئېنېرگىيە مەنبەسى ماددىلىرى سەرپ قىلىنىپ تۈگىسىلا يوقايدۇ، شۇڭا بۇلار قايتا ھاسىل قىلغىلى بولمايدىغان ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ.

قۇياشنىڭ يەر شارىغا رادىئاتسىيىلەپ چۈشۈرگەن ئېنېرگىيىسى ئىنتايىن زور بولۇپ، يىلىغا 10^{24}J غا يېتىدۇ. بۇ، ئىنسانىيەت تارىخىغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، قۇياش ئېنېرگىيىسى تۈگىمەس ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ. شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، قۇياش ئېنېرگىيىسى بىر خىل پاكىز ئېنېرگىيە مەنبەسى بولۇپ، ئۇنىڭدىن پايدىلانغاندا مۇھىت بۇلغانمايدۇ. شۇڭا قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىش كەڭ

نېفىت ۋە كۆمۈر قەدىمكى جانلىقلارنىڭ جەسىتى يەر قاتلىمىغا بېسىلىپ ئۇزاق گېئولوگىيىلىك يىللارنىڭ ئۆتۈشى بىلەن شەكىللەنگەن، شۇڭا كىشىلەر بۇلارنى قاتما يېقىلغۇلار دەپ ئاتايدۇ.

نېمە ئۈچۈن ئاتموسفېرادىكى كاربون (IV) ئوكسىد ئېشىپ كەتسە پارنىك ئېففېكتى كېلىپ چىقىدۇ؟ كۆپچىلىك گېزىت ـ ژۇرناللاردىن مۇناسىۋەتلىك ماقالىلەرنى ئوقۇپ چىقسا بولىدۇ.

نېمە ئۈچۈن گۈڭگۇرتنىڭ ئوكسىد بىرىكمىلىرى يامغۇر سۈيىنىڭ كىسلاتالىقىنى ئۇرلىتىۋېتىدۇ؟ بۇنى چۈشىنىشتە خىمىيىگە دائىر بىلىم بولۇشى كېرەك.



11. 15 ـ رەسىم. قۇياش ئوچقى



11. 16 ـ رەسىم. پاتقاق گازى ئۈسكۈنىسى

ئىستقبالغا ئىگە .

كىشىلەر قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىشتا مەلۇم نەتىجىلەرگە ئېرىشتى. ھازىر قۇياش رادىئاتسىيە- سىدىن بىۋاستە پايدىلىنىلىدىغان ئۈسكۈنىلەر بارلىققا كەلدى. مەسىلەن، قۇياش باتارېيىسى يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىيالدىن پايدىلىنىپ قۇياش ئېنېرگىيىسىنى بىۋاستە ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرىدىغان قۇرۇلما. نۆۋەتتە نۇرغۇنلىغان سۈنئىي ھەمراھلاردا قۇياش باتارېيىسى ئېلېكتر مەنبەسى قىلىنماقتا، بىز كۆرگەن سۈنئىي ھەمراھنىڭ يېيىلغان «قانىتى» قۇياش باتارېيىسىنىڭ يورۇقلۇق يىغىش تاختىسىدىن ئىبارەت. بەزى ئېلېكتر- رونلۇق سائەت ۋە ھېسابلاش ماشىنىلىرىدىمۇ قۇياش باتارېيىسى ئىشلىتىلىدۇ.

تۇرمۇشتا قۇياش ئېنېرگىيىسى ئىسىقلىقىدىن پايدىلىنىپ جىسىملار بىۋاستە قىزىتىلىدۇ. مەسىلەن، قۇ- ياش ئېنېرگىيىلىك ئىسىتقۇچ قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ سۇ قىزىتىدىغان ئۈسكۈنىدۇر. نۇرغۇن ئۆيلەرنىڭ ئۈستىدە قۇياش ئېنېرگىيىلىك ئىسىتقۇچلار تۇرغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. ئەڭ ئاددىي قۇياش ئې- نېرگىيىلىك ئىسىتقۇچ سۇ قاچىلىنىدىغان بىر قارا كاۋۇچۇك خالتىدىن ئىبارەت بولۇپ، قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ سۇنى قىزىتىدۇ. مۇرەككەپرەك قۇياش ئېنېرگىيىلىك ئىسىتقۇچ ئەينەك ساندۇق ئىچىگە ئورنىتىلغان سۇ تۇرۇبىلىرىدىن ئىبارەت بولۇپ، قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ ئېقىۋاتقان سۇ قىزىتىلىدۇ. قۇياش ئوچقى (11. 15 ـ رەسىم) پېتىنغۇ يۇزلۇك ئەينەك ئارقىلىق قۇياش نۇرىنى يىغىپ، چوڭقۇن ۋە قازانلارقاينىتىلىدۇ.

مەيلى قۇياش باتارېيىسى، قۇياش ئېنېرگىيىلىك ئىسىتقۇچ بولسۇن ياكى قۇياش ئوچقى بولسۇن، ھەم- مىسىلا قۇياش نۇرى يېتەرلىك بولغاندا ئىش ئۈنۈمى ياخشى بولىدۇ، چۈنكى ھاۋارايىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىشى چوڭراق بولىدىغانلىقتىن، بۇ قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن كەڭ كۆلەمدە پايدىلىنىشنىڭ ئاساسلىق توسالغۇسى بولۇپ قالدى. پەن ـ تېخنىكا خادىملىرى قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن تېخىمۇ ياخشى پايدىلىنىش ۋە قۇياش ئې- نېرگىيىسىنى ساقلاشنىڭ ئۈسۈلى ھەققىدە تېخىمۇ چوڭقۇر تەتقىقات ئېلىپ بارماقتا.

يېزىلاردىكى زىرائەتلەرنىڭ شاخلىرى، ھايۋانلارنىڭ گەندىلىرىنى ھىملانغان ئورەكلەرگە سېلىپ، ئۈستىگە سۇ سېپىپ ئېچىتىش ئارقىلىق پاتقاق گازى ھاسىل قىلىشقا بولىدۇ. پاتقاق گازى يېزىلاردىكى سەل قاراشقا بولمايدىغان بىر خىل يېڭى ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ. پاتقاق گازىنىڭ ئاساسلىق تەركىبى مېتان بولۇپ، بۇ بىر خىل گاز يېقىلغۇدۇر. پاتقاق گازى كۆيگەندە پاكىز بولۇپلا قالماستىن، يەنە تاماق ئېتىش، سۇ قاينىتىشقا ئىنتايىن قولايلىق. ئېچىغان قالدۇقى ياخشى سۈپەتلىك ئورگانىك ئوغۇت ھېسابلىنىدۇ. مەملىكىتىمىزدىكى زامانىۋىلاشقان نۇرغۇن يېزىلاردا پاتقاق گازىنى ياخشى ئىشلەپ چىقارغانلىقى ۋە ئۇنىڭدىن ياخشى پايدىلانغانلىقى ئۈچۈن، تۇرمۇش سۈپىتىنى يۇقىرى كۆتۈرۈپ ئېتىز ـ ئېرىقلىرى ياخشىلىنىپلا قالماي، يەنە ئېكولوگىيىلىك مۇھىتنى تېخىمۇ ياخشى قوغدىلىپ، يېزا ئىگىلىك ئىشلەپچىقىرىشىنىڭ ياخشى ئايلىنىشى شەكىللەنگەن.

11. 16 ـ رەسىمدە بېيجىڭ داشىڭ ناھىيىسى لىيۇمىنىيىڭ ئېكولوگىيىلىك دېھقانچىلىق مەيدانىنىڭ پاتقاق گازى ئۈسكۈنىسى كۆرسىتىلگەن.

ئاتوم يادروسى ئۆزگىرىش قىلغاندا قويۇپ بېرىلىدىغان يادرو ئېنېرگىيىسى مۇھىم بىر خىل يېڭى تېپتىكى ئېنېرگىيە مەنبەسى ھېسابلىنىدۇ. يەر شارىدىكى يادرو يېقىلغۇسىنىڭ زاپىسى نېفىت ۋە كۆمۈر زاپىسىدىن كۆپ، يادرو ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلانغاندا، بۇنىڭ مۇھىتقا بولىدىغان تەسىرى نېفىت، كۆمۈرلەرنى كۆيدۈرگەندىكىدىن كىچىك بولىدۇ. ئوچىنچى قىسىم فىزىكا دەرسلىكىدە يادرو ئېنېرگىيىسىنى ئېچىش ۋە ئۇنىڭدىن پايدىلىنىشنى تەپسىلىيرەك تونۇشتۇرىمىز.

مولاهىزه وه موهاكسمه

دېگىردىكى سۇ قۇياش تەرىپىدىن قىزىتىلىپ، هورلىنىپ، بۇلۇت ـ يامغۇرغا ئايلىنىپ، ئېگىز تاغلارغا چۈ-
شۈپ، يىغىلىپ دەريا ئېقىنىنى هاسىل قىلىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن ماكرو جەهەتتىن ئېيتقاندا، سۇ كۆچى ئېلىكتر
ئىستانسىسى ئۈزىتىپ چىقارغان ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى قۇياشتىن كېلىدۇ. بەزىلەر كۆمۈر ۋە نېفىتلارنىڭ
ئېنېرگىيىسىمۇ قۇياشتىن كەلگەن، دەيدۇ. ئۇنداقتا، قۇياش ئېنېرگىيىسى قانداق يوللار ئارقىلىق كۆمۈر ۋە نې-
فىتتىكى خىمىيىلىك ئېنېرگىيىگە ئايلانغان؟

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسىنىڭ ئاساسىي مەزمۇنلىرىنى ئۆگەندۇق. مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسى مۇئەييەن تەجرىبە ئاساسىدا تىكلەنگەن، مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسىنى ئۆگىنىشتە ئۇنىڭ تەجرىبە ئاساسىغا دىققەت قىلىش كېرەك. مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسىدىن پايدىلىنىپ نۇرغۇن ئىسسىقلىق هادىسىلىرى ۋە ماددىلارنىڭ خۇسۇسىيىتىنى چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ. بۇ بابتا بىز ئىچكى ئېنېرگىيە ئۇقۇمى ۋە تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنى، ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى قاتارلىقلارنى ئۆگەندۇق. ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى تەبىئەتتىكى بىر ئاساسىي قانۇن، بىز ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ۋە ساقلىنىش نۇقتىئىنەزىرىدىن چىقىپ هادىسىلەرنى چۈشەندۈرۈشنى ۋە مەسىلەرنى بىر تەرەپ قىلىشنى ئۆگىنىمىز.

(1) مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسىنىڭ ئاساسىي مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟

① مولېكۇلىلارنىڭ مەڭگۈ توختىماستىن تەرتىپسىز هەرىكەت قىلىدىغانلىقىنى قانداق هادىسە چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ؟ بروئۇن هەرىكىتى دېگەن نېمە؟ بروئۇن هەرىكىتى قانداق هاسىل بولغان؟ نېمە ئۈچۈن كۆپلىگەن مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز هەرىكىتىنى ئىسسىقلىق هەرىكىتى دەپ ئاتايمىز؟

② قانداق پاكىتلار مولېكۇلىلار ئارىسىدا تارتىشىش كۈچى ۋە تېپىشىش كۈچى مەۋجۇتلۇقىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ؟ II. 6 ـ رەسىمگە ئاساسەن مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تەسىر كۈچىنىڭ ئالاھىدىلىكىنى چۈشەندۈرۈڭ.

③ مولېكۇلا هەرىكەت نەزەرىيىسىدىن قارىغاندا، تېمپېراتۇرىنىڭ مەنىسى نېمە؟

(2) مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ئىسسىقلىق هەرىكىتىنىڭ هەرىكەت ئېنېرگىيىسى نېمىدىن ئىبارەت؟ مو-
لېكۇلىلارنىڭ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى دېگەن نېمە؟ جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسى نېمىلەرگە مۇناسىۋەتلىك؟

(3) جىسىمنىڭ ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگەرتىشنىڭ قانداق ئىككى خىل ئۇسۇلى بار؟ ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ياكى يۆتكىلىش نۇقتىئىنەزىرىدىن قارىغاندا، بۇ ئىككى خىل ئۇسۇلنىڭ قانداق پەرقى بار؟

(4) تېرمودىنامىكىنىڭ بىرىنچى قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟ ئۇنىڭ ماتېماتىكىلىق فورمۇلىسى بېزىپ چىقىڭ.

(5) ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟ بىرقانچە ئەمەلىي مىسال كەلتۈرۈپ بۇ قانۇنىڭ ئەمەلىيەتتىكى مەنىسىنى چۈشەندۈرۈڭ. بىرىنچى تۈرلۈك مەڭگۈلۈك دۋىگاتېل دېگەن نېمە؟ نېمە ئۈچۈن بىرىنچى تۈرلۈك مەڭگۈلۈك دۋىگاتېلنى ياساپ چىقىلى بولمايدۇ؟

سىز ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ۋە ساقلىنىش نۇقتىئىنەزىرىدىن پايدىلىنىپ هادىسىلەرنى چۈشەندۈرۈش. مە-

سىلىقلىرى بىر خىل، قىلىنغا ماي رەڭ؟ بۇ جەھەتتىكى تەجرىبىنى خۇلاسىلەپ چىقىڭ.

(6) تېرمودىنامىكىنىڭ ئىككىنچى قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟ ئىككىنچى تۈرلۈك مەڭگۈلۈك دۆگىلەل دېگەن نېمە؟ نېمە ئۈچۈن ئىككىنچى تۈرلۈك مەڭگۈلۈك دۆنگاتېلنى ياساپ چىقىشلى بولمايدۇ؟

قايسى پاكىتلار ئارقىلىق ئىسسىقلىق ھادىسىلىرىگە چېتىلىدىغان ماكرو جەريانلارنىڭ ھامان يۆنە-لىشچانلىقىغا ئىگە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ؟

(7) ئالەملەر ئارا تېمپېراتۇرىنىڭ تۆۋەن چېكى قانچە؟ ئۇنىڭغا يەتكىلى بولامدۇ؟

كۈنۈكمە

$N=\frac{V}{V_A}N_A=\frac{V}{\frac{M_A}{\rho}}N_A=\frac{5.7\times10^{-7}}{\frac{12\times10^{-3}}{3.5\times10^3}}\times6\times23^3=1\times10^{20}$ دانە

$V_0=\frac{V_A}{N_A}=\frac{V}{N}=\frac{5.7\times10^{-8}}{1\times10^{20}}=5.7\times10^{-30}m^3$

A گۇرۇپپا

(1) ئالماسنىڭ زىچلىقى $3500kg/m^3$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن. ھەجمى $5.7\times10^{-8}m^3$ بولغان كىچىك پارچە ئالماسنىڭ تەركىبىدە قانچە دانە كاربون ئاتومى بار؟ ئالماسنىڭ كاربون ئاتوملىرى بىر ـ بىرىگە زىچ تىزىلغان دەپ پەرەز قىلىپ، كاربون ئاتومى ھەجمىنىڭ قانچىلىك چوگلۇقتا بولىدىغانلىقىنى مۆلچەر بىلەن ھېسابلاڭ.

(2) توغرا كەسمە بۇزى $3\times10^{-2}m^2$ بولغان ئانچە ئېگىز بولمىغان بىر سىلىندىرغا 0.6kg سۇ قاچىلاپ، بۇنىكدىن پايدىلىنىپ پەر بۇزىكە چۈشكەن قۇياش ئېنېرگىيىسىنى ئۆلچەشكە بولىدۇ. مەلۇم بىر كۈنى چۈشتە قۇياش نۇرى 2min چۈشكەندىن كېيىن، سۇنىڭ تېمپېراتۇرىسى 1℃ ئۆرلىگەن بولسا،

① قۇياش نۇرى چۈشكەندە، پەر شارى سىرتقى يۈزىنىڭ ھەر كۋادرات سانتىمېتىرى مىنۇتىغا ئېرىشكەن ئېنېر-گىيىسىنى ھېسابلاڭ.

$P_0\cdot S\cdot t=Q=mc\Delta t\Rightarrow P_0=\frac{mc\Delta t}{St}=\frac{0.6\times4.2\times10^3\times1}{3\times10^{-2}\times120}=4.2J$.

② ئاتموسفېرانىڭ چوققا قەۋىتىگە چۈشكەن قۇياش ئېنېرگىيىسىنىڭ پەقەت 43% نلا پەر يۈزىگە يېتىپ كېلىدۇ، قالغان 57% ى ئاتموسفېرا تەرىپىدىن سۈمۈرۈلۈپ ۋە قايتۇرۇلۇپ، پەر يۈزىگە قايتىپ كېلەلمەيدۇ. سىز قۇياش رادى-ئاتسىيىلەپ چىقارغان قۇۋۋەتنى مۆلچەر بىلەن ھېسابلاپ چىقالامسىز؟ كېرەك قىلىنىدىغان سانلىق مەلۇماتلارنى ئۆزى-ئۈز-گىز ئىزدەپ تېپىڭ.

$S=4\pi R^2=4\times3.14\times(1.5\times10^{11})^2=2.8\times10^{23}m^2=2.8\times10^{27}cm^2$

$P=\frac{W}{t}=\frac{P_0}{43\%}=\frac{4.2}{0.43}=9.8J$ $P_0=\frac{W}{t}=4.6\times10^{26}J$. $W=PS=2.8\times10^{27}\times9.8=2.7\times10^{28}$.

ئەمەلىي ئۆلچەشكەن قۇياشنىڭ رادىئاتسىيىلىنىشىدىكى قۇۋۋىتى $3.86\times10^{26}J/s$ ، سىز مۆلچەر بىلەن ھېسابلانغان نەتىجىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى جەھەتتىن بۇنىڭغا ئوخشاش كېلىدىغان ياكى كەلمەيدىغانلىقىغا قاراپ بېقىڭ.

(3) سۇ 20m ئېگىزلىكتىن چۈشىدۇ، ئەگەر سۇنىڭ ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىنىڭ 20% ى سۇنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى ئۆرلىتىشكە ئىشلىتىلسە، سۇنىڭ تۆۋەنكە چۈشكەندىن كېيىنكى تېمپېراتۇرىسى قانچىلىك ئۆرلەي-دۇ؟

$E_p=mgh\times20\%=Q=mc\Delta t$ $\Delta t=\frac{mgh\times20\%}{c}=\frac{10\times10\times0.2}{4.2\times10^3}=9.5\times10^{-3}℃$

(4) ماسسىسى 0.05kg بولغان ئوق $600m/s$ تېزلىكتە تىنچ تۇرغان ياغاچ پارچىسىغا كورىزونتال ئېتىلىپ كىرگەن. ياغاچ پارچىسىنىڭ ماسسىسى 3kg بولۇپ، سىلىق كورىزونتال ئۈستەل ئۈستىگە قويۇلغان. خورىغان ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنىڭ ھەممىسى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلانغان بولسا، ياغاچ پارچىسى بىلەن ئوقنىڭ ئورتاق ئاشقان ئىچكى ئېنېرگىيىسىنى تېپىڭ.

$\Delta U=E_{k_1}-E_{k_2}=\frac{1}{2}mv_0^2-\frac{1}{2}(M+m)v^2=\frac{1}{2}\times0.05\times600^2-\frac{1}{2}\times3.05\times10^2=8850J$.

$P_1+P_2=P_1'+P_2'$

$mv_0+0=(M+m)v$

$v=\frac{mv_0}{m+M}=\frac{0.05\times600}{0.05+3}=10m/s$

B گۇرۇپپا

(1) r ئىككى مولېكۇلا ئارىسىدىكى ئارىلىقتىكى، E_p ئىككى مولېكۇلا ئارىسىدىكى ئۆرنىنىڭ ئەسىر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئىپادىلەيدۇ. $r=r_0$ بولغاندا ئىككى مولېكۇلا ئارىسىدىكى تېپىشىش كۈچى ئارتىشىش

$W>0$ E_P ↓ $0<\theta<90°$ $W>0$
$W<0$ E_P ↑ $90<\theta<\pi$ $W<0$

كۆچىگە تەك بولسا، تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

① $r>r_0$ بولغاندا، E_P بولسا r نىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ.

② $r<r_0$ بولغاندا، E_P بولسا r نىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ.

③ $r>r_0$ بولغاندا، E_P بولسا r نىڭ كىچىكلىشىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ.

④ $r<r_0$ بولغاندا، E_P بولسا r نىڭ كىچىكلىشىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ.

(2) مولېكۇلا A بىلەن B نىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى يىراقراق (بۇ چاغدا ئۇلارنىڭ مولېكۇلا كۈچى ئېتىبارغا ئېلىنمىسىمۇ بولىدۇ). ئەگەر A مولېكۇلا قوزغالماي تۇرسا، B مولېكۇلا A مولېكۇلىغا قارىتا تاكى يەنە يېقىنلىشالمايدىغان بولغۇچە تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئۆتۈپ تەدرىجىي يېقىنلاشسا، بۇ پۈتكۈل جەريانداً

① مولېكۇلا كۈچى هامان B غا قارىتا مۇسبەت ئىش ئىشلەيدۇ.

② B هامان مولېكۇلا كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ.

③ ئالدى بىلەن B مولېكۇلا كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ، ئاندىن كېيىن مولېكۇلا كۈچى B غا قارىتا ئىش ئىشلەيدۇ.

④ ئالدى بىلەن مولېكۇلا كۈچى B غا نىسبەتەن مۇسبەت ئىش ئىشلەيدۇ، ئاندىن B مولېكۇلا كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ.

(3) يانتۇ تەكشىلىكنىڭ ئېگىزلىكى 0.6m ، يانتۇلۇق بۇلۇڭى $30°$ بولۇپ، ماسسىسى 1kg كېلىدىغان بىر جىسىم يانتۇ تەكشىلىكنىڭ چوققا ئۇچىدىن تۆۋەنكى ئۇچىغا سىيرىلىپ كەلگەن. هەرىكەتلىك سۈركىلىش كوئېففىتسېنتى 0.5 بولۇپ، $g=10\text{m/s}^2$ دەپ ئېلىنىدۇ، بۇ جەريانداً قانچىلىك ئىسسىقلىق هاسىل بولىدۇ؟

(4) سىلىق ئۈستەل ئۈستىگە بىر ياغاچ پارچىسى قويۇلغان، قوغۇشۇن ئوق ياغاچقا گورىزونتال يۆنىلىشتە ئېتىلىپ كىرىپ، ياغاچ پارچىسىنى يەرگە ئۇرۇپ چۈشۈرگەن، يەرگە چۈشكەن نۇقتا بىلەن ئۈستەل ياقىسىنىڭ گورىزونتال ئارىلىقى 0.4m . قوغۇشۇن ئوق ياغاچ پارچىسىغا ئېتىلىپ كىرىپ ئۇنىڭ ئىچىدە توختاپ قالغان. ئاشقان ئېنېرگىيىنىڭ 50% ى قوغۇشۇن ئوقنىڭ تېمپېراتۇرىسىنى يۇقىرى كۆتۈرگەن دەپ پەرەز قىلىنسا، قوغۇشۇن ئوقنىڭ تېمپېراتۇرىسى قانچە سېلسىي گرادۇس ئۆرلەيدۇ؟ ئۈستەل يۈزىنىڭ ئېگىزلىكى 0.8m ، ياغاچ پارچىسىنىڭ ماسسىسى 2kg، قوغۇشۇن ئوقنىڭ ماسسىسى 10g ، سېلىشتۇرما ئىسسىقلىق سىغىمى $1.3\times10^2\text{J}/(\text{kg}\cdot℃)$ بولۇپ، $g=10\text{m/s}^2$ قىلىپ ئېلىنىدۇ.

(3) $h=0.6\text{m}$ $\theta=30°$ $m=1\text{kg}$ $\mu=0.5$ $g=10\text{m/s}^2$ $s=1.2\text{m}$.

$Q=f\cdot s=\mu mg\cos\theta\cdot s=0.5\times1\times10\times\frac{\sqrt{3}}{2}\times1.2=3\sqrt{3}\text{J}\approx5.1\text{J}$.

$Q=E_p-E_k$ $a=\frac{F_合}{m}=\frac{mg\sin\theta-f}{m}=\frac{5-2.5\sqrt{3}}{1}=0.75\text{m/s}^2$

$v_t=\sqrt{2gh}$ v

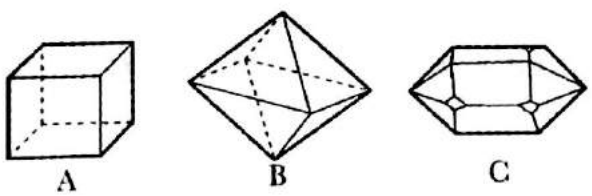
بىرگە مەلۇم، مولېكۇلىلار بوختىماستىن تەرتىپسىز ھەرىكەت قىلىدۇ، ئۇلار ئارىسىدا يەنە ئۆزئارا تەسىر كۈچ مەۋجۇت. مولېكۇلا كۈچى مولېكۇلىلارنى بىر يەرگە يىغىپ تۇرىدۇ، مولېكۇلىلارنىڭ تەرتىپسىز ھەرىكىتى يەنە ئۇلارنى ياراتقۇچى تۇرىدۇ. بۇ ئىككى خىل تەسىرنىڭ قارىمۇقارشى ئامىلى مولېكۇلىلارنىڭ قاتتىق ھالەت، سۇيۇق ھالەت ۋە گاز ھالىتىدىن ئىبارەت ئوخشىمىغان ئۈچ خىل يىغىلىپ تۇرۇش ھالىتىنى بەلگىلىگەن. فىزىكىدا يەنە قاتتىق ھالەت بىلەن سۇيۇق ھالەت ئومۇملاشتۇرۇلۇپ قېتىشىش (ئۈيۈشۈش) ھالىتى دەپ ئاتىلىدۇ. قېتىشىش ھالىتى فىزىكىسى نۇقتىسىغا ئېلىنغان بىر مەخسۇس قىلغان تارماق پەنلىرىنىڭ بىرى.

ھاسىل جىسىملار بىلەن سۇيۇقلۇقلار مۇنداق بىر ئورتاق ئالاھىدىلىككە ئىگە: ئۇلارنىڭ مولېكۇلىلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىق مولېكۇلىلارنىڭ ئۆزلىرىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىگە ئوخشاش سانلىق مىقدار دەرىجىسىگە ئىگە. شۇڭا مولېكۇلىلار ئارىسىدا كۈچلۈكرەك ئۆزئارا تەسىر مەۋجۇت. بۇنىڭ نەتىجىسىدە قاتتىق جىسىملار بىلەن سۇيۇقلۇقلارنى ئاسانلىقچە قىسقىلى (سىققىلى) بولمايدۇ، مىكرولۇق تۇزۇلۇش جەھەتتە گازلاردەك ئۇنداق تەرتىپسىز بولمايدۇ.

§1* . قاتتىق جىسىملار

كرىستال ۋە ئامورف جىسىملار قاتتىق جىسىملارنى كرىستال ۋە ئامورف جىسىم (غەيرىي كرىستال)لار دەپ ئىككى خىلغا بۆلۈشكە بولىدۇ. دائىم ئۇچرايدىغان قاتتىق ھالەتتىكى ماددىلاردىن كۇۋارتس، چىرىمتال، زەمچە (سۇمۇق)، ئاش تۇزى، مىس سۇلفات، شېكەر، تېتىتقۇ قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى كرىستاللار؛ ئەينەك، موم، دېۋرقاي (كانىفول)، ئاسفالت، كاۋچۇك قاتارلىقلار ئامورف جىسىملاردىن ئىبارەت. كرىستاللار بىلەن ئامورف جىسىملار سىرتقى شەكىل ۋە فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتى جەھەتتە چوڭ پەرققە ئىگە. تۆۋەندە كرىستال، ئامورف جىسىملارنىڭ سىرتقى شەكلى ۋە فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتى جەھەتتىكى پەرقىنى تەتقىق قىلىمىز.

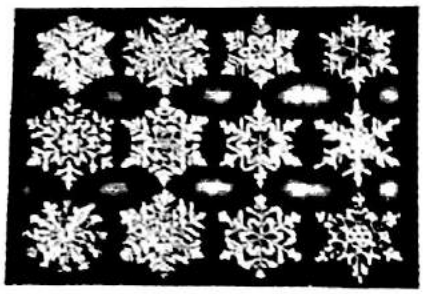
كرىستاللارنىڭ ھەممىسى رەتلىك گېئومېتىرىيىلىك شەكىلگە ئىگە بولىدۇ. مەسىلەن، ئاش تۇزى كرىستالى كۇب شەكىللىك (12. 1 - رەسىم A)، زەمچە كرىستالى سەككىز ياقلىق (12. 1 - رەسىم B)، كۇارتس كرىستالى (سۇزۇك كۇارتس خرۇستال دەپ ئاتىلىدۇ، 3 - رەتلىك رەسىم سېرىق خرۇستالنىڭ سۇرىتىدىن ئىبارەت) ئوتتۇرىسى ئالتە ياقلىق پرىزما بولۇپ، ئىككى ئۇچى ئالتە ياقلىق پىرامىدا شەكلىدە (12. 1 - رەسىم C) بولىدۇ. قىش كۈنلىرىدىكى قار ئۇچقۇنلىرى سۇ ھورلىرىنىڭ ھاۋادا قېتىشىشىدىن شەكىللەنگەن كرىستالدىن ئىبارەت، ئۇلارنىڭ شەكلى گەرچە ئوخشاشمىسىمۇ، ئەمما ھەممىسلا ئالتە بۇلۇڭلۇق رەتلىك شەكىللەردىن ئىبارەت بولىدۇ (12. 2 - رەسىم). ئامورف جىسىملارنىڭ رەتلىك شەكلى بولمايدۇ.



12. 1 - رەسىم

كرىستاللار بىلەن ئامورف جىسىملار سىرتقى شەكىل جەھەتتە پەرقلەنگەندىن تاشقىرى، فىزىكىلىق خۇسۇسىيەت جەھەتتىنمۇ پەرقلىنىدۇ. بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە كرىستاللارنىڭ بەلگىلىك ئېرىش

نۇقتىسى بارلىقى، ئامورف جىسىملارنىڭ يەلگىلىك ئېرىش نۇقتىسىنىڭ يوقلۇقى، بۇ ئۇلارنىڭ بىر خىل پەرقى ئىكەنلىكىنى ئۇگىنىپ ئۇتكەندۇق. ئۇ ئامورف جىسىملارنىڭ ئوخشاشمىغان باشقا فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرىنى كۆزىتىمىز.



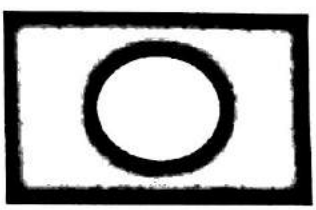
2.12 ـ رەسىم. قار ئۇچقۇنلىرىنىڭ شەكلى

تەجرىبە

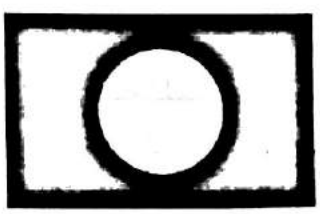
نېپىز بىر پارچە چىرىمتال پلاستىنكا ئۇستىگە نېپىز بىر قەۋەت موم (پارافىن) يالتىپ، ئاندىن قىزىغان پولات يېگىنىنى چىرىمتال پلاستىنكىغا تەگكۈزۈپ، تېگىشكەن نۇقتىنىڭ ئەتراپىدىكى مومنىڭ ئېرىپ ھاسىل قىلغان شەكلىنى كۆزىتىمىز.

ئاندىن كېيىن ئەينەك پلاستىنكا ئۇستىدە يەنە ئوخشاش تەجرىبىنى ئىشلەيمىز ھەم كۆزىتىش نەتىجىلىرىنى سېلىشتۇرۇپ چىقىمىز.

تەجرىبىدىن شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ئېرىگەن موم چىرىمتال ئۇستىدە ئېللىپس شەكىلگە (12 . 3 ـ رەسىمA)، ئەينەك ئۇستىدە چەمبەر شەكىلگە كېلىدۇ (12. 3 ـ رەسىم B).



A



B

12. 3 ـ رەسىم

يۇقىرىدىكى تەجرىبىدىكى ھادىسە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، چىرىمتال كرىستاللىنىڭ ھەرقايسى يۆنىلىشلەردىكى ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈشچانلىقى ئوخشىمايدۇ، ئامورف جىسىم بولغان ئەينەكنىڭ ھەرقايسى يۆنىلىشلەردىكى ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈشچانلىقى ئوخشاش بولىدۇ.

كرىستاللارنىڭ ئوخشىمىغان يۆنىلىشلەردىكى ئىسسىقلىق ئۆتكۈزۈشچانلىقى ئوخشاش بولمايلا قالماستىن، يەنە مېخانىك مۇستەھكەملىكى ۋە توك ئۆتكۈزۈشچانلىقى قاتارلىق فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ، يەنى كرىستاللارنىڭ فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتى يۆنىلىش بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، بۇ خىل ئالاھىدىلىك ئانىئىزوترووپىيىلىك دەپ ئاتىلىدۇ. ئامورف جىسىملارنىڭ ھەر خىل فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرى ھەر قايسى يۆنىلىشلەردە ئوخشاش بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئۇلار ئىزوترووپىيىلىك بولىدۇ.

ئومۇمەن، كرىستاللار سىرتقى كۆرۈنۈشتە رەتلىك گېئومېترىيىلىك تۈزۈلۈشكە ۋە ئېنىق ئېرىش نۇقتىسىغا ئىگە، بەزى فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرى ئانىئىزوترووپىيىلىكنى ئىپادىلەيدۇ؛ ئامورف جىسىملار سىرتقى كۆرۈنۈشتە تەرتىپلىك گېئومېترىيىلىك شەكىلگە ئىگە بولمايدۇ، ئۇلارنىڭ ئېنىق ئېرىش نۇقتىسى بولمايدۇ، بەزى فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتى ئىزوترووپىيىلىكنى ئىپادىلەيدۇ.

ئەملىيەتتە بىر خىل ماددا كرىستال ۋە ئامورف جىسىمدىن ئىبارەت ئىككى خىل ئوخشىمىغان شەكىلدە

بارلىققا كېلىشى مۇمكىن، يەنى بىر خىل ماددىنىڭ كرىستال بولۇشى ياكى ئامورف جىسىم بولۇشى مۇنداق بولمايدۇ. مەسىلەن، تەبىئىي خرۇستال كرىستال بولۇپ، ئېرىگەندىن كېيىن قايتا قېتىشقان خرۇستال (يەنى كۋارتس ئەينەك) ئامورف جىسىملار مۇئەييەن شەرت ئاستىدا كرىستالغا ئايلىنىدۇ. مەسىلەن، قەدىمكى ئىمارەتلەرنىڭ دېرىزە ئەينەكلىرىدە قىسمەن كرىستاللىنىش ھالىتى بارلىققا كېلىدۇ. كىشىلەر تەتقىقات جەريانىدا، سوۋۇتۇلۇشى يېتەرلىك تېز بولغاندا ۋە سوۋۇتۇلۇپ يېتەرلىك تۆۋەن تېمپېراتۇرىغا چۈشۈرۈلگەندە، بارلىق ماتېرىياللارنىڭ ھەممىسى ئامورف جىسىمغا ئايلىنىدىغانلىقىنى بايقىدى.

مونو كرىستال ۋە پولى كرىستال كرىستاللارنى يەنە مونو كرىستال (يەككە كرىستال) ۋە پولى كرىستال (مۇرەككەپ كرىستال) دەپ ئايرىشقا بولىدۇ. ئەگەر بىر جىسىم بىر مۇكەممەل كرىستال بولسا، مەسىلەن، قار ئۈچقۇنلىرى، ئاش تۇزى كىچىك دانچىلىرى قاتارلىق مۇشۇنداق كرىستاللار **مونو كرىستال** دەپ ئاتىلىدۇ. مونو كرىستاللار پەن ـ تېخنىكىدىكى مۇھىم خام ئەشيا ھېسابلىنىدۇ. مەسىلەن، ھەر خىل كرىستال لامپىلارنى ياساشتا ساپلىق دەرىجىسى ناھايىتى يۇقىرى بولغان مونو كرىستاللىق كرېمنىي ياكى مونو كرىستاللىق گېرمانىي ئىشلىتىلىدۇ.

ئەگەر بىر پۈتۈن جىسىم قالايمىقان تىزىلغان نۇرغۇن كىچىك كرىستاللاردىن تۇزۇلگەن بولسا، بۇنداق جىسىم **پولى كرىستال** دەپ ئاتىلىدۇ. ئاش تۇزىنىڭ نۇرغۇن مونو كرىستاللىرى چاپلىشىپ چوڭ پارچە ئاش تۇزىنى ھاسىل قىلسا، بۇ پولى كرىستال بولىدۇ. بۇنىڭ ئىچىدىكى كىچىك كرىستاللار كرىستال دانچىلىرى دېيىلىدۇ.

بىزگە ئادەتتە ئۇچرايدىغان ھەر خىل مېتال ماتېرىياللارمۇ پولى كرىستالدىن ئىبارەت بولىدۇ، ئەگەر ساپ تۆمۈردىن ياسالغان ئەۋرىشكىنى مىكروسكوپتا كۆزەتسەك، ئۇنىڭ نۇرغۇنلىغان كرىستال دانچىلىرىدىن تۇزۇلگەنلىكىنى كۆرۈۋالالايمىز.

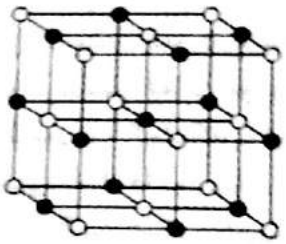
پولى كرىستاللار رەتلىك گېئومېتىرىيىلىك شەكىلگە ئىگە ئەمەس، ئاتوملىرى تەرتىپسىز خۇسۇسىيەتتىنمۇ ئىپادىلىنىدۇ، ئەمما مونو كرىستاللارغا ئوخشاشلا، يەنىلا ئېنىق ئېرىش نۇقتىسىغا ئىگە بولىدۇ.

*§2 . قاتتىق جىسىملارنىڭ مىكرولۇق تۇزۇلۇشى

كرىستاللار بىلەن ئامورف جىسىملار سىرتقى شەكىل ۋە فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتى جەھەتتىن كۆپ پەرقلىنىدۇ، بۇنىڭ سەۋەبى نېمە؟ 17 ـ ئەسىردىن باشلاپ كىشىلەر كرىستاللار سىرتقى شەكلىنىڭ تەرتىپلىك بولۇشى ۋە فىزىكىلىق خۇسۇسىيىتىنىڭ ئاتوملۇتروپىيىلىك بولۇشىغا ئاساسەن بەزى پەرەزلەرنى ئوتتۇرىغا قويۇپ، كرىستاللارنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مىكرو زەررىچىلەر تەرتىپلىك تىزىلغان بولىدۇ، دەپ قارىغان. 19 ـ ئەسىرنىڭ ئوتتۇرىسىغا كەلگەندە، كرىستاللارنىڭ تۇزۇلۇش تەلىماتى يەنمۇ ئىلگىرىلەپ تەرەققىي قىلدى، نۇرغۇن كىشىلەر كرىستاللارنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مىكرو زەررىچىلەر بەلگىلىك قانۇنىيەت بويىچە بوشلۇققا رەتلىك تىزىلغان دەپ قارىدى. ئەمما شۇ چاغدىكى پەن ـ تېخنىكا شارائىتىنىڭ چەكلىمىسى تۈپەيلىدىن تەجرىبە پاكىتلىرى يېتەرلىك بولمىغانلىقتىن، بۇنداق پىكىرلەر يەنىلا بىر خىل قىياستىنلا ئىبارەت بولۇپ قالغان. 1912 ـ يىلىدىن باشلاپ كىشىلەر X نۇرىدىن پايدىلىنىپ كرىستاللارنىڭ تۇزۇلۇشىگە قارىتا تەتقىقات ئېلىپ بېرىپ، بۇ خىل قىياسنىڭ توغرىلىقىنى ئىسپاتلىدى. نۆۋەتتە، كىشىلەر ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپ ئارقىلىق كرىستاللارنىڭ ئىچكى تۇزۇلۇشىنى بېۋاستە كۆزىتىپ ۋە سۈرەتكە ئېلىپ، بۇ خىل قىياسنىڭ توغرىلىقىنى يەنمۇ

ئىلگىرىلىگەن ھالدا ئىسپاتلىنىدۇ.

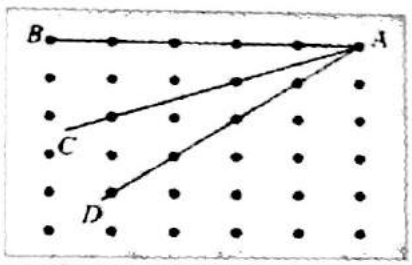
كرىستالنى تۈزگەن ماددا زەررىچىلىرى (مولېكۇلا ياكى ئاتوم، ئىئونلار) بەلگىلىك قانۇنىيەت بويىچە بوشلۇققا رەتلىك تىزىلغان، كرىستالسىمان ماددا زەررىچىلىرىنىڭ تۈزۈلۈشى ناھايىتى كۆچلۈك بولىدۇ، مىكرو زەررىچە-لەرنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى ئۇلارنىڭ تۈزۈلۈشىنى بىكىپ بېرالمايدۇ. كېتىشىگە يېتىشمىگەچكە، مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى بەل-گىلىك تەڭپۇڭلۇق ئورنى ئەتراپىدا توختىماستىن ئاجىز تەۋرىنىپ تۇرۇشتىن ئىبارەت بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ.



12. 4 ـ رەسىم. ئاشتۇزىنىڭ كرىستاللىق تۈزۈلۈشى

12. 4 ـ رەسىم. ئاشتۇزىنىڭ كرىستاللىق تۈزۈلۈشىنىڭ سخېمىسىدىن ئىبارەت. ئاشتۇزى كرىستالى ناترىي ئىئونى Na^+ بىلەن خلور ئىئونى Cl^- دىن تۈزۈلگەن بولۇپ، ئۇلار ئۆزئارا تەك بولغان ئۈچ گۈرۈپپا پاراللېل سىزىقتا تەڭ ئارىلىق بويىچە گىرەلىشىپ تىزىلغان بولىدۇ. شۇڭا ئاشتۇزى مۇنتىزىم كۇب جىسىملىق سىرتقى شەكلىگە ئىگە بولىدۇ.

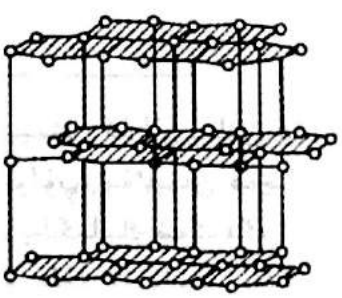
كرىستاللارنىڭ سىرتقى شەكلىنىڭ تەرتىپلىك بولۇشىنى ماددا زەررىچىلىرىنىڭ تەرتىپلىك تىزىلىشىدىن پايدىلىنىپ چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ. ئوخشاشلا، كرىستاللارنىڭ ئانىزوتروپىيىلىكىمۇ كرىستاللارنىڭ ئىچكى تۈزۈلۈشىدىن بەلگىلىنىدۇ.



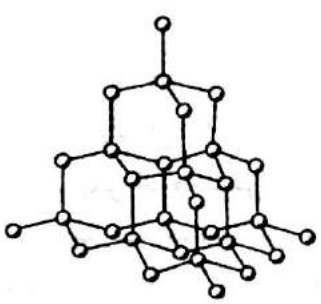
12. 5 ـ رەسىم. ئانىزوتروپىيە-لىكىنى مىكرولۇق چۈشەندۈرۈش

12. 5 ـ رەسىم بىر تەكشىلىكتىكى كرىستالنىڭ ماددا زەررىچىلىرىنىڭ تىزىلىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. رەسىمدىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ئوخ-شىمىغان يۆنىلىشلەر بويىچە سىزىلغان تەڭ ئۇزۇنلۇقتىكى كېسەك AB، AC، ADلاردا ماددا زەررىچىلىرىنىڭ سانى ئوخشاش بولمايدۇ. كېسەك AB دىكى ماددا زەررىچىلىرى كۆپرەك، كېسەك AD دىكى ماددا زەررىچىلىرى ئازراق، كېسەك AC دىكى ماددا زەررىچىلىرى تېخىمۇ ئاز بولىدۇ. دەل ئوخ-شىمىغان يۆنىلىشلەردىكى ماددا زەررىچىلىرىنىڭ تىزىلىش ئەھۋالى ئوخشاش بولمىغانلىقتىن، كرىستالنىڭ ئوخشىمىغان يۆنىلىشلەردىكى فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرىنىڭ ئوخشىماسلىقى كېلىپ چىققان.

بەزى ماددىلارنىڭ تۈرلىرى ئوخشاش بولمىغان بىرنەچچە خىل كرىستالنى ھاسىل قىلىشنىڭ سەۋەبى، ئۇ-لارنىڭ ماددا زەررىچىلىرى شەكلى ئوخشىمىغان كرىستال تۈزۈلۈشىنى ھاسىل قىلالىشىدا. مەسىلەن، كاربون ئاتومى 12. 6 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك تىزىلسا گرافىت بولۇپ شەكىللىنىدۇ، 12. 7 ـ رەسىمدە كۆرسىتىل-گەندەك تىزىلسا ئالماس بولۇپ شەكىللىنىدۇ.



12. 6 ـ رەسىم. گرافىتنىڭ كرىستاللىق تۈزۈلۈشى



12. 7 ـ رەسىم. ئالماسنىڭ كرىستاللىق تۈزۈلۈشى

گرافىت كرىستالى قەۋەتلىك توزۇلۇشتە بولۇپ، قەۋەتلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىق چوڭراق بولغانلىقتىن، قەۋەت بىلەن قەۋەت ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ ئاجىزراق بولىدۇ. شۇڭا مۇشۇ بۆسلىش بويىچە گرافىتنى بىر قەۋەت ـ بىر قەۋەت بويىچە ئوڭايلا سويۇپ ئېلىشقا بولىدۇ. گرافىتنىڭ قەۋەتلىك توزۇلۇشى ئۇنىڭ يۇمشاق بولۇشىنى بەلگىلىگەن. بۆسكىدىن پايدىلىنىپ پاراشوكىمان سىلىقلاشتۇرغۇچ ياساشقا، شۇنداقلا قېرىنداش ئۆزەك كىنى ياساشقا بولىدۇ.

ئالماستىكى كاربون ئاتوملىرىنىڭ تەسىر كۈچى ناھايىتى كۈچلۈك بولىدۇ، شۇڭا ئالماس ناھايىتى چوڭ قاتتىقلىققا ئىگە. بۆسكىدىن پايدىلىنىپ ئىنەككەلەرنى كېسىشكە بولىدۇ. ئەگەر ئۇنى بۇرغىلاش ماشىنىسىغا بېشىغا ئورناتقاندا، ناھايىتى قاتتىق تاشلارنى تېشىشكە بولىدۇ.

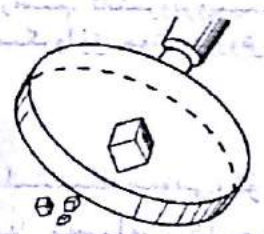
گرافىت بىلەن ئالماسنىڭ مېخانىكىلىق خۇسۇسىيىتى ئوخشاش بولمىغاندىن سىرت، باشقا فىزىكىلىق خۇسۇسىيەتلىرىمۇ ناھايىتى چوڭ پەرقلىنىدۇ. مەسىلەن، گرافىتنىڭ زىچلىقى كىچىك، ئالماسنىڭ زىچلىقى چوڭ، گرافىت توك ئۆتكۈزىدۇ، ئالماس توك ئۆتكۈزمەيدۇ.

يالغۇز كاربون ئېلېمېنتىلا ئوخشاش بولمىغان كرىستاللارنى تۈزۈپ قالماستىن، باشقا ئېلېمېنتلاردىمۇ بۇ خىل ئەھۋال بولىدۇ. مەسىلەن، ئاق فوسفور بىلەن قىزىل فوسفورنىڭ خىمىيىلىك تەركىبى ئوخشاش، ئەمما ئاق فوسفور كۈپ جىسىملىق توزۇلۇشكە ئىگە، قىزىل فوسفور گرافىتقا ئوخشاش قەۋەتلىك توزۇلۇشتە بولىدۇ.

كرىستالنى كۆزىتىش



چوڭراق شېكىر دانچىسى، مارگانسوۋ دانچىسىنى مىكروسكوپ ئارقىلىق كۆزىتىمىز (12. 8 ـ رەسىم). كۆزەتكەندە كرىستالنى بىكىنە بىلەن ئۈرۈپ، ئۇنىڭ ھەرقايسى يۈزلىرىنىڭ شەكلىنى تەپسىلىي كۆزىتىمىز. تەكشىلىكتىكى رەسىم ئارقىلىق كۆزەتكەن شەكىللەرنى خاتىرىلەۋالىمىز، ئاندىن ھەرقايسى تەكشىلىكتىكى رەسىملەرنى بىرلەشتۈرۈپ ستېرېئولۇق شەكىل ھاسىل قىلىپ، بۇ ئىككى خىل كرىستالنىڭ شەكلىنى بايان قىلىمىز.



12. 8 ـ رەسىم

شېكىر دانچىسى بىلەن مارگانسوۋ دانچىسىنى يانجىپ يەنە مىكروسكوپ ئارقىلىق كۆزىتىمىز. كىچىك دانچە بىلەن چوڭ دانچىنىڭ شەكلى ئوخشاش بولامدۇ؟

*3§ . سۇيۇقلۇق ۋە يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى

سۇيۇقلۇقلارنىڭ مىكرولۇق توزۇلۇشى سۇيۇقلۇقلارنىڭ خۇسۇسىيىتى گازلار بىلەن قاتتىق جىسىملار ئارىسىدا بولىدۇ. سۇيۇقلۇق بىر جەھەتتىن قاتتىق جىسىمغا ئوخشاش بولۇپ، مۇئەييەن ھەجىمگە ئىگە، ئاساسلىقچە قىسقىلى بولمايدۇ؛ يەنە بىر جەھەتتىن يەنە گازغا ئوخشاش بولۇپ، بەلگىلىك شەكىلگە ئىگە ئەمەس، ئەمما ئېقىشچانلىققا ئىگە. سۇيۇقلۇقنىڭ بۇ خىل خۇسۇسىيىتىنى ئۇنىڭ مىكرولۇق توزۇلۇشى بەلگىلىگەن بولىدۇ.

سۇيۇقلۇق پارغا ئايلانغاندا، ھەجمى مىڭ ھەسسە ئەتراپىدا چوڭىيىدۇ؛ قاتقاندا ھەجمى تەخمىنەن 10% ئەتراپىدا كىچىكلەيدۇ، بۇ، سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ تىزىلىشى قاتتىق جىسىملارنىڭكىگە يېقىنلىشىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. قاتتىق جىسىملارغا ئوخشاشلا، سۇيۇقلۇقلاردىكى مولېكۇلىلارمۇ زىچ توپلاشقان

بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن سۇيۇقلۇق مۇلەيىم ھەممىگە ئىگە بولۇپ ، ئاسانلىقچە قىسىلمايدۇ. ئەمما سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ئۆزئارا تەسىرى قاتتىق جىسىمدىكى مىكرو زەررىچىلەرنىڭكىدەك ئۇنداق كۈچلۈك بولمايدۇ، سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى ئاھايىتى كىچىك دائىرىدە تەرتىپلىك تىزىلغان بولىدۇ. بۇنداق دائىرە ۋاقىتلىق شەكىللەنگەن بولۇپ، چېگرىسى ۋە جۇڭ - كىچىكلىكى دائىم ئۆزگىرىپ تۇرىدۇ، بەزىدە پارچىلىنىدۇ، بەزىدە يەنە قايتىدىن شەكىللىنىدۇ. سۇيۇقلۇق مۇشۇنداق ۋاقىتلىق شەكىللەنگەن كۆپلىگەن كىچىك دائىرىلەردىن تۇزۇلىدۇ. بۇنداق كىچىك دائىرىلەر قالايمىقان جايلاشقان بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن سۇيۇقلۇقلار ئىزوتروپىيىلىك خۇسۇسىيىتىنى ئىپادىلەيدۇ.

سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى تارتىشىدىكى ئارىلىق كىچىك بولغاچقا، ئۆزئارا تەسىر كۈچى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ. سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قاتتىق جىسىملارنىڭكىگە ئوخشاپ كېتىدۇ. بۇ ئاساسلىقى تەڭپۇڭلۇق ئورنى يېنىدا ئاجىزراق تەۋرىنىش بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ. قاتتىق جىسىملارغا ئوخشىمايدىغان جايى شۇكى، سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ئۆزاق مۇددەتلىك مۇقىم تەڭپۇڭلۇق ئورنى بولمايدۇ، مولېكۇلىلار تەڭپۇڭلۇق ئورنى يېنىدا بىر بۆلەك ۋاقىت تەۋرىنىپ تۇرغاندىن كېيىن، يەنە ئىككىنچى بىر تەڭپۇڭلۇق ئورنى يېنىغا يۆتكىلىپ بېرىپ تەۋرىنىپ تۇرىدۇ. يەنى سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرى سۇيۇقلۇقتا يۆتكىلەيدۇ، مانا بۇ سۇيۇقلۇقنىڭ ئېقىشچانلىقىغا ئىگە بولۇشىنىڭ سەۋەبى.

سۇيۇقلۇقتىكى دىففۇزىيە ھادىسىسى سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىنىڭ ھەرىكىتىدىن ھاسىل بولىدۇ، مولېكۇلىلارنىڭ سۇيۇقلۇقتىكى يۆتكىلىشى قاتتىق جىسىمدىكىگە قارىغاندا كۆپ ئاسان بولىدۇ، شۇڭا سۇيۇقلۇقنىڭ دىففۇزىيىلىنىشى قاتتىق جىسىملارنىڭ دىففۇزىيىلىنىشىدىن تېز بولىدۇ.

ئامورف جىسىملارنىڭ مىكرولۇق تۈزۈلۈشى سۇيۇقلۇقلارنىڭكىگە ئىنتايىن ئوخشىشىپ كېتىدۇ. شۇڭا ئامورف جىسىملارنى يېپىشقاقلىقى ئىنتايىن چوڭ بولغان سۇيۇقلۇق دەپ قاراشقا بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن قاتتىق تەلەپ بويىچە ئېيتقاندا، كرىستاللارنىلا ھەقىقىي قاتتىق جىسىم دەپ ئاتاشقا بولىدۇ.

سۇيۇقلۇقلارنىڭ يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى ساۋاقداشلار چوقۇم شۇنىڭغا دىققەت قىلدىكى، يوپۇرماقتىكى شەبنەم (12. 9 ـ رەسىم) ۋە كىچىك سىماب تامچىسى ھامان شار شەكىلدە بولىدۇ؛ تېمىتىش نەيچىسى ئېغىزىدىن ئېقىپ چىققان سۇيۇقلۇق تۇتاش سۇيۇقلۇق ئېقىمىدىن ئىبارەت بولماستىن، بەلكى ئارقىمۇئارقا كەلگەن تامچىلاردىن ئىبارەت بولىدۇ؛ بەزى ھاشاراتلار سۇغا چۆكۈپ كەتمەستىن سۇ يۈزىدە توختاپ تۇرالايدۇ (5 ـ رەسىمگە قارالسۇن) ... تۆۋەندىكى تەجرىبە ۋە تەھلىل ئارقىلىق، بىز بۆلارنىڭ سۇيۇقلۇقنىڭ يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى تەسىرىنىڭ نەتىجىسى ئىكەنلىكىنى چۈشىنىۋالالايمىز.



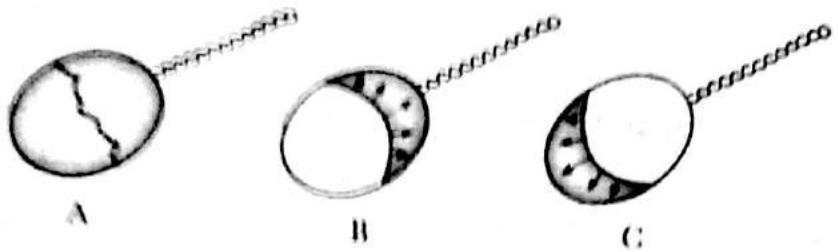
12. 9 ـ رەسىم

تەجرىبە

بىر تال پاختا يىپنىڭ ئىككى ئۇچىنى سىم ھالقىغا باغلاپ (پاختا يىپ چىڭ تارتىلىپ كەتمەسلىكى كېرەك)، ئاندىن ھالقىنى سوپۇن ماغزىپىغا چىلاپ چىقىرىۋالساق، ھالقىدا سوپۇن ماغزىپىنىڭ نېپىز پەردىسى جايلىشىدۇ، بۇ چاغدا نېپىز پەردىدىكى پاختا يىپ بوش تۇرىدۇ (12. 10 ـ رەسىم A)، قىزىتىلغان يىگنە بىلەن پاختا يىپنىڭ سول تەرىپىدىكى نېپىز پەردىنى تېشىۋېتىپ، نېپىز پەردە بىلەن پاختا يىپتا يۇز بەرگەن ئۆزگىرىشنى كۆزىتىمىز.

بۇ تەجرىبىنى قايتا ئىشلەپ، قىزىتىلغان يىگنە بىلەن پاختا يىپنىڭ ئوڭ تەرىپىدىكى نېپىز پەردىنى تېشىۋېتىپ، نېپىز پەردە بىلەن پاختا يىپتا يۇز بەرگەن ئۆزگىرىشنى كۆزىتىمىز.

تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى، پاختا يېپىنىڭ سول تەرىپىدىكى (بېچىر پەردىسى تىشۇلمىغان تۇرا تەرىپىدىكى نېپىز پەردە تارىيىپ، پاختا يېپىنى ئوڭ تەرەپكە لېگىپ يان ئەكىلگە قىلمۇرمىدۇ (12. 10 ـ رەسىم B). پاختا يېپىنىڭ ئوڭ تەرىپىدىكى نېپىز پەردىنى تېشىۋەتسەك، سول تەرىپىدىكى پەردە تارىيىپ، پاختا يېپى سول تەرەپكە ئېگىپ يان ئەكىلگە كەلتۈرىدۇ (12. 10 ـ رەسىم C).



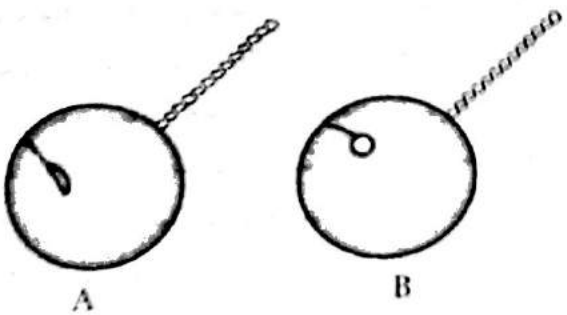
10.12 ـ رەسىم

تۆۋەندە يەنە بىر تەجرىبە ئىشلەپ كۆرەيلى.

تەجرىبە

بىر پاختا يېپ ھالقىنى سىم ھالقىغا باغلاپ، سىم ھالقىدا سوپۇن ماغرىسىنىڭ نېپىز پەردىسىنى قايلاتىلاق. بۇ چاغدا پەردىدىكى پاختا يېپ ھالقا بوش ھالەتتە تۇرىدۇ (11.12 ـ رەسىم A). قىرتىلغان تىكمە سىلەن پاختا يېپ ھالقىدىكى سوپۇن ماغزىپى پەردىسىنى تېشىۋېتىپ، پاختا يېپ ھالقىنىڭ سىرتىدىكى نېپىز پەردە سىلەن پاختا يېپ ھالقىدا قانداق ئۆزگىرىش بولغانلىقىنى كۆزىتىمىز.

تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، پاختا يېپ ھالقىنىڭ ئىچىدىكى سوپۇن ماغزىپى پەردىسىنى تېشىۋەتكەندىن كېيىن، پاختا يېپ ھالقىنىڭ سىرتىدىكى نېپىز پەردە تارىيىپ پاختا يېپ ھالقىنى چاڭ تارتىپ چەمبەر شەكلىگە كەلتۈرىدۇ (12. 11 ـ رەسىم B).

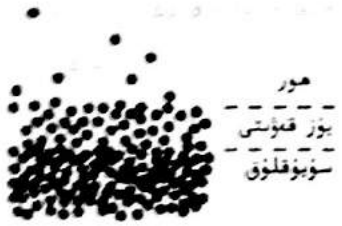


11.12 ـ رەسىم

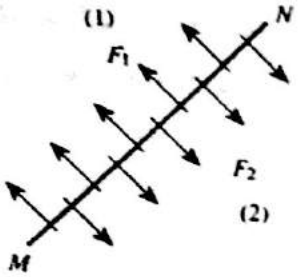
بۇ تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، سۇيۇقلۇقلارنىڭ يۈزى چاڭ تارتىلغان رېزىنكە پەردىگە ئوخشاشلا تارىيىش يۈزلىنىشىدە بولىدۇ.

نېمە ئۈچۈن سۇيۇقلۇقنىڭ يۈزى تارىيىش يۈزلىنىشىدە بولىدۇ؟ ئەسلىدە سۇيۇقلۇق بىلەن گازنىڭ تېگىشىش يۈزىدە بىر نېپىز قەۋەت مەۋجۇت بولىدۇ، بۇ يۈز قەۋىتى دەپ ئاتىلىدۇ. يۈز قەۋىتىدىكى مولېكۇلىلار سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكىدىن شالاڭ بولىدۇ، يەنى مولېكۇلىلار تارىيىدىكى ئارىلىق سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكىدىن چوڭراق بولىدۇ. 12.12 ـ رەسىمدە گازغا تېگىشىپ تۇرغان سۇيۇقلۇق يۈزى ئەتراپىدىكى مولېكۇلىلارنىڭ تەخمىنەن جايلىشىش ئەھۋالى كۆرسىتىلگەن. سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدا مولېكۇلىلار

ئارىسىدا ھەم تارتىشىش كۈچى مەۋجۇت، ھەم تېپىشىش كۈچى مەۋجۇت. تارتىشىش كۈچى بىلەن تېپىشىش كۈچىنىڭ سانلىق مىقدار دەرىجىسى ئوخشاش بولۇپ، ئادەتتىكى شەرت ئاستىدا ئۇلارنى ئۆزئارا تەڭ دەپ قاراشقا بولىدۇ، يۇز قەۋىتىدە مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئارلىق چوڭ بولۇپ، مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر تارتىش كۈچى بولۇپ ئىپادىلىنىدۇ. ئەگەر سۇيۇقلۇق يۈزىگە بىر تال چېگرا سىزىق MN نى سىزىپ (12. 13 ـ رەسىم)، سۇيۇقلۇق يۈزىنى (1) ۋە (2) دىن ئىبارەت ئىككى قىسىمغا ئايرىساق، يۇز قەۋىتىدىكى مولېكۇلىلار ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچى تۆۋەندىن، سۇيۇقلۇق يۈزى (1) تەك سۇيۇقلۇق يۈزى (2) گە قارىتا تارتىشىش كۈچى F_1 تەك تەسىرى، سۇيۇقلۇق يۈزى (2) تەك سۇيۇقلۇق يۈزى (1) گە قارىتا تارتىشىش كۈچى F_2 تەك مەۋجۇت بولۇپ، F_1 بىلەن F_2 تەك چوڭ ـ كىچىكلىكى تەڭ، يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى بولىدۇ. سۇيۇقلۇق يۈزىنىڭ ھەرقايسى قىسىملىرى ئارىسىدىكى ئۆزئارا تارتىشىشىدىغان بۇ خىل كۈچ يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى دەپ ئاتىلىدۇ. سۇيۇقلۇقنىڭ يۈزلۈك كېرىلىش كۈچىنىڭ تەسىرىدە سۇيۇقلۇق يۈزى تارىيىش يۈزلىنىشىگە ئىگە بولىدۇ.



12. 12 ـ رەسىم. سۇيۇقلۇقنىڭ يۈزى ئەتراپىدىكى مولېكۇلىلار-نىڭ جايلىشىش سخېمىسى



12. 13 ـ رەسىم. سۇيۇقلۇقنىڭ يۈزلۈك كېرىلىش كۈچى

ھەجمى تەڭ، شەكلى ھەر خىل بولغان جىسىملارنىڭ ئىچىدە شار شەكىللىك جىسىمنىڭ سىرتقى يۈزى ئەڭ كىچىك بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن ئوت ـ چۆپلەرنىڭ ئۇستىدىكى شەبنەم ۋە كىچىك سىماب تامچىسى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى يۈزلۈك كېرىلىش كۈچىنىڭ تەسىرى تۆپەيلىدىن سۇيۇقلۇق يۈزى تارىيىپ شار شەكلىدە بولىدۇ.

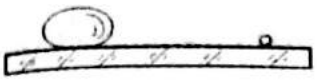
يىگنىنىڭ سۇ يۈزىدە لەيلىشى



بىر تال يىگنىنى بىر پارچە پاختا قەغەزنىڭ ئۈستىگە قويۇپ، ئاندىن پاختا قەغەزنى يىگنە بىلەن بىرلىكتە سۇنىڭ يۈزىگە قويساق، پاختا قەغەز ھۆللەنگەندىن كېيىن، سۇنىڭ تېگىگە چۆكۈپ كېتىدۇ، يىگنە بولسا سۇ يۈزىدە لەيلەپ قالىدۇ. بارمىقىمىز بىلەن يىگنىنىڭ بىر ئۇچىنى تۆۋەنگە باسساق، يىگنە سۇ تېگىگە چۆكۈپ كېتىدۇ.

بۇ تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرۈپ، دەسلەپتە يىگنىنىڭ سۇ يۈزى تەرىپىدىن كۆتۈرۈلۈپ تۇرۇش سەۋەبىنىڭ نېمە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەمسىز؟

(1) ئينەك سېچىنىڭ بېرىلىپ كەتكەن ئۇچىنى ئوت يالقۇنىغا تۇتۇپ ئې-
رىتىڭ. ئۇنىڭ ئۇچلۇق ئۇچى يۇمىلاق (چەمبەر) شەكلىگە كېلىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى
نېمە؟



12. 14 ـ رەسىم

(2) بىر شارنىڭ كىچىكرەك سىماب تامچىسى شار شەكلىدە بولىدۇ، چوڭراق
سىماب تامچىسى ئۇچرىغان ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىنى نەزەرگە ئالمايلا بول-
مايدۇ، شۇڭا ئۇ يايپاق شەكلىدە بولىدۇ (12. 14 ـ رەسىم). ئۇنداق بولسا ئېغىرلە-
قىنى يوقىتىش ھالىتىدە تۇرغان ئالەم كېمىسىدىكى چوڭ بىر تامچە سىماب قانداق
شەكلىدە بولىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

(3) پروبىركىغا قاچىلانغان سۇنىڭ يۈزى پروبىركىنىڭ ئېغىزىدىن ئازراق تېشىپ كەتكەندە، كۆپۈنگۈ يۈزلۈك ھالەتكە
كېلىدۇ. نېمە ئۈچۈن؟

(4) رەختتىن ئىشلەنگەن كۈنلۈكنىڭ توقۇلما يىپلىرىنىڭ ئارىسىدىكى تار يوچۇقلارنى كۆرۈشكە بولىدۇ، ئەمما ئادەتتە يامغۇر
ياغقان كۈنلەردە ئۇنى ئىشلەتمە، يامغۇر ئۇتۇپ كەتمەيدۇ. بۇ خىل ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.

*§4. كاپىلياردلىق ھادىسىسى

يۇقۇش ۋە يۇقىماسلىق پاكىز ئەينەك تاختىنىڭ ئۈستىگە بىر تامچە سىمابنى تېمىتقاندا، ئۇ شار شەكلىگە
كېلىپ ئەينەك تاختا ئۈستىدە ئۇياقتىن بۇياققا دومىلايدۇ، لېكىن ئەينەك تاختىغا يېپىشىپ قالمايدۇ. بىر پارچە
پاكىز ئەينەكنى سىمابقا چىلاپ چىقىرىۋالساق، بۇ ئەينەك پارچىسىغىمۇ سىماب يېپىشمايدۇ. بۇ خىل ھادىسە
يۇقىماسلىق دەپ ئاتىلىدۇ. ئەينەككە نىسبەتەن ئېيتقاندا، سىماب يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇق بولىدۇ.

پاكىز ئەينەك تاختىنىڭ ئۈستىگە بىر تامچە سۇنى تېمىتساق، ئۇ ئەينەك تاختىغا يېپىشىپ نېپىز قەۋەت
ھاسىل قىلىدۇ. بىر پارچە پاكىز ئەينەك پلاستىنكىنى سۇغا چىلاپ چىقىرىۋالساق، ئەينەك يۈزىگە بىر قەۋەت سۇ
يېپىشىۋالىدۇ. بۇ خىل ھادىسە **يۇقۇش** دەپ ئاتىلىدۇ. ئەينەككە نىسبەتەن ئېيتقاندا، سۇ يۇقىدىغان سۇيۇقلۇق
بولىدۇ.

ئوخشاش بىر خىل سۇيۇقلۇق بەزى قاتتىق جىسىملارغا نىسبەتەن يۇقىدىغان سۇيۇقلۇق، بەزى قاتتىق جى-
سىملارغا نىسبەتەن يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇق بولىدۇ. سۇ ئەينەككە يۇقىدۇ، لېكىن مومغا يۇقمايدۇ. سىماب ئەينەككە
يۇقمايدۇ، لېكىن سىنككە يۇقىدۇ.

يۇقۇش ۋە يۇقماسلىق ھادىسىسى مولېكۇلا كۈچى تەسىرىنىڭ ئىپادىلىنىشى بولۇپ ھېسابلىنىدۇ. سۇ-
يۇقلۇق بىلەن قاتتىق جىسىم ئۆزئارا تېگىشكەندە، تېگىشكەن ئورۇندا بىر قەۋەت نېپىز سۇيۇقلۇق قەۋىتى ش-
كىللىنىدۇ، بۇ يېپىشىش قەۋىتى دەپ ئاتىلىدۇ. يېپىشىش قەۋىتىدىكى مولېكۇلىلار ھەم قاتتىق جىسىم مولې-
كۇلىلىرىنىڭ تارتىشىغا ئۇچرايدۇ، ھەم سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مولېكۇلىلارنىڭ تارتىشىغا ئۇچرايدۇ.
ئەگەر قاتتىق جىسىم مولېكۇلىلىرىنىڭ تارتىشىغا ئۇچرىشى ئاجىزراق بولسا، يېپىشىش قەۋىتىدىكى مولېكۇ-
لىلار سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسمىدىكىدىن شالاڭ بولىدۇ ـ دە، يېپىشىش قەۋىتى ئىچىدە يۈزلۈك كېرىلىش
كۈچىگە ئوخشاپ كېتىدىغان تارىيىش كۈچى بارلىققا كېلىدۇ، بۇ چاغدا قاتتىق جىسىمغا تېگىشىپ تۇرغان
سۇيۇقلۇق يۈزى تارىيىشقا يۈزلىنىپ يۇقماسلىق ھادىسىسى كېلىپ چىقىدۇ. ئەكسىچە، ئەگەر قاتتىق جىسىم
مولېكۇلىلىرىنىڭ تارتىشىغا ئۇچرىشى خېلى كۈچلۈك بولسا، يېپىشىش قەۋىتىدىكى مولېكۇلىلار

سۇيۇقلۇقنىڭ ئىچكى قىسىمىدىكىدىن بېكىمۇ زىچ بولىدۇ ـ دە، يېپىشىش قەۋىتىدە سۇيۇقلۇقلارنىڭ ئۆزئارا تېپىشىش كۈچى بارلىققا كېلىدۇ، بۇ چاغدا قاتتىق جىسىمغا تېگىشىپ تۇرغان سۇيۇقلۇق يۈزى كېڭىيىشكە يۈزلىنىدۇ ـ دە، يۇقۇش ھادىسىسى كېلىپ چىقىدۇ.



A: سۇيۇقلۇقنىڭ قاتتىق جىسىمغا يۇقۇشى

B: سۇيۇقلۇقنىڭ قاتتىق جىسىمغا يۇقماسلىقى

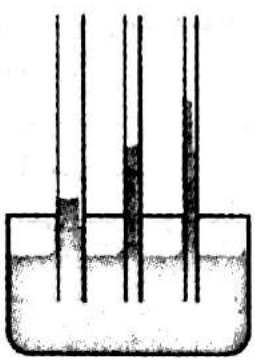
15.12 ـ رەسىم

يۇقۇش ۋە يۇقماسلىق ھادىسىسى كۈندىلىك تۇرمۇشتا دائىم ئۇچرايدۇ. بىز ئىشلىتىۋاتقان لۆڭگىلەرنىڭ ھەممىسى سۇ يۇقىدىغان توقۇلمىلاردىن ئىشلىنىدۇ. بىز سىياھ يۇقىدىغان قەغەزلەرگە خەت يازالايمىز. مايسىزلاندۇرۇلغان پاختىنى مايسىزلاندۇرۇشتىكى مەقسەت دورا سۇيۇقلۇقىنى ياخشى سۈمۈرىدىغان قىلىش ئۈچۈن، ئۇنى سۇ يۇقمايدىغان پاختىدىن سۇ يۇقىدىغان پاختىغا ئايلاندۇرۇشتىن ئىبارەت. سۇدا ئۇزىدىغان ھەر خىل قۇشلار بەدىنىدىن چىقىدىغان مايىنى ئاغزى ئارقىلىق پەيلىرىگە سۈركەپ، پەيلىرىگە سۇ يۇقمايدىغان قىلىدۇ.

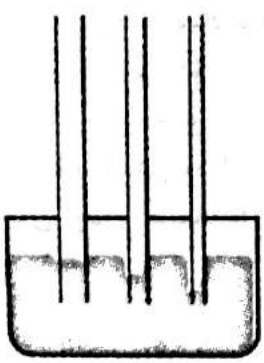
كاپىلياردىلىق ھادىسىسى يۇقىدىغان سۇيۇقلۇقنى قاچىغا قاچىلىساق، مەسىلەن، سۇنى ئەينەك قاچىغا قاچىلىساق، سۇ ئەينەككە يۇقىدىغانلىقتىن، قاچا دىۋارى بېيىدىكى سۇيۇقلۇق يۈزى يۇقىرىغا قارىتا ئەگمەچ بولىدۇ (15.12 ـ رەسىم A)، يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇقنى قاچىغا قاچىلىساق، مەسىلەن، سىمابنى ئەينەك قاچىغا قاچىلىساق، سىماب ئەينەككە يۇقمايدىغانلىقتىن، قاچا دىۋارى بېيىدىكى سۇيۇقلۇق يۈزى تۆۋەنگە قارىتا ئەگمەچ بولىدۇ (15.12 ـ رەسىم B). تۆۋەندە تەجرىبە ئىشلەش ئارقىلىق يۇقىدىغان سۇيۇقلۇق بىلەن يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ ئىنچىكە نەيچە ئىچىدىكى ھادىسىسىنى كۆزىتەيلى.

تەجرىبە

ئىچكى دىئامېتىرى ئوخشاش بولمىغان بىرنەچچە ئىنچىكە ئەينەك نەيچىنى سۇغا تىقىپ قويساق، نەيچىدىكى سۇ يۈزى قاچىدىكى سۇ يۈزىدىن ئېگىز بولىدىغانلىقى، نەيچىنىڭ ئىچكى دىئامېتىرى قانچە كىچىك بولسا، ئۇ- نىڭدىكى سۇ يۈزى شۇنچە ئېگىز بولىدىغانلىقىنى كۆرىمىز (16. 12 ـ رەسىم). ئەگەر بۇ ئىنچىكە نەيچىلەرنى سىمابنىڭ ئىچىگە سانجىپ قويساق، ھاسىل بولىدىغان ھادىسە يۇقـ- رىقىنىڭ دەل ئەكسىچە بولۇپ، نەيچىلەرنىڭ ئىچىدىكى سىماب يۈزى قاچا ئىچىدىكى سىماب يۈزىدىن تۆۋەن بو- لىدۇ، نەيچىنىڭ ئىچكى دىئامېتىرى قانچە كىچىك بولسا، نەيچىدىكى سىماب يۈزى شۇنچە تۆۋەن بولىدۇ (12. 17 ـ رەسىم).



12. 16 ـ رەسىم. يۇقـ- مايدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ كاپىلىيار نەيچىدە يۇ- قىرى ئۆرلىشى



12. 17 ـ رەسىم. يۇقـ- مايدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ كاپىلىيار نەيچىدە تۆۋەنلىشى

يۇقىدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ ئىنچىكە نەيچىدە ئۆرلەش ھادىسىسى ۋە يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ ئىنچىكە نەيچىدە تۆۋەنلەش ھادىسىسى كاپىلىيارلىق ھادىسىسى دەپ ئاتىلىدۇ. كاپىلىيارلىق ھادىسىسىنى ھاسىل قىلالايدىغان نەيچە كاپىلىيار نەيچە دەپ ئاتىلىدۇ.

يۇقىدىغان سۇيۇقلۇق كاپىلىيار نەيچىدە نېمە ئۈچۈن يۇقىرى ئۆرلىيەلەيدۇ؟ ئەسلىدە يۇقىدىغان سۇيۇقلۇق كاپىلىيار نەيچىنىڭ ئىچكى دىۋارىغا تېگىشكەندە، سۇيۇقلۇق يۈزى ئېگىلىپ، سۇيۇقلۇق يۈزىنى چوڭايتىدۇ. يۈزلۈك كېرىلىش كۈچىنىڭ تارايتىش تەسىرى سۇيۇقلۇق يۈزىنى كىچىكلىتىدۇ، شۇنىڭ بىلەن نەيچىدىكى سۇيۇقلۇق بۇنىڭغا ئەگىشىپ يۇقىرى ئۆرلەيدۇ ـ دە، سۇيۇقلۇق يۈزى كىچىكلەيدۇ. تاكى يۈزلۈك كېرىلىش كۈچىنىڭ يۇقىرىغا قارىتا بولغان تارتىش تەسىرى نەيچىدە يۇقىرى ئۆرلىگەن سۇيۇقلۇق تۆۋرۈكىنىڭ ئېغىرلىق كۈچى بىلەن تەڭپۇڭلاشقاندا ، نەيچىدىكى سۇيۇقلۇق ئۆرلەشتىن توختاپ، بەلگىلىك ئېگىزلىكتە مۇقىملىشىدۇ. مۇشۇنداق تەھلىل قىلىش ئارقىلىق، يۇقمايدىغان سۇيۇقلۇقنىڭ كاپىلىيار نەيچىدىكى تۆۋەنلەش ھادىسىسىنى چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ.

لۆڭگىنىڭ تەرلەرنى سۈمۈرۈشى، خىشنىڭ سۇ سۈمۈرۈشى، بورنىڭ سىياھنى سۈمۈرۈشى قاتارلىقلار دائىم ئۇچرايدىغان كاپىلىيارلىق ھادىسىلەردۇر. قەغەز، پاختا ، لۆڭگە، بور، ياغاچ، تۇپراق ۋە خىش قاتارلىقلارنىڭ ئىچكى قىسمىدا نۇرغۇن ئىنچىكە تۆشۈكچىلەر بار بولۇپ، بۇلار كاپىلىيار نەيچىنىڭ رولىنى ئويناىدۇ.

بەزى ئەھۋاللاردا كاپىلىيارلىق ھادىسىلىرىنىڭ يۈز بېرىشىدىن ساقلىنىشقا توغرا كېلىدۇ. مەسىلەن، ئۆي ـ ئىمارەتلەرنى سالغاندا، تۇپراقتىكى سۇنىڭ كاپىلىيار نەيچە تەسىرىدە خىشتىن قوپۇرۇلغان تامنى بويلاپ يۇقىرى كۆتۈرۈلۈشىدىن ساقلىنىپ، ئۆيلەرنىڭ قۇرغاقلىقىنى ساقلاش ئۈچۈن، خىش قىرلىنىدىغان ئۇلغا قاراماي قەغەز ياكى ئاسفالت سۈركەلگەن قېلىن قەغەز ياتقۇزۇلىدۇ.

كاپىلىيارلىق ھادىسىسى يېزا ئىگىلىك ئىشلەپچىقىرىشىدا مۇھىم ئەھمىيەتكە ئىگە. يەر ئاستىدىكى سۇلار تۇپراقتىكى كاپىلىيار نەيچىلەرنى بويلاپ يەر يۈزىگە چىقالايدۇ. تۇپراقتىكى سۇ تەركىبىنى ساقلاشقا توغرا كەلسە، يەر يۈزى ئەتراپىدىكى تۇپراقنى ئاغدۇرۇپ بوشىتىپ، ئۇنىڭدىكى كاپىلىيار نەيچىلەرنى بۇزۇپ، سۇ تەركىبىنىڭ ھورغا ئايلىنىشىنى ئازايتىش كېرەك. ئەكسىچە، يەر ئاستىدىكى سۇلارنى يەر يۈزىگە چىقارماقچى بولساق، تۇلۇق بىلەن يەر يۈزىنى چىڭداپ، تۇپراقتىكى كاپىلىيار نەيچىلەرنى تېخىمۇ ئىنچىكە، تېخىمۇ كۆپ قىلىشىمىز كېرەك.

2 ـ مەشىق

(1) نېمە ئۈچۈن خىش ياتقۇزۇلغان يەر يۈزى ئاسانلا نەملىشىپ قالىدۇ؟

(2) لۆڭگىنىڭ بىر بۇرجىكىنى داستىكى سۇغا سېلىپ قويساق، بىر بۆلەك ۋاقىتتىن كېيىن، لۆڭگە ھۆل بولۇپ قالىدۇ، بۇ خىل ھادىسىنى كۆزىتىڭ ھەم چۈشەندۈرۈڭ.

(3) كىيىمدە قېتىپ قالغان مومنى چىقىرىۋەتمەكچى بولساق، ئىككى قەۋەت سىياھ سۈمۈرگۈچ قەغەزنى ئايرىم ـ ئايرىم ئىزىنىڭ ئاستى ۋە ئۈستىگە قويۇپ، ئاندىن ئىسسىق دەزمال بىلەن سىياھ سۈمۈرگۈچ قەغەز ئۈستىگە دەزمالالاش كېرەك. نېمە ئۈچۈن بۇنداق قىلغاندا كىيىمدىكى مومنى چىقىرىۋەتكىلى بولىدۇ؟

§5 . سۇيۇق كرىستال *

ماددىلار ئادەتتە قاتتىق ھالەت، سۇيۇق ھالەت ۋە گاز ھالەتتە بولىدۇ. ئەمما نۇرغۇن ئورگانىك بىرىكمىلەر كرىستال بىلەن سۇيۇقلۇق ئارىسىدىكى ھالەتتە بولىدۇ. بۇنداق ھالەتتىكى ماددىلار بىر تەرەپتىن سۇيۇقلۇقلارغا ئوخشاش ئېقىشچانلىققا ئىگە، يەنە بىر تەرەپتىن كرىستالغا ئوخشاش بولۇپ، مولېكۇلىلىرى ئالاھىدە يۆنىلىشتە

بىرقەدەر رەتلىك تىزىلىپ، ئانئىزوتروپىيىلىككە ئىگە بولىدۇ. كىشىلەر ماددىلارنىڭ بۇ خىل خۇسۇسىيىتىنى سۇيۇق كرىستال ھالەت دەپ ئاتاپ، بۇنداق ھالەتتە تۇرغان ماددىنى سۇيۇق كرىستال دەپ ئاتىدى. سۇيۇق كرىستال ھالەت قاتتىق ھالەت بىلەن سۇيۇق ھالەت ئارىلىقىدىكى ھالەتتىن ئىبارەت. 12. 18 ـ رەسىم قاتتىق ھالەت، سۇيۇق كرىستال ھالەت ۋە سۇيۇق ھالەتلەردىكى مولېكۇلىلارنىڭ تىزىلىشىنىڭ سخېمىسىدىن ئىبارەت.



12. 18 ـ رەسىم. قاتتىق ھالەت، سۇيۇق كرىستال ھالەت ۋە سۇيۇق ھالەتلەردىكى مولېكۇلىلارنىڭ تىزىلىش سخېمىسى

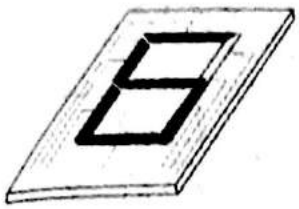
تەتقىقاتلاردىن بارلىق ماددىلارنىڭ ھەممىسىلا سۇيۇق كرىستال ھالەتكە ئىگە بولۇۋەرمەيدىغانلىقى بايقالدى. ھازىر نەچچە مىڭ خىل ئورگانىك بىرىكمىنىڭ سۇيۇق كرىستال ھالەتكە ئىگە ئىكەنلىكى بايقالدى. ئادەتتە تاـ ياقسىمان مولېكۇلا، تەخسىسىمان مولېكۇلىلىق ماددىلار ئوڭايلا سۇيۇق كرىستال ھالەتكە ئىگە بولىدۇ. تەبىئىي مەۋجۇت بولۇپ تۇرىدىغان سۇيۇق كرىستاللار كۆپ ئەمەس، كۆپ ساندىكى سۇيۇق كرىستاللار سۇنئىي بىرىكتۇرۇپ ھاسىل قىلىنغان.

سۇيۇق كرىستال مولېكۇلىلىرىنىڭ تىزىلىشى مۇقىم ئەمەس، سىرتقى شارائىتىنىڭ ئازراقلا ئۆزگىرىشى سۇيۇق كرىستال مولېكۇلىلىرىنىڭ تىزىلىشىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، بۇنىڭ بىلەن سۇيۇق كرىستالنىڭ بەزى خۇسۇسىيەتلىرى ئۆزگىرىدۇ. مەسىلەن، تېمپېراتۇرا، بېسىم كۇچى، سۇركىلىش، ئېلېكترو- ماگنىت تەسىرى، قاچا سىرتقى يۈزلىرىنىڭ پەرقلىنىشى قاتارلىقلارنىڭھەممىسى سۇيۇق كرىستالنىڭ ئوپتىك خۇسۇسىيىتىنى ئۆزگەرتىۋېتىدۇ.

بىر خىل سۇيۇق كرىستال بار بولۇپ، سىرتتىن بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ تەسىرىدە، ئۇ سۇزۇك ھالەتتىن غۇۋالىشىپ سۇزۇك بولمىغان ھالەتكە ئۆزگىرىپ كېتىدۇ، ئېلېكتر بېسىمى بېرىلمىسە، ئۇ يەنە ئەسـ لىدىكى سۇزۇك ھالىتىگە قايتىدۇ. سۇيۇق كرىستالنىڭ بۇ خىل خۇسۇسىيىتىدىن پايدىلىنىپ كۆرسەتكۈچ دېـ تاللارنى ياسىغىلى بولىدۇ. ئىككى ئېلېكتر قۇتۇپى ئارىسىغا سۇيۇق كرىستال ئارقىلىق خەت ياكى رەقەمنى يېـ زىپ، ئاندىن مۇۋاپىق ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، سۇزۇك سۇيۇق كرىستال غۇۋالىشىپ، خەت ياكى رەقەم كۆرۈنىدۇ (12. 19 ـ رەسىم). بۇ خىل كۆرسەتكۈچ دېتالنى ئېلېكترونلۇق قول سائىتى، ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنـ سى، كومپيۇتېر ۋە باشقا ئەسۋابلاردا ئىشلىتىشكە بولىدۇ.

يەنە بىر خىل سۇيۇق كرىستال بار بولۇپ، تېمپېراتۇرا ئۆزگەرگەندە رەڭگى ئۆزگىرىدۇ. تېمپېراتۇرىنىڭ تەدرىجىي ئۆرلىشىگە ئەگىشىپ، سۇيۇق كرىستالنىڭ رەڭگى قىزىل، پورتەھال (قىزغۇچ سېرىق)، سېرىق، يېشىل، ھاۋا رەڭ، كۆك، بىنەپشە (سۆسۈن) دىن ئىبارەت تەرتىپ بويىچە ئۆزگىرىدۇ، تېمپېراتۇرا تۆۋەنلىگەندە بولسا سۇيۇق كرىستالنىڭ رەڭگى يۇقىرىقى تەرتىپنىڭ ئەكسى بويىچە ئۆزگىرىدۇ. سۇيۇق كرىستالنىڭ بۇ خىل

خۇسۇسىيەتىدىن پايدىلىنىپ تېمپېراتۇرىنى ئۆلچەشكە بولىدۇ، مەسىلەن، دوختۇرلۇقتا ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ئۆسمىلەرنى تەكشۈرۈشكە بولىدۇ. بىمارنىڭ تېرىسىگە بىر قەۋەت سۇيۇق كرىستال سۈركەلسە، ئۆسمە قىسمىنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئەتراپىدىكى نورمال توقۇلمىلارنىڭ تېمپېراتۇرىسى بىلەن ئوخشاش بولمايدىغانلىقتىن، سۇيۇق كرىستال ئوخشىمىغان رەڭلەرنى كۆرسىتىدۇ. بۇ خىل سۇيۇق كرىستالدىن پايدىلىنىپ يەنە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى قىسقا تۇتىشىپ قالغان نۇقتىلارنى تەكشۈرگىلى بولىدۇ، سۇيۇق كرىستال باسما ئېلېكتر زەنجىر تاختىسىغا سۈركەلسە، قىسقا تۇتاشقان ئورۇننىڭ تېمپېراتۇرىسى يۇقىرى بولىدىغانلىقتىن، بۇ ئورۇندىكى سۇيۇق كرىستال كۆرسەتكەن رەڭ باشقا ئورۇنلارنىڭكىگە ئوخشاش بولمايدۇ.



12. 19 ـ رەسىم

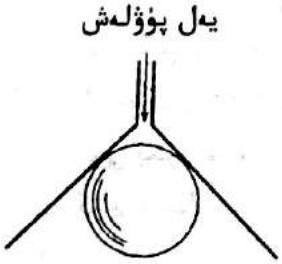
سۇيۇق كرىستال 19 ـ ئەسىرنىڭ 80 ـ يىللىرى بايقالغان. ئالىملار بۇنىڭغا قارىتا 80 يىلدىن كۆپرەك ۋاقىتتىن بۇيان ئەتراپلىق ھەم سىستېمىلىق تەتقىقات ئېلىپ بېرىپ، ئۇنىڭ تېخنىكىلىق جەھەتتە بۆسۈش بولۇشى ئۈچۈن تەييارلىق كۆردى. 20ـ ئەسىرنىڭ 60 ـ يىللىرىغا كەلگەندىلا، ئېلېكترون تېخنىكىسى ۋە باشقا تېخنىكىلارنىڭ تېزلىكتە تەرەققىي قىلىشىغا ئەگىشىپ، كىشىلەر سۇيۇق كرىستالنى كۆرسىتىش (گەۋدىلەندۈرۈش) تېخنىكىسىدا قوللانغاندىن كېيىن، سۇيۇق كرىستال ئېلېكترون سانائىتى، ئاۋىئاتسىيە سانائىتى، بىئولوگىيە ، مېدىتسىنا قاتارلىق ساھەلەردە كەڭ قوللىنىلىشقا ئېرىشتى. يېقىنقى يىللاردىن بۇيان سۇيۇق كرىستال نەزەرىيىسى ھۈجەيرە بىئولوگىيىسى ۋە مولېكۇلا بىئولوگىيىسىدە تەرەققىي تاپتى. نۆۋەتتە سۇيۇق كرىستال ھەققىدىكى ئاساسىي نەزەرىيە تەتقىقاتى قېتىش (ئۇيۇشۇش) ھالىتى فىزىكىسىنىڭ بىر مۇھىم تارمىقى بولۇپ قالدى. پەن ـ تېخنىكىنىڭ تەرەققىياتىغا ئەگىشىپ، سۇيۇق كرىستال نەزەرىيىسى ۋە تېخنىكىسىنىڭ قوللىنىلىشى كەڭ ئىستىقبالغا ئىگە بولغۇسى.

*§6 . بېرنۇللى تەڭلىمىسى

تەجرىبە

بىردانە تىكتاك توپنى دۇم قويۇلغان پەركانىڭ ئوتتۇرىسىغا قويۇپ (20.12 ـ رەسىم)، پەركا نەيچىسىدىن پۈۋلىگەندە، تىكتاك توپ چۈشۈپ كېتەمدۇ؟ ئەمەلىيەت دەل بۇنىڭ ئەكسىچە بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلايدۇ، تىكتاك توپ پەركاغا چاپلىشىپ قېلىپ چۈشۈپ كەتمەيدۇ.

ئىككى ۋاراق قەغەزنى پاراللېل ھالدا ۋېرتىكال قويۇپ، ئۇلارنىڭ ئارىسىغا پۈۋلىسەك، بۇ قەغەزلەرنى بىر ـ بىرىدىن بىراقلاشتۇرغىلى بولامدۇ؟ ئەمەلىيەت دەل بۇنىڭ ئەكسىچە بولىدۇ، يەنى بۇ ئىككى ۋاراق قەغەز بىر ـ بىرىگە يېپىشىپ قالىدۇ (21.12 ـ رەسىم).



12. 20 ـ رەسىم



12. 21 ـ رەسىم

يۇقىرىدىكى ھادىسىنى قانداق چۈشەندۈرۈشكە بولىدۇ؟ بۇ ھادىسە ھاۋانىڭ ئېقىشىغا چېتىشلىق بولغان. سىز بەلكىم يۇقىرىقى ھادىسىنى چۈشەندۈرۈش ئۈچۈن ئايروپىلاننىڭ ئاسمانغا كۆتۈرۈلۈشىنى چۈشەندۈرۈشتە قوللىنىلغان پرىنسىپنىڭ ئوخشاش بىر پرىنسىپ ئىكەنلىكىنى ئويلىمىغان بولۇشىڭىز مۇمكىن، مانا بۇ ئېقىۋاتقان ئاقار جىسىملاردىكى بېسىم بىلەن ئېقىش تېزلىكىنىڭ مۇناسىۋىتىدىن ئىبارەت.

ئادەتتە سۈيۇقلۇق ۋە گازلار ئومۇملاشتۇرۇلۇپ ئاقار جىسىملار دەپ ئاتىلىدۇ.

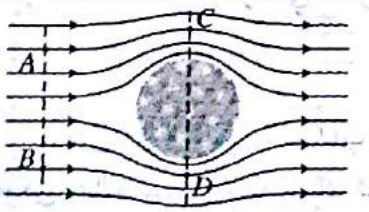
ئاقار جىسىملارنىڭ ئېقىشىنى تەتقىق قىلىش مۇرەككەپ بىر ئىلىمدۇر. ئۇنىڭغا قارىتا دەسلەپكى تەتقىقات ئىلىپ بېرىشتا، بەزى چەكلىمىلەرنى بېكىتىپ، ئاددىي فىزىكىلىق مودېللاردىن پايدىلىنىشقا توغرا كېلىدۇ، مانا بۇ، ئىدېئال ئاقار جىسىمدىكى مۇقىم ئېقىشتىن ئىبارەت.

ئىدېئال ئاقار جىسىم سۈيۇقلۇقلار ئاسان سىقىلمايدۇ. بەك نازۇك بولمىغان تەتقىقاتلاردا سۈيۇقلۇقلارنى سىقىلمايدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ. گازلار ئاسان سىقىلىدۇ، ئەمما ئېقىۋاتقان گازلارنى تەتقىق قىلغاندا، ئەگەر گاز-نىڭ زىچلىقىدا روشەن ئۆزگىرىش بولمىسا، گازلارنىمۇ سىقىلمايدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ.

ئاقار جىسىم ئاققاندا، تېزلىكلىرى ئوخشاش بولمىغان ھەرقايسى قەۋەت ئاقار جىسىملار ئارىسىدا سۈركە-لىش كۈچى بولىدۇ، يەنى ئاقار جىسىم يېپىشقاقلىق خۇسۇسىيىتىكە ئىگە بولىدۇ. ئوخشاش بولمىغان ئاقار جە-سىملارنىڭ يېپىشقاقلىقى ئوخشاش بولمايدۇ. ماي تۈرىدىكىلەرنىڭ يېپىشقاقلىقى نىسبەتەن چوڭ، سۇ، ئىسپىرت قاتارلىقلارنىڭ يېپىشقاقلىقى نىسبەتەن كىچىك، گازنىڭ يېپىشقاقلىقى تېخىمۇ كىچىك بولىدۇ. يېپىشقاقلىقى كىچىك بولغان ئاقار جىسىملارنى تەتقىق قىلغاندا، بەزى ئەھۋاللاردا ئاقار جىسىملارنى يېپىشقاقلىقى يوق دەپ قاراشقا بولىدۇ.

سىقىلمى بولمايدىغان ھەم يېپىشقاقلىقى يوق ئاقار جىسىملا **ئىدېئال ئاقار جىسىم** دەپ ئاتىلىدۇ.

مۇقىم ئېقىش دەريا قىنى بۆلىكىدىكى بىر قەدەر تەكشى ۋە ئاستا ئېقىۋاتقان دەريا سۈيىنىڭ ئېقىشىنى كۆزىتىڭىز، دەريا سۈيىنىڭ تېنچ ئېقىۋاتقانلىقىنى كۆرىسىز، ئازراق ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن يەنە قارىسىڭىز، دەريا سۈيى يەنىلا شۇنداق تېنچ ئېقىۋاتقان بولۇپ، ھەرقايسى جايلىرىنىڭ ئېقىش تېزلىكلىرىمۇ ھېچقانداق ئۆزگىرىش بولمايدۇ. دەريا سۈيى ئۇزلۇكسىز ئېقىپ تۇرىدۇ، ئەمما بۇ بۆلەك دەريا سۈيىنىڭ ئېقىش ھالىتىدە ئۆزگىرىش بولمايدۇ، دەريا سۈيىنىڭ بۇ خىل ئېقىشى مۇقىم ئېقىش بولىدۇ.



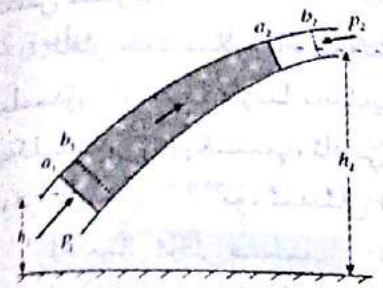
22.12 ـ رەسىم

ئاقار جىسىملارنىڭ ھەرقايسى نۇقتىلىرىدىكى بوشلۇقتىكى ھەر بىر نۇقتىدىكى ئېقىش تېزلىكى ۋاقىتقا ئاگىشىپ ئۆزگەرمىسە، بۇنداق ئېقىش **مۇقىم ئېقىش** دەپ ئاتىلىدۇ. سۇ تۇرۇبىسىدىكى سۇ ئېقىمى، نېفىت تۇرۇبىسىدىكى نېفىتنىڭ ئېقىشى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسىنى مۇقىم ئېقىش دەپ قاراشقا بولىدۇ.

ئاقار جىسىملارنىڭ ئېقىشىنى سىزىقى ئارقىلىق ئوبرازلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ. مۇقىم ئېقىشتا ئېقىش سىزىقلىرى ئاقار جىسىم ماددىي نۇقتىلىرىنىڭ ھەرىكەت ئورىنىتىسىنى ئىپادىلەيدۇ. 22.12 ـ رەسىمدە سۈيۇقلۇقنىڭ سىلىندىردىن ئېقىپ ئۆتكەندىكى ئېقىش سىزىقلىرىنىڭ تارقىلىشى (تەقسىملىنىشى) كۆرسە-تىلگەن. ABئورۇندىكى سۈيۇقلۇقنىڭ ئېقىپ ئۆتكەندىكى توغرا كەسمە يۈزى چوڭ، CD ئورۇندىكى سۈيۇقلۇ-قىنىڭ ئېقىپ ئۆتكەندىكى توغرا كەسمە يۈزى كىچىك بولىدۇ، سۈيۇقلۇق CD ئورۇندا جىددىي ئاقىدۇ، شۇڭا ئېقىش تېزلىكى چوڭ بولىدۇ. ABئورۇنىنىڭ ئېقىش سىزىقلىرى شالاڭ، CDئورۇنىنىڭ ئېقىش سىزىقلىرى زىچ بولىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئېقىش سىزىقلىرىنىڭ تارقىلىشىدىن ئېقىش تېزلىكىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى بىلگىلى بو-لىدۇ، يەنى ئېقىش سىزىقلىرى شالاڭ جايىنىڭ ئېقىش تېزلىكى كىچىك، ئېقىش سىزىقلىرى زىچ جايىنىڭ ئېقىش تېزلىكى چوڭ بولىدۇ.

بېرنۇللى تەكلىمسى تۆۋەندە ئېدىئال ئاقار جىسىم مۇقىم ئاققاندا، ئاقار جىسىمدىكى بېسىم بىلەن ئېقىش تېزلىكىنىڭ مۇناسىۋىتىنى تەتقىق قىلىمىز.

23.12 ـ رەسىمدە بىر ئىنچىكە نەيچە كۆرسىتىلگەن، بۇنىڭدا ئاقار جىسىم سولدىن ئوڭغا قاراپ ئاققان. نەيچىنىڭ a_1 ۋە a_2 ئورۇنلىرىدىن توغرا كەسمە يۈز ئارقىلىق بىر بۆلەك ئاقار جىسىمنى، يەنى a_1 ئورۇن بىلەن a_2 ئورۇن ئارىسىدىكى ئاقار جىسىمنى كېسىۋېلىپ، ئۇنى تەتقىق قىلىش ئوبيېكتى قىلىمىز.



23.12 ـ رەسىم. بېرنۇللى تەكلىمسىنىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىلىشى

a_1 ئورۇنىنىڭ توغرا كەسمە يۈزى S_1 ، ئېقىش تېزلىكى v_1 ، ئېگىزلىكى h_1 بولسۇن، a_1 ئورۇنىنىڭ سول تەرىپىدىكى ئاقار جىسىمنىڭ تەتقىقات ئوبيېكتىغا نىسبەتەن بولغان بېسىمى p_1 ، يۆنىلىشى S_1 گە تىك ھالدا ئوڭغا يۆنەلگەن بولىدۇ.

a_2 ئورۇنىنىڭ توغرا كەسمە يۈزى S_2 ، ئېقىش تېزلىكى v_2 ، ئېگىزلىكى h_2 بولسۇن، a_2 ئورۇنىنىڭ ئوڭ تەرىپىدىكى ئاقار جىسىمنىڭ تەتقىقات ئوبيېكتىغا نىسبەتەن بولغان بېسىمى p_2 ، يۆنىلىشى S_2 گە تىك ھالدا سولغا يۆنەلگەن بولىدۇ.

ئىنتايىن قىسقا ۋاقىت ئارىلىقى Δt دىن كېيىن، بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ سول تەرىپىدىكى S_1 بولسا a_1 دىن يۆتكىلىپ b_1 گە كېلىدۇ. ئوڭ تەرىپىدىكى S_2 بولسا a_2 دىن يۆتكىلىپ b_2 گە كېلىدۇ، ئىككى تەرەپنىڭ يۆتكىلىش ئارىلىقى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا Δl_1 ۋە Δl_2 . سول تەرەپتىن ئېقىپ كىرگەن ئاقار جىسىمنىڭ ھەجمى $\Delta V_1 = S_1 \Delta l_1$ ، ئوڭ تەرەپتىن ئېقىپ چىققان ئاقار جىسىمنىڭ ھەجمى $\Delta V_2 = S_2 \Delta l_2$ ، ئېدىئال ئاقار جىسىمنى سىقىلىپ بولمايدىغانلىقتىن، ئېقىپ كىرگەن ۋە ئېقىپ چىققان ھەجملەر ئۆزئارا تەڭ، يەنى $\Delta V_1 = \Delta V_2$ بولۇپ، بۇ ΔV قىلىپ ئېلىنىدۇ.

ئەمدى سول ۋە ئوڭ تەرەپتىكى كۈچلەرنىڭ بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمغا نىسبەتەن ئىشلىگەن ئىشىنى مۇھاكىمە قىلىمىز، سول تەرەپكە تەسىر قىلغان كۈچ $F_1 = p_1 S_1$، ئىشلەنگەن ئىشى $W_1 = F_1 \Delta l_1 = p_1 S_1 \Delta l_1 = p_1 \Delta V$، ئوڭ تەرەپكە تەسىر قىلغان كۈچ $F_2 = p_2 S_2$ ، ئىشلەنگەن ئىشى $W_2 = - F_2 \Delta l_2 = - p_2 S_2 \Delta l_2 = - p_2 \Delta V$ بولىدۇ. سىرتقى كۈچلەر ئىشلىگەن ئومۇمىي ئىش مۇنداق بولىدۇ:

$$W = W_1 + W_2 = (p_1 - p_2)\Delta V \qquad (1)$$

سىرتقى كۈچ ئىش ئىشلەپ بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسىنى ئۆزگىرىش پەيدا قىلىدۇ. دەسلەپكى ھالەتتىكى مېخانىك ئېنېرگىيە a_1 دىن a_2 گىچە بولغان بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى E_1 ، ئاخىرقى ھالەتتىكى مېخانىك ئېنېرگىيە b_1 دىن b_2 گىچە بولغان بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى E_2 بولىدۇ . b_1 دىن a_2 گىچە بولغان بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسى E_2 بولىدۇ. b_1 دىن a_2 گىچە بولغان بۇ بۆلەكتە ۋاقىت Δt ئۆتكەندىن كېيىن گەرچە ئاقار جىسىمدا ئازراق ئالماشقان بولسىمۇ، لېكىن بىزنىڭ تەتقىق قىلىدىغىنىمىز ئېدىئال ئاقار جىسىمنىڭ مۇقىم ئېقىشى بولغانلىقتىن، ئاقار جىسىمنىڭ زىچلىقى ρ بىلەن ھەرقايسى نوقتىلارنىڭ ئېقىش تېزلىكى v دا ئۆزگىرىش بولمايدۇ ـ دە، ھەربىر ئېنېرگىيە بىلەن ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسىدە ئۆزگىرىش بولمايدۇ، شۇڭا بۇ بۆلەكنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسىدە ئۆزگىرىش بولمايدۇ. بۇنىڭ بىلەن مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشى $E_2 - E_1$ ئېقىپ چىققان ئاشۇ قىسىم ئاقار جىسىمنىڭ مېخانىك ئېنېرگىيىسىدىن ئېقىپ كىرگەن ئاشۇ قىسىم ئاقار جىسىمنىڭ

ئوڭ تەرەپنىڭ بۇ بۆلەك سۈيۇقلۇققا نىسبەتەن تەسىر كۈچى سولغا يۆنەلگەن بولىدۇ، ئەمما بۇ بۆلەك سۈيۇقلۇقنىڭ ئورۇن يۆتكىلىشى ئوڭغا يۆنەلگەن بولىدۇ، شۇڭا ئىش مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ.

مېخانىك ئېنېرگىيىسىنى ئېلىۋەتكەنگە تەڭ بولىدۇ.

$m = \rho \Delta V$ بولغانلىقتىن، ئېقىپ كىرگەن ئاشۇ قىسىم ئاقار جىسىمنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \Delta V$ ، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى $mgh_1 = \rho g h_1 \Delta V$ ، ئېقىپ چىققان ئاقار جىسىمنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى $\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Delta V$ ، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى $mgh_2 = \rho g h_2 \Delta V$ بولىدۇ. شۇڭا مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشى تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$E_2 - E_1 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)\Delta V + \rho g(h_2 - h_1)\Delta V \quad (2)$$

ئىدىئال ئاقار جىسىمنىڭ يېپىشقاقلىقى يوق، ئاقار جىسىم ئېقىش جەريانىدا مېخانىك ئېنېرگىيىسى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلانمايدۇ، شۇڭا بۇ بۆلەك ئاقار جىسىمنىڭ ئىككى تەرىپى ئۈچرىغان كۈچ ئىشلەنگەن ئومۇمىي ئىش W مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزگىرىشى $E_2 - E_1$ گە تەڭ بولىدۇ. يەنى

$$W = E_2 - E_1 \quad (3)$$

فورمۇلا (1) ۋە (2) نى فورمۇلا (3) كە كىرگۈزسەك، تۆۋەندىكىگە ئېرىشىمىز:

$$(p_1 - p_2)\Delta V = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)\Delta V + \rho g(h_2 - h_1)\Delta V$$

بۇنى رەتلىسەك تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (4)$$

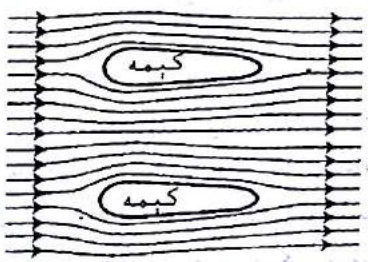
a_1 بىلەن a_2 ئاقار جىسىمدا خالىغانچە ئېلىنغان، شۇڭا يۇقىرىقى فورمۇلىنى مۇنداق ئىپادىلەشكە بولىدۇ: ئەيچىدىكى ئاقار جىسىمنىڭ خالىغان ئورنىغا نىسبەتەن تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{تۇراقلىق مىقدار} \quad (5)$$

فورمۇلا (4) بىلەن (5) لەر بېرنۇللى تەڭلىمىسى دەپ ئاتىلىدۇ.

ئاقار جىسىم گورىزونتال ھالەتتە ئاققاندا ياكى ئېغىزلىك پەرقىنىڭ تەسىرى كۆرۈنەرلىك بولمىغاندا (مەسىلەن، گازنىڭ ئېقىشى)، بېرنۇللى تەڭلىمىسىنى تۆۋەندىكىدەك ئىپادىلەشكە بولىدۇ:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{تۇراقلىق مىقدار} \quad (6)$$



24.12 – رەسىم. ئىككى كېمە ئارىسىدىكى ئېقىش سىزىقلىرى زىچ بولسا، ئېقىش تېزلىكى چوڭ بولىدۇ.

فورمۇلا (6) دىن شۇنى بىلىشكە بولىدۇكى، ئېقىۋاتقان ئاقار جىسىمنىڭ بېسىمى ئېقىش تېزلىكىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، ئېقىش تېزلىكى v چوڭ بولغان ئورۇننىڭ بېسىمى p كىچىك، ئېقىش تېزلىكى v كىچىك بولغان ئورۇننىڭ بېسىمى p چوڭ بولىدۇ. بەسىم بىلەن ئېقىش تېزلىكىنىڭ مۇناسىۋىتىنى بىلگەندىن كېيىن، بۇ پاراگراف باشلانغاندا ئىشلەنگەن تەجرىبىنى چۈشەندۈرگىلى بولىدۇ. پەركا ئارقىلىق تىكتاك توپنى پۈۋلىگەندە، تىكتاك توپنىڭ ئۈستى تەرىپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش تېزلىكى چوڭ، بېسىمى كىچىك بولىدۇ، تۆۋەن تەرىپىدىكى ھاۋانىڭ بېسىمى چوڭ بولغاچقا، تىكتاك توپ يۇقىرىغا يۆنەلگەن كۈچنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن، ئۇ پەركاغا يېپىشىپ قېلىپ، تۆۋەنگە چۈشۈپ كەتمەيدۇ. ئىككى ژاراق قەغەزنىڭ ئارىسىغا پۈۋلىگەندە، ئىككى ژاراق قەغەز ئارىسىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش تېزلىكى

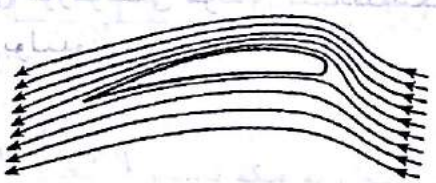
چوڭ، بېسىمى كىچىك، سىرتتىكى ھاۋانىڭ بېسىمى چوڭ بولىدۇ، شۇڭا بۇ ئىككى ژاراق قەغەز بىر ـ بىرىگە چاپلىشىپ قالىدۇ. قاتارلىشىپ كېتىۋاتقان ئىككى كىمە ئوخشاش يۆنىلىشتە ھەرىكەت قىلغاندا (24.12 ـ رەسىم)، ئەگەر ئۇلارنىڭ تېزلىكلىرى بىرقەدەر چوڭ بولسا، ئىككى كىمىنىڭ ئۆزئارا يېقىنلىشىپ، سوقۇلۇپ كېتىش ئېھتىمالىنىڭ بولۇشىمۇ يۇقىرىقى پرىنسىپقا ئاساسلىنىلغان بولىدۇ. تارىختا مۇشۇنداق ھادىسىلەر يۈز بەرگەن. دېگىز قاتنىشىدا قاتارلىشىپ ئوخشاش يۆنىلىشكە قاراپ ماڭغان كىمىلەرگە نىسبەتەن، ئۇلارنىڭ تېزلىكى ۋە ئىككى كىمە ئارىسىدىكى ئارىلىققا چەك قويۇلىدۇ.

قوللىنىشقا دائىر كەلتۈرۈلگەن مىساللار ئايروپىلان نېمە ئۈچۈن ئاسماندا ئۇچالايدۇ؟ چۈنكى ئايروپىلان قانىتى يۇقىرىغا يۆنەلگەن كۆتۈرۈش كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ. 25.12 ـ رەسىم A دا ئايروپىلان ئۇچقاندا قانىتى ئەتراپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش سىزىقلىرىنىڭ تارقىلىشى كۆرسىتىلگەن. ئايروپىلان قانىتى كەسمە يۈزىنىڭ شەكلى ئاستى ـ ئۈستى سىممېتىرىك بولمايدۇ، يەنى ئايروپىلان قانىتىنىڭ ئۈستى تەرىپىدىكى ئېقىش سىزىقلىرى زىچ، ئېقىش تېزلىكى چوڭ، ئاستى تەرىپىدىكى ئېقىش سىزىقلىرى شالاڭ، ئېقىش تېزلىكى كىچىك بولىدۇ. بېرنۇللى تەكلىمىسىدىن مەلۇمكى، ئايروپىلان قانىتىنىڭ ئۈستى تەرىپىدىكى بېسىم كىچىك، ئاستى تەرىپىدىكى بېسىم چوڭ بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن ئايروپىلان قانىتىغا تەسىر قىلىدىغان يۇقىرىغا يۆنەلگەن كۆتۈرۈش كۈچى ھاسىل بولىدۇ.

ھەرىكەتنىڭ نىسپىيلىكىگە ئاساسەن، كىمىنى تىنچ تۇرىدۇ، سۇنى ئېقىۋاتىدۇ دەپ پەرەز قىلىشقا بولىدۇ.



B: «ئۇچقۇر يىلپىز» قىرغۇچى ئايروپىلان



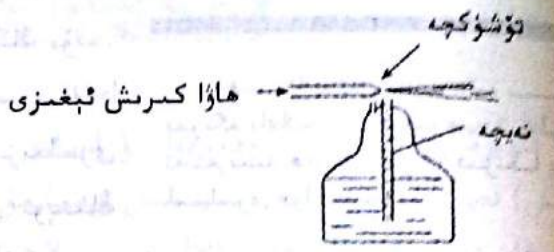
A: ئايروپىلان قانىتىنىڭ كۆتۈرۈش كۈچى

25.12 ـ رەسىم

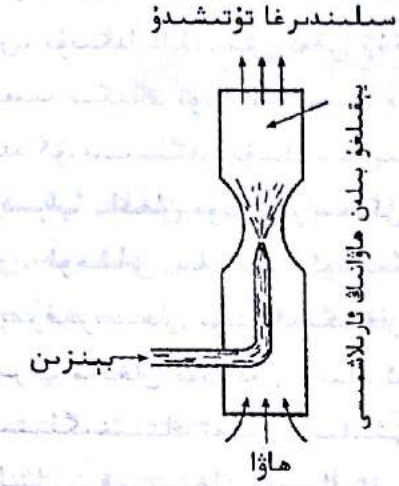
تۇمانلاشتۇرغۇچ (26.12 ـ رەسىم) ئاقار جىسمىنىڭ ئېقىش تېزلىكى چوڭ، بېسىمى كىچىك بولۇشتەك پرىنسىپقا ئاساسەن ياسالغان. ھاۋانى كىچىك تۆشۈكتىن تېزلىكتە چىقارغاندا، تۆشۈك ئەتراپىدىكى بېسىم كىچىكلەپ، قاچىدىكى سۇيۇقلۇقنىڭ ئاستى تەرىپىدىكى ھاۋا بېسىمى چوڭىيىدۇ، بۇنىڭ بىلەن سۇيۇقلۇق تۆشۈكنىڭ ئاستى تەرىپىدىكى نەيچىنى بويلاپ يۇقىرى ئۆرلەپ نەيچىنىڭ ئېغىزىدىن ئېقىپ چىقىدۇ ـ دە، ھاۋا ئېقىمىنىڭ زەربىسىگە ئۇچراپ، تۇمان شەكلىدە پۈركۈلىدۇ.

كاربىيۇراتور گازلاندۇرغۇچ دېمۇ ئاتىلىدۇ

بېنزىن ماتورنىڭ كاربىيۇراتورى بىلەن تۇمانلاشتۇرغۇچنىڭ پرىنسىپى ئوخشاش. كاربىيۇراتور بولسا سىلىندىرغا يېقىلغۇ بىلەن ھاۋانىڭ ئارىلاشمىسىنى تەمىنلەپ بېرىدىغان قۇرۇلما بولۇپ، تۇزۇلۇش پرىنسىپى 27.12 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، سىلىندىردىكى پورشېن گاز سۇمۇرۇش تاكتى قىلىنغاندا، ھاۋا نەيچىگە سۇمۇرۇلىدۇ، ئۇ نەيچىنىڭ تار جايىدىن ئۆتكەندە ئېقىش تېزلىكى چوڭىيىپ، بېسىمى كىچىكلەيدۇ. بۇنىڭ بىلەن بېنزىن تار جايغا ئورۇنلاشتۇرغان پۈركۈش ئېغىزىدىن ئېقىپ چىقىپ تۇمان شەكلىدە پۈركۈلۈپ، بېنزىن بىلەن



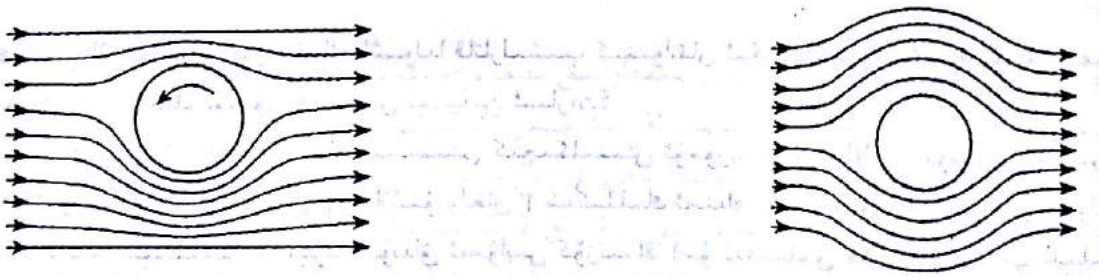
26.12 ـ رەسىم. تۇمانلاشتۇرغۇچنىڭ پرىنسىپى



27.12 ـ رەسىم. كاربىيۇراتورنىڭ پرىنسىپى

ھاۋانىڭ تارىلاشمىسىنى شەكىللەندۈرۈپ سىلىندىرغا كىرىدۇ.

توپ تۇرىدىكى مۇسابىقىلەردە «پىرقىرىغان توپ» زور قۇدرەتكە ئىگە بولىدۇ. پىرقىرىغان توپ بىلەن پىرقىرىمىغان توپنىڭ ئۆچۈش ئۇرۇنىسىنىڭ ئوخشاش بولماسلىقىنى توپ ئەتراپىدىكى ھاۋا ئېقىمىنىڭ ئوخشاش بولماسلىقى كەلتۈرۈپ چىقارغان. 12. 28 ـ رەسىم A دا پىرقىرىمىغان توپنىڭ گورىزونتال سولغا ھەرىكەت قىلغاندىكى ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش سىزىقلىرى كۆرسىتىلگەن. توپنىڭ ئۇستى تەرىپى بىلەن ئاستى تەرىپىدىكى ئېقىش سىزىقلىرى سىممېترىك بولۇپ، ئېقىش تېزلىكلىرى ئوخشاش، شۇڭا ئۇستى تەرىپى بىلەن ئاستى تەرىپىدە بېسىم پەرقى ھاسىل بولمايدۇ. ئەمدى توپنىڭ پىرقىرىغان ئەھۋالىنى مۇھاكىمە قىلىمىز، بۇنىڭدا ئايلىنىش ئوقى توپ مەركىزىدىن ئۆتىدۇ ھەمدە قەغەز يۈزىگە تىك بولىدۇ، توپ سائەت ئىستىرىلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتە پىرقىرايدۇ. توپ پىرقىرىغاندا ئەتراپىدىكى ھاۋانىمۇ ئۆزى بىلەن بىللە پىرقىرىتىپ توپنىڭ ئاستى تەرىپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش تېزلىكىنى چوڭايتىپ، ئۇستى تەرىپىدىكى ئېقىش تېزلىكىنى كىچىكلىتىدۇ، ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش سىزىقلىرى 28.12 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. توپنىڭ ئاستى تەرىپىدىكى ئېقىش تېزلىكى چوڭ، بېسىمى كىچىك، ئۇستى تەرىپىدىكى ئېقىش تېزلىكى كىچىك، بېسىمى چوڭ بولىدۇ. پىرقىرىمىغان توپقا سېلىشتۇرغاندا، 28.12 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەن پىرقىرىغان توپ پىرقىراش سەۋەبىدىن تۆۋەنگە يۆنەلگەن كۈچ تەسىرىگە ئۇچراپ، ئۇچۇش ئۇرۇنىسى تۆۋەنگە قاراپ ئېگىلىدۇ.



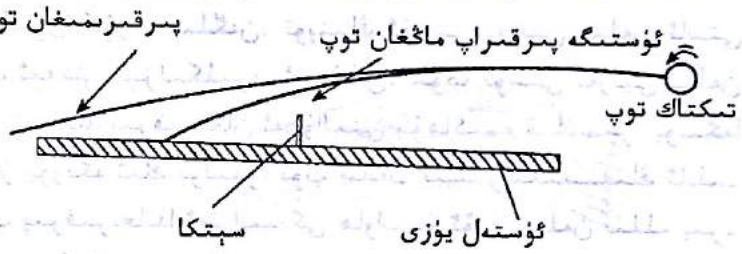
A: پىرقىرىمىغان توپ

B: پىرقىرىغان توپ

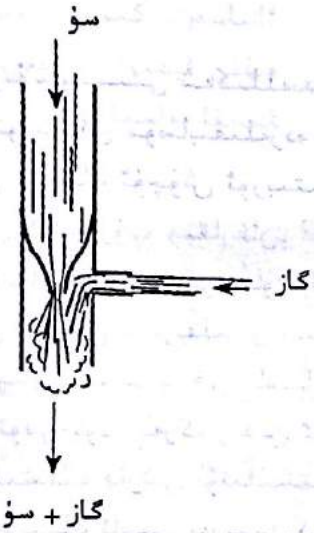
28.12 ـ رەسىم. توپ ئەتراپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش سىزىقلىرى

29.12 ـ رەسمدە تىكتاك توپنىڭ ئۈستىگە پىرقىراپ ماڭغانلىقى كۆرسىتىلگەن، بۇنىڭدا ئايلىنىش ئوقى تىكتاك توپنىڭ ئۈچۈش يۆنىلىشىگە تىك ھەمدە تىكتاك توپ تاختىسىغا پاراللېل بولۇپ، توپنىڭ يۆنىلىشى رەسمدە كۆرسىتىلگەن يۆنىلىشتە پىرقىرايدۇ. 28.12 ـ رەسىم B دا ئۈستىگە پىرقىراپ ماڭغان توپ ئەتراپىدىكى ھاۋانىڭ ئېقىش سىزىقلىرى كۆرسىتىلگەن، ئوخشاش شارائىتتا ئۈستىگە پىرقىراپ ماڭغان توپنىڭ ئۈچۈش يايى پىرقىرىمىغان توپنىڭكىگە قارىغاندا تۆۋەن بولىدۇ. ئەكسىچە تۆۋەنگە پىرقىراپ ماڭغان توپ دەل بۇنىڭ ئەكسىچە بولىدۇ، يەنى توپ رەسمدە كۆرسىتىلگىنىنىڭ ئەكس يۆنىلىشى بويىچە پىرقىراپ، يۇقىرىغا يۆنەلگەن كۇچ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ، ئۇ چۈش يايى بولسا پىرقىرىمىغان توپنىڭ ئۈچۈش يايىدىن ئېگىز بولىدۇ.

فىزىكا بىلەن تەنتەربىيە بىر ـ بىرىگە باغلانغان بولىدۇ، ھەرتۈرلۈك تەنتەربىيە ھەرىكەتلىرىدە فىزىكا بىلىملىرى قوللىنىلىدۇ.



29.12 ـ رەسىم. ئۈستىگە پىرقىراپ ماڭغان تىكتاك توپ



30.12 ـ رەسىم. سۇ ئېقىملىق ھاۋا ناسوسى سخېمىسى

6 ـ مەشىق

(1) تەجرىبىلىك شوپۇرلار يۇقىرى سۈرئەتلىك تاشيولدا قاتارلىشىپ كېتىۋاتقان ئىككى ئاپتوموبىلنىڭ ئۆزئارا يېقىنلىشىش يۆزلىنىشىنىڭ بولىدىغانلىقىنى بىلىدۇ، بۇنىڭ سەۋەبى نېمىدىن ئىبارەت؟

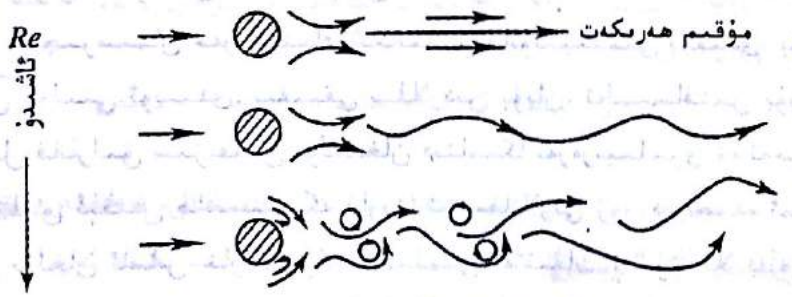
(2) خىمىيە تەجرىبىلىرىنى ئىشلىگەندە، ھاۋا بېسىمىنى كىچىكلىتىش ئۈچۈن، بەزىدە ھاۋانى سۇمۇرۇپ چىقىرىۋېتىشكە توغرا كېلىدۇ، بۇ چاغدا ئىچىگە پۈركۈش ئېغىزى ئورۇنلاشتۇرۇلغان T شەكىللىك ئەينەك نەيچىگە تۇرۇبا سۈيى كىرگۈزۈلسە بولىدۇ (30.12 ـ رەسىم). خىمىيە تەجرىبىخانىلىرىغا بېرىپ بۇنداق ئەسۋابنى كۆزىتىڭ (سۇ ئېقىملىق ھاۋا ناسوسى دەپ ئاتىلىدۇ)، ئۇنى ئىشلىتىش ئۇسۇلى ۋە ئىشلەش پرىنسىپىنى چۈشەندۈرۈڭ.

§7 * . تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھادىسىسى

سۈيۇقلۇقلار ئاققاندا، يۇقىرىدا سۆزلەنگەن مۇقىم ئېقىشتىن باشقا، يەنە **تۈربۈلېنتلىق ئېقىش** (قاينامالىق ئېقىش) دەپ ئاتالمىدىغان يەنە بىر خىل ئېقىشمۇ بار، مەشھۇر ئالىم رېينول 1883 ـ يىلى دىئامېتىرلىرى ئوخشاش بولمىغان تۈرۈبىلاردىن ئاققان ئاقار جىسىملارنىڭ ھەرىكىتىنى تەجرىبە قىلغاندا تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھادىسىسىنى بايقىغان.

تۈربۈلېنتلىق ئېقىشقا ماسلىشىپ كۆپ مىقدارda قۇيۇن ھەرىكەتمۇ بولىدۇ، مەسىلەن، كۆپ ئۇچرايدىغان ھادىسىلەردىن تۆۋەندىكىلەر بار: تاماكىنى تۈتاشتۇرغاندا، دەسلەپتە تەكشى ئىس چىقىرىدۇ، ئاندىن كېيىن كاللەك ـ كاللەك قۇيۇن ھاسىل قىلغىلى بولىدۇ؛ كېمىلەرنى تېز سۈرگەتتە ھەيدىگەندە ئارقىسىدىمۇ قاينام ھاسىل بولىدۇ....

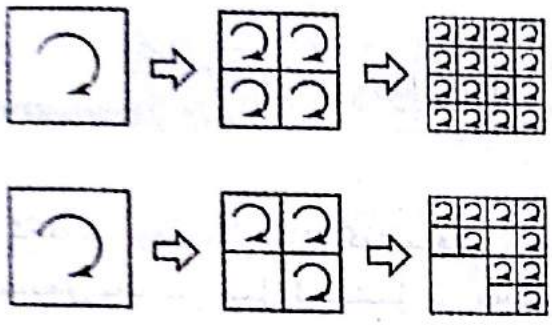
بىز تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھالىتىگە قارىتا تۆۋەندىكىدەك كۆزىتىش ئېلىپ بارساق بولىدۇ: ئاقار جىسىمنى بىر تال نەيچىدىن v تېزلىك بويىچە ئاققۇزايلى، كۆزىتىشكە قۇلاي بولسۇن ئۈچۈن، ئاقار جىسىمغا ئازراق رەڭ ئارىلاشتۇرساق بولىدۇ. ئاقار جىسىمنىڭ تېزلىكى v بولغاندا ئېقىش سىزىقچىلىرى سىلىق ھەم ئېنىق بولىدۇ. ئېقىش تېزلىكىنى تەدرىجىي ئاشۇرۇپ، v نى بەلگىلىك قىممەتكە يەتكۈزگەندە، ئېقىش سىزىقچىلىرى سىلىق بولمايدۇ ـ دە، پۈتكۈل ئاقار جىسىم تەرتىپسىز ئىختىيارى ھەرىكەت قىلىدۇ، يەنى تۈربۈلېنتلىق ھەرىكەت قىلىشقا باشلايدۇ (12. 31 ـ رەسىمنىڭ ئاستىنقى رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك).



12. 31 ـ رەسىم. ئاقار جىسىمنىڭ ھەرىكەت ھالىتى سخېمىسى

تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھادىسىسىنى مىقدارلىق تەتقىق قىلىش ئۈچۈن، ئېقىش رېينول سانى Re ئۇقۇمىنى كىرگۈزىمىز بولىدۇ. بىز ئاقار جىسىمنىڭ شارچىنى ئايلىنىشىغا دائىر ئەمەلىي مىسالىنىڭ ئېنىقلىمىسى $Re=\frac{vL}{\nu}$ دىن پايدىلانساق بولىدۇ، بۇنىڭدىكى L شارچىنىڭ رادىئۇسى، v ئېقىش تېزلىكى، ν ئاقار جىسىمنىڭ يېپىشقاقلىق دەرىجىسىنى ئىپادىلەيدۇ، شۇنداق قىلىپ، Re ئېلېمېنتى كىرتىك قىممەتتىن ئېشىپ كەتكەندە، ئاقار جىسىم تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھەرىكىتى ھالىتىنى ئىپادىلەيدۇ، باشقىچە ئېيتقاندا، ئاقار جىسىمنىڭ ھەرىكىتى پۈتۈنلەي دېگۈدەك ئىختىيارى ياكى تەرتىپسىز ھالەتتە ئىپادىلىنىدۇ (12. 31 ـ رەسىم).

تۈربۈلېنتلىق ئېقىش ھالىتىدە كۆپ مىقدارda چوڭ قاينام مەۋجۇت بولىدۇ، ھەر بىر چوڭ قاينام يەنە نۇرغۇن كىچىك قاينامىلارغا بۆلۈنىدۇ، بۇ خىل زەنجىرسىمان بۆلۈنۈش جەريانى كۆپ قېتىم ئېلىپ بېرىلىدۇ. شۇنداق



A. تەكشى ئىزوتروپىيىلىك تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش زەنجىرسىمان جەريانى

B. تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش ئارىلىق زەنجىرسىمان جەريانى

12. 32 ـ رەسىم. ئىككى تۇرلۇك زەنجىرسىمان جەريان سخېمىسى

قىلىپ، تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش ھالىتى چوڭلۇقى ئوخشاش بولمىغان كۆپلىگەن قاينىمىلاردىن تۇزۇلگەن بولىدۇ. مانا بۇ مەشھۇر رىچاردنىڭ تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش قاتلىمى مودېلىدىن ئىبارەت (12. 32 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن).

تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش ئارىلىق ھادىسىسىنىڭ مەۋجۇت بولۇشى، كىشىلەرنىڭ تۇربۇلىنىتلىق ئېقىشنىڭ غەيرىي شەكىللىق قانۇنىيىتىنى بايقىشىغا تۈرتكە بولدى. رېينول قاتارلىقلار بۇ خىزمەتكە ئالدى بىلەن كىرىشكەندىن كېيىن، تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش تەتقىقاتى ئاساسەن تۆۋەندىكىدەك ئىككى يۆنىلىش بويىچە تەرەققىي قىلدى. بىر يۆنىلىش، تۇربۇلىنىتلىق ئېقىشنىڭ يېرىم تەجرىبە خىزمىتى خاراكتېرىگە قاراپ تەرەققىي قىلدى، يەنە بىر يۆنىلىش بولسا تەكشى ئىزوتروپىيىلىك تۇربۇلىنىتلىق ئېقىشنىڭ ستاتىستىكىلىق نەزەرىيە خىزمىتىگە قاراپ تەرەققىي قىلدى.

شۇنى كۆرسىتىپ ئۆتۈش كېرەككى: 1941 ـ يىلى، سابىق سوۋېت ئىتتىپاق ئالىمى كېرموگلوف تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش قاينىمى زەنجىرسىمان جەريانىنىڭ شەكىللىق قانۇنىيىتىنى بايقىدى. بۇ، تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش نەزەرىيىسىدە ئۇل سېلىش رولىنى ئويناندى. يېقىنقى يىللاردىن بۇيان، ئەلمىساقتىن بۇرۇنقى تۇمان ۋە قاراڭغۇلۇق ۋە پارچىلانغان شەكىل قاتارلىق سىزىقلىق بولمىغان دىنامىكا نەزەرىيىلىرى ۋە تەجرىبىلىرىنىڭ غايەت زور تەرەققىياتى يەنە تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش ھادىسىسىگە قارىتا تەتقىقاتلارنى زور دەرىجىدە ئىلگىرى سۈردى، «تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش» مۇھىم بولغان ئاساس خاراكتېرلىك ئىلمىي تەتقىقات ، شۇنداقلا يەنە ئاۋىئاتسىيە، ئالەم بوشلۇقى، مېتېئورولوگىيە، دۆلەت مۇداپىئەسى، خەلق ئىگىلىكى تەرەققىياتى بىلەنمۇ زىچ مۇناسىۋەتلىك.

يۇقىرىقىلاردىن قارىغاندا، «تۇربۇلىنىتلىق ئېقىش ھادىسىسى» تارىخىي خاراكتېرلىك ئېسىپ قويۇپ تېخى ھەل قىلىنمىغان مەشھۇر قىيىن تېما، شۇنداقلا يەنە فىزىكا (بولۇپمۇ ئاقار جىسىملار مېخانىكىسى) دىكى مۇھىم بولغان ئالدىنقى تېمىلارنىڭ بىرى ھېسابلىنىدۇ.

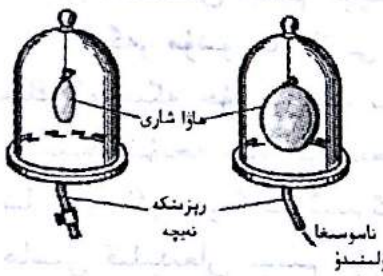
§8 . گازلارنىڭ بېسىمى

گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ھەرىكەت ئالاھىدىلىكلىرى قاتتىق جىسىم ۋە سۇيۇقلۇقلارغا سېلىشتۇرغاندا، گازلارنى ئاسان سىققىلى (قىسقىلى) بولىدۇ، بۇ، گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ قاتتىق جىسىم ياكى سۇيۇقلۇق مولېكۇلىلىرىغا ئوخشاش ئۇنداق ئارىلىقلىرىنىڭ ناھايىرى يېقىن ئەمەسلىكى، گاز مولېكۇلىلىرى ئارىسىدا ناھايىتى چوڭ بوشلۇقنىڭ بارلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ.

گازلار پۈتكۈل قاچىنى قاپلاپ تۇرغان بولىدۇ، بۇ، گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ئۆزئارا قىسقا ۋاقىتلىق ئۆزئارا سوقۇلىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرگەندىن باشقا، ئۆزئارا تەسىر كۈچىنىڭمۇ ئىنتايىن ئاجىز بولىدىغانلىقى، ئۇلارنىڭ ئەركىن ھەرىكەت قىلىدىغانلىقىنىمۇ چۈشەندۈرىدۇ. ئەمەلىيەتتە گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ھەرىكەت سۈرئىتى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ، ئادەتتىكى تېمپېراتۇرىدا كۆپ ساندىكى گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ سۈرئىتى سېكۇنتىغا نەچچە يۈز مېتىرغا يېتەلەيدۇ. بۇ سانلىق مىقدار دەرىجىسىدە ئوقنىڭ سۈرئىتىگە باراۋەر كېلىدۇ.

گازلارنىڭ بېسىمى ئاتموسفېرا بېسىمى ئۆزىدىكى جىسىملارنىڭ سىرتقى يۈزىگە قارىتا بېسىم چۈشۈرىدۇ، ئۇنداق بولسا قاچىدىكى گازلارمۇ قاچا دىۋارىغا قارىتا بېسىم چۈشۈرەمدۇ؟

ئەينەك قاپقا ھاۋا بەك كۆپ توشقۇزۇلمىغان ھاۋا شارى قويۇلغان (12. 33 ـ رەسىم). توپ قېپىمۇ توپتىكى گاز بېسىملارنىڭ تەسىرىگە ئۇچرامدۇ؟ گاز ناسوسى ئارقىلىق ئەينەك قاپتىكى ھاۋانى تارتىپ چىقىرىش جەريانىدا، ھاۋا شارىنىڭ ئۇزلۇكسىز كېڭىيىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. بۇ، شارىدىكى ھاۋانىڭ ھەقىقەتەن شار قېپىغا قارىتا ئېچىدىن سىرتقا قارىتا بولغان بېسىم تەسىرىنى چۈشۈرىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ ، پەقەت ئاتموسفېرالا يەنە گاز شارىنىڭ سىرتىدىن ئېچىگە قارىتا بولغان بېسىم تەسىرى چۈشۈرىدىغانلىقى ئۈچۈن، ئادەتتە گاز شارى يېرىلىپ كەتمەيدۇ.



12. 33 ـ رەسىم. ھاۋانى تارتقاندا، ھاۋا شارىنىڭ ئۇزلۇكسىز كېڭىيىشى

بىز ئېيتقۇاتقان گازنىڭ بېسىمى بولسا، گازنىڭ قاچا دىۋارىغا نىسبەتەن بېسىمنى كۆرسىتىدۇ.

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، بېسىمنىڭ بىرلىكى **پاسكال**، خەلقئارالىق بەلگىسى Pa.

گاز بېسىمىنىڭ مىكرولۇق مەنىسى يامغۇر تامچىلىرى كۈنلۈككە ئۇرۇلۇپ، كۈنلۈك يۈزىگە ئىمپۇلسلىق كۈچىنى چۈشۈرىدىغانلىقىنى بىزگە مەلۇم. يەككە بىر تال يامغۇر تامچىسىنىڭ كۈنلۈككە چۈشۈرىدىغان ئىمپۇلسلىق كۈچى بىرەمىلىك بولىدۇ. ئەمما زور مىقدارىدىكى زىچ يامغۇر تامچىلىرى ئارقا ـ ئارقىدىن كۈنلۈك يۈزىگە ئۇرۇلغاندا، كۈنلۈك يۈزىدە ئۇزلۇكسىز ھەم تەكشى بولغان بېسىم كۈچىنى شەكىللەندۈرىدۇ (12. 34 ـ رەسىم). يامغۇر تامچىلىرىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيسى قانچە چوڭ، قانچە زىچ بولسا، ھاسىل قىلىدىغان بېسىم كۈچىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ، ئوخشاشلا، يەككە بىر تال مولېكۇلىنىڭ قاچا دىۋارىغا چۈشۈرىدىغان ئىمپۇلسلىق كۈچىمۇ بىرەمىلىك بولىدۇ، ئەمما كۆپلىگەن مولېكۇلىلار قاچا دىۋارىغا تەكرار سوقۇلغاندا، قاچا دىۋارىغا قارىتا ئۇزلۇكسىز ھەم تەكشى بولغان بېسىم كۈچىنى ھاسىل قىلىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن مولېكۇلىلار ھەرىكەت نەزەرىيىسىدىن قارىغاندا، گازنىڭ بېسىمى كۆپ مىقدارىدىكى گاز مولېكۇلىلىرى تەسىرىدە قاچا دىۋارىنىڭ بىرلىك يۈزىگە چۈشكەن ئوتتۇرىچە تەسىر كۈچىتىن ئىبارەت بولىدۇ. ھېسابلاش ئارقىلىق، ئۆلچەملىك ئەھۋالدا $1cm^3$ گازدا 2.7×10^{19} دانە مولېكۇلىنىڭ بارلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. بۇنىڭدىن قاچا


34.21 ـ رەسىم

دۇارىنىڭ بىرلىك يۈزىگە سېكۇنتىغا ناھايىتى كۆپ مولېكۇلىلارنىڭ سوقۇلىدىغانلىقىنى قىياس قىلىش تەس ئەمەس. كۆپلىگەن مولېكۇلىلارنىڭ قاچا دىۋارىغا ئۇزلۇكسىز سوقۇلۇپ، قاچا دىۋارىغا نىسبەتەن ئۇزلۇكسىز بېسىم كۈچىنى ھاسىل قىلالايدىغانلىقى ئەجەبلىنەرلىك ئىش ئەمەس. گاز بېسىمىنىڭ ھاسىل بولۇشىنى تەجرىبە ئارقىلىق تەقلىد قىلىشقا بولىدۇ.

تەجرىبە

كىچىك شاركلارنى ھاۋا مولېكۇلىسى مودېلى قىلىپ، ئۇلارنى ئىستاكانغا قاچىلايمىز ھەمدە ئېلېكترونلۇق تارازىنىڭ ئۈستى تەرىپىدىن 5cm ئېگىزلىكتىن 1 دانە شاركىنى تارازىنىڭ ئۈستىگە تاشلايمىز. نەتىجىدە تارازىنىڭ كۆرسەتكۈچ سانلىرىدا ئۆزگىرىش بولمايدۇ. يەنە ئوخشاش ئېگىزلىكتىن 100 تال ياكى ئۇنىڭدىنمۇ كۆپرەك بولغان شاركلارنى تارازىنىڭ ئۈستىگە تۆكسەك (12. 35 ـ رەسىم)، تارازا كۆرسەتكەن سانلاردا ئۆزگىرىش بولىدۇ، بۇ، كۆپلىگەن شاركلار تارازا يۈزىگە سوقۇلغاندا تارازىدا ئۇزلۇكسىز ھەم تەكشى بولغان بېسىم كۈچى ھاسىل قىلىدۇ. بىرلىك ۋاقىتتا سوقۇلغان شاركلار سانى قانچە كۆپ بولسا، تارازىدا ھاسىل قىلىدىغان بېسىم كۈچىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.



12. 35 ـ رەسىم

ئەگەر مۇشۇ شاركلارنى تېخىمۇ ئېگىزرەك ئورۇندىن تارازىنىڭ ئۈستىگە چۈشۈرسەك، تارازىنىڭ كۆرسەتكەن بېسىم كۈچى سانىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. بۇ، شاركلارنىڭ ھەربىرىنىڭ ئېنېرگىيىسى قانچە چوڭ بولسا، تارازىدا ھاسىل قىلىدىغان بېسىم كۈچىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

يۇقىرىدا بايان قىلىنغان تەجرىبە ئارقىلىق شۇنى پەرەز قىلىشقا بولىدۇكى، مىكرولۇق نۇقتىدىن قارىغاندا، گاز بېسىمىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەربىرىنىڭ ئېنېرگىيىسى بىلەن مولېكۇلىلارنىڭ زىچلىق دەرىجىسىگە مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ئوتتۇرىچە ھەربىرىنىڭ ئېنېرگىيىسى قانچە چوڭ بولسا، مولېكۇلىلار قاچا دىۋارىغا سوقۇلغاندا قاچا دىۋارىغا نىسبەتەن ھاسىل قىلىدىغان تەسىر كۈچىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. بىرلىك ماسسىدىكى گازنىڭ ھەجمى قانچە كىچىك بولسا، مولېكۇلىلار شۇنچە زىچ بولىدۇ. دېمەك، گازلارنىڭ بېسىمى ھەجمىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ.



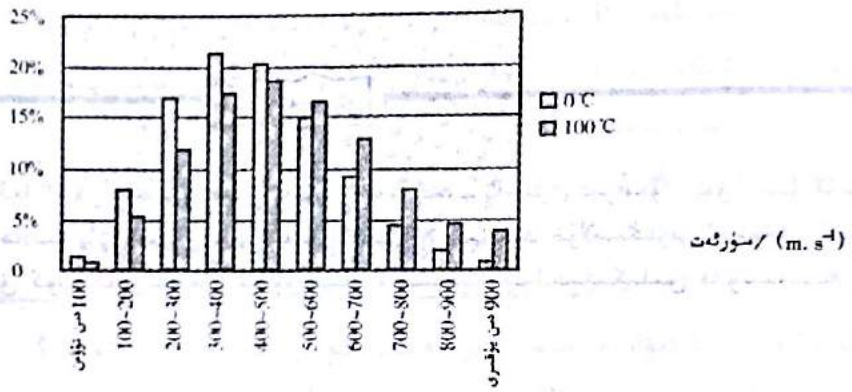
گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ سۈرئىتى ۋە ستاتىستىكىلىق قانۇنىيەت

ئادەتتىكى تېمپېراتۇرىدا، كۆپ سانىدىكى گاز مولېكۇلىلىرى ھەرىكىتىنىڭ سۈرئىتى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ. تۆۋەندىكى جەدۋەلدە 0℃ ۋە 100℃ چاغدا ھەرخىل سۈرئەتكە ئىگە ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرى ئىگىلىگەن پىرسەنت بېرىلگەن، مەسىلەن، 0℃ تا سۈرئىتى 300m / s بىلەن 400m / s ئارىلىقىدا بولغان ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرى 21.4% نى ئىگىلىگەن.

0℃ بىلەن 100℃ بولغاندا ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرى سۈرئىتىنىڭ تەقسىملىنىشىدىن شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى، تېمپېراتۇرا يۇقىرىراق بولغاندا، سۈرئىتى چوڭراق مولېكۇلىلارنىڭ ئىگىلىگەن نىسبىتى يۇقىرىراق، سۈرئىتى كىچىكرەك مولېكۇلىلارنىڭ ئىگىلىگەن نىسبىتى كىچىكرەك بولىدۇ. بىز ئادەتتە ئېيتىۋاتقان «تېمپېراتۇرا قانچە يۇقىرى بولسا، مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى شۇنچە جىددىي بولىدۇ» دېگەننىڭ مەنىسى شۇنىڭدىن ئىبارەت.

بىز يەنە شۇنى كۆرەلەيمىزكى، گەرچە تېمپېراتۇرا يۇقىرىراق بولسىمۇ، ئەمما ئاز ساندىكى بەزى مولېكۇلىلارنىڭ سۈرئىتى 100m / s تىن تۆۋەنرەك بولىدۇ. قايسى مولېكۇلىنىڭ قانداق پەيتتە چوڭراق سۈرئەتكە ئىگە بولىدىغانلىقىغا كەلسەك، بۇ پۈتۈنلەي تاسادىپىي بولىدۇ. لېكىن، بەلگىلىك تۈردىكى كۆپلىگەن مولېكۇلىلارغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، تېمپېراتۇرا بەلگىلىك بولغاندا، بەلگىلىك سۈرئەت دائىرىسىدىكى مولېكۇلىلار سانىدا ئىگىلىگەن پىرسەنت بەلگىلىك بولىدۇ، بۇ خىل قانۇنىيەت ستاتىستىكىلىق قانۇنىيەت دەپ ئاتىلىدۇ.

ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرى سۈرئىتىنىڭ تەقسىملىنىشى



12. 36 ـ رەسىم. ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى. ئاقراق تۈۋرۈكچىنىڭ ئېگىزلىكى0℃ چاغدىكى سۈرئەتنىڭ ماس سانلىق قىممەت دائىرىسىدىكى مولېكۇلىلار سانى ئىگىلىگەن پىرسەنتنى ئىپادىلەيدۇ، قېنىقراق تۈۋرۈكچە100℃ چاغدىكى ئىگىلىگەن پىرسەنتنى ئىپادىلەيدۇ، بۇلارنىڭ ھەممىسى «ئوتتۇرىسىدا كۆپ، ئىككى بېشىدا ئاز بولۇش» تەك تەقسىملىنىش قانۇنىيىتى ئىپادىلەنگەن.

ئوكسىگېن مولېكۇلىلىرى سۈرئىتىنىڭ تەقسىملىنىشى

سۈرئەت / (m. s⁻¹)	ھەرقايسى سۈرئەت دائىرىسىدىكى مولېكۇلىلار سانىنىڭ ئومۇمىي مولېكۇلىلار سانىدا ئىگىلىگەن پىرسەنتى	
	0℃	100℃
100 دىن تۆۋەن	1. 4%	0. 7%
100~200	8. 1%	5. 4%
200~300	17. 0%	11. 9%
300~400	21. 4%	17. 4%
400~500	20. 4%	18. 6%
500~600	15. 1%	16. 7%
600~700	9. 2%	12. 9%
700~800	4. 5%	7. 9%
800~900	2. 0%	4. 6%
900 دىن يۇقىرى	0. 9%	3. 9%

ستاتستكىلىق قانۇنىيەتنى ھەر جايدا ئۇچراتقىلى بولىدۇ. مەسىلەن، قىزىلئۆڭگەچ راكىدىن ئىبارەت بۇ خىل قەبىھ ئۆسمىدە بىر قەدەر كۆپ ئۇچرايدۇ، بىراق بىز قايسى ئادەمدە كېسەللىكى گىرىپتار بولىدىغانلىقىنى بىلەلمەيمىز. لېكىن كۆپلىگەن ئادەملەرگە قارىتا ستاتىستىكىلىق تەھلىل يۈرگۈزگەندە، شۇ نەرسە ئېنىق ئىپادىلەندىكى، خېنەن ئۆلكىسىنىڭ مەلۇم ناھىيىسىدە قىزىلئۆڭگەچ راكىغا گىرىپتار بولۇش نىسبىتى باشقا رايونلاردا گىرىپتار بولغانلاردىن كۆپ يۇقىرى بولغان، بۇ، شۇ جايىنىڭ مۇھىتى ياكى مەلۇم خىل تۇرمۇش ئادەتلىرىنىڭ بۇ خىل كېسەللىكنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشىنىڭ سەۋەبىگە مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلىدى. تەكشۈرۈشلەر ئارقىلىق يەرلىك كىشىلەرنىڭ يىسىۋىلەكنى پىشۇرغاندىن كېيىن، ئۇنى ئىشتىھال بىلەن ئىستېمال قىلىدىغانلىقىنى، «ئاچا سەي» گە ئايلاندۇرۇپ، ئاندىن يېيىشكە ئامراق ئىكەن، بۇ خىل «ئاچا سەي» نىڭ ئىستېمال مىقدارى باشقا رايونلارنىكىدىن كۆپ يۇقىرى ئىكەنلىكى بايقالغان، بۇ، ئېھتىمال ئېچىتقاندا شالغۇت باكتېرىيىلەر ھاسىل قىلغان زەھەرلەر راكنى ھاسىل قىلغان بولۇشى مۇمكىن، يەرلىك ئاممىغا تەربىيە ئىشلەش ئارقىلىق ئوزۇقلىنىش ئادىتىنى ئۆزگەرتكەندىن كېيىن، قىزىلئۆڭگەچ راكىنىڭ پەيدا بولۇش نىسبىتى روشەن ھالدا تۆۋەنلىگەن.

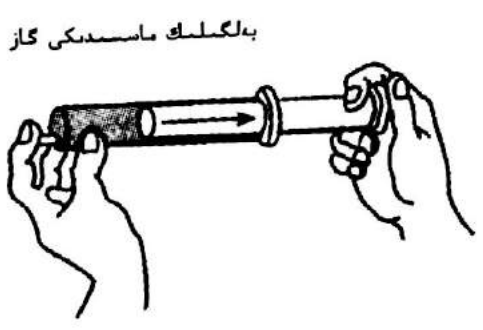
7 ـ مەشىق

(1) ئېغىزلىقىنى يوقاتقان ئەھۋالدا گازلار قاچا دۇئارىغا نىسبەتەن يەنە بېسىم تەسىرى بېرەمدۇ ـ يوق؟ سىز قانداق پرىنسىپقا ئاساسەن خۇلاسە چىقاردىڭىز؟ قانداق ھادىسە ياكى قانداق تەجرىبە ئارقىلىق ئۆزىڭىزنىڭ خۇلاسىڭىزنى ئىسپاتلىيالايسىز؟

(2) مىسال كەلتۈرۈش ئارقىلىق كۆپ كۆرۈلىدىغان مەلۇم خىل ھادىسىدىن ستاتىستىكىلىق قانۇنىيەتنىڭ كۆرۈلۈشىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەمسىز؟

§9 . گازنىڭ بېسىمى، ھەجمى ۋە تېمپېراتۇرىسى ئارىسىدىكى مۇناسىۋەتلەر

گازنىڭ بېسىمى بىلەن ھەجمىنىڭ مۇناسىۋىتى گازنىڭ بېسىمى ئۇنىڭ ھەجمىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. بارماق بىلەن شىپرىسىنىڭ ئالدىدىكى تۆشۈكچىنى ئېتىۋالغاندا، شىپرىسىنىڭ ئەينەك نەيچىسىدە بەلگىلىك ماسسىدىكى ھاۋا قاپسىلىپ قالىدۇ. ئالدى بىلەن شىپرىسىنى ئەينەك نەيچىگە ئىتتىرىپ، نەيچىدىكى ھاۋانىڭ ھەجمىنى كىچىكلىتىپ، ئاندىن كېيىن شىپرىسىنى سىرتقا تارتىپ، نەيچىدىكى ھاۋانىڭ ھەجمىنى چوڭايتقاندا، نەيچىدىكى ھاۋانىڭ بارماققا نىسبەتەن بېسىم كۈچىدە ئۆزگىرىش بولىدۇ (12. 37 ـ رەسىم)، شۇنى ھېس قىلىشقا بولىدۇكى، ھەجىم كىچىكلىگەندە، بېسىم چوڭىيىدۇ، ھەجىم چوڭايغاندا، بېسىم كىچىكلەيدۇ.



A: گازنىڭ ھەجمى كىچىكلىگەندە، بېسىمى چوڭىيىدۇ



B: گازنىڭ ھەجمى چوڭايغاندا، بېسىمى كىچىكلەيدۇ

37.12 ـ رەسىم

گاز مولېكۇلىلىرى ئىسسىقلىق ھەرىكىتى نەزەرىيىسىگە ئاساسلانغاندا، گازلارنىڭ قاچا دىۋارىغا نىسبەتەن بېسىم كۈچى مولېكۇلىلارنىڭ قاچا دىۋارىغا سوقۇلۇشىدىن ھاسىل بولغان. گازنىڭ ھەجمى قانچە كىچىك بولسا، مولېكۇلىلار شۇنچە زىچ بولىدۇ ـ دە، بەلگىلىك ۋاقىتتا قاچىنىڭ بىرلىك يۈزىگە سوقۇلىدىغان مولېكۇلىلارنىڭ سانىمۇ شۇنچە كۆپ، گازنىڭ بېسىمىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

گازلارنىڭ ھەجمى، بېسىمى ۋە تېمپېراتۇرىسىنىڭ مۇناسىۋىتى گازلارنىڭ ھەجمى تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. تېمپېراتۇرا ئۆرلىگەندە، ھەجمى چوڭىيىدۇ، مانا بۇ ئادەتتە ئېيتىلىۋاتقان «ئىسسىقتىن كېڭىيىپ، سوغۇقتىن تارىيىش» تىن ئىبارەت.

گازلارنىڭ بېسىمىمۇ تېمپېراتۇرىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. قاتتىق ئىسسىق ياز كۈنلىرى يېتەرلىك يەل بېرىلگەن ۋېلىسىپىت بالونۇنى قۇياش نۇرىدا بەزىدە يېرىلىپ كېتىدۇ، بۇ، بالوندىكى گازلارنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلەپ، بېسىمى ئاشقانلىقىدىن كېلىپ چىقىدۇ.

گازلارنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەندە بېسىمى ئېشىش ھادىسىسى، ئىشلەپچىقىرىش تېخنىكىسىدا ناھايىتى كۆپ قوللىنىلىدۇ. مەسىلەن، ئاپتوموبىل، تراكتورلارنىڭ ئىچىدىن يانىدىغان دۈمگاتىللىرى گازلارنىڭ تېمپېراتۇرىسى جىددىي ئۆرلىگەندىن كېيىن بېسىمى ئېشىش پرىنسىپىدىن پايدىلىنىپ، سىلىندىردىكى پورشېنىنى ئىتتىرىش ئارقىلىق ئىش ئىشلەيدۇ.

گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى نەزەرىيىسىگە ئاساسلانغاندا، گازلارنىڭ ھەجمى ئۆزگەرمىگەندە، مولېكۇلىلارنىڭ زىچلىق دەرىجىسىمۇ ئۆزگەرمەيدۇ. تېمپېراتۇرا ئۆرلىگەندە، مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى جىددىيلىشىدۇ ـ دە، مولېكۇلىلارنىڭ ئوتۇرىچە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ. بۇنىڭ بىلەن قاچا دىۋارىغا سوقۇلغاندا، قاچا دىۋارىغا نىسبەتەن تەسىر كۈچى چوڭىيىدۇ، شۇڭا گازلارنىڭ بېسىمى ئاشىدۇ. مانا بۇ، «تېمپېراتۇرا ئۆرلىگەندە، بېسىمى ئاشىدۇ» نىڭ مىكرولۇق چۈشەندۈرۈلۈشىدىن ئىبارەت.

8 ـ مەشىق

(1) مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى نۇقتىئىنەزىرىدىن پايدىلىنىپ، تۆۋەندىكى ھادىسىلەرنى چۈشەندۈرۈڭ.

① بەلگىلىك ماسسىدىكى گازنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆزگەرمىگەندە، ھەجمى قانچە كىچىك بولسا، بېسىمى شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

② بەلگىلىك ماسسىدىكى گازنىڭ ھەجمى ئۆزگەرمىگەندە، تېمپېراتۇرىسى قانچە يۇقىرى بولسا، بېسىمى شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

(2) بەلگىلىك ماسسىدىكى گازنىڭ بېسىمى ئۆزگەرمەي، تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەندە ھەجمىمۇ ئاشىدۇ، مۇشۇنىڭغا دائىر ئەمەلىي مىسالدىن بىرنى كەلتۈرۈڭ ھەمدە مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى نۇقتىئىنەزىرىگە ئاساسەن بۇ ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

*(1) كرىستال بىلەن ئاموروف جىسىم ھەم مونو كرىستال بىلەن پولى كرىستاللار سىرتقى شەكىل، فىزى
كىلىق خۇسۇسىيەت جەھەتتىن قانداق ئوخشىماسلىققا ئىگە؟
*(2) كرىستالنىڭ مىكرولۇق تۈزۈلۈشى قانداق بولىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن كرىستاللار تەرتىپلىك سىرتقى شە
كىلگە ۋە ئائىزوترپسىلىككە ئىگە بولىدۇ؟
*(3) نېمە ئۈچۈن سۇيۇقلۇقنىڭ سىرتقى يۈزى تارىيىشقا يۈزلىنىدۇ؟
*(4) يۇقۇش دېگەن نېمە؟ يۇقماسلىق دېگەن نېمە؟
*(5) كاپىلىيارلىق ھادىسىسى دېگەن نېمە؟ نېمە ئۈچۈن كاپىلىيارلىق ھادىسىسى يۈز بېرىدۇ؟
*(6) سۇيۇق كرىستال ھالەتتىكى ماددىلار قانداق ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە؟
*(7) مۇقىم ئېقىش دېگەن نېمە؟ بېرنۇللى تەڭلىمىسى ئاقار جىسىملارنىڭ بېسىمى بىلەن ئېقىش تېزلى
كىنىڭ قانداق مۇناسىۋىتى بارلىقىنى بايان قىلىپ بەردى؟
*(8) تۇربۇلېنتلىق ئېقىش ھادىسىسى دېگەن نېمە؟
(9) گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ ھەرىكىتى قانداق ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە؟ گاز بېسىمىنىڭ مىكرولۇق مەنىسى
نېمىدىن ئىبارەت؟
(10) گازنىڭ ھەجمى، بېسىمى ۋە تېمپېراتۇرىسى ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت بار؟ گاز مولېكۇلىلىرىنىڭ
ئىسسىقلىق ھەرىكىتى نۇقتىئىنەزەردىن پايدىلىنىپ، گازنىڭ بېسىمى ھەجمى ۋە تېمپېراتۇرىسىنىڭ مۇناسى
ۋىتىنى قانداق چۈشەندۈرۈش كېرەك؟

كۆنۈكمە

*(1) ئاسفالت ياتقۇزۇلغان يوللار قىشتا قېتىپ، يازدا يۇمشاپ قالىدۇ. ئۇنداق بولسا ئاسفالت كرىستال ماتېرىيالمۇ ياكى ئا
موروف جىسىم ماتېرىيالمۇ؟
*(2) ئېغىرلىقىنى يوقاتقان ھالەتتە تۇرغان ئالەم كېمىسىدىكى چوڭ بىر تامچە سۇ قانداق شەكىلدە ئىپادىلىنىدۇ؟
*(3) ئادەم سۇدا چۆكۈپ تۇرغاندا، چاچلىرى چېچىلىپ تۇرىدۇ، نېمە ئۈچۈن ئادەم سۇدىن چىققان ھامان چاچلىرى چاپلىشىپ
قالىدۇ؟
*(4) كىچىك بىر پارچە ئەينەكنى موچىندا قىسىپ تۇرۇپ، ئىسپىرت لامپىسىدا قىزىتىپ (12. 38 ـ رەسىم A)، ئېرىتقاندىن
كېيىن، موچىننى ئېچىۋەتسەك، ئەينەك قېتىپ، كىچىك بىر شارچىغا ئايلىنىپ قالىدۇ (12. 38 ـ رەسىم B)، ئۇ ئارقىلىق بىر
ئاددىي مىكروسكوپ ياساشقا بولىدۇ. ئېرىگەن ئەينەك نېمە ئۈچۈن شار شەكلىدە بولۇپ قالىدۇ؟
(5) بالونغا يەل بېرىلگەندە، بالوندىكى گازنىڭ بېسىمى بىلەن ھەجمى چوڭىيىدۇ، مولېكۇلىلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتى
نۇقتىئىنەزەرىگە ئاساسەن بۇ ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.

ئون ئۇچىنچى باب. ئېلېكتر مەيدانى



§1 . زەرەت، كۈلون قانۇنى

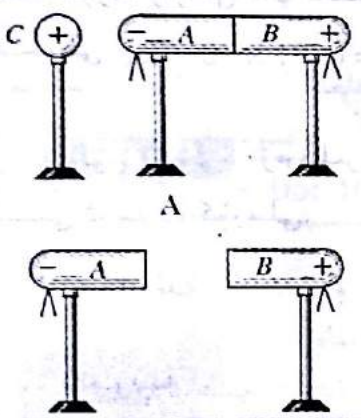
زەرەت، زەرەتلەرنىڭ ساقلىنىشى تەبىئەتتە مۇسبەت زەرەت بىلەن مەنپىي زەرەتتىن ئىبارەت ئىككى خىللا زەرەت مەۋجۇت. ئوخشاش خىلدىكى زەرەتلەر ئۆزئارا تېپىشىدۇ، ئوخشىمايدىغان خىلدىكى زەرەتلەر ئۆزئارا تارتىشىدۇ. زەرەتنىڭ ئاز ـ كۆپلۈكى زەرەت مىقدارى دەپ ئاتىلىدۇ. ئادەتتە مۇسبەت زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى مۇسبەت سان بىلەن، مەنپىي زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى مەنپىي سان بىلەن ئىپادىلىنىدۇ.

سۇركەش ئۇسۇلى ئارقىلىق جىسمنى زەرەتلىگىلى بولىدۇ. يېپەككە سۇركەلگەن ئەينەك تاياقچە مۇسبەت زەرەت بىلەن زەرەتلىنىدۇ، تېرىگە سۇركەلگەن قاتتىق كاۋچۇك تاياقچە مەنپىي زەرەت بىلەن زەرەتلىنىدۇ. تولۇق-سىز ئوتتۇرا مەكتەپتە بىز سۇركەشتىن زەرەتلىنىشنىڭ سەۋەبىنى تەھلىل قىلىپ ئۆتتۇق. سۇركەش ئارقىلىق زەرەتلىنىشتە، بىر جىسىم بىر قىسىم ئېلېكترونلىرىنى يوقىتىپ قويۇپ مۇسبەت زەرەت بىلەن زەرەتلىنىدۇ، يەنە بىر جىسىم بۇ ئېلېكترونلارغا ئېرىشىپ مەنپىي زەرەت بىلەن زەرەتلىنىدۇ.سۇركەش ئارقىلىق زەرەتلەشتە زەرەتلەر يارىتىلغان بولماستىن، بەلكى جىسىمدىكى مۇسبەت ـ مەنپىي زەرەتلەر ئايرىلىپ، ئېلېكترونلار بىر جىسىمدىن يەنە بىر جىسىمغا يۆتكەلگەن بولىدۇ.

ئېلېكتروستاتىك (تىنچ ئېلېكتر) ئىندۇكسىيە ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپمۇ جىسمنى زەرەتلىگىلى بولىدۇ، ئەمدى تۆۋەندىكى تەجرىبىگە قاراپ بايقايلى.

تەجرىبە

ئىزولياتسىيىلىك تېرەك بىلەن تېرەلگەن بىر جۈپ مېتال ئۆتكۈزگۈچ A بىلەن Bنى بىر ـ بىرىگە تېگىشتۈرىمىز. دەسلەپتە ئۇلار زەرەتسىز بولۇپ، ئۇ-لارنىڭ تۆۋەنكى قىسمىغا چاپلانغان مېتال ياپراقچە يېپىق تۇرىدۇ. ئەمدى مۇسبەت زەرەتلىك شارچە C نى ئۆتكۈزگۈچ A غا يېقىنلاشتۇرساق، A، Bلار-دىكى مېتال ياپراقچىلار ئېچىلىپ، A، Bلارنىڭ زەرەتلەنگەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ (1.13 ـ رەسىم A) . تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى: ئۆتكۈزگۈچ A مەن-پىي زەرەتلىنىپ، C دىكى زەرەت بىلەن ئوخشىمىغان ئالامەتلىك بولىدۇ؛ ئۆتە-كۈزگۈچ B مۇسبەت زەرەت بىلەن زەرەتلىنىپ، C دىكى زەرەت بىلەن ئوخشاش ئالامەتلىك بولىدۇ.



1.13 ـ رەسىم. ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيە

ئەگەر ئالدى بىلەن A بىلەن B نى ئايرىۋېتىپ، ئاندىن C نى يۆتكە-ۋەتسەك، A بىلەن Bنىڭ يەنىلا زەرەتكە ئىگە ئىكەنلىكىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. (1.13 ـ رەسىم B). ئەگەر يەنە A بىلەن B نى تېگىشتۈرسەك، ئۇلار يەنە زەرەتكە ئىگە بولمايدۇ، بۇ، A بىلەن B نى ئايرىۋەتكەندە زەرەتلەنگەن ئوخشىمايدىغان زەرەتلەرنىڭ تەڭ مىقدارلىق بولۇپ، قايتا تېگىشتۈرگەندە، تەڭ مىقدار-دىكى ئوخشىمايدىغان زەرەتلەرنىڭ نېيترالىشىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ.

زەرەتنى زەرەتسىز ئۆتكۈزگۈچكە يېقىنلاشتۇرساق، ئۆتكۈزگۈچنى زەرەتلىگىلى بولىدۇ، بۇنداق ھادىسە **ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيە** دەپ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيىدىن پايدىلىنىپ جىسمنى زەرەتلەش **ئىندۇكسىيىلىك زەرەتلەش** دەپ ئاتىلىدۇ. زەرەتلىك شارچە C نى مېتال ئۆتكۈزگۈچ A بىلەن B غا يېقىنلاش-تۇرغاندا، ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن ئېلېكترونلارنى ئۆزىگە تارتىپ كېتىدۇ، شۇڭا ئۆتكۈزگۈچ A بىلەن B تەڭ

مىقداردىكى ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتلەر بىلەن زەرەتلىنىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك زەرەتلەشتە زەرەت يارىتىلمايدۇ. بەلكى جىسىمدىكى مۇسبەت ـ مەنپىي زەرەتلەر ئايرىۋېتىلىپ، زەرەتلەرنى جىسىمنىڭ بىر قىسمىدىن يەنە بىر قىسمىغا يۆتكەيدۇ.

كۆپلىگەن پاكىتلار شۇنى چۈشەندۈرىدۇكى، زەرەتلەرنى ھەم يارانقىلى بولمايدۇ، ھەم يوقاتقىلى بولمايدۇ، ئۇلار پەقەت بىر جىسىمدىن ئىككىنچى بىر جىسىمغا يۆتكىلىدۇ ياكى جىسىمنىڭ بىر قىسمىدىن يەنە بىر قىسمىغا يۆتكىلىدۇ. يۆتكىلىش جەريانىدا زەرەتلەرنىڭ ئومۇمىي مىقدارى ئۆزگەرمەيدۇ. بۇ خۇلاسە زەرەتلەرنىڭ ساقلىنىش قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ فىزىكىدىكى مۇھىم ئاساسىي قانۇنلارنىڭ بىرى.

ئېلىمېنتار زەرەت ئېلېكترون بىلەن پروتون تەڭ مىقداردىكى ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتلەر بىلەن زەرەتلەنگەن بولۇپ، زەرەت مىقدارى $e = 1.60 \times 10^{-19}\mathrm{C}$ بولىدۇ. تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، زەرەتلىك بارلىق جىسىملارنىڭ زەرەت مىقدارلىرىنىڭ ھەممىسى زەرەت مىقدارى e نىڭ پۈتۈن سانلىق ھەسسىسىگە تەڭ بولىدۇ. شۇڭا زەرەت مىقدارى e ئېلىمېنتار زەرەت دەپ ئاتىلىدۇ.

زەرەت مىقدارى e نىڭ سانلىق قىممىتىنى ئەڭ بالدۇر ئامېرىكا ئالىمى مىللىكىن (1868 ~ 1953) تەجرىبە ئارقىلىق ئۆلچەپ چىققان. مىللىكىن تەجرىبىسىدىن كېيىن، كىشىلەر يەنە نۇرغۇن تەجرىبىلەرنى ئىشلەپ، زەرەت مىقدارى e نى تېخىمۇ توغرا ئۆلچەپ چىققان. ھازىر ئۆلچەپ ئېرىشىلگەن ئېلىمېنتار زەرەتنىڭ ئېنىق قىممىتى مۇنداق:

$$e = (1.602\ 177\ 33 \pm 0.000\ 000\ 49) \times 10^{-19}\mathrm{C}$$

ئادەتتە مۇنداق ئېلىنىدۇ:

$$e = 1.60 \times 10^{-19}\mathrm{C}$$

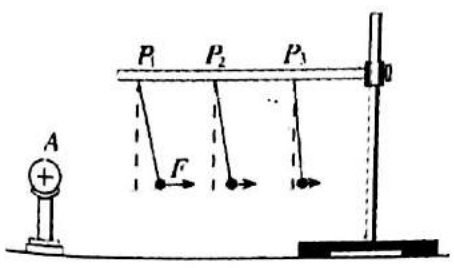
ئېلېكترونىنىڭ زەرەت مىقدارى e نىڭ ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى m_e غا بولغان نىسبىتى ئېلېكترونىنىڭ سېلىشتۇرما زەرىتى دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر فىزىكىلىق تۇراقلىق مىقدار. ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى $m_e = 0.91 \times 10^{-30}\mathrm{kg}$ بولۇپ، ئېلېكترونىنىڭ سېلىشتۇرما زەرىتى

$$\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11}\mathrm{C/kg}$$

كۆلون قانۇنى زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ نېمىلەرگە مۇناسىۋەتلىك؟ ئەمدى تۆۋەندىكى تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرەيلى.

تەجرىبە

مۇسبەت زەرەتلىك بىر جىسىمنى A ئورۇنغا قويۇپ، ئاندىن كېيىن يېپەك يېپقا ئېسىلغان مۇسبەت زەرەتلىك بىر شارچىنى ئىلگىرى ـ كېيىن بولۇپ P_1 ، P_2 ، P_3 قاتارلىق ئورۇنلارغا ئېسىپ (2.13 ـ رەسىم)، شارچىلارنىڭ ئوخشىمىغان ئورۇنلاردا ئۇچرىغان ئېلېكتر كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى يېپەك يېپىنىڭ ۋېرتىكال يۆنىلىشتىن ئېغىش مىقدارى بۇلۇڭى ئارقىلىق كۆرسىتىشكە بولىدۇ. ئېغىش بۇلۇڭى قانچە چوڭ بولسا، بۇ، شارچە ئۇچرىغان ئېلېكتر كۈچىنىڭ شۇنچە چوڭ ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.



2.13 ـ رەسىم

شارچىلارنى ئوخشاش ئورۇنغا ئېسىپ، ئۇلارنىڭ زەرەت مىقدارلىرىنى ئاشۇرۇش ياكى ئازايتىش ئارقىلىق، شارچىلار ئۇچرىغان ئېلېكتر كۈچىنىڭ ئۆزگىرىشىنى سېلىشتۇرۇپ چىقىمىز.

تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ زەرەت مىقدارىنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ چوڭىيىپ، ئازىلىقنىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ كىچىكلەيدۇ.

فرانسىيە فىزىكا ئالىمى كۇلون (1806—1736) تەجرىبە ئارقىلىق زەرەتلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان ئېلېكتر كۈچىنى تەتقىق قىلىپ، 1785 ـ يىلى تۆۋەندىكى قانۇنىيەتنى بايقىغان:

ۋاكۇئۇمدىكى ئىككى نۇقتىۋى زەرەت ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان ئېلېكتر كۈچى ئۇلاردىكى زەرەت مىقدارلىرىنىڭ كۆپەيتمىسىگە ئوك تاناسىپ، ئۇلار ئارىسىدىكى ئازىلىقنىڭ كۋادراتىغا تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ، تەسىر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بۇلارنى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقتا بولىدۇ.

بۇ قانۇنىيەت كۇلون قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ. زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىرلىشىدىغان بۇنداق ئېلېكتر كۈچى ئېلېكتروستاتىك (تىنچ ئېلېكترلىك) كۈچ ياكى كۇلون كۈچى دەپ ئاتىلىدۇ. كۇلون قانۇنىدا سۆزلەنگەن نۇقتىۋى زەرەت نېمىنى كۆرسىتىدۇ؟ ئەگەر زەرەتلىك جىسىملار ئارىسىدىكى ئازىلىق ئۇلارنىڭ ئۆزلىرىنىڭ چوڭلۇقىدىن كۆپ چوڭ بولۇپ، زەرەتلىك جىسىملارنىڭ شەكلى ۋە چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئۆزئارا تەسىر كۈچىگە بولىدىغان تەسىرىنى ئېتىبارغا ئالمىسىمۇ بولىدىغان چاغدا، بۇنداق زەرەتلىك جىسىملارنى نۇقتىۋى زەرەت دەپ قاراشقا بولىدۇ.

ئەگە Q_1، Q_2 لەر بىلەن ئىككى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارىنى، r بىلەن ئۇلار ئارىسىدىكى ئازىلىقنى، F بىلەن ئۇلار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچىنى ئىپادىلىسەك، كۇلون قانۇنىنىڭ فورمۇلىسى تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$F = k\frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

كۇلون قانۇنىنىڭ فورمۇلىسى

$Q = Q = e$

فورمۇلىدىكى k بىر تۇراقلىق مىقدار بولۇپ، ئېلېكتروستاتىك كۈچ تۇراقلىقى دەپ ئاتىلىدۇ. خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا زەرەت مىقدارىنىڭ بىرلىكى كۇلون بولۇپ، ئۇنىڭ بەلگىسى C . ئەگەر يۇقىرىقى فورمۇلىدىكى ھەرقايسى فىزىكىلىق مىقدارلارنىڭ ھەممىسى ئۇچۇن خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدىكى بىرلىك ئىشلىتىلسە، يەنى زەرەت مىقدارىنىڭ بىرلىكى ئۇچۇن C، كۈچنىڭ بىرلىكى ئۇچۇن N ، ئازىلىقنىڭ بىرلىكى ئۇچۇن m قوللىنىلسا، تەجرىبىگە ئاساسەن $k = 9.0 \times 10^{9}\ \mathrm{N.m^2/C^2}$ گە ئېرىشكىلى بولىدۇ.

نۇقتىۋى زەرەتمۇ ئىدېئاللاشتۇرۇلغان بىر خىل فىزىكىلىق مودېل

كۇلون قانۇنى ئېلېكتروماگنىتىزمنىڭ ئاساسىي قانۇنلىرىنىڭ بىرى، كۇلون قانۇنى گەۋدىلەندۈرگىنى گەرچە نۇقتىۋى زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك كۈچ بولسىمۇ، ئەمما ھەرقانداق زەرەتلىك بىر جىسىمنى نۇرغۇن نۇقتىۋى زەرەتلەردىن تەشكىل تاپقان دەپ قاراشقا بولىدۇ، شۇڭا ئەگەر زەرەتلىك جىسىملاردىكى زەرەتلەرنىڭ تەقسىملىنىشىنى بىلسەك، كۇلون قانۇنى ۋە كۈچلەرنى قوشۇش قائىدىسىگە ئاساسەن، زەرەتلىك جىسىملار ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىنى تېپىشقا بولىدۇ.

[مىسال] ئېلېكترون بىلەن پروتون ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك تارتىشىش كۈچى ۋە ئالەملىك تارتىشىش كۈچىنى سېلىشتۇرۇپ كۆرەيلى. ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى $m_1 = 9.1 \times 10^{-31}\mathrm{kg}$، پروتونىنىڭ ماسسىسى $m_2 = 1.67 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$ بېرىلگەن، ئېلېكترون بىلەن پروتونىنىڭ زەرەت مىقدارلىرى ئوخشاشلا $1.60 \times 10^{-19}\mathrm{C}$.

يېشىش:

ئېلېكترون بىلەن پروتونىنىڭ ئېلېكتروستاتىك

كۇلون قانۇنى ۋە ئالەملىك تارتىشىش كۈچى قانۇنى ئوخشاشلا كۋادراتقا تەتۇر تاناسىپ بولۇش قانۇنىيىتىگە بويسۇنىدۇ.

كىشىلەر تاكى ھازىرغا قەدەر نېمە ئۈچۈن بۇ ئىككى قانۇنىنىڭ مۇشۇنداق ئوخشىشىپ كېتىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلمىدى. ئۇلارنىڭ ئىچكى باغلىنىشى بارمۇ ـ يوق؟ مەلۇم بىر خىل كۈچنىڭ ئوخشاش بولمىغان ئىپادىلىنىش شەكلىمۇ ياكى ئەمەسمۇ؟ فىزىكا ئالىملىرى بۇ جەھەتتىكى تەتقىقاتقا كۈچ چىقارماقتا.

تارتىشىش كۈچى F_1 ۋە ئالەملىك تارتىشىش كۈچى F_2 ئايرىم ـ ئايرىم مۇنداق بولىدۇ:

$$F_1 = k\frac{Q_1 Q_2}{r^2} \qquad F_2 = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

شۇنىڭ ئۈچۈن

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{kQ_1Q_2}{Gm_1m_2}$$

يۇقىرىقى فورمۇلىدىكى m_1 ، m_2 ۋە Q_1 ، Q_2 لەرنىڭ ھەممىسى مەلۇم. $k = 9.0 \times 10^9 \mathrm{N.m^2/C^2}$ ،

$G = 6.67 \times 10^{-11} \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$.

بۇلارنى يۇقىرىقى فورمۇلىدىكى ئورنىغا قويساق مۇنداق بولىدۇ:

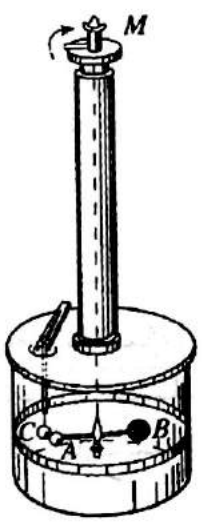
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{9.0 \times 10^9 \times 1.60 \times 10^{-19} \times 1.60 \times 10^{-19}}{6.67 \times 10^{-11} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.67 \times 10^{-27}} = 2.3 \times 10^{39}$$

كۆرۈۋېلىش مۇمكىنكى، ئېلېكترون بىلەن پروتوننىڭ ئېلېكتروستاتىك تارتىشىش كۈچى F_1 ئۇلارنىڭ ئالەملىك تارتىشىش كۈچى F_2 نىڭ 2.3×10^{39} ھەسسىسى بولىدۇ. بۇ نېمىدېگەن چوڭ ھەسسىلىك سان ـ ھا! دەل مۇشۇنداق بولغاچقا، مىكرو زەرىچىلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىرىنى تەتقىق قىلىشتا، دائىم ئالەملىك تارتىشىش كۈچىنى نەزەرگە ئالمىساقمۇ بولىدۇ.

كۇلوننىڭ تولغانما تارازا تەجرىبىسى



كۇلون 13. 3 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تولغانما تارازىدىن پايدىلىنىپ تەجرىبە ئىشلىگەن. ئىنچىكە مېتال سىمنىڭ ئاستىغا بىر تال ئەينەك تاياقچىنى ئېسىپ، بۇ تاياقچىنىڭ بىر ئۇچىغا بىرمېتال شارچە A نى، يەنە بىر ئۇچىغا تەڭپۇڭلاشتۇرغۇچى شارچە B نى ئورنىتىپ قويغان، A شارچىدىن مەلۇم ئارىلىقتىكى يەرگە ئوخشاش چوڭلۇقتىكى مېتال شارچە C قويۇلغان. ئەگەر A شارچە بىلەن C شارچە ئوخشاش خىلدىكى زەرەت بىلەن زەرەتلەنگەن بولسا، بۇلار ئارىسىدىكى تېپىشىش كۈچى ئەينەك تاياقچىنى مەلۇم بىر بۇلۇڭ ئايلاندۇرىدۇ. بۇرىغۇچ M نى بۇنىڭغا قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە ئايلاندۇرۇپ، ئەينەك تاياقچىنى ئەسلىدىكى ئورنىغا قايتۇرۇپ كېلىپ تىنچ تۇرغۇزغاندا، مېتال سىمنىڭ ئېلاستىك كۈچىنىڭ كۈچ مومېنتى بىلەن ئېلېكتروستاتىك تېپىشىش كۈچىنىڭ كۈچ مومېنتى تەڭپۇڭ بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن بۇرىغۇچ M ئايلىنىپ ئۆتكەن بۇلۇڭدىن پايدىلىنىپ زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ھېسابلاپ چىققىلى بولىدۇ.



3.13 ـ رەسىم. كۇلون تولغانما تارازىسى

كۇلون زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ ئۇلار ئارىلىقىنىڭ كۋادراتىغا تەتۇر تاناسىپ بولىدىغانلىقىنى ئاللىبۇرۇنلا مۇلچەرلىگەن. ئۇ تولغانما تارازا تەجرىبىسىدىن پايدىلىنىپ زەرەتلىك ئىككى شارچىنىڭ ئوخشىمىغان ئارىلىقلاردىكى ئېلېكتروستاتىك كۈچلىرىنى ئۆلچەپ چىقىپ ئۆزئارا مۇلچەرىنى ئىسپاتلىدى. كۇلون كۋادراتقا تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ دېگەن قانۇنىنى خۇلاسىلەپ چىقىشتا ئاساسلانغان تەجرىبىنىڭ ئېنىقلىق دەرىجىسىنىڭ يۇقىرى

بولماسلىقى، شۇنداقلا كۇلون قانۇنى ئېلېكتروماگنىتزمدىكى ئاساسىي قانۇن بولۇش سۈپىتى بىلەن كۇلۇنىڭ تەتقىقاتىغا تەتقىق تاناسىپ بولۇش مۇناسىۋىتىنى ئېنىق قانائەتلەندۈرۈش ـ قانائەتلەندۈرمەسلىك ئىنتايىن مۇھىم بولۇپ قالغانلىقى نەزەرگە ئېلىنغانلىقى ئۈچۈن، كۇلون قانۇنى ئېلان قىلىنغاندىن تارتىپ تاكى ھازىرغىچە ئالىملار بارغانسېرى تېخىمۇ ئېنىق بولغان تەجرىبىلەر ئارقىلىق كۇلۇنىڭ تەتقىقاتىغا تەتقىق تاناسىپ بولۇش قانۇنىنى ئىسپاتلاپ كەلدى، يەنى ئارىلىق r نىڭ كۇلۇنىڭ «2» نىڭ ئارىسىدا زادى قانچىلىك پەرق بارلىقىنى تەكشۈرۈپ كەلدى. 1971 ـ يىلىدىكى تەجرىبە نەتىجىسى بۇ پەرق مەۋجۇت بولسا، 3×10^{-16} دىن چوڭ بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بەردى. دېمەك، كۇلون قانۇنى تەجرىبە تەكشۈرۈشىدىن ئۆتكەن ئېنىقلىق دەرىجىسى ئىنتايىن يۇقىرى بولغان فىزىكىلىق قانۇنىدىن ئىبارەت.

1 ـ مەشىق

(1) ئاكۇئۇمدا ئىككى دانە نۇقتىۋى زەرەت بار. ئەمدى تۆۋەندىكىلەرگە جاۋاب بېرىڭ:

① زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئارىلىق ئۆزگەرمەي، بىر زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 4 ھەسسىسى، يەنە بىر زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 1/2 ى بولسا، زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىنىڭ نەچچە ھەسسىسى بولىدۇ؟

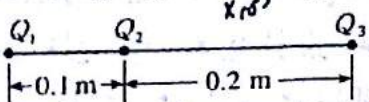
② بىر زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى ئۆزگەرمەي، يەنە بىر زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 2 ھەسسىسى بولۇپ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئارىلىق چوڭىيىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 2 ھەسسىسى بولسا، زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ نەچچە ھەسسىسى بولىدۇ؟

③ ئىككى زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارلىرى ئۆزگەرمەي، زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ ئۆزگىرىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ 16 ھەسسىسى بولغاندا، زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئارىلىق ئەسلىدىكىسىنىڭ نەچچە ھەسسىسى بولىدۇ؟

(2) ئاكۇئۇمدىكى ئىككى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارلىرى ئايرىم ـ ئايرىم $4.0 \times 10^{-9}\,°C$ ۋە $-2.0 \times 10^{-9}\,°C$، ئۇلارنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 10cm بولسا، زەرەتلەر ئارىسىدىكى تەسىر كۈچ قانچىلىك بولىدۇ؟ بۇ تارتىشىش كۈچى بولامدۇ ياكى تېپىشىش كۈچى بولامدۇ؟ (زەرەت مىقدارىنىڭ مۇتلەق قىممىتىنى فورمۇلىدىكى ئورنىغا قويۇپ ھېسابلاڭ).

(3) ئاتوم يادروسىنىڭ رادىئۇسى تەخمىنەن $10^{-15}\,m$ ، ئەگەر يادرودىكى ئىككى پروتوننىڭ ئارىلىقىمۇ مۇشۇنداق يىراقلىقتا دەپ پەرەز قىلىنسا، بۇلار ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك تېپىشىش كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟ پروتوننىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى $1.6 \times 10^{-19}\,C$.

(4) ئاكۇئۇمدا ئوخشاش خىل ئۈچ دانە نۇقتىۋى زەرەت بىر تۈز سىزىققا مۇقىملاشتۇرۇلغان (4.13 ـ رەسىم). ئۇلارنىڭ زەرەت مىقدارلىرى ئوخشاشلا $4.0 \times 10^{-12}\,C$ بولسا، Q_2 ئۈچرىغان ئېلېكتروستاتىك كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىنى تېپىڭ.



4.13 ـ رەسىم

(5) ئوخشاش ئىككى مېتال شارچىنىڭ بىرىنىڭ زەرەت مىقدارى $+4.0 \times 10^{-11}\,C$ ، يەنە بىرىنىڭ زەرەت مىقدارى $-6.0 \times 10^{-11}\,C$ بولسا:

① ئىككى شارچىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 50cm بولغاندا، ئۇلار ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك كۈچ قانچىلىك بولىدۇ؟

② ئىككى شارچە تېگىشتۇرۇلۇپ، ئاندىن ئاجرىتىلغاندىن كېيىن ئۇلارنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى يەنىلا 50cm بولسا، ئۇلار ئارىسىدىكى ئېلېكتروستاتىك كۈچ قانچىلىك بولىدۇ؟

§2 . ئېلېكتر مەيدانى ۋە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى

ئېلېكتر مەيدانى زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر قانداق ھاسىل بولىدۇ؟ ئۇزاق مۇددەتلىك ئىلمىي تەتقىقات ئارقىلىق، كىشىلەر زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىرنىڭ ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق يۈز بېرىدىغانلىقىنى تونۇپ يەتتى. زەرەتلا مەۋجۇت بولىدىكەن، زەرەت ئەتراپىدا ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئاساسىي خۇسۇسىيىتى ئۇنىڭ ئۆزىنىڭ ئىچىگە قويۇلغان زەرەتكە نىسبەتەن كۈچ تەسىرى بېرىشتىن ئىبارەت بولىدۇ، بۇنداق كۈچ **ئېلېكتر مەيدان كۈچى** دەپ ئاتىلىدۇ.

زەرەت A بىلەن B نىڭ ئۆزئارا تەسىرى ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق يۈز بېرىدۇ: زەرەت A نىڭ زەرەت B غا بولغان تەسىرى ئەمەلىيەتتە زەرەت A نىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ زەرەت B غا بولغان تەسىرىدىن ئىبارەت. زەرەت B نىڭ زەرەت A غا بولغان تەسىرى ئەمەلىيەتتە زەرەت B نىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ زەرەت A غا بولغان تەسىرىدىن ئىبارەت. 13. 5 ـ رەسىمدە رامكا ئارقىلىق بۇنداق مۇناسىۋەت ئىپادىلەنگەن.

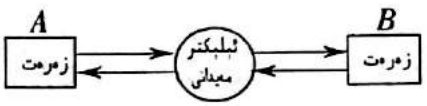
مەيدان ئۇقۇمىنى كىرگۈزۈش فىزىكىغا بولغان مۇھىم تۆھپە ھېسابلىنىدۇ، ئېلېكتر مەيدانىدىن باشقا ، بىز تولۇقسىز ئوتتۇرىدا يەنە ماگنىت مەيدانىنى ئۆگەندۇق. ھازىر كىشىلەر ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى گەرچە مولېكۇلا، ئاتومدىن تۈزۈلگەن ماددىغا ئوخشىمىسىمۇ، لېكىن ئۇلارنىڭ ئوبيېكتىپ مەۋجۇت بىر خىل ئالاھىدە ماددا ھالىتىدىن ئىبارەت ئىكەنلىكىنى تونۇپ يەتتى.

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى ئېلېكتر مەيدانىنى تەتقىق قىلىشتا، ئېلېكتر مەيدانىغا چوقۇم زەرەت قويۇش كېرەك. بۇ زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى يېتەرلىك كىچىك بولۇشى، ئېلېكتر مەيدانىغا قويۇلغاندىن كېيىن، ئەسلىدىكى تەتقىق قىلىنىدىغان ئېلېكتر مەيدانىغا تەسىر كۆرسەتمەيدىغان بولۇشى، ھەجمىمۇ يېتەرلىك كىچىك بولۇشى، ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ ئەھۋالىنى تەتقىق قىلىشقا قۇلاي بولۇشى كېرەك. بۇنداق زەرەت سىناق زەرەت دەپ ئاتىلىدۇ.

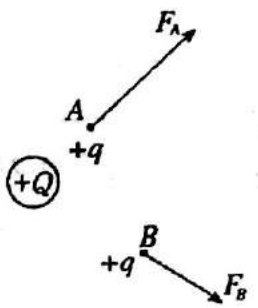
سىناق زەرەت q نى زەرەت Q ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىغا قويساق (6.13 ـ رەسىم)، زەرەت q ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئوخشىمىغان نۇقتىلاردا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئوموماەن ئوخشاش بولمايدۇ. بۇ، ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. زەرەت q زەرەت Q غا يېقىنراق A نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى چوڭ بولۇپ، بۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ؛ زەرەت q زەرەت Q دىن يىراقراق B نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى كىچىك بولۇپ، بۇ، بۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئاجىز ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئەمما ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقىنى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى

ئېلېكتر مەيدانىنى كۆرگىلى ۋە تۇتقىلى بولمايدۇ، ئەمما ئۇ ئەمەلىيەتتە مەۋجۇت. ئۇنىڭ ئىپادىلەپ بەرگەن خۇسۇسىيىتىگە ئاساسەن، ئۇنى تەتقىق قىلىپ، بىلىۋېلىشقا بولىدۇ، بۇ، فىزىكىدا دائىم قوللىنىلىدىغان تەتقىق قىلىش ئۇسۇلىدۇر.



13. 5 ـ رەسىم. زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق يۈز بېرىدۇ



13. 6 ـ رەسىم

ئارقىلىق بىۋاستە ئىپادىلىيەلمەيمىز، چۈنكى ئوخشىمىغان زەرەت q لارنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئوخشاش بىر نۇقتىدا ئۇچرايدىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى F ئوخشاش بولمايدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئوخشاش بىر نۇقتىدا نىسبەت قىممەت F/q تۇراقلىق بولىدۇ؛ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئوخشاش بولمىغان نۇقتىلاردا نىسبەت قىممەت F/q ئومۇمەن ئوخشاش بولمايدۇ. بۇ نىسبەت قىممەت زەرەت q نىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئورنى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدىغان، زەرەت q بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولغان، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ئەكس ئەتتۈرىدىغان فىزىكىلىق مىقدار. فىزىكىدا نىسبەت قىممەت F/q ئارقىلىق ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى ئىپادىلىنىدۇ.

ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىغا قويۇلغان زەرەت ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى F نىڭ ئۇنىڭ زەرەت مىقدارى q غا بولغان نىسبەت قىممىتى شۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ دەپ ئاتىلىدۇ، قىسقارتىلىپ مەيدان كۈچىنىڭ دەپمۇ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنى E بىلەن ئىپادىلىسەك، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ:

$$E=\frac{F}{q} \qquad (1)$$

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنىڭ بىرلىكى ۋولت ھەر مېتىر، بەلگىسى V/m ، يەنى $1\ V/m = 1\ N/C$. ئەگەر 1C زەرەت ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى 1N بولسا، بۇ بىر نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنى 1V /m بولىدۇ.

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنى ۋېكتورىدۇر. فىزىكىدا ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەلۇم بىر نۇقتىسىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنىڭ يۆنىلىشى مۇسبەت زەرەتنىڭ شۇ نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولىدۇ، دەپ بەلگىلەنگەن. بۇ بەلگىلىمىگە ئاساسەن، مەنپىي زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى شۇ نۇقتىدىكى مەيدان كۈچىنىڭنىڭ يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ.

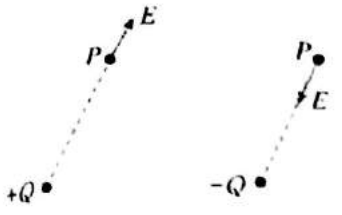
فىزىكىدا دائىم نىسبەت قىممەتتىن پايدىلىنىپ بىر فىزىكىلىق مىقدارغا ئېنىقلىما بېرىلىپ، بۇ ئارقىلىق تەتقىقات ئوبيېكتىنىڭ مەلۇم خىل خۇسۇسىيىتى ئىپادىلىنىدۇ. مەسىلەن، ماسسا m بىلەن ھەجىم V نىڭ نىسبەت قىممىتىدىن پايدىلىنىپ زىچلىق ρ غا ئېنىقلىما بېرىلىدۇ، يۆتكىلىش s بىلەن ۋاقىت t نىڭ نىسبەت قىممىتىدىن پايدىلىنىپ تېزلىك v غا ئېنىقلىما بېرىلىدۇ، ئېلېكتر مەيدان كۈچى F بىلەن زەرەت مىقدارى q نىڭ نىسبەت قىممىتىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنى E غا ئېنىقلىما بېرىلىدۇ ۋە باشقىلار. شۇنداق قىلىپ، بىر يېڭى فىزىكىلىق مىقدارغا ئېنىقلىما بېرىلىش بىلەن بىر ۋاقىتتا، يەنە بۇ يېڭى فىزىكىلىق مىقدار بىلەن ئەسلىدىكى فىزىكىلىق مىقدار ئارىسىدىكى مۇناسىۋەت ئېنىقلىنىدۇ.

كېيىنكى ئۆگىنىشلەردە يەنە نىسبەت قىممەتتىن پايدىلىنىپ ئېنىقلىما بېرىلىدىغان فىزىكىلىق مىقدارلارنى ئۇچرىتىمىز.

نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىڭنى ۋە ئېلېكتر مەيدانلىرىنىڭ قاتلىنىشى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭنىڭ ئېنىقلىمىسى ۋە كۇلون قانۇنىدىن پايدىلىنىپ نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىڭنىڭ فورمۇلىسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشقا بولىدۇ. نۇقتىۋى زەرەت Q ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىدا، Q

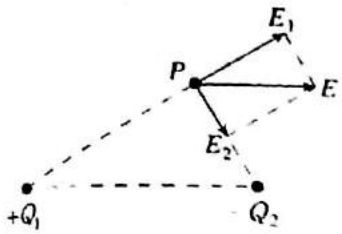
دىن r يىراقلىقتىكى P نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E نىڭ چوڭ-لۇقى مۇنداق بولىدۇ:

$$E = \frac{kQ}{r^2} \qquad (2)$$



7.13 ـ رەسىم

ئەگەر Q مۇسبەت زەرەت بولسا، E نىڭ يۆنىلىشى PQ نى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقنى بويلىغان ھەم Q دىن چەتنىگەن بولىدۇ؛ ئەگەر Q مەنپىي زەرەت بولسا، E نىڭ يۆنىلىشى PQ نى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقنى بويلىغان ھەم Q غا قارىتا يۆنەلگەن بولىدۇ (7.13 ـ رەسىم).



8.13 ـ رەسىم. ئېلېكتر مەيدانلىرىنىڭ قاتلىنىشى

ئەگەر بىرنەچچە نۇقتىۋى زەرەت بىرلا ۋاقىتتا مەۋجۇت بولسا، ئۇلارنىڭ ئېلېكتر مەيدانلىرى ئۆزئارا قاتلىنىپ يىغىندى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ چاغدا مەلۇم نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى ھەرقايسى زەرەتلەرنىڭ مۇستەقىل مەۋجۇت بولغاندا شۇ نۇقتىدا ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى ۋېكتورلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ. بۇ **ئېلېكتر مەيدانلىرىنىڭ قاتلىنىش (قوشۇلۇش) پرىنسىپى** دەپ ئاتىلىدۇ. مەسىلەن، 8.13 ـ رەسىمدىكى P نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى Q_1 +نىڭ شۇ نۇقتىدا ھاسىل قىلغان مەيدان كۈچىنىشى E_1 بىلەن Q_2 ـ نىڭ شۇ نۇقتىدا ھاسىل قىلغان مەيدان كۈچىنىشى E_2 نىڭ ۋېكتورلۇق يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ. شۇنداق قىلىپ، نۇقتىۋى زەرەتنىڭ مەيدان كۈچىنىشىنى بىلسەك، پرىنسىپ جەھەتتىن خالىغان زەرەتلىك جىسىمنىڭ مەيدان كۈچىنىشىنى بىلەلەيمىز. چۈنكى خالىغان زەرەتلىك جىسىمنى نۇرغۇنلىغان نۇقتىۋى زەرەتلەردىن تەشكىل تاپقان دەپ قاراشقا بولىدۇ.

فىزىكىنى ئۆگىنىشتە، فورمۇلىلارنىڭ مەنىسىنى توغرا چۈشىنىۋېلىش لازىم.

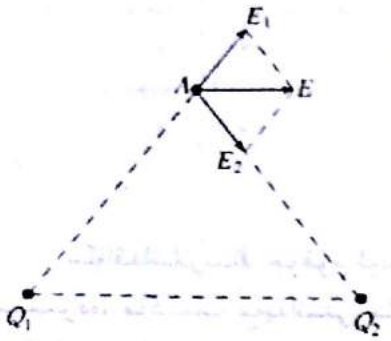
فورمۇلا (1) ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ ئېنىقلىمىسىدىن ئىبارەت، بۇنىڭدىكى E خالىغان ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى بولۇپ، نۇقتىۋى زەرەت ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىشى بىلەنلا چەكلەنمەيدۇ.

فورمۇلا (2) ۋاكۇئۇمدىكى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى مەيدان كۈچىنىشىنى ھېسابلاشتا قوللىنىلىدۇ. بۇنىڭدىكى E نۇقتىۋى زەرەت Q ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ Q دىن r يىراقلىقتىكى مەيدان كۈچىنىشىدىن ئىبارەت.

[مىسال] 9.13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ۋاكۇئۇمدا $Q_1 = +3.0 \times 10^{-8}\mathrm{C}$ بىلەن $Q_2 = -3.0 \times 10^{-8}\mathrm{C}$ دىن ئىبارەت ئىككى نۇقتىۋى زەرەت بار بولۇپ، ئۇلارنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى $0.1\mathrm{m}$ بولسا، ئېلېكتر مەيدانىدىكى A نۇقتىدىكى مەيدان كۈچىنىشىنى تاپايلى. A نۇقتىدىن ئىككى نۇقتىۋى زەرەتكىچە بولغان ئارىلىق r لار ئۆزئارا تەڭ بولۇپ، $r = 0.1\mathrm{m}$.

يېشىش: نۇقتىۋى زەرەت Q_1 بىلەن Q_2 نىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ A نۇقتىدىكى مەيدان كۈچىنىشى ئايرىم-ئايرىم E_1 ۋە E_2 بولۇپ، ئۇلارنىڭ چوڭلۇقى ئۆزئارا تەڭ، يۆنىلىشلىرى رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك. يىغىندى مەيدان كۈچىنىشى E بولسا E_1 بىلەن E_2 نىڭ ئارا بۇلۇڭىنىڭ تەڭ بۆلگۈچىسى ئۈستىدە بولۇپ، بۇ تەڭ بۆلگۈچىسى Q_1

بىلەن Q_2 نىڭ تۆتاشتۇرغۇچى سىزىقىغا پاراللېل بولىدۇ. يىغىندى مەيدان كۈچىنىڭ E نىڭ چوڭ - كىچىكلىكى مۇنداق بولىدۇ:



9.13 - رەسىم

$$E = E_1\cos 60^\circ + E_2\cos 60^\circ = 2E_1\cos 60^\circ = \frac{2kQ_1}{r^2}\cos 60^\circ$$

سانلىق قىممەتلەرنى ئورنىغا قويساق تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$E = 2.7 \times 10^4 \text{V/m}$$

2 - مەشىق

(1) ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىغا زەرەت مىقدارى $5.0 \times 10^{-9}\text{C}$ بولغان بىر نۇقتىۋى زەرەت قويۇلغان بولۇپ، ئۇ ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى $3.0 \times 10^{-4}\text{N}$ بولسا، بۇ بىر نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر ئۇزگەرتىپ زەرەت مىقدارى $6.0 \times 10^{-9}\text{C}$ بولغان نۇقتىۋى زەرەتنى ئىشلىتىپ، بۇ ئارقىلىق بۇ نۇقتىدىكى مەيدان كۈچىنىڭ ئېنىقلىماقچى بولساق، مەيدان كۈچىنىڭ ئۇزگىرەمدۇ-يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

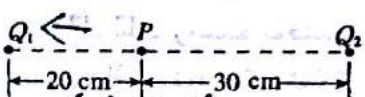
(2) يەر شارىنىڭ سىرتقى يۈزىدە ئادەتتە ۋېرتىكال يۆنىلىشتە بىر ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولىدۇ. مەنپىي زەرەتلىك بىر مىكرو زەررىچە بۇ ئېلېكتر مەيدانىدا يۇقىرىغا قارىتا بولغان بىر كۈچكە ئۇچرىغان بولسا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ۋېرتىكال يۇقىرىغا قارىتا بولامدۇ ياكى ۋېرتىكال تۆۋەنگە قارىتا بولامدۇ؟

(3) ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ $4.0 \times 10^4\text{N/C}$ بولسا، زەرەت مىقدارى $+5.0 \times 10^{-8}\text{C}$ بولغان بىر نۇقتىۋى زەرەتنىڭ شۇ نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولامدۇ ياكى قارىمۇقارشى بولامدۇ؟ زەرەت مىقدارى $-5.0 \times 10^{-8}\text{C}$ بولغان نۇقتىۋى زەرەتنىڭ شۇ نۇقتىدا ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشى ئوخشاش بولامدۇ ياكى قارىمۇقارشى بولامدۇ؟

(4) بىر نۇقتىۋى زەرەت $Q = 2.0 \times 10^{-8}\text{C}$ ، بۇ نۇقتىۋى زەرەتتىن 30cm يىراقلىقتا بۇ نۇقتىۋى زەرەت ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىڭ قانچىلىك بولىدۇ؟ سخېمىسىنى سىزىپ، مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى ئىپادىلەپ چىقىڭ.

(5) ھىدروگېن ئاتومىدىكى ئېلېكترون بىلەن پروتونىنىڭ ئوتتۇرىچە ئارىلىقى $5.3 \times 10^{-11}\text{m}$. پروتونىنىڭ بۇ ئارىلىقتا ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىڭ قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟ ئېلېكترون ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(6) 13 . 10 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، مۇقىملاشتۇرۇلغان ئىككى نۇقتىۋى زەرەت $Q_1 = +4.0 \times 10^{-8}\text{C}$ بىلەن $Q_2 = +8.0 \times 10^{-8}\text{C}$ بار بولۇپ، ئۇلارنىڭ تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقىدىكى P نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىنى تېپىڭ.



10.13 - رەسىم

(7) ئىككى نۇقتىۋى زەرەت بىر - بىرىدىن بەلگىلىك يىراقلىقتا تۇرىدۇ. بۇ ئىككى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقىنىڭ ئوتتۇرا نۇقتىسىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ نۆل ئىكەنلىكى بىرىلگەن، سىز بۇ ئىككى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارلىرىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە مۇسبەت - مەنپىيلىكىگە قارىتا قانداق خۇلاسە چىقىرىسىز؟

§3 . ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى

ساۋاقداشلارنىڭ چوقۇم ئېسىدە بولۇشى مۇمكىن، تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ماگنىت مەيدانىنى ئۆگەنگەنسىزدە، ماگنىت مەيدانىنى ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى بىلەن ئوبرازلىق ھالدا تەسۋىرلىگەنىدۇق. شۇنىڭغا ئوخشاشلا ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئارقىلىق ئېلېكتر مەيدانىنى ئوبرازلىق تەسۋىرلەيمىز.



13. 11 ـ رەسىم

ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەربىر نۇقتىدا مەيدان كۈچىنىڭ E مۇئەييەن يۆنىلىشكە ئىگە بولىدۇ. ئەگەر ئېلېكتر مەيدانىدا ئەگرى سىزىقنىڭ ھەر ـ بىر نۇقتا ئۇرۇنمىسىنىڭ يۆنىلىشى ئاشۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىردەك بولىدىغان بىرمۇنچە ئەگرى سىزىقلارنى سىزىپ چىقساق، بۇنداق ئەگرى سىزىقلار ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى دەپ ئاتىلىدۇ. 13. 11 ـ رەسىمدە بىر تال ئېلېكتر مەيدان سىزىقىدىكى A ، B ، C دىن ئىبارەت ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى مەيدان كۈچىنىڭ ۋېكتورلىرى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ ئۇرۇنمىسىدا ياتقىدىغانلىقى كۆرسىتىلگەن، ئۇلارنىڭ يۆنىلىشلىرى ئايرىم ـ ئايرىم رەسىمدىكى ئىستىرېلكا كۆرسەتكەندەك بولىدۇ.

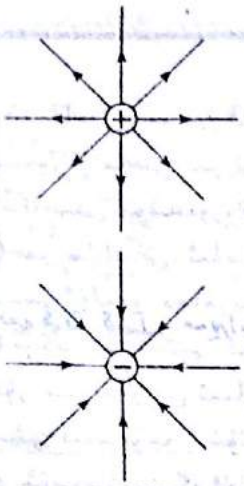
تەجرىبە

ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ شەكلىنى تەجرىبە ئارقىلىق تەقلىد قىلىپ كۆرسىتىشكە بولىدۇ. خېنىنىڭ يىگىنسىمان كرىستاللىرى ياكى ئۇششاق چاچلارنى ئابدىمىلىك مېينىڭ ئۇستىگە چېچىپ، ئاندىن ئېلېكتر مەيدانىنى قوشقاندا، ئۇششاق چاچلار (كۈكۈنلەر) مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشى بويىچە رەتلىك تىزىلىپ، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىش ئەھۋالىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. شۇنىڭغا دىققەت قىلىش كېرەككى، بۇ تەجرىبە ئارقىلىق ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىش ئەھۋالىنى تەقلىد قىلىپ كۆرسىتىشكە بولسىمۇ، ئەمما ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئېلېكتر مەيدانىدا ئەمەلىي مەۋجۇت سىزىقلار بولماستىن، بەلكى ئېلېكتر مەيدانىنى ئوبرازلىق تەسۋىرلەش ئۈچۈن پەرەز قىلىنغان سىزىقلاردىنلا ئىبارەت، خالاس.

13. 12 ـ رەسىم نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىنى ئىپادىلەيدۇ، 13.13 ـ رەسىم تەڭ مىقدارلىدىكى ئىككى نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىنى ئىپادىلەيدۇ.
13. 14 ـ رەسىم نۇقتىۋى زەرەت بىلەن زەرەتلىك تەكشى تاختىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىنى ئىپادىلەيدۇ. بىزگە مەلۇم، ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلغان زەرەتكە قانچە يېقىن بولغان جايدا مەيدان كۈچىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. رەسىمدىن كۆرۈش مۇمكىنكى، ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلغان زەرەتكە قانچە يېقىن بولغان جايدا ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى شۇنچە زىچ بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى

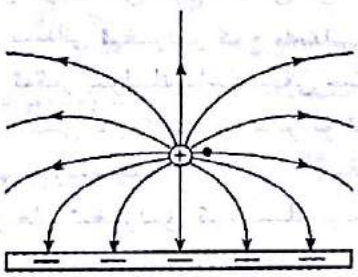
ئارقىلىق مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى ئوبرازلىق ئىپادىلەپ بېرىلگەن بولىدۇ، شۇنداقلا ئوخشاش بىر ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىش گرافىكىدا مەيدان كۈچىنىشىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنى تەخمىنەن ئىپادىلەپ چىقىشقا بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى قانچە زىچ بولغان جايدا مەيدان كۈچىنىشى شۇنچە چوڭ بولىدۇ؛ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى قانچە شالاڭ بولغان جايدا مەيدان كۈچىنىشى شۇنچە كىچىك بولىدۇ.

4 - رەسىمدىن كۆرۈشكە بولىدۇكى، بەدىنى زەرەتلەنگەن ئادەمنىڭ چېچى ئېلېكتروستاتىك تېپىشىش كۈچىنىڭ تەسىرىدىن تىك هالەتتە چېچىلىپ، ئۇنىڭ شەكلى تەخمىنىي هالدا ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ.

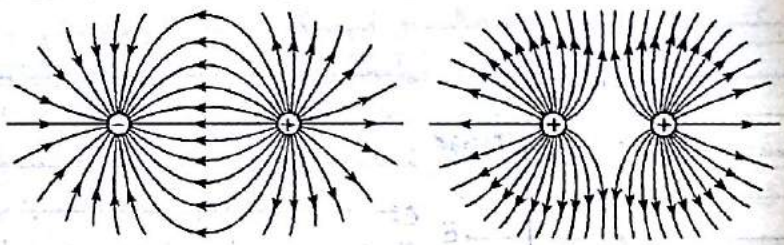


13. 12 - رەسىم. نۇقتىۋى زەرەتلىنىش ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى: مۇسبەت زەرەتلىنىش ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى مۇسبەت زەرەتلىنىش چىقىپ چەكسىز يىراقلىققا داۋاملىشىدۇ، مەنپىي زەرەتلىنىش ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى مۇسبەت زەرەتلىنىشكىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ.

ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەلۇم دائىرىسىدە، ئەگەر مەيدان كۈچىنىشلىرىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشلىرى ئوخشاش بولسا، بۇ دائىرىنىڭ ئېلېكتر مەيدانى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى دەپ ئاتىلىدۇ. تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى ئەڭ ئاددىي ئېلېكتر مەيدانى بولۇپ، تەجرىبە تەتقىقاتىدا دائىم ئىشلىتىلىدۇ. بىر - بىرىگە يېقىن قويۇلغان ئىككى پارالللېل مېتال تاختىنىڭ چوڭلۇقى تەڭ، بىر - بىرىگە ئۇدۇل بو

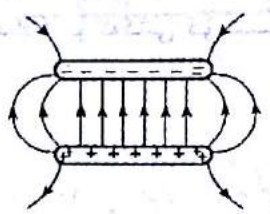


13. 14 - رەسىم. نۇقتىۋى زەرەتلىنىش بىلەن زەرەتلىك تەكشى تاختىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى



13. 13 - رەسىم. تەڭ مىقدارلىق ئىككى نۇقتىۋى زەرەتلىنىش ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى: ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى مۇسبەت زەرەت (ياكى چەكسىز يىراقلىق) تىن چىقىپ مەنپىي زەرەتتە ئاخىرلىشىدۇ (ياكى چەكسىز يىراقلىققا داۋاملىشىدۇ).

لۇپ، ئايرىم - ئايرىم تەڭ مىقدارلىق مۇسبەت - مەنپىي زەرەتلەر بىلەن زەرەتلەنگەن، ئۇلار ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ چۆرىسىگە يېقىن جايدىن باشقا يەرلىرى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى بولىدۇ. 13. 15 - رەسىمدە تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى كۆرسىتىلگەن. تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئارىلىقلىرى ئۆزئارا تەڭ بولغان پارالللېل توز سىزىقلاردىن ئىبارەت.



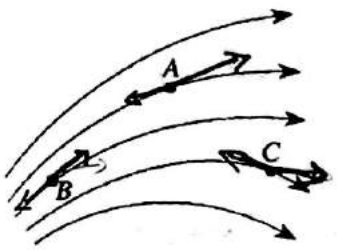
13. 15 - رەسىم. تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى

(1) 13. 12 ـ رەسىمدىن 13. 15 ـ رەسىمگىچە بولغان رەسىملەردىكى بارلىق ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ ھەممىسى ئوزغا كېسىشمەيدۇ. بۇنىڭدىن بىز ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرقانداق ئىككى ئېلېكتر مەيدان سىزىقى كېسىشمەيدۇ، دەپ ھۆكۈم قىلالامزمۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(2) بىر ساۋاقداش، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى چوقۇم زەررىچىلەرنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتىنىڭ تىراېكتورىسىسى بولىدۇ، دەيدۇ. بۇنداق تونۇش توغرىمۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(3) تېكىستتە تەكشى كۇچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئارىلىقلىرى ئوزغارا تەڭ بولغان پاللېل توز سىزىقلاردىن ئىبارەت، دېيىلگەن. تەكشى كۇچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەسىملىنىشى نېمە ئۈچۈن شۇنداق بولىدۇ؟ تەكشى كۇچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئالاھىدىلىكى ۋە ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ خۇسۇسىيىتىگە ئاساسەن چۈشەندۈرۈپ ئۆتۈڭ.

(4) 13. 16 ـ رەسىمدە مەلۇم ئېلېكتر مەيدان دائىرىسىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى كۆرسىتىلگەن. A، B، C لار ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئوچ نۇقتىدىن ئىبارەت بولسا:



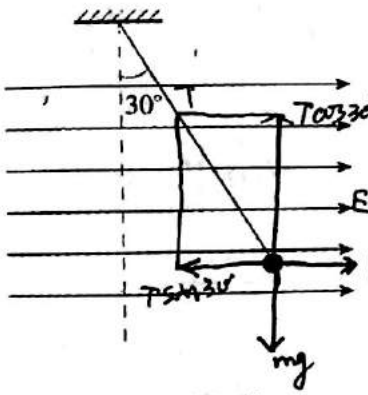
13. 16 ـ رەسىم

① قايسى نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئەڭ كۈچلۈك، قايسى نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئەڭ ئاجىز بولىدۇ؟

② ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى سىزىپ چىقىڭ.

③ مەنپىي نۇقتىۋى زەرەتلەرنى ئايرىم ـ ئايرىم بۇ ئوچ نۇقتىغا قويۇپ، ئۇلارنىڭ بۇ ئوچ نۇقتىدا ئوچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشىنى سىزىپ چىقىڭ.

(5) مەيدان ــ بۇ فىزىكىدىكى مۇھىم ئۇقۇم. ئېلېكتر مەيدانى ۋە ماگنىت مەيدانىدىن باشقا، يەنە تارتىشىش كۈچى مەيدانى مەۋجۇت، جىسىملار ئارىسىدىكى ئالەملىك تارتىشىش كۈچى تارتىشىش كۈچ مەيدانى ئارقىلىق تەسىر كۆرسىتىدۇ. يەر شارى ئەتراپىدىكى تارتىشىش كۈچ مەيدانى ئېغىرلىق كۈچ مەيدانى دەپ ئاتىلىدۇ.



13. 17 ـ رەسىم

ئەگەر بىرلىك ماسسىدىكى جىسىم ئوچرىغان ئېغىرلىق كۈچىنى ئېغىرلىق كۈچ مەيدان كۈچىنىشى دەپ ئاتىساق، سىز بۇ ئېغىرلىق كۈچ مەيدان كۈچىنىشىنىڭ ئېنىقلىمىنى ئىپادىلىگەن بولىسىز. ئەگەر ئېغىرلىق كۈچ مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن جىسىم ئوچرىغان ئېغىرلىق كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ئوخشاش دەپ ئېنىقلىما بېرىلسە، ئېغىرلىق كۈچ مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىدىن قارىغاندا، ئېغىرلىق كۈچ مەيدانى مۇسبەت زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىغا ئوخشاپ كېتەمدۇ ياكى مەنپىي زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىغا ئوخشاپ كېتەمدۇ؟

(6) ئىزولىياتسىيىلىك بىر تال تانا بىلەن زەرەتلىك بىر شارچە ئېسىپ قويۇلغان، شارچىنىڭ ماسسىسى $1.0 \times 10^{-2}\text{kg}$، ئۇنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى $+2.0 \times 10^{-8}\text{C}$. ئەمدى گورىزونتال يۆنىلىشتىكى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى قوشۇلۇپ (ببرد-لىپ)، تەڭپۇڭ بولغاندا، ئىزولىياتسىيىلىك تانا ۋېرتىكال سىزىق بىلەن $30°$ بۇلۇڭ ھاسىل قىلسا (17.13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك)، بۇ تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىشىنى تېپىڭ.

$T\cos 30° = mg \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos 30°}$

$F = T\sin 30° = \frac{mg}{\cos 30°} \times \sin 30° = mg\tan 30° = 10^{-1}\frac{\sqrt{3}}{3}\text{N}$

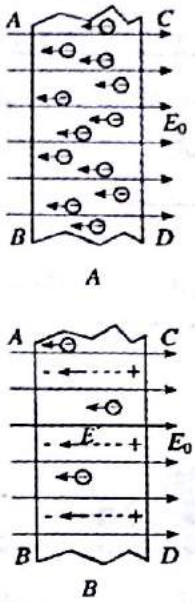
$E = \frac{F}{q} = \frac{10^{-1}\times\frac{\sqrt{3}}{3}}{2\times10^{-8}} = \frac{\sqrt{3}}{6\times10^{-7}} \approx 0.3\times10^{7}\text{N/C} = 3\times10^{6}\text{N/C}$

§4 . ئېلېكتروستاتىك دالدىلاش

ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالىتى زەرەتسىز بىر مېتال ئوتكوزگوچ $ABCD$ نى مەيدان كۈچىنىشى E_0 بولغان ئېلېكتر مەيدانىغا قويغاندا، ئوتكوزگوچتىكى ئەركىن ئېلېكترونلار ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئوچراپ، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئەكس يۆنىلىشىگە قاراپ يۆنىلىشلىك يوتكىلىدۇ (13. 18 ـ رەسىم A). شۇنداق قىلىپ، ئوتكوزگوچنىڭ AB تەرىپىدە مەنپىي زەرەت، CD تەرىپىدە مۇسبەت زەرەت بارلىققا كېلىدۇ. ئوتكوزگوچتىكى

ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ سىرتقى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىدە قايتىدىن تەقسىملىنىش ھادىسىسى دەل يۈز بېرىدا سۈزلەپ ئۆتۈلگەن ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيىدىن ئىبارەت.

ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى تەرىپىدە بارلىققا كەلگەن مۇسبەت ـ مەنپىي زەرەتلەر ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدا ئەكس يۆنىلىشلىك ئېلېكتر مەيدانى E' نى ھاسىل قىلىدۇ، ئۇنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئۈزۈك سىزىقلار ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ (13. 18 ـ رەسىم B). بۇ ئېلېكتر مەيدانى سىرتقى ئېلېكتر مەيدانى بىلەن قاتلىنىپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدكى ئېلېكتر مەيدانىنى ئاجىزلاشتۇرۇۋېتىدۇ. ئەمما ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى نۆل بولمىسىلا، ئەركىن ئېلېكترونلار ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ تەسىرىدە داۋاملىق يۆتكىلىدۇ ـ دە، ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى تەرىپىدكى مۇسبەت، مەنپىي زەرەتلەر ئۆزلۈكسىز ئېشىپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدكى ئېلېكتر مەيدانى تېخىمۇ ئاجىزلىشىدۇ، بۇ تاكى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدكى ھەرقايسى نۇقتىلاردكى يىغىندى مەيدان كۈچىنىشلىرىنىڭ ھەممىسى نۆلگە تەڭ بولغانغا قەدەر داۋاملىشىدۇ. بۇ چاغدا ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن ئېلېكترونلار يەنە يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش قىلمايدۇ (13. 18 ـ رەسىم C).



18.13 ـ رەسىم

ئۆتكۈزگۈچتە (سىرتقى يۈزىنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ) زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشى بولمىغان ھالەت ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەت دەپ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەتتە تۇرغان ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدكى مەيدان كۈچىنىشى ھەممە جايدا نۆل بولىدۇ. دىققەت يەتكۈزۈڭ سىرتقى يۈزى ۋە ئىچى

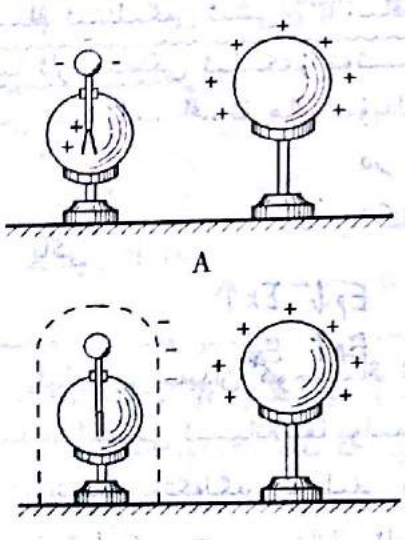
بىر ئۈيۈل ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچىنى ئويۇش ئارقىلىق، ئۆتكۈزگۈچ قاپقا ئايلاندۇرايلى، ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەتتە، قاپتىكى مەيدان كۈچىنىشى يەنىلا نۆل بولىدۇ. شۇنداق قىلىپ، ئۆتكۈزگۈچ قاپ ئۆزى قورشاپ تۇرغان بۇ دائىرىنى سىرتقى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراتمايدۇ، بۇ خىل ھادىسە ئېلېكتروستاتىك ئېكرانلاش (دالدىلاش) دەپ ئاتىلىدۇ. ئەمەلىيەتتە مېتال تور قاپمۇ ئۆتكۈزگۈچ قاپنىڭ رولىنى ئويناپىدۇ، تۇتۇشتىكى تەجرىبىگە قاراپ باقايلى.

تەجرىبە

13 . 19 ـ رەسىم Aدا كۆرسىتىلگەندەك ، زەرەتلەنگەن مېتال شارچىنى ئېلېكتروسكوپقا يېقىنلاشتۇرساق، ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيە تۈپەيلىدىن، ئېلېكتروسكوپنىڭ ياپراقچىسى ئېچىلىدۇ. بۇ، ئېلېكتروسكوپنىڭ سىرتقى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئەگەر ئالدى بىلەن ئېلېكتروسكوپنى مېتال تور قاپ ئارقىلىق قاپلاپ قويساق (19.13 ـ رەسىم B)، ئېلېكتروسكوپنىڭ ياپراقچىسى ئېچىلمايدۇ، ھەتتا ئېلېكتروسكوپ بىلەن مېتال تور قاپنى ئۆتكۈزگۈچ ئارقىلىق تۇتاشتۇرساقمۇ، ئېلېكتروسكوپنىڭ ياپراقچىسى يەنىلا ئېچىلمايدۇ.

بۇ، مېتال تور قاپ سىرتقى ئېلېكتر مەيدانىنى توسۇۋېلىپ، سىرتقى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىنى قاپ ئىچىگە ئۆتكۈزمەيدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.



13. 19 ـ رەسىم. ئېلېكتروستاتىك دالدىلاش

يۇقىرىقى تەجرىبىنى ئىشلىگەندىن كېيىن، تولۇق ئوتتۇرا مەكتەپ فىزىكا 1 ـ قىسمىنىڭ كىرىش سۆزىدە بېرىلگەن 3.0 ـ رەسىمدىكى قۇشنىڭ نېمە ئۈچۈن «ئامان ـ ئېسەن» تۇرغانلىقىنى بىلىۋالالايسىلىز.

ئېلېكتروستاتىك دالدىلاش ئەھمىيىتىتە مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە. بەزى ئېلېكتر ئەسۋابلىرى ۋە ئېلېكترون ئوسكۇنىلىرىنىڭ سىرتىغا مېتال قاپ قاپلانغان بولىدۇ، بەزى خەۋەرلىشىش كابېللىرىنىڭ سىرتى بىر قەۋەت قوغوشۇن بىلەن قاپلانغان بولىدۇ. مانا بۇلارنىڭ ھەممىسى سىرتقى مۇھىتتىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كاشىلە سىدىن ساقلىنىشتا دالدىلاش رولىنى ئويناپىدۇ.

§5. ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ۋە ئېلېكتر پوتېنسىئالى

يۇقىرىدا زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراش نۇقتىسىدىن چىقىپ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى مۇھاكىمە قىلدۇق. تۆۋەندە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىش ئىشلىشى ۋە ئېنېرگىيە نۇقتىسىدىن چىقىپ تۇرۇپ، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيەتلىرىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى جىسىم ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىدە ئېگىز ئورۇندىن تۆۋەن ئورۇنغا يۆتكەلگەندە، ئېغىرلىق كۈچى ئىش ئىشلەيدۇ، ئوخشاش بىر جىسىمغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئېگىزلىك پەرقى قانچە چوڭ بولسا، ئېغىرلىق كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى شۇنچە كۆپ بولىدۇ. مۇشۇنىڭغا ئوخشاشلا، زەرەت ئېلېكتر مەيدانىدا يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىش ئىشلەيدۇ، ئوخشاش بىر زەرەت بىر نۇقتىدىن يەنە بىر نۇقتىغا يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى قانچە كۆپ بولسا، بۇ ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى شۇنچە چوڭ دەپ ئېيتىشقا بولىدۇ.

زەرەت q نىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا بىر نۇقتا A دىن يەنە بىر نۇقتا B غا يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W_{AB} نىڭ زەرەت مىقدارى q غا بولغان نىسبىتى قىممىتى W_{AB}/q بولسا A، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى **ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنى U_{AB} بىلەن ئىپادىلىسەك، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ:

$$U_{AB}=\frac{W_{AB}}{q} \qquad W>0 \quad q>0 \qquad W<0 \quad q<0$$

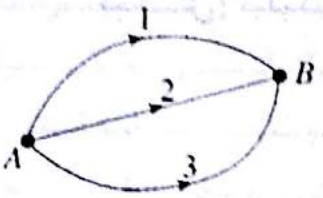
ياكى

$$W_{AB}=qU_{AB} \qquad W>0 \quad E_p\downarrow \quad E_k\uparrow \qquad W<0 \quad E_p\uparrow \quad E_k\downarrow$$

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W_{AB} نىڭ زەرەتنىڭ يۆتكەلگەن يولى بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاشقا بولىدۇ (13. 20 ـ رەسىم). شۇنىڭ ئۈچۈن، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} مۇ زەرەتنىڭ يۆتكەلگەن ئارىلىقى بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولۇپ، پەقەت A، B نىڭ ئورنى بىلەنلا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} زەرەت مىقدارى q غا مۇناسىۋەتسىز بولۇپ، پەقەت ئېلېكتر مەيدانىدىكى A، B نىڭ ئورنى بىلەنلا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، بۇ، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىدىن ئىبارەت بۇ فىزىكىلىق مىقدارنىڭ ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئۆزىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ئەكس ئەتتۈرىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئەگەر q بىرلىك مۇسبەت زەرەت بولسا U_{AB} سانلىق قىممەت جەھەتتە W_{AB} غا تەڭ بولىدۇ. دېمەك، ئېلېكتر مەيدانىدىكى A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} سانلىق قىممەت جەھەتتە بىرلىك مۇسبەت زەرەتنىڭ A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W_{AB} غا تەڭ بولىدۇ.

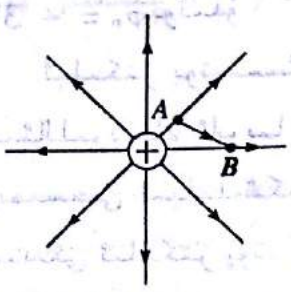
خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنىڭ بىرلىكى **ۋولت** بولۇپ، بەلگىسى V. ئەگەر 1C مۇسبەت زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى بىر نۇقتىدىن يەنە بىر نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى 1J بولسا ، بۇ ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 1V، يەنى $1V = 1J/C$ بولىدۇ.



13. 20 ـ رەسىم. ئېلېكتر مەيدانىدا زەرەت q نى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ 1، 2، 3 تىن ئىبارەت بۇ ئۈچ يولنى بويلاپ ئىشلىگەن ئىشلىرى ئوخشاش بولىدۇ

دىققەت: ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىشلىگەن ئىش مۇسبەت قىممەتلىك بولۇشىمۇ ياكى مەنپىي قىممەتلىك بولۇشىمۇ مۇمكىن، شۇڭا ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىمۇ مۇسبەت قىممەتلىك ياكى مەنپىي قىممەتلىك بولۇشىمۇ مۇمكىن. بەزىدە پەقەت ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىگىلا كۆڭۈل بۆلۈپ، U_{AB} بىلەن U_{BA} نى پەرقلەندۈرمەسلىكىمىز مۇمكىن، بۇ چاغدا ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى مۇسبەت قىممەت ئېلىپ، ھەممىسىدە U قىلىپ يېزىلىدۇ. ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئېلېكتر بېسىمى دەپمۇ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى تىلغا ئېلىنىپ، ئادەتتە مۇشۇنداق بىر تەرەپ قىلىنىدۇ.

[1 ـ مسال] 21.13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر مەيدانىدا، نۇقتىۋى زەرەت $q = +2\times10^{-11}C$ نى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەپ كېلىشتە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $W_{AB} = 4\times10^{-11}J$ بولسا، A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} قانچىگە تەڭ بولىدۇ؟ B ، A ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{BA} قانچىگە تەڭ بولىدۇ؟



13. 21 ـ رەسىم

تەھلىل: مۇسبەت زەرەت q رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تۈز سىزىقنى بويلاپ A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىش جەريانىدا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن يۆتكىلىش يۆنىلىشىنىڭ ئارا بۇلۇڭى 90° تىن كىچىك بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W_{AB} مۇسبەت قىممەتلىك بولىدۇ. مۇسبەت زەرەت q رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تۈز سىزىقنى بويلاپ B نۇقتىدىن A نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىش جەريانىدا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن يۆتكىلىش يۆنىلىشىنىڭ ئارا بۇلۇڭى 90° تىن چوڭ بولىدۇ، شۇڭا ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W_{BA} مەنپىي قىممەتلىك بولىدۇ. W_{AB} بىلەن W_{BA} نىڭ مۇتلەق قىممىتى تەڭ بولىدۇ، ئەمەلىيەتتە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى يول بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولغانلىقتىن، ھەرقانداق يولنى بويلاپ A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشلىرىنىڭ ھەممىسى W_{AB} غا تەڭ بولىدۇ، ھەرقانداق يولنى بويلاپ B نۇقتىدىن A نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشلىرىنىڭ ھەممىسى W_{BA} غا تەڭ بولىدۇ. بىزنىڭ تۈز سىزىقلىق يولدىن پايدىلىنىپ ئىشنىڭ مۇسبەت ـ مەنپىيلىكىنى تەھلىل قىلىشىمىز قۇلاي بولۇش ئۈچۈندۇر.

يېشىش: ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنىڭ ئېنىقلىما ئىپادىسىگە ئاساسەن بىلىش مۇمكىنكى:

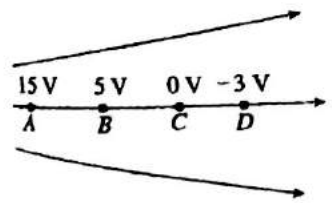
$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{4 \times 10^{-11}}{2 \times 10^{-11}}\ \mathrm{V} = 2\mathrm{V}$$

$$U_{BA} = \frac{W_{BA}}{q} = \frac{-4 \times 10^{-11}}{2 \times 10^{-11}}\ \mathrm{V} = -2\mathrm{V}$$

A ، B ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} بولسا 2V قا تەڭ؛ B ، A ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{BA} بولسا 2V ـ قا تەڭ بولىدۇ.

ئېلېكتر پوتېنسىئالى ئادەتتە ئۆيدىكى ئاسما لامپۇچكىنىڭ ئېگىزلىكى 2m دەپىلىدۇ. بۇنىڭدا ئۆي پولـ
نىڭ يۇزى پايدىلىنىش يۇزى قىلىنغان بولۇپ (ئېلىنغان پايدىلىنىش يۇزىنىڭ ئېگىزلىكى نۆل بولىدۇ)، لا
پۇچكا بىلەن پول يۇزىنىڭ ئېگىزلىك پەرقى لامپۇچكىنىڭ ئېگىزلىكى قىلىنغان بولىدۇ. بۇنىڭغا ئوخشاش
ئەگەر ئېلېكتر مەيدانىدا مەلۇم بىر پايدىلىنىش نۇقتىسى تاللانسا، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئارقىلىق
ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالىغا ئېنىقلىما بېرىشكە بولىدۇ. ئېلېكتر پو
تېنسىئالى ئادەتتە φ بىلەن ئىپادىلىنىدۇ.

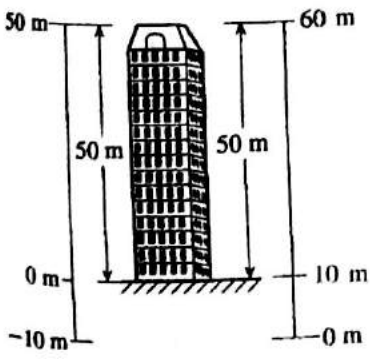
ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم نۇقتىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى بىرلىك مۇسبەت زەرەتنىڭ مۇشۇ نۇقتىدىن
پايدىلىنىش نۇقتىسى (نۆل ئېلېكتر پوتېنسىئاللىق نۇقتا) غا يۆتكەلگەندە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن
ئىشىغا تەڭ بولىدۇ. مەسىلەن، 22.13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر مەيدانىدا، C نۇقتا نۆل ئېلېكتر پو
تېنسىئاللىق نۇقتا دەپ ئېلىنسا، 1C مۇسبەت زەرەتنىڭ ئايرىم ـ ئايرىم A ،
B ، D دىن ئىبارەت ئۈچ نۇقتىدىن C نۇقتىغا يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى ئايرىم ـ ئايرىم 15J ، 5J ، 3J ـ بولۇپ، بۇ ئۈچ نۇقتىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى ئايرىم ـ ئايرىم $\varphi_A = 15\mathrm{V}$ ، $\varphi_B = 5\mathrm{V}$ ، $\varphi_D = -3\mathrm{V}$ بولىدۇ.



22.13 ـ رەسىم

ئېلېكتر پوتېنسىئالى ئۇقۇمىغا ئىگە بولغاندىن كېيىن، ئېلېكتر پوتېنسىئاللىرىنىڭ ئايرىما قىممىتىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنى ئىپادىلەشكە بولىدۇ. 22.13 ـ رەسىمدىكى A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = 15\mathrm{V} - 5\mathrm{V} = 10\mathrm{V}$ ، ئەمدى A، D ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى

$$U_{DA} = \varphi_D - \varphi_A = -3\mathrm{V} - 15\mathrm{V} = -18\mathrm{V}$$



13. 23 ـ رەسىم. مەيلى يەر يۈزى ئېگىزلىكىنىڭ نۆل قىلىپ ئېلىنىشى ياكى يەر يۈزىدىن 10m تۆۋەن ئورۇننىڭ ئېگىزلىكى نۆل قىلىپ ئېلىنىشىدىن قەتئىينەزەر، يەر يۈزىدىن بىنانىڭ چوققىسىغىچە بولغان ئېگىزلىك پەرقى ئوخشاشلا 50m بولىدۇ.

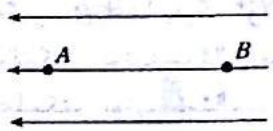
ئېلېكتر مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى نۆل ئېلېكتر پوتېنسىئاللىق نۇقتىنىڭ تاللىنىشى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ، ئەمما ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى نۆل ئېلېكتر پوتېنسىئاللىق نۇقتىنىڭ تاللىنىشى بىلەن مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ. مانا بۇ، ئېگىزلىك پەرقىنىڭ نۆل ئېگىزلىك ئورۇننىڭ تاللىنىشىغا مۇناسىۋەتسىز بولغىنىغا ئوخشايدۇ (23.13 ـ رەسىم).

ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ ئېگىز ـ پەسلىكىگە ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىگە ئاساسەن ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ بىرلىك مۇسبەت زەرەتنى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى مۇسبەت ئىش ئىشلەيدۇ، يەنى $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B > 0$ ، دېمەك، $\varphi_A > \varphi_B$. ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى بويىچە ئېلېكتر پوتېنسىئالى بارغانسىرى تۆۋەنلەيدۇ.

ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى جىسىم ئېغىرلىق كۈچ مەيدانىدا ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ. جىسىم ئېغىرلىق كۈچ مەيدانىدا بىر ئورۇندىن يەنە بىر ئورۇنغا يۆتكەلگەندە، ئەگەر ئېغىرلىق كۈچى مۇسبەت ئىش ئىشلىسە، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى كېچىكلەپ، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىدۇ؛ ئەگەر ئېغىرلىق كۈچى مەنپىي ئىش ئىشلىسە، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئېشىپ، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەر ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. ئېغىرلىق كۈچىنىڭ ئىش ئىشلەش جەريانى ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىش جەريانىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئېغىرلىق كۈچى قانچىلىك ئىش ئىشلىسە، شۇنچىلىك باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىشى يۈز بېرىدۇ.

شۇنىڭغا ئوخشاشلا، زەرەتلەر ئېلېكتر مەيدانىدا ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ. زەرەتلەر ئېلېكتر مەيدانىدا بىر ئورۇندىن يەنە بىر ئورۇنغا يۆتكەلگەندە، ئەگەر ئېلېكتر مەيدان كۈچى مۇسبەت ئىش ئىشلىسە، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى كېچىكلەپ، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىدۇ؛ ئەگەر ئېلېكتر مەيدانى مەنپىي ئىش ئىشلىسە، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئېشىپ، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەر ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىش ئىشلەش جەريانى ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىش جەريانىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئېلېكتر مەيدان كۈچى قانچىلىك ئىش ئىشلىسە، شۇنچىلىك ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىشى يۈز بېرىدۇ.

[2 ـ مىسال] 13. 24 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر مەيدانىدا، A، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى $U_{AB} = -10\text{V}$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن.



13. 24 ـ رەسىم

① زەرەت $q = +4 \times 10^{-9}\text{C}$ نۇقتا A دىن نۇقتا B غا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىشلىگەن ئىش قانچىلىك بولىدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشامدۇ ياكى كېمەيەمدۇ؟

② زەرەت $q = -2 \times 10^{-9}\text{C}$ نۇقتا A دىن نۇقتا B غا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىش قانچىلىك بولىدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشامدۇ ياكى كېمەيەمدۇ؟

يېشىش: رەسىمدىكى ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىدىن مەلۇمكى، $\varphi_A < \varphi_B$، $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B < 0$. مىسالدا بېرىلگەن U_{AB} مەنپىي قىممەتلىك.

① زەرەت $q = +4 \times 10^{-9}\text{C}$ نۇقتا A دىن نۇقتا B غا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىش ئىشلىگەن ئىشى مۇنداق بولىدۇ:

$$W_{AB} = qU_{AB} = 4 \times 10^{-9} \times (-10)\text{J} = -4 \times 10^{-8}\text{J}$$

مۇسبەت زەرەت A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ بۆنىلىشى يۆتكىلىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولۇپ، ئېلېكتر مەيدان كۈچى مەنپىي ئىش ئىشلەيدۇ، يەنى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنى يېڭىش ئىش ئىشلەيدۇ. بۇ چاغدا باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەر ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىگە ئايلىنىپ، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ.

② زەرەت $q = -2 \times 10^{-9}\text{C}$ نۇقتا A دىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىشلىگەن ئىش مۇنداق بولىدۇ:

$$W_{AB} = qU_{AB} = -2 \times 10^{-9} \times (-10)\text{J} = 2 \times 10^{-8}\text{J}$$

مەنپىي زەرەت A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى يۆتكىلىش يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولۇپ، ئېلېكتر مەيدان كۈچى مۇسبەت ئىش ئىشلەيدۇ. بۇ چاغدا ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىپ، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى كېمەيىدۇ.

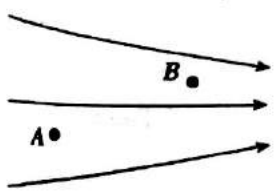
فورمۇلا $W_{AB} = qU_{AB}$ نى قوللىنىپ ھېسابلاش ئېلىپ بارغاندا، فورمۇلىدىكى ھەرقايسى مىقدارلارنىڭ مۇئلۇم قىممىتىنى ئېلىشقا بولىدۇ، ئىشنىڭ مۇسبەت ـ مەنپىيلىكىگە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن يۆتكىلىشنىڭ يۆنىلىشىگە ئاساسەن ھۆكۈم قىلىنىدۇ. بۇ چاغدا فورمۇلىنى مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

$$W = qU$$

4 ـ مەشىق

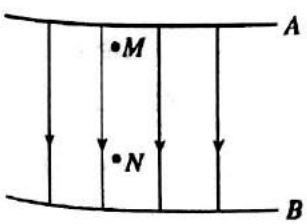
(1) مەلۇم بىر ئېلېكتر مەيدانىدا، زەرەت $q = -4 \times 10^{-9}\text{C}$ نى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $8 \times 10^{-7}\text{J}$ بولسا، A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} قانچىلىك بولىدۇ؟ B ، A ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{BA} قانچىلىك بولىدۇ؟

(2) ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەلۇم قىسمىنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى 25.13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولسا، A، B ئىككى نۇقتىنىڭ قايسىسىدىكى مەيدان كۈچىنىڭ چوڭ بولىدۇ؟ قايسى نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولىدۇ؟



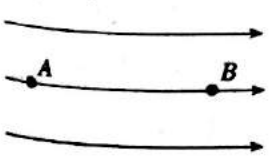
25 .13 ـ رەسىم

(3) 26 .13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەكشى كۈچىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا، ئەگەر A تاختا يەرگە ئۇلانسا، M ، N ئىككى نۇقتىنىڭ قايسىسىدا ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولىدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئالى مۇسبەت قىممەتلىك بولامدۇ ياكى مەنپىي قىممەتلىك بولامدۇ؟ ئەگەر B تاختا يەرگە ئۇلانسا، قايسى نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولىدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئالى مۇسبەت قىممەتلىك بولامدۇ ياكى مەنپىي قىممەتلىك بولامدۇ؟ يەرنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالىنى نۆل دەپ ئالساق، يەرگە ئۇلانغان ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالىمۇ نۆل بولامدۇ؟



26 .13 ـ رەسىم

(4) 27 .13 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر مەيدانىدا، A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى $U = 20\text{V}$ بېرىلگەن. زەرەت $q = -2 \times 10^{-9}\text{C}$ نۇقتا A دىن نۇقتا B غا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشامدۇ ياكى كېمەيەمدۇ؟ قانچىلىك ئاشىدۇ ياكى كېمەيىدۇ؟



27.13 ـ رەسىم

(5) ئېلېكتر مەيدانىدىكى A ، B ئىككى نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالى $\varphi_A = 800\text{V}$ ، $\varphi_B = -200\text{V}$. زەرەت $q = -1.5 \times 10^{-8}\text{C}$ نى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى قانچىلىك ئىش ئىشلەيدۇ؟ ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشامدۇ ياكى كېمەيەمدۇ؟ قانچىلىك ئاشىدۇ ياكى كېمەيىدۇ؟

(6) مىكرو زەررىچىلەرنى تەنقىق قىلىشتا دائىم ئېلېكترون ۋولت (بەلگىسى eV) ئېنېرگىيىنىڭ بىرلىكى قىلىنىدۇ. ئېلېكتر بېسىمى1V بولغان ئىككى نۇقتا ئارىسىدا بىر دانە ئېلېكترونىنى بىر نۇقتىدىن يەنە بىر نۇقتىغا يۆتكەشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى 1eV قا تەڭ بولىدۇ، ئېلېكترونىنىڭ زەرەت مىقدارى $e = 1.6\times 10^{-19}C$ بېرىلگەن بولسا، تۆۋەندىكىنى ئىسپاتلاڭ:

$$1eV = 1.6\times 10^{-19}J$$

(7) دەسلەپكى تېزلىكى نۆل بولغان بىر دانە مۇسبەت زەرەت ئېلېكتر مەيدانىغا قويۇلغاندا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە، ئۇ ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولغان ئورۇندىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولغان ئورۇنغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ.

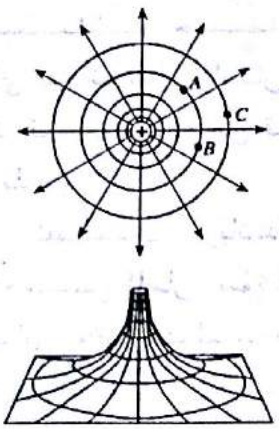
دەسلەپكى تېزلىكى نۆل بولغان بىر دانە مەنپىي زەرەتنى ئېلېكتر مەيدانىغا قويغاندا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە، ئۇ ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولغان ئورۇندىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولغان ئورۇنغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ.

(«يۇقىرى» ياكى «تۆۋەن» دېگەن سۆزلەرنى تولدۇرۇڭ ھەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ).

§6. تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز

خەرىتىلەردە يەر شەكلىنىڭ ئېگىز ـ پەسلىكى دائىم دېگۈدەك تەڭ ئېگىزلىك سىزىقى ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. شۇنىڭغا ئوخشاشلا، ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ يۇقىرى ـ تۆۋەنلىكى دائىم دېگۈدەك تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. ئېلېكتر مەيدانىدا ئېلېكتر پوتېنسىئالى ئوخشاش بولغان ھەرقايسى نۇقتىلاردىن تۈزۈلگەن يۈز **تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز** دەپ ئاتىلىدۇ.

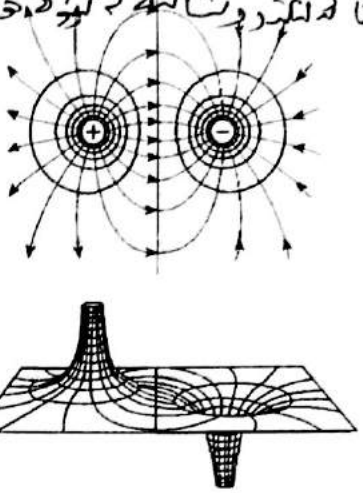
ئوخشاش بىر تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزدىكى خالىغان ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى نۆل بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن، ئوخشاش بىر تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزدە زەرەتلەر يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىش ئىشلىمەيدۇ. بۇنىڭدىن كۆرۈش مۇمكىنكى، تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز چوقۇم ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىغا تىك بولىدۇ، يەنى مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئەگەر تىك بولمىسا، مەيدان كۈچىنىشىنىڭ تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزنى بويلىغان بىر تارماق مىقدارى كېلىپ چىقىدۇ ـ دە، زەرەت تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزدە يۆتكەلگەندە ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىش ئىشلەيدىغان بولۇپ قالىدۇ. يۇقىرىدا، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ ئېلېكتر پوتېنسىئالى بارغانسېرى تۆۋەنلەيدىغانلىقىنى سۆزلەپ ئۆتتۇق. ئومۇمىلاشتۇرۇپ ئېيتقاندا، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزگە تىك بولىدۇ ھەم ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرىراق بولغان تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزدىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەنرەك بولغان تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزگە قاراپ يۆنىلىدۇ.

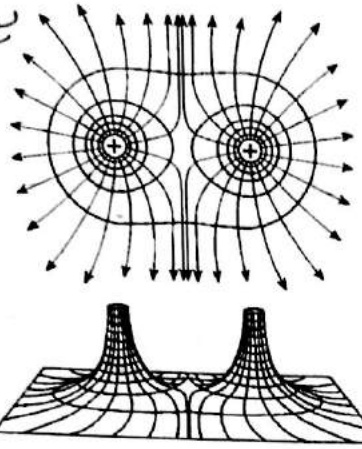


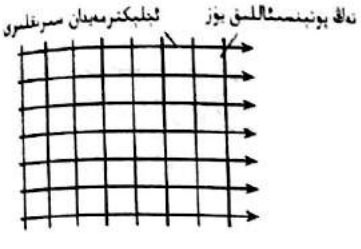
13. 28 ـ رەسىم. نۇقتىۋى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزلەر

28.13 ـ رەسىمدىن 13. 31 ـ رەسىمگىچە بولغان رەسىملەردە دائىم ئۇچرايدىغان بىرنەچچە خىل ئېلېكتر مەيدانىدىكى تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزلەر كۆرسىتىلدى. ھەربىر رەسىمدىكى قوشنا ئىككى تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى تەڭ بولىدۇ.

ئېلېكتروستاتىك تەجرىبىلىرى ھالەتتە تۇرغان زەرەتلىك جىسىمنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مەيدان كۈچىنىشى نۆل بولغاچقا، ھەرقانداق ئىككى نۇقتا ئارىسىدا زەرەتلەر يۆتكەلگەندە ئىش ئىشلەنمەيدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن خالىغان ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى نۆل بولىدۇ ـ دە، پۈتۈن ئۆتكۈزگۈچ تەڭ







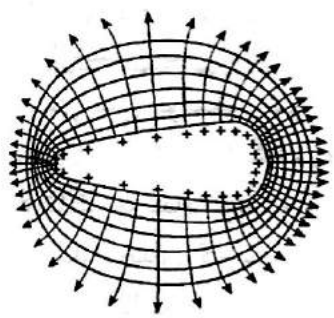
13. 29 ـ رەسىم. تەك مىقدارلىق ئوخ- شىمىغان خىلدىكى نۇقتىۋى زەرەت- لەرنىڭ تەك پوتېنسىئاللىق يۈزى. ئاستىدىكى رەسىم تەك ئېگىزلىكلەر سىزىقى بىلەن سىلىشتۇرۇلۇش سخېمىسىدىن ئىبارەت

13. 30 ـ رەسىم. تەك مىقدارلىق ئوخ- شاش خىلدىكى نۇقتىۋى زەرەتلەرنىڭ تەك پوتېنسىئاللىق يۈزى. ئاستىدىكى رەسىم تەك ئېگىزلىكلەر سىزىقى بە- لەن سىلىشتۇرۇلۇش سخېمىسىدىن ئىبارەت

13. 31 ـ رەسىم . تەكشى كو- چىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى. دىكى تەك پوتېنسىئاللىق يۈز. لەر ئېلېكتر مەيدان سىزىقلە- رىغا تىك بولغان بىر تۈركۈم تەكشىلىكلەردىن ئىبارەت

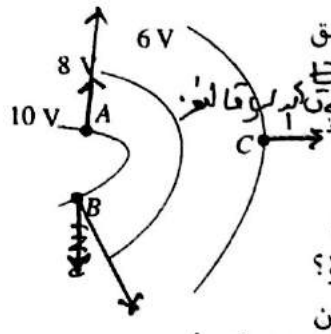
پوتېنسىئاللىق بىر جىسىمدىن، ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزى بولسا تەك پوتېنسىئاللىق يۈزدىن ئىبارەت بولىدۇ. 13. 32 ـ رەسىمدە شەكلى تەرتىپسىز بولغان زەرەتلىك ئۆتكۈزگۈچ ئەتراپىدىكى ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى بىلەن تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەرنىڭ تەقسىملىنىشى كۆرسىتىلگەن.

يەر شارى چوڭ بىر ئۆتكۈزگۈچ ھېسابلىنىدۇ. ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەتتە تۇرغان يەر شارى ۋە ئۇنىڭغا تۇتاشقان ئۆتكۈزگۈچنىڭ ھەممىسى تەك پوتېنسىئاللىق جىسىمدۇر. ئەمەلىي خىزمەتلەردە دائىم دېگۈدەك يەر شارى ياكى يەر شارىغا تۇتاشقان ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى پايدىلىنىش ئېلېكتر پوتېنسىئالى قىلىنىپ، ئۇلارنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى نۆل دەپ قارىلىدۇ.



13. 32 ـ رەسىم. زەرەتلىك ئۆتكۈزگۈچ ئەتراپىدىكى تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەر ۋە ئې- لېكتر مەيدان سىزىقلىرى

ئەمەلىيەت جەريانىدا ئېلېكتر پوتېنسىئالىنى ئۆلچەش مەيدان كۈچىنىشىنى ئۆلچەشتىن ئاسان، شۇڭلاشقا دائىم تەك پوتېنسىئاللىق يۈز ئارقىلىق ئېلېكتر مەيدانى تەتقىق قىلىنىدۇ. ئالدى بىلەن تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەرنىڭ شەكلى ۋە تەقسىملىنىشى ئۆلچەپ سىزىۋېلىنىپ، ئاندىن ئېلېكتر كۈچ سىزىقلىرىنىڭ تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەرگە تىك بولىدىغانلىقىغا ئاساسەن، ئېلېكتر كۈچ سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىنى سىزىپ چىقسىلا، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئەھۋالىنى بىلگىلى بولىدۇ. ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلار (مەسىلەن، دولقۇن كۆرسەتكۈچ، ئېلېكترونلۇق مىكروسكوپ قاتارلىقلار)دىكى ئېلېكتر قوتۇپلىرىنىڭ شەكلى، چوڭلۇقى ۋە ئۇلارنىڭ ئۆزئارا ئورنىنى لايىھىلەشتە، تەجرىبىدىن ئۆتكۈزۈپ، تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەرنىڭ شەكلى بىلەن تەقسىملىنىشى ئۆلچەپ سىزىۋېلىنىپ، بۇنىڭغا ئاساسەن ئېلېكتر قوتۇپى ھاسىل قىلغان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئەھۋالىنى بىلىۋېلىپ، ئەمەلىي تەلەپكە ئۇيغۇن كېلىدىغان لايىھە بەلگىلەپ چىقىلىدۇ. ① رەسىمدە تەك پوتېنسىئاللىق يۈزلەر بىلەن ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ ئۆزئارا تىك بولۇش ئەھۋالى كۆرسىتىلگەن.



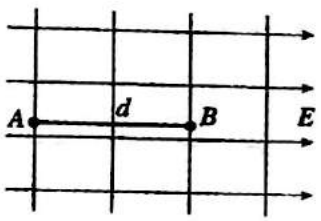
(1) ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالى ئوخشاش بولمىغان ئىككى تەڭ پوتېنسىياللىق يۈز كېسىشەمدۇ ـ يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(2) مەلۇم ئېلېكتر مەيدانىدىكى تەڭ پوتېنسىياللىق يۈزلەر 13. 33 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن بولسا، ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ تەخمىنىي تەقسىملىنىشىنى سىزىپ چىقىڭ.

(3) 13. 33 ـ رەسىمدە، بىرلىك مۇسبەت زەرەت q خالىغان بىر يولنى بويلاپ A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كەلگەندىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى قانچىلىك بولىدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ. مۇسبەت زەرەت q نىڭ A نۇقتىدىن C نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشى بىلەن ئۇنىڭ B نۇقتىدىن C نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشىدە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشلىرى تەڭ بولامدۇ ـ يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

§7. ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسى بىلەن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ مۇناسىۋىتى

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ زەرەتكە بولغان تەسىر كۈچىگە مۇناسىۋەتلىك، ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ زەرەتنى يۆتكەپ ئىشلىگەن ئىشىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. دەل كۈچ بىلەن ئىشنىڭ مۇناسىۋەتلىك بولغىنىغا ئوخشاشلا، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى بىلەن ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسىمۇ ئۆزئارا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئەمدى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنى مىسالغا ئېلىپ ئۇلارنىڭ مۇناسىۋىتىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.



13. 34 ـ رەسىم

34.13 ـ رەسىمدە مەلۇم بىر تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى تەڭ پوتېنسىياللىق يۈزلەر بىلەن ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى كۆرسىتىلگەن. A ، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئارىلىق d، ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسى U ، مەيدان كۈچىنىشى E دەپ پەرەز قىلىنسا، مۇسبەت زەرەت q نى A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكەشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $W = Fd = qEd$ بولىدۇ، ھالبۇكى، $W = qU$ ، دېمەك،

$$U = Ed$$

تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدا، مەيدان كۈچىنىشىنى بويلىغان ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسى مەيدان كۈچىنىشى بىلەن بۇ ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئارىلىقنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ. يۇقىرىقى فورمۇلىنى ئۆزگەرتىپ مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

$$E = \frac{U}{d}$$

بۇ تەڭلىك شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدا، مەيدان كۈچىنىشى سانلىق قىممەت جەھەتتە مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى بويلىغان ھەربىر بىرلىك ئارىلىقتىكى ئېلېكتر پوتېنسىياللار ئايرىمىسىغا تەڭ بولىدۇ.

يۇقىرىقى فورمۇلىدىن مەيدان كۈچىنىشىنىڭ بىرلىكى V/m نىڭ قانداق كەلتۈرۈپ چىقىرىلغانلىقىنى ئېنىق كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

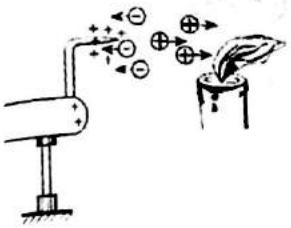
ساۋاقداشلار ئۆزلىرى بۇ ئىككى بىرلىكنىڭ ئۆزئارا تەڭلىكىنى، يەنى $1V/m = 1N/C$ بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ چىقسا بولىدۇ.

ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش ۋە چاقماق قايتۇرغۇچ



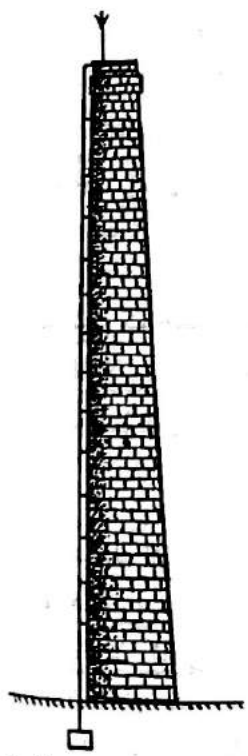
زەرەتلەرنىڭ ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزىدىكى تەقسىملىنىشى ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزىنىڭ ئەگرىلىك دەرىجىسىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچ سىرتقى يۈزىنىڭ گەۋدىلىك چىقىپ تۇرغان ياكى ئۇچلۇق جايىدا زەرەتلەرنىڭ تەقسىملىنىشى زىچراق، ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزى ئەتراپىدىكى ئېلېكتر مەيدانى كۈچلۈكرەك بولىدۇ؛ ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزىنىڭ تۆزرەك بولغان جايىدا زەرەتلەرنىڭ تەقسىملىنىشى شالاڭراق بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ سىرتقى يۈزى ئەتراپىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئاجىزراق بولىدۇ.

ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇچلۇق ئۇچىدىكى زەرەتلەر ئالاھىدە زىچ، ئۇچلۇق ئۇچ ئەتراپىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئالاھىدە كۈچلۈك بولۇپ، **ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش** يۈز بېرىدۇ. 13. 35 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئۇچلۇق ئۇچقا ئىگە ئۆتكۈزگۈچنى ئۇزلۇكسىز زەرەتلەپ تۇرساق، ئۇچلۇق ئۇچ ئەتراپىغا قويۇلغان شامنىڭ يالقۇنى شامال پۈۈلىگەندەك قىيسىيىدۇ. ئەسلىدە ھاۋادا قېپقالغان ئىئونلار ئۇچلۇق ئۇچ ئەتراپىدىكى كۈچلۈك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەسىرىدە جىددىي ھەرىكەت قىلىپ، بوشلۇقتىكى گاز مولېكۇلىلىرىغا سوقۇلۇپ، ھاۋادىكى گاز مولېكۇلىلىرىنى ئىئونلاپ، كۆپلىگەن يېڭى ئىئونلارنى ھاسىل قىلىدۇ. ئۇچلۇق ئۇچ بىلەن ئوخشاش خىلدىكى زەرەت بىلەن زەرەتلەنگەن ئىئونلار ئىتتىرىلىپ، ئۇچلۇق ئۇچتىن يىراقلىشىپ «ئېلېكتر شامىلى»نى شەكىللەندۈرۈپ، شام يالقۇنىنى ئېغىشتۇرىدۇ. ئۇچلۇق ئۇچ بىلەن ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەت بىلەن زەرەتلەنگەن ئىئونلار تارتىلىشقا ئۇچراپ، ئۇچلۇق ئۇچقا قاراپ ئۇچۇپ، ئۇچلۇق ئۇچتىكى زەرەتلەر بىلەن نېيترالىلىشىدۇ. بۇ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇچلۇق ئۇچىدىن زەرەتلەرنى يوقىتىپ قويغىنىغا ئوخشاش بولىدۇ. شۇڭا ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش دەپ ئاتىلىدۇ.



13. 35 ـ رەسىم. ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش

ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىپ ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ خورىشىدىن ساقلىنىش ئۈچۈن، يۇقىرى بېسىملىق توك ئۇزىتىش ئۆتكۈزگۈچ سىملىرىنىڭ سىرتقى يۈزى ناھايىتى سىلىق قىلىنىدۇ. يۇقىرى بېسىملىق ئۇسكۇنىلەرنىڭ مېتال زاپچاسلىرى سىلىق شار سىرتى قىلىپ ياسىلىپ، ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىشتىن ساقلىنىپ، يۇقىرى ئېلېكتر بېسىملىق ھالىتى ساقلىنىدۇ.



13. 36 ـ رەسىم. چاقماق قايتۇرغۇچ

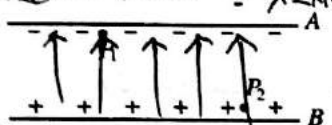
چاقماق قايتۇرغۇچ ئۇچلۇق ئۇچتىن زەرەت قويۇپ بېرىش پرىنسىپىدىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ياسالغان. زەرەتلىك بۇلۇت قاتلىمى يەر يۈزىگە يېقىنلاشقاندا ، ئېلېكتروستاتىك ئىندۇكسىيە تۈپەيلىدىن، يەر يۈزىدىكى جىسىملاردا ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتلەر بارلىققا كېلىدۇ ھەم گەۋدىلىك چىقىپ تۇرغان جىسىملار، مەسىلەن، دەرەخ، تۇرخۇن، تۆمۈر مۇنار، ئېگىز بىنا قاتارلىقلارغا زىچ توپلىشىدۇ. زەرەتلەر توپلىنىپ مەلۇم دەرىجىگە يەتكەندە، زەرەتلىك بۇلۇت قاتلىمى بىلەن گەۋدىلىك چىقىپ تۇرغان بۇ جىسىملار ئارىسىدا جىددىي زەرەت قويۇپ بېرىش يۈز بېرىدۇ، مانا بۇ چاقماق زەربىسىدىن ئىبارەت. چاقماق قايتۇرغۇچ مېتال ئۇچلۇق ئۇچقا ئىگە بىر مېتال ئۆتكۈزگۈچتىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇ بىنالارنىڭ چوققىسىغا ئورنىتىلىپ، توم ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق يەر ئاستىغا كۆمۈلگەن مېتال تاختىغا تۇتاشتۇرۇلۇپ، يەرگە ياخشى تېگىشتۇرۇلۇپ تۇرىدۇ (13. 36 ـ

رەسىم). چاقماق قايتۇرغۇچ ئۇزلۇكسىز زەرەت قويۇپ بېرىش ئارقىلىق، زەرەتلەرنىڭ كۆپلەپ توپلىنىپ قېلىشىنىڭ ئالدى ئېلىنىدۇ، بۇنىڭ بىلەن چاقماقتىن ساقلىنىش مەقسىتى ئەمەلگە ئاشۇرۇلىدۇ.

6 ـ مەشىق

(1) زەرەتلىك پارالليل ئىككى تاختىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 0.05m ، تاختىلار ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 10^3V بولسا، ئىككى تاختا ئارىسىدىكى تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۆچىنىشى ئىككى تاختا ئارىسىدا بىر دانە ئېلېكترون بار بولسا، ئۇ ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۆچى N بولىدۇ.

(2) 13. 37 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، زەرەتلىك پارالليل ئىككى تاختىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 5cm ، ئىككى تاختا ئارىسىدىكى مەيدان كۆچىنىشى 1.2×10^3V / m بولسا، ئىككى تاختا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى V بولىدۇ.



13. 37 ـ رەسىم

ئېلېكتر مەيدانىدىكى P_1 نۇقتىدىن A تاختىغىچە بولغان ئارىلىق P_2 ، 0.5cm نۇقتىدىن B تاختىغىچە بولغان ئارىلىقمۇ 0.5cm بولسا، P_1 ، P_2 دىن ئىبارەت ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى V بولىدۇ.

(3) مەيدان كۆچىنىشى 3.0×10^6V / m تىن يۇقىرى بولغان ئېلېكتر مەيدانىدا تۇرغان ھاۋا تېشىۋېتىلىپ، زەرەت قويۇپ بېرىش ھادىسىسى يۈز بېرىلگەن. ھازىر زەرەتلىك بىر پارچە قارا بۇلۇت يەر يۈزىدىن 300m ئېگىزلىكتە بولۇپ، چاقماق چېقىلغاندا، قارا بۇلۇت بىلەن يەر يۈزى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئاز دېگەندە قانچىلىك بولىدۇ؟

(4) 13. 34 ـ رەسىمدە A ، B دىن ئىبارەت ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئارىلىق 4.0cm ، مەيدان كۆچىنىشى 2.0×10^4V /m بولسا، بىر ئېلېكترون A نۇقتىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۆچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى قانچە eV قا تەڭ بولىدۇ؟

(5) زەرەتلىك پارالليل ئىككى مېتال تاختىنىڭ ئارىلىقى 10cm ، ئىككى تاختا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 9.0×10^3V . ئىككى تاختا ئارىسىدا ئىككى تاختىدىن تەڭ يىراقلىقتىكى ئورۇندا بىر دانە توزان بار بولۇپ، ئۇ 1.6×10^{-7}C – زەرەت بىلەن زەرەتلەنگەن بولسا، بۇ توزان ئۇچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۆچى قانچىلىك؟ بۇ توزان ئېلېكتر مەيدان كۆچىنىڭ تەسىرىدە ھەرىكەت قىلىپ مۇسبەت زەرەتلىك مېتال تاختىغا يېتىپ بارغان بولسا، ئېلېكتر مەيدان كۆچى ئىشلىگەن ئىش قانچىلىك بولىدۇ؟

§8. كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى

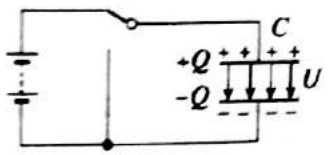
电容 电容器

زەرەت سىغدۇرۇش لۇغىتىدارىغا كىرگۈزۈش

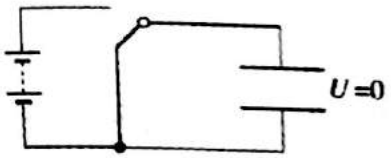
كوندېنساتور كوندېنساتور ئېلېكتر ئۇسكۇنىلىرىدىكى مۇھىم بىر خىل زاپچاس بولۇپ، ئەمەلىيەت جەريانىدا كەڭ قوللىنىلىدۇ. ئۇدۇل تۇرغان پارالليل ئىككى مېتال تاختا ئارىسىغا بىر قەۋەت ئىزولياتسىيە مادىسى ـــ دىئېلېكتريك قىستۇرساق، ئەڭ ئاددىي بىر كوندېنساتور تۈزۈلىدۇ، ئۇ پارالليل تاختىلىق كوندېنساتور دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ ئىككى مېتال تاختا كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرى دەپ ئاتىلىدۇ. ئەمەلىيەتتە ئۆزئارا ئىزولياتسىيىلەنگەن يەنە يېقىن تۇرغان خالىغان ئىككى ئۆتكۈزگۈچنى بىر كوندېنساتور دەپ قاراشقا بولىدۇ.

13. 38 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، كوندېنساتورنىڭ بىر قۇتۇپ تاختىسىنى باتارېيىلەر گۇرۇپپىسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپىغا، يەنە بىر قۇتۇپ تاختىسىنى باتارېيىلەر گۇرۇپپىسىنىڭ يەنە بىر مەنپىي قۇتۇپىغا ئۇلىساق، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا تەڭ مىقدارلىدىكى قارىمۇقارشى زەرەتلەر بىلەن زەرەتلىنىدۇ. بۇ جەريان زەرەتلەش دەپ ئاتىلىدۇ. سەزگۈر گالۋانومېتىر ئارقىلىق قىسقا ۋاقىتلىق زەرەتلەش توكىنى بايقاشقا بولىدۇ. زەرەتلەنگەندىن كېيىن، توك مەنبەسى بىلەن بولغان باغلىنىشىنى ئۈزۈۋەتسەك، ئىككى قۇتۇپ تاختىدا زەرەتلەر

ساقلىنىپ، ئىككى قوتۇپ تاختا ئارىسىدا ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولىدۇ. زەرەتلەش جەريانىدا توك مەنبەسىدىن ئېرىشكەن ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا ساقلىنىشى **ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى** دەپ ئاتىلىدۇ.



13. 38 ـ رەسىم. كوندېنساتورنى زەرەتلەش



13. 39 ـ رەسىم. كوندېنساتورنىڭ زەرەتسىزلىنىشى

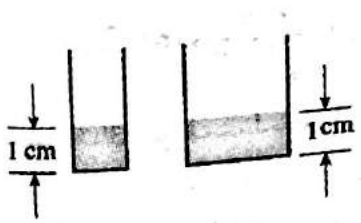
13. 39 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئەگەر زەرەتلەنگەندىن كېيىنكى كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىسىنى تۇتاشتۇرۇپ، ئىككى قوتۇپ تاختىسىدىكى زەرەتلەرنى ئۆزئارا نېيترالاشتۇرساق، كوندېنساتوردا يەنە زەرەت بولمايدۇ. بۇ جەريان زەرەتسىزلىنىش (زەرەت قويۇپ بېرىش) دەپ ئاتىلىدۇ. سىمزگۈر گالۋانومېتىر ئارقىلىق قىسقا ۋاقىتلىق زەرەتسىزلىنىش توكىنى بايقاشقا بولىدۇ. زەرەتسىزلەنگەندىن كېيىن، ئىككى قوتۇپ تاختا ئارىسىدا ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولمايدۇ ـ دە، ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىدۇ.

ئېلېكتر سىغىمى زەرەتلەنگەندىن كېيىنكى كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىسى ئارىسىدا ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى مەۋجۇت بولىدۇ، بۇ ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. بۇ يەردە دېيىلمۇاتقان كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى ھەربىر قوتۇپ تاختىسىنىڭ زەرەت مىقدارىنىڭ مۇتلەق قىممىتىنى كۆرسىتىدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى Q كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U غا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، نىسبەت قىممىتى Q/U بىر تۇراقلىق مىقداردىن ئىبارەت. ئوخشىمىغان كوندېنساتورلارنىڭ بۇ نىسبەت قىممىتى ئومۇمەن ئوخشاش بولمايدۇ. دېمەك، بۇ نىسبەت قىممىتى كوندېنساتورنىڭ زەرەت ساقلاش قابىلىيىتىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ.

كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى Q نىڭ كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U غا بولغان نىسبەت قىممىتى كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى دەپ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتر سىغىمىنى C بىلەن ئىپادىلىسەك مۇنداق بولىدۇ:

$$C=\frac{Q}{U}$$

يۇقىرىقى فورمۇلا شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى سانلىق قىممەت جەھەتتە ئىككى قوتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 1V بولغاندىكى كوندېنساتورغا كېرەكلىك بولىدىغان زەرەت مىقدارىغا تەڭ بولىدۇ. كېرەك بولىدىغان زەرەت مىقدارى كۆپ بولسا، بۇ، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنىڭ چوڭ ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىدۇ. بۇ، ئوخشىمىغان قاچىلارغا سۇ قاچىلاشقا ئوخشاپ كېتىدۇ (13. 40 ـ رەسىم). قاچىلاردىكى سۇلارنىڭ چوڭقۇرلۇقىنى ئوخشاشلا 1cm قىلىشتا، توغرا كەسمە يۈزى چوڭراق قاچىغا كېتىدىغان سۇ كۆپ بولىدۇ. دېمەك، ئېلېكتر سىغىمى كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەرنى سىغدۇرۇش قابىلىيىتىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقداردۇر.



13. 40 ـ رەسىم

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا ئېلېكتر سىغىمىنىڭ بىرلىكى فاراداي، بەلگىسى F . ئەگەر بىر

كوندېنساتور 1C زەرەت مىقدارى بىلەن زەرەتلەنگەندە، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 1V بولسا، بۇ كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى 1F بولىدۇ. فارادا دېگەن بۇ بىرلىك بەك چوڭ بولغاچقا، ئەمەلىيەت جەريانىدا دائىم كىچىكرەك بىرلىكلەردىن مىكروفارادا (μF) ۋە پىكو فارادا (pF) لار قوللىنىلىدۇ. ئۇلارنىڭ فارادا بىلەن بولغان مۇناسىۋىتى مۇنداق بولىدۇ:

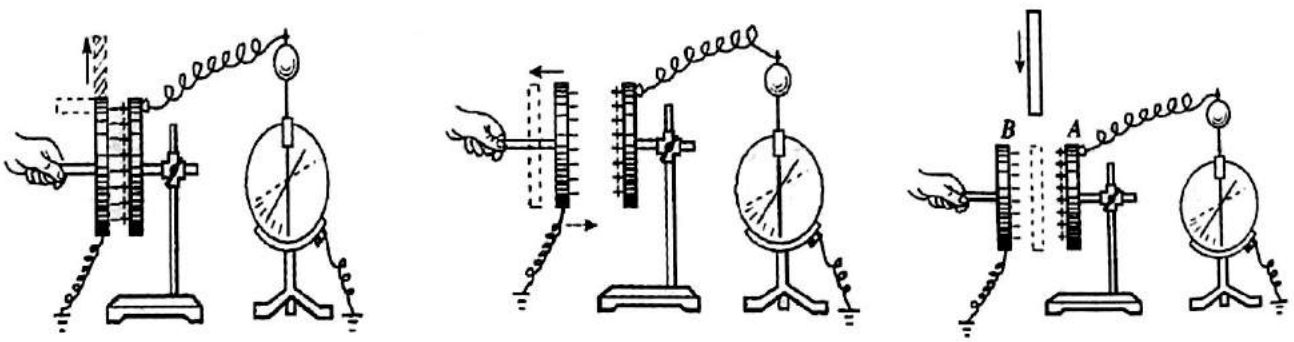
$$1F = 10^6 \mu F = 10^{12} pF$$

پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى ئەمدى بىز پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنىڭ قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

تەجرىبە

13 ـ 41 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئېلېكترومېتىر ① ئارقىلىق زەرەتلەنگەن پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U ئۆلچىنىدۇ. قۇتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەت مىقدارى Q نى ئۆزگەرتمەي، ئىككى تاختىنىڭ بىر ـ بىرىگە ئۇدۇل تۇرغان يۈزى S لەر بىلەن ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئارىلىق d نى ئايرىم ـ ئايرىم ئۆزگەرتسەك شۇنى كۆرەلەيمىزكى: S قانچە چوڭ بولسا، ئېلېكترومېتىر كۆرسەتكەن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U شۇنچە كىچىك بولۇپ، بۇ، ئېلېكتر سىغىمىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ؛ d قانچە كىچىك بولسا، ئېلېكترومېتىر كۆرسەتكەن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U شۇنچە كىچىك بولۇپ، ئېلېكتر سىغىمىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

Q، d، S لارنىڭ ھەممىسىنى ئۆزگەرتمەي، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىغا دىئېلېكترىك قىستۇرساق، ئېلېكترومېتىر كۆرسەتكەن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U نىڭ كىچىكلىگەنلىكىنى كۆرەلەيمىز. بۇ، پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى دىئېلېكترىكنى قىستۇرۇش تۈپەيلىدىن چوڭىيىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىغا دىئېلېكترىك تولدۇرۇلغاندا ئېلېكتر سىغىمىنىڭ چوڭايغان ھەسسىلىك سانى دىئېلېكتر كنىڭ دىئېلېكترىك تۇراقلىق سانى دەپ ئاتىلىپ، ε بىلەن ئىپادىلىنىدۇ.



C: دىئېلېكترىك قىستۇرۇلغاندىن كېيىن، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U كىچىكلەپ، ئېلېكتر سىغىمى C چوڭىيىدۇ.

B: Q بىلەن S نى ئۆزگەرتمەي، d نى قانچە چوڭ قىلغانسېرى، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U شۇنچە چوڭ بولىدۇ، بۇ، ئېلېكتر سىغىمى C نىڭ شۇنچە كىچىك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

A: Q بىلەن d نى ئۆزگەرتمەي، S نى قانچە كىچىك قىلغانسېرى، ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U شۇنچە چوڭ بولىدۇ، بۇ، ئېلېكتر سىغىمى C نىڭ شۇنچە كىچىك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.

13. 41 ـ رەسىم

① ئېلېكترومېتىر ئېلېكتروسكوپ ئاساسىدا ياسالغان بولۇپ، بۇ ئارقىلىق ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئۆلچىنىدۇ، ئۇنىڭ مېتال شارچىسى بىر ئۆتكۈزگۈچكە ئۇلىنىدۇ، ئۇنىڭ مېتال قېپى يەنە بىر ئۆتكۈزگۈچكە ئۇلىنىدۇ (ياكى بىرلا ۋاقىتتا يەرگە ئۇلىنىدۇ). ئۇنىڭ ئىستىرېلكىسىنىڭ ئېغىش بۇلۇڭىدىن ئىككى ئۆتكۈزگۈچ ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئۆلچەشكە بولىدۇ.

نەزەرىيە ۋە تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى C دىئېلېكتريك تۇراقلىق سانى ε بىلەن ئوك تاناسىپ، ئۇدۇل تۇرغان يۈزلەر S بىلەن ئوك تاناسىپ، قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىق d بىلەن تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ. فورمۇلا شەكلىدە يازساق مۇنداق بولىدۇ:

$$C = \frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$$

فورمۇلىدىكى k ئېلېكتروستاتىك كۇچ تۇراقلىق مىقدارىدىن ئىبارەت.

ئومۇمەن ئېيتقاندا، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى ئىككى ئۆتكۈزگۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى، شەكلى ۋە ئىككى ئۆتكۈزگۈچنىڭ نىسپىي ئورنى ھەم قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى دىئېلېكتريك تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ.

بىر نەچچە خىل دىئېلېكتريكنىڭ دىئېلېكتريك تۇراقلىق سانى

دىئېلېكتريك	ھاۋا	موم	چاق ـ چۇق	ئەينەك	چىرىمتال
دىئېلېكتريك تۇراقلىق سانى	1.0005	2.0 ~ 2.1	6	4 ~ 11	6 ~ 8

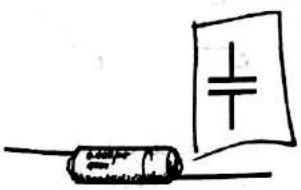
مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتور زەرەتلەنگەندىن كېيىن، كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىنى توك مەنبەسىگە داۋاملىق تۇتاشتۇرساق، بۇنداق ئەھۋالدا، ئەگەر ئىككى تاختا ئارىسىدىكى ئارىلىق d نى چوڭايتساق، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U ، كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى Q ، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى مەيدان كۇچىنىشى E لارنىڭ ھەرقايسىسى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟

پاراللېل تاختىلىق كوندېنساتور زەرەتلەنگەندىن كېيىن، توك مەنبەسىدىن ئاجرىتىۋەتسەك، بۇنداق ئەھۋالدا، ئەگەر d نى چوڭايتساق U ، Q ، E لار قانداق ئۆزگىرىدۇ؟

دائىم ئىشلىتىلىدىغان كوندېنساتورلار دائىم ئىشلىتىلىدىغان كوندېنساتورلارنى تۇزۇلۇش جەھەتتىن قارىغاندا، تۇراقلىق كوندېنساتور ۋە ئۆزگىرىشچان كوندېنساتوردىن ئىبارەت ئىككى تۈرگە ئايرىشقا بولىدۇ.

تۇراقلىق كوندېنساتورلارنىڭ ئېلېكتر سىغىمى تۇراقلىق بولىدۇ. دائىم ئىشلىتىدىغانلىرىدىن پولىستىرىن كوندېنساتورى ۋە ئېلېكترولىتلىق كوندېنساتورلار بار.

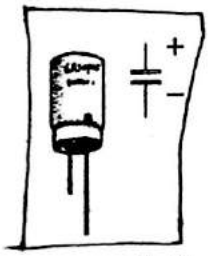


13. 42 ـ رەسىم. پولىستىرىن كوندېنساتورى (ئوك يۇقىرى بورجىكىدىكى تۇراقلىق كوندېنساتورنىڭ بەلگىسى)

ئىككى قەۋەت قەلەي ياپراقچىسى ياكى ئالىيۇمىن ياپراقچىسى ئوتتۇرىسىغا پولىستىرىن نېپىز پەردىسىنى قىستۇرۇپ، ئۇنى سىلىندىر شەكلىدە يۆگەش ئارقىلىق پولىستىرىن كوندېنساتورىنى ياساشقا بولىدۇ (13. 42 ـ رەسىم). قەلەي ياپراقچە ياكى ئالىيۇمىن ياپراقچىنىڭ يۈزىنى ئۆزگەرتىش ئارقىلىق ئېلېكتر سىغىمى ئوخشاش بولمىغان پولىستىرىن كوندېنساتورلىرىنى ياساشقا بولىدۇ.

ئېلېكترولىتلىق كوندېنساتور (13. 43 ـ رەسىم) ئالىيۇمىن ياپراقچىنى بىر قۇتۇپ تاختىسى قىلىش، ئالىيۇمىن ياپراقچىدىكى ئىنتايىن نېپىز بىر قەۋەت ئوكسىدلىق پەردىنى دىئېلېكتريك، ئېلېكترولىت سۇيۇقلۇقىغا قاچىلانغان قەغەزدىن يەنە بىر قۇتۇپ تاختىسى قىلىش ئارقىلىق ياسىلىدۇ. ئوكسىدلىق پەردە ناھايىتى نېپىز بولغانلىقتىن، ئېلېكتر سىغىمى چوڭراق بولىدۇ. ئېلېكترولىتلىق كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپلىرى مۇقىم بولىدۇ، ئىشلەتكەندە

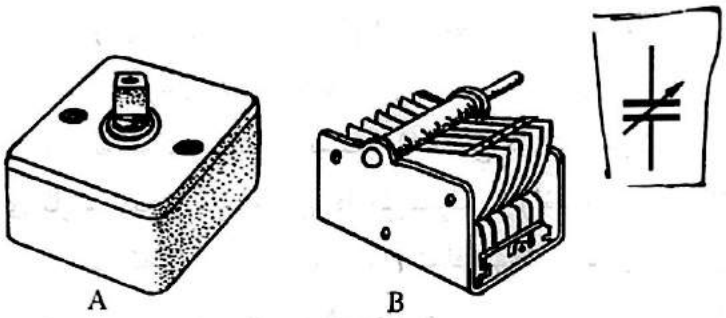
ئونىڭ قۇتۇپلىرىنى خاتا ئۇلاپ قويۇشقا بولمايدۇ.



13. 43 ـ رەسىم. ئېلېكترولىتلىق كوندېنساتور (ئوڭ يۇقىرى بۇرجىكىدە. كىچىك ئونىڭ بەلگىسى)

ئۆزگىرىشچان كوندېنساتور ئىككى گۇرۇپپا ئالىيۇمىن پلاستىنكىلاردىن تەشكىل تاپىدۇ (13. 44 ـ رەسىم). ئونىڭ ئېلېكتر سىغىمىنى تەڭشەشكە بولىدۇ. مۇقىم بىر گۇرۇپپا ئالىيۇمىن پلاستىنكىلار قوزغالماس پلاستىنكىلار، ئايلىنىدىغان بىر گۇرۇپپا ئالىيۇمىن پلاستىنكىلار ھەربىرىنى تېچىپ پلاستىنكىلار دەپ ئاتىلىدۇ. ھەربىرىنى پلاستىنكىلارنى ئايلاندۇرۇپ، ئىككى گۇرۇپپا ئالىيۇمىن پلاستىنكىلارنىڭ ئوتتۇرىلىرىدا ئۆزگىرىش ھاسىل قىلىسا، ئېلېكتر سىغىمى بىرنېچچە ئەگمىشپ ئۆزگىرىدۇ.

كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپىغا بېرىلىدىغان ئېلېكتر بېسىمى مەلۇم بىر چەكتىن ئېشىپ كەتسە بولمايدۇ. بۇ چەكتىن ئېشىپ كەتسە، دىئېلېكترىك تېشىلىپ كېتىپ، كوندېنساتور بۇزۇلىدۇ. بۇ چەك (لىمىت) بېسىمى تېشىپ ئۆتۈش ئېلېكتر بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ. كوندېنساتور ئىشلىگەندىكى ئېلېكتر بېسىمى تېشىپ ئۆتۈش ئېلېكتر بېسىمىدىن تۆۋەن بولۇشى كېرەك. كوندېنساتورلارغا



13. 44 ـ رەسىم. تەڭشەشكە بولىدىغان كوندېنساتور (A رەسىمدىكىسى قېپىنىڭ ئىچى سۇلياۋ دىئېلېكترىكلىك، B رەسىمدىكىسى ھاۋا دىئېلېكترىكلىك بولۇپ، ئوڭ يۇقىرى بۇرجىكىدىكىسى ئونىڭ بەلگىسى).

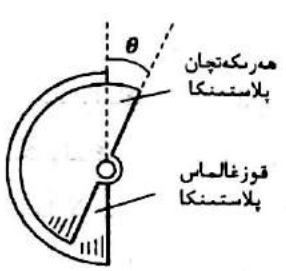
ئومۇمەن ئۇلارنىڭ ئېلېكتر سىغىمى ۋە نورمال ئېلېكتر بېسىمىنىڭ سانلىق قىممەتلىرى ئىپادىلەپ قويۇلىدۇ. نورمال ئېلېكتر بېسىمى كوندېنساتور ئۇزاق مەزگىل ئىشلىگەندە بەرداشلىق بېرەلەيدىغان ئېلېكتر بېسىمىنى كۆرسىتىدۇ، ئۇ، تېشىپ ئۆتۈش ئېلېكتر بېسىمىدىن تۆۋەن بولىدۇ.

ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور



كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى C قۇتۇپ تاختىلىرىنىڭ ئۈدۈل يۈزلىرى S ، قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىق d ۋە قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى دىئېلېكترىكتىن ئىبارەت بۇ بىر قانچە ئامىل تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. ئەگەر مەلۇم بىر فىزىكىلىق مىقدار (مەسىلەن، بۇلۇڭ θ ، يۆتكىلىش s ، چوڭقۇرلۇق h قاتارلىقلار) نىڭ ئۆزگىرىشى يۇقىرىدا سۆزلەنگەن مەلۇم ئامىلنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىپ، بۇ ئارقىلىق ئېلېكتر سىغىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقارسا، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنى ئۆلچەش ئارقىلىق يۇقىرىدا سۆزلەنگەن فىزىكىلىق مىقدارلارنىڭ ئۆزگىرىشىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ.

بۇنداق ئىشلىتىشكە ئىگە كوندېنساتور ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور دەپ ئاتىلىدۇ.

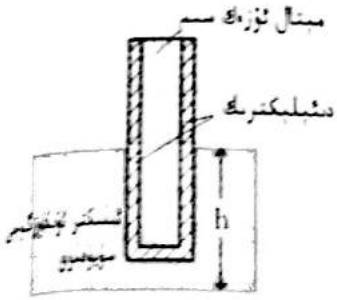


13. 45 ـ رەسىم

13. 45 ـ رەسىمدە بۇلۇڭ θ نى ئۆلچەشتە ئىشلىتىلىدىغان ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور كۆرسىتىلگەن، ھەربىرىنى پلاستىنكا بىلەن قوزغالماس پلاستىنكا ئارىسىدىكى بۇلۇڭ θ ئۆزگەرگەندە، قۇتۇپ تاختىلىرى ئۈدۈل يۈزلىرى S نىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ ـ دە، ئېلېكتر سىغىمى C ئۆزگىرىدۇ. C نىڭ ئۆزگىرىشىنى بىلگەندىن كېيىن،

θنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىلىشكە بولىدۇ.

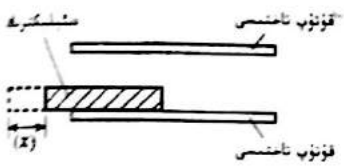
13. 46 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى سۇيۇقلۇق يۈزىنىڭ ئېگىزلىكى h نى ئۆلچەيدىغان ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچ سىم ئۆزىكىنىڭ سىرتىغا بىر قەۋەت ئىزولياتسىيە ماددىسى سۈركىلىپ، ئۇ ئېلېكتر ئۆتكۈزگۈچى سۇيۇقلۇققا سېلىپ قويۇلىدۇ، ئۆتكۈزگۈچ سىم ئۆزەك بىلەن ئېلېكتر ئۆتكۈزگۈچى سۇيۇقلۇقى كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپىنى تۇزىدۇ، ئۆتكۈزگۈچ سىم ئۆزەكنىڭ سىرتىدىكى ئىزولياتسىيە ماددىسى دىئېلېكترىك بولىدۇ. سۇيۇقلۇق يۈزىنىڭ ئېگىزلىكى h تا ئۆزگىرىش بولغاندا، ئۇدۇل يۈزلىرىنىڭ ئۆزگىرىشى كېلىپ چىقىپ، بۇ ئېلېكتر سىغىمى C نىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. C نىڭ ئۆزگىرىشىنى بىلگەندىن كېيىن، h نىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىلىشكە بولىدۇ.



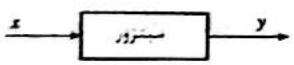
13. 46 ـ رەسىم

13. 47 ـ رەسىم

13. 47 ـ رەسىمدە بېسىم كۈچى F نى ئۆلچەيدىغان ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور كۆرسىتىلگەن. ئۆلچىنىدىغان بېسىم كۈچى F ھەرىكەتچان پلاستىنكىلىق ئېلېكتر قۇتۇپىغا تەسىر قىلغاندا، پلاستىنكىدا دېفورماتسىيە (شەكىل ئۆزگىرىش) يۈز بېرىپ، قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىلىقىدىكى ئارىلىق d دا ئۆزگىرىش بولۇپ، ئېلېكتر سىغىمى C نىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. C نىڭ ئۆزگىرىشىنى بىلگەندىن كېيىن، Fنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىلىشكە بولىدۇ.


13. 48 ـ رەسىم

13. 48 ـ رەسىمدە يۆتكىلىش x نى ئۆلچەيدىغان ئېلېكتر سىغىملىق سېنزور كۆرسىتىلگەن. دىئېلېكترىكنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرىنىڭ ئارىسىغا كىرگەن ئۇزۇنلۇقىدا ئۆزگىرىش بولغاندا، ئېلېكتر سىغىمى C دا ئۆزگىرىش بولىدۇ. C نىڭ ئۆزگىرىشىنى بىلگەندىن كېيىن x نىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىلىشكە بولىدۇ.



13. 49 ـ رەسىم

ئەمەلىيەتتە ھەر خىل سېنزورلار بار بولۇپ، ئۇلارنىڭ ھەممىسى ھەر خىل فىزىكىلىق ئېففېكتلار (تەسىرلەر)غا ئاساسەن لايىھىلىنىپ ياسالغان بولىدۇ. بىز تولۇقسىز ئوتتۇرىدا، ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى ئۆتكۈزگۈچنىڭ توغرا كەسمە يۈزى، ئۇزۇنلۇقى ۋە تېمپېراتۇرىسى قاتارلىق ئامىللارغا باغلىق ئىكەنلىكىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەن. دېمەك، بۇنىڭدىن قارشىلىقلىق سېنزور ياساپ، بېسىم كۈچى، تېمپېراتۇرا قاتارلىق فىزىكىلىق مىقدارلارنى ئۆلچەشكە بولىدۇ.

سېنزور ئېلېكترلىك بولمىغان فىزىكىلىق مىقدارلار (مەسىلەن، يۆتكىلىش، تېزلىك، بېسىم كۈچى، تېمپېراتۇرا، نەملىك، ئېقىش مىقدارى، ئاۋاز كۈچلۈكلۈكى، يورۇتۇلۇش دەرىجىسى قاتارلىقلار) نى ئېلېكترلىك مىقدارلار (مەسىلەن، ئېلېكتر بېسىمى، توك قاتارلىقلار) غا ئايلاندۇرىدىغان بىر خىل دېتال. سېنزورغا كىرىدىغىنى ئېلېكترلىك بولمىغان فىزىكىلىق مىقدار x ، سېنزوردىن چىقىرىلىدىغىنى ئېلېكترلىك مىقدار y تىن ئىبارەت بولىدۇ (13. 49 ـ رەسىم). ئېلېكترلىك بولمىغان مىقدارلارنى ئېلېكترلىك مىقدارلارغا ئايلاندۇرغاندىن كېيىن، ئۆلچەش بىرقەدەر ئاسانلىشىدۇ، شۇنداقلا ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنىسىغا كىرگۈزۈپ بىر تەرەپ

ئۇچۇرلارنى يىغىشتا سېزىر زورغا تايىنىشقا، ئۇچۇرلارنى بىر تەرەپ قىلىشتا ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنىسىغا تايىنىشقا توغرا كېلىدۇ. ئەگەر ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنىسىنى «ئېلېكترونلۇق مېڭە» دەپ ئاتىساق، سېنزورنى «ئېلېكترونلۇق بەش ئەزا» دەپ ئاتاشقا بولىدۇ.

قىلىشقا بولىدۇ. ھەر خىل سېنزورلار ئاپتوماتىك كونترول قىلىش ئۇسكۇنىلىرىدە كەم بولسا بولمايدىغان دېتال بولۇپ، بۇلار ئالەم ئېچىش، مۇھىت ئاسراش، قاتناش ـ تىرانسپورت، شۇنىڭدەك ئائىلە تۇرمۇشى قاتارلىق ھەر خىل ساھەلەرگە سىڭىپ كىردى.

فىزىكا ئۆگىنىشتە ئوقۇغۇچىلاردا ئىشلىتىش ئېڭى بولۇشى، ئۆگەنگەن بىلىملەرنى ئەمەلىيەتتە قوللىنىشقا ماھىر بولۇشى، ئۇلار بۇ جەھەتتە تىرىشىشى لازىم.

7 ـ مەشىق

(1) بىر كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى $1.5 \times 10^{-2}\mu F$ ، ئۇنىڭ ئىككى قۇتۇپى تاختىسى 90V لۇق توك مەنبەسىگە ئۇلانغان بولسا، كوندېنساتورنىڭ ھەربىر قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارى بولىدۇ.

(2) دۆگىلەك تاختىدىن ياسالغان پارالىل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ دۆگىلەك تاختىلىرىنىڭ رادىئۇسى 3cm ، ئىككى تاختىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى2mm ، ئوتتۇرىسىغا دىئېلېكتىرىك تۇراقلىق سانى 2 بولغان دىئېلېكتىرىك تولدۇرۇلغان بولسا، بۇ كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى . C=

(3) بىر كوندېنساتورنىڭ زەرەت مىقدارىنى $4.0 \times 10^{-8}C$ ئاشۇرغاندا، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى 20V چوڭىيىدۇ. بۇ ھالدا، بۇ كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى قانچە مىكروفاراد (μF) بولىدۇ؟

(4) پارالىل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنى ھېسابلاپ ئاشۇرۇپ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى مەيدان كۈچىنىشىنى يېرىمىغىچە كېمەيتىشتە، تۆۋەندە سۆزلەنگەن تۆت خىل ئۇسۇلنىڭ ئىچىدىكى قايسى خىل ئۇسۇلدىن پايدىلىنىش كېرەك:

① ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارىنى ھېسابلاپ ئاشۇرۇپ، تاختىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى ئەسلىدىكىنىڭ تۆت ھەسسىسى قىلىش كېرەك.

② ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارىنى يېرىمىغىچە كېمەيتىپ، تاختىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى ئەسلىدىكىسىنىڭ تۆت ھەسسىسى قىلىش كېرەك.

③ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارىنى ھېسابلاپ ئاشۇرۇپ، تاختىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى ئەسلىدىكىسىنىڭ ئىككى ھەسسىسى قىلىش كېرەك.

④ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارىنى يېرىمىغىچە كېمەيتىپ، تاختىلار ئارىسىدىكى ئارىلىقنى ئەسلىدىكىسىنىڭ ئىككى ھەسسىسى قىلىش كېرەك.

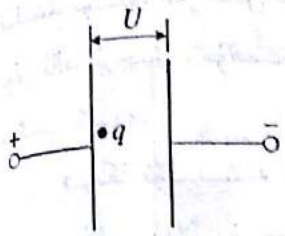
$C=\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}$ $Q=CU=\frac{\varepsilon SU}{4\pi kd}$ $U=\frac{Q}{C}=\frac{Q}{\frac{\varepsilon S}{4\pi kd}}=\frac{4\pi kdQ}{\varepsilon S}$ $E=\frac{U}{d}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$

§9 . زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتى

زەرەتلىك زەررىچە ئېلېكتر مەيدانىدا ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراپ، تېزلىنىش ھاسىل قىلىپ، تېزلىكنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش قىلىدۇ. ھازىرقى زامان ئىلمىي تەجرىبىسى ۋە تېخنىكا ئۇسكۇنىلىرىدە مۇشۇ پرىنسىپقا ئاساسەن، ئېلېكتر مەيدانىدىن پايدىلىنىپ زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ھەرىكىتى ئۆزگەرتىلىدۇ ياكى تىزگىنلىنىدۇ. تۆۋەندە، بىرى، زەرەتلىك زەررىچىنى ئېلېكتر مەيدانىدىن پايدىلىنىپ تېزلىنىشقا ئېگە قىلىش؛ يەنە بىرى، زەرەتلىك زەررىچىنى ئېلېكتر مەيدانىدىن پايدىلىنىپ ئېغىشتۇرۇشتىن ئىبارەت ئىككى خىل ئەڭ ئاددىي مۇھاكىمە قىلىمىز.

زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تېزلىنىشقا ئېگە قىلىنىشى 13. 50 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ۋاكۇئۇمدا بىر جۈپ پارالىل مېتال تاختا بار بولۇپ، ئىككى تاختا ئارىسىغا ئېلېكتر بېسىمى U بېرىلىدۇ. ئىككى تاختا ئارىسىدا مۇسبەت زەرەتلىك بىر دانە q زەررىچە بار بولۇپ، ئۇ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە تىنچ ھالەتتىن

باشلاپ مۇسبەت قۇتۇپتىن مەنپىي قۇتۇپقا قاراپ ھەرىكەت قىلىپ، مەنپىي قۇتۇپ تاختىغا يېتىپ بارغاندا، ئۇنىڭ تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟

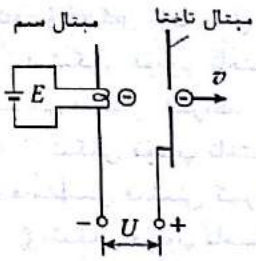


13. 50 ـ رەسىم. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تېزلىتىلىشى

زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ھەرىكەت جەريانىدا ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $W = qU$ بولىدۇ. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ مەنپىي قۇتۇپقا يېتىپ بارغاندىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى $E_k = \frac{1}{2} m\upsilon^2$ بولىدۇ. ھەرىكەت ئېنېرگىيە تېئورېمىسىدىن $qU = \frac{1}{2} m\upsilon^2$ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ . بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىنى تېپىشقا بولىدۇ:

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2qU}{m}} \qquad (1)$$

بىزگە مەلۇم، ئىككى پاراللېل مېتال تاختا ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىن ئىبارەت بولىدۇ. ئەگەر ئىككى قۇتۇپ تاختىسى باشقا شەكىلدە بولسا، ئوتتۇرىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى بولمايدۇ. بۇ ھالدا، يۇقىرىقى فورمۇلا ئوخشاشلا مۇڭاپىق كېلىدۇ (نېمە ئۈچۈن شۇنداق بولىدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ).



13. 51 ـ رەسىم. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تېزلىتىلىشى. باتارېيە E مېتال سىمنى قىزدۇرۇشتا ئىشلىتىلىدۇ

[1 ـ مىسال] تەجرىبە چوغلانغان مېتال سىمنىڭ ئېلېكترون تارقىتىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ بەردى. چوغلانغان مېتال سىم بىلەن مېتال تاختا ئارىسىغا $U = 2500\text{V}$ ئېلېكتر بېسىمى بېرىلىپ (13. 51 ـ رەسىم)، چوغلانغان مېتال سىمدىن چىققان ئېلېكترون ۋاكۇئۇمدا تېزلىتىلگەندىن كېيىن، مېتال تاختىدىكى تۆشۈكچىدىن چىقىدۇ. ئېلېكترونىنىڭ تۆشۈكچىدىن چىققاندىن كېيىنكى تېزلىكى قانچىلىك بولىدۇ؟

ئېلېكترونىنىڭ مېتال سىمدىن ئەمدىلا ئېتىلىپ چىققاندىكى تېزلىكىنى نۆل دەپ پەرەز قىلىمىز. ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى $m = 0.91 \times 10^{-30}\text{kg}$ ، ئېلېكترونىنىڭ زەرەت مىقدارى $e = 1.6 \times 10^{-19}\text{C}$.

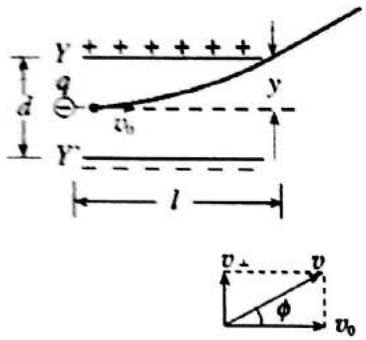
يېشىش : مېتال سىم ۋە مېتال تاختىلار ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى گەرچە تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى بولمىسىمۇ، لېكىن يەنىلا فورمۇلا (1) دىن پايدىلىنىپ υ نى تېپىشقا بولىدۇ، يەنى

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 2500}{0.91 \times 10^{-30}}}\ \text{m/s}$$

$$= 3.0 \times 10^7 \text{m/s}$$

زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ئېغىشى 13. 52 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ۋاكۇئۇمغا Y ۋە Y' دىن ئىبارەت بىر جۈپ مېتال تاختا گورىزونتال قويۇلغان، تاختىلار ئارىسىدىكى ئارىلىق d. ئىككى تاختا ئارىسىغا ئېلېكتر بېسىمى U بېرىلگەندە، ئىككى تاختا ئارىسىدىكى تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىشى $E = U / d$ بولىدۇ. ئەمدى زەرەت مىقدارى q بولغان زەرەتلىك بىر زەررىچە گورىزونتال تېزلىك υ_0 بويىچە ئېلېكتر مەيدانىغا ئېتىلىپ كىرگەندە، زەرەتلىك زەررىچە ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچى $F = qE$ گە ئۇچرايدۇ، شۇ سەۋەبتىن ئۇ ئېلېكتر مەيدانىدا ئېغىش ھاسىل قىلىدۇ. تۆۋەندە مىسال ئارقىلىق زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ئېغىشىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

[2 ـ مىسال] بىر ئېلېكترون 13 . 52 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر مەيدانىغا گورىزونتال ئېتىلىپ كىرگەن. ئېتىلىپ كىرگەن چاغدىكى تېزلىكى $v_0 = 3.0 \times 10^7 \mathrm{m/s}$ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىنىڭ ئۇزۇنلۇقى $l = 6.0\mathrm{cm}$، ئۆزئارا ئارىلىقى $d = 2\mathrm{cm}$ ، قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى $U = 200\mathrm{V}$ بولسا، ئېلېكترونىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىن ئېتىلىپ چىققاندىكى ۋېرتىكال ئېغىشقان ئارىلىقى y نى ئېلېكترون بۇلۇڭى ϕ نى تاپايلى.



13 . 52 ـ رەسىم. زەرەتلىك زەرىچىنىڭ ئېغىشى

يېشىش : ئېلېكترون ۋېرتىكال يۆنىلىشتە تەكشى تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلغان، تېزلىنىشى $a = F/m = qE/m = qU/md$. ئېلېكترونىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىن ئېتىلىپ چىققاندىكى ۋېرتىكال ئېغىش ئارىلىقى $y = at^2/2$، بۇنىڭدىكى t ئۇچۇش ۋاقتى. ئېلېكترون گورىزونتال يۆنىلىشتە تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ، $l = v_0 t$ دىن $t = l/v_0$ نى تېپىشقا بولىدۇ. a بىلەن t نى $y = at^2/2$ تىكى ئورنىغا قويساق، تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$y = \frac{ql^2}{2mv_0^2 d} U \qquad (2)$$

سانلىق قىممەتلەرنى ئورنىغا قويساق، تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$y = 0.36\mathrm{cm}$$

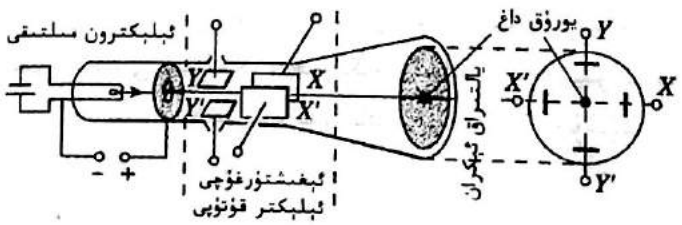
ئېلېكترونىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىن ئايرىلغاندىكى ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى تارماق تېزلىكى $v_\perp = at = \frac{qlU}{mv_0 d}$ بولۇپ، ئېلېكتر مەيدانىدىن ئايرىلغاندىكى ئېغىش بۇلۇڭى ϕ نى تۆۋەندىكى فورمۇلدىن ئېنىقلاشقا بولىدۇ:

$$\tan\phi = \frac{v_\perp}{v_0} = \frac{ql}{mv_0^2 d} U \qquad (3)$$

سانلىق قىممەتلەرنى ئورنىغا قويساق، تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$\phi = 6.8^\circ$$

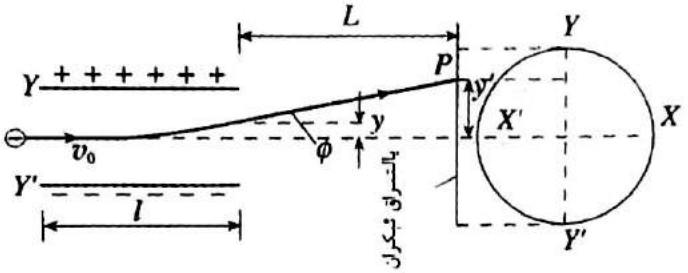
دولقۇن كۆرسەتكۈچ لامپىنىڭ پرىنسىپى دولقۇن كۆرسەتكۈچ دەپ ئاتالمىدىغان بىر خىل ئېلېكترونلۇق ئەسۋاب بار بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق ئېلېكتر سىگناللىرىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. ئوقۇغۇچىلار تەجرىبىسىدە بۇنى ئىشلىتىش مەشىق قىلىنىدۇ. دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ مەركىزىي قىسىم دېتالى دولقۇن كۆرسەتكۈچ لامپىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇ ئېلېكترون مىلتىقى، ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى ۋە يالتىراق ئېكراندىن تۈزۈلگەن بولىدۇ. ئۇنىڭ ئىچىدىكى ھاۋا تارتىپ چىقىرىۋېتىلىپ ۋاكۇئۇم قىلىنىدۇ. 13 . 53 ـ رەسىم دولقۇن كۆرسەتكۈچ كانىيىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسىدىن ئىبارەت. يۇقىرىدىكى 13 . 51 ـ رەسىم ئېلېكترون مىلتىقىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسىدىن ئىبارەت.



13 . 53 ـ رەسىم . دولقۇن كۆرسەتكۈچ لامپىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى

ئەگەر ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى XX' بىلەن ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' لارغا ئېلېكتر بېسىمى بېرىلمىگەندە، ئېلېكترونلار دەستىسى مېتال تاختىدىكى تۆشۈكچىدىن ئېتىلىپ چىققاندىن كېيىن توز سىزىق بويلاپ تارقىلىپ، يالتىراق ئېكرانغا ئۇرۇلىدۇ ـ دە، ئۇ يەردە بىر يورۇق داغ (يورۇق ئىز) ھاسىل قىلىدۇ.

ئەگەر ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى XX' غا ئېلېكتر بېسىمى بېرىلمەي، پەقەت ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' غا ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، ئېلېكترونلار ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' نىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا ئېغىشىدۇ، ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' دىن ئايرىلغاندىن كېيىن توز سىزىق بويلاپ ئىلگىرىلەيدۇ ـ دە، يالتىراق ئېكرانغا ئۇرۇلغان يورۇق داغ ۋېرتىكال يۆنىلىشتە y' ئېغىشىدۇ (13. 54 ـ رەسىم).



13. 54 ـ رەسىم . يورۇق داغ يالتىراق ئېكراندا ۋېرتىكال ئېغىشىدۇ

ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' غا بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى U نى ئۆزگەرتسەك، يورۇق داغنىڭ ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى ئورنى يۆنىگىغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. Y' نىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالى Y نىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالىدىن يۇقىرى بولغاندا، يورۇق داغ تۆۋەنگە سۈرۈلىدۇ. ئېلېكتر بېسىمى U ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرگەندە ، يورۇغ داغنىڭ ئورنىمۇ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. يۇقىرىدىكى فورمۇلا (2) بىلەن (3) تەن بىلىش مۇمكىنكى، y بىلەن $\tan\phi$ ئوخشاشلا U غا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن يورۇق داغنىڭ ئېغىشى y' مۇ U غا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. ئەگەر ئېلېكتر بېسىمى سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگەرسە، يەنى $U = U_{max}\sin\omega t$ ، ئېغىشمۇ سىنۇس قانۇنىيىتى $y' = y'_{max}\sin\omega t$ بويىچە ئۆزگىرىدۇ، يەنى يورۇق داغ ۋېرتىكال يۆنىلىشتە ئاددىي گارمونىك ھەرىكەت قىلىدۇ. ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ئۆزگىرىشى ناھايىتى تېز بولغاندا، يورۇق داغنىڭ يۆتكىلىشى تېز بولىدۇ، كۆرۈش سېزىمى ئىنېرتسىيىسى ۋە يالتىراق ماددىنىڭ قالدۇق يورۇقلۇق ئالاھىدىلىكى تۈپەيلىدىن، يورۇق داغ قارىماققا بىر ۋېرتىكال يورۇق سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ.

ئېغىش y' نىڭ ئىپادىسى

$$y' = \frac{ql}{m v_0^2 d}\left(L + \frac{l}{2}\right)U$$

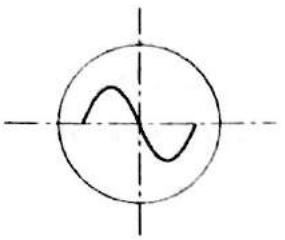
$$= \tan\phi\left(L + \frac{l}{2}\right)$$

نى ئۆزۈئالارنىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىشىنى ئۆمىد قىلىمىز.

ئوخشاش پرىنسىپ بويىچە، ئەگەر پەقەت ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى XX' غىلا ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، يورۇق داغ گورىزونتال يۆنىلىشتە ئېغىشىدۇ. ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، يورۇق داغنىڭ ئورنى گورىزونتال يۆنىلىشتە ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ، ئالاھىدە بەلگىلەنگەن دەۋرىي ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، يورۇق داغنى گورىزونتال يۆنىلىشتە مۇنداق ھەرىكەت قىلدۇرۇشقا بولىدۇ: يورۇق داغ بىر ياقتىن تەكشى تېزلىكتە ھەرىكەت قىلىپ يەنە بىر ياققا كېلىپ، ئاندىن تېز سۈرئىتتە ئەسلى ئورنىغا قايتىدۇ، يەنە تەكشى تېزلىكتە يەنە بىر ياققا سۈرۈلىدۇ، مۇشۇنداق تەكرار داۋاملىشىدۇ. بۇ جەريان تەسۋىر يېيىش دەپ ئاتىلىدۇ. بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى تەسۋىر يېيىش ئېلېكتر بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ.ئەگەر تەسۋىر يېيىش ئېلېكتر بېسىمى تېز ئۆزگەرسە، يورۇق داغلار قارىماققا بىر تال گورىزونتال يورۇق سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ.

ئادەتتە ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' غا بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى تەتقىق قىلىنىدىغان

سگنالنىڭ ئېلېكتر بېسىمىدىن ئىبارەت بولىدۇ، ئەگەر سگنالنىڭ ئېلېكتر بېسىمى دەۋرىي بولسا ھەم دەۋرى تەسۋىر يېيىش ئېلېكتر بېسىمىنىڭ دەۋرىگە ئوخشاش بولسا، يالتىراق ئېكراندا سگنال ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىشىنىڭ گرافىكى بارلىققا كېلىدۇ. مەسىلەن، سگنال ئېلېكتر بېسىمى سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگەرسە، يالتىراق ئېكراندا بىر سىنۇس ئەگرى سىزىقى بارلىققا كېلىدۇ (13. 55 - رەسىم).



13. 55 - رەسىم. ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى YY' غا سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمى بېرىلىپ، ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر قۇتۇپى XX' غا تەسۇر يېيىش ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، يالتىراق ئېكراندا سىنۇس ئەگرى سىزىقى بارلىققا كېلىدۇ

نېمە ئۈچۈن 13. 55 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، سىنۇس ئەگرى سىزىقىنىڭ بارلىققا كېلىدىغانلىقى ھەققىدە، قىزىقىدىغان ساۋاقداشلار- نىڭ ئۆزلىرى مۇھاكىمە قىلىپ كۆرۈشىنى ئۈمىد قىلىمىز. بۇ، ئۆگەنگەن بىلىملەرنى مۇستەھكەملەش، بىلىملەردىن پايدىلىنىش ئىقتىدارىنى يۇقىرى كۆتۈرۈش ئۈچۈن ناھايىتى پايدىلىق.

8 - مەشىق

(1) ۋاكۇئۇمدىكى بىر جۈپ پاراللېل مېتال تاختىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى 6. 2cm بولۇپ، بۇلارغا 90V لۇق ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەن، ئىككى ۋالېنتلىق ئوكسىگېن ئىئونى تىنچ ھالەتتىن باشلاپ تېزلىتىلىپ، بىر قۇتۇپ تاختىدىن يەنە بىر قۇتۇپ تاختىسىغا كېلىشتە ئېرىشكەن ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

بۇ مىسالنى يېشىشنىڭ نەچچە خىل ئۇسۇلى بار؟ قايسى خىل يېشىش ئۇسۇلى نىسبەتەن ئاسان؟

(2) ئىككى ۋالېنتلىق ئىئون 90V لۇق ئېلېكتر بېسىمى ئاستىدا تىنچ ھالەتتىن باشلاپ تېزلىتىلگەندىن كېيىن، ئۇنىڭ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ $1.2 \times 10^{-21}\,\mathrm{kg \cdot m/s}$ بولغانلىقى ئۈچۈن بۇ خىل ئىئوننىڭ ماسسىسى قانچىلىك؟

(3) بىر دەستە ئېلېكترون بىلەن بىر دەستە ھىدروگېن يادروسى ئىلگىرى - كېيىن بولۇپ ئوخشاش بىر ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر مەيدانىدىن ئۆتكۈزۈلگەن بولسا، تۆۋەندىكى ئىككى خىل ئەھۋالدا ئېلېكترونىنىڭ ئېغىش بۇلۇڭى ϕ_e بىلەن ھىدروگېن يادروسىنىڭ ئېغىش بۇلۇڭى ϕ_H نىڭ تاڭگېنسىلىرىنىڭ نىسبىتىنى ئايرىم - ئايرىم ھالدا تېپىپ چىقىڭ.

① ئېلېكترون بىلەن ھىدروگېن يادروسىنىڭ دەسلەپكى تېزلىكلىرى ئوخشاش.

② ئېلېكترون بىلەن ھىدروگېن يادروسىنىڭ دەسلەپكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرى ئوخشاش.

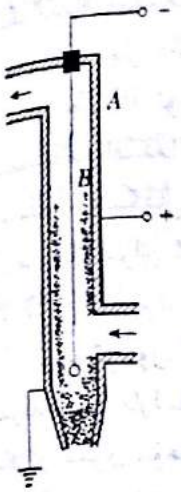
(4) بىر ۋالېنتلىق ھىدروگېن ئىئونى، بىر ۋالېنتلىق گېلىي ئىئونى ۋە ئىككى ۋالېنتلىق گېلىي ئىئونىنىڭ ئوخشاش بىر تېزلەتكۈچى ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق تىنچ ھالەتتىن باشلاپ تېزلىتىپ، ئاندىن كېيىن ئوخشاش بىر ئېغىشتۇرغۇچى ئېلېكتر مەيدانىدا ئېغىشتۇرغاندا، ئۇلار ئۇچ تالغا ئايرىلامدۇ - يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

§10*. ئېلېكتروستاتىكتىن پايدىلىنىش ۋە ئۇنىڭدىن ساقلىنىش

ئېلېكتروستاتىكتىن پايدىلىنىش نۇقۇتتە ئېلېكتروستاتىك (تىنچ ئېلېكتر) نىڭ قوللىنىلىشى كۆپ خىل بولماقتا. مەسىلەن، ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق چاڭ - توزان تازىلاش، ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق پۈركۈپ سىرلاش، ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق تېۋىت قوندۇرۇش، ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق كۆپەيتىپ بېسىش (نۇسخا ئېلىش) قاتارلىقلار.

كۆمۈرنى يېقىلغۇ قىلىدىغان زاۋۇت ۋە ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدا ھەر كۈنى چىققان ئىسلار زور مىقداردىكى كۆمۈر كۈكۈنلىرىنى بىللە ئېلىپ كەتكەچكە، يېقىلغۇ ئىسراپ بولۇپلا قالماستىن، يەنە مۇھىت ئېغىر دەرىجىدە بۇلغىنىدۇ. **ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق چاڭ - توزان تازىلاپ** ئىسلاردىكى كۆمۈر كۈكۈنلىرىنى تازىلاشقا بولىدۇ.

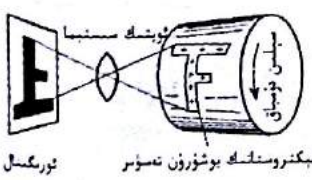
13. 56 ـ رەسمدە كۆرسىتىلگىنى ئېلېكتروستاتىك چاك ـ توزان تازىلىغۇچنىڭ پرىنسىپ سخېمىسىدىن ئىبارەت. چاك ـ توزان تازىلىغۇچ مېتال تۇرۇبا A ۋە تۇرۇبا ئىچىگە ئېسىلغان مېتال سىم B دىن تۇزۇلگەن. A يۇقىرى بېسىملىق توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپىغا، B يۇقىرى بېسىملىق توك مەنبەسىنىڭ مەنپىي قۇتۇپىغا ئۇلىنىدۇ، A، Bئارىسىدا ناھايىتى كۈچلۈك ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت ھەمدە B غا يېقىنلاشقانسېرى ئېلېكتر مەيدانى شۇنچە كۈچلۈك بولىدۇ. B ئەتراپىدىكى ھاۋادىكى گاز مولېكۇلىلىرى كۈچلۈك ئېلېكتر مەيدانى تەرىپىدىن ئىئونلىنىپ، ئېلېكترون ۋە مۇسبەت ئىئونلارغا ئايلىنىدۇ. مۇسبەت ئىئونلار B غا سۇمۇرۇلۇپ كېلىپ، ئېلېكترونلارغا ئىگە بولىدۇ ـ دە، يەنە مولېكۇلىلارغا ئايلىنىدۇ. ئېلېكترونلار مۇسبەت قۇتۇپ A غا قاراپ ھەرىكەت قىلىش جەريانىدا ئىستېكى كۈمۈر كۈكۇنلىرىغا يولۇقۇپ، كۈمۈر كۈكۇنلىرىنى مەنپىي زەرەتلەيدۇ ـ دە، بۇلارنى مۇسبەت قۇتۇپ A سۇمۇرۇۋالىدۇ. ئەڭ ئاخىرىدا ئېغىرلىق كۈچىنىڭ تەسىرىدە تۆۋەندىكى سۈگەنگە چۈشىدۇ. ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق چاك ـ توزان تازىلاش چاكى ـ توزان كۆپرەك بولىدىغان ھەر خىل ئورۇنلاردا ئىشلىتىلىپ، زىيانلىق مىكرو دانچىلار يوقىتىلىدۇ ياكى پايدىلىق ئەشيالارنى يېغىۋېلىش، مەسىلەن، سېمونت ئۈچقۇنلىرىنى يېغىۋېلىشقا بولىدۇ.



13. 56 ـ رەسىم. ئېلېكتروستاتىك چاك ـ توزان تازىلىغۇچنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى

ئامال قىلىپ سىر زەررىچىلىرىنى زەرەتلەپ، ئۇلارنى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە ئېلېكتر قۇتۇپى بولغان دېتالغا قارىتا ھەرىكەت قىلدۇرۇپ، دېتالنىڭ سىرتقى يۈزىگە تىندۇرغاندا، سىرلاش ئىشى تاماملىنىدۇ. مانا بۇ ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق پۈركۈپ سىرلاشتىن ئىبارەت. تۈتىلارنى زەرەتلەپ، ئۇلارنى يېپىشتۇرغۇچى مادا سۈركەلگەن توقۇلما بۇيۇملارغا قوندۇرۇش ئارقىلىق كەشتىلىگەندەك توقۇلما بۇيۇملارنى تەييارلاشقا بولىدۇ. مانا بۇ ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق تۈت قوندۇرۇشتىن ئىبارەت.

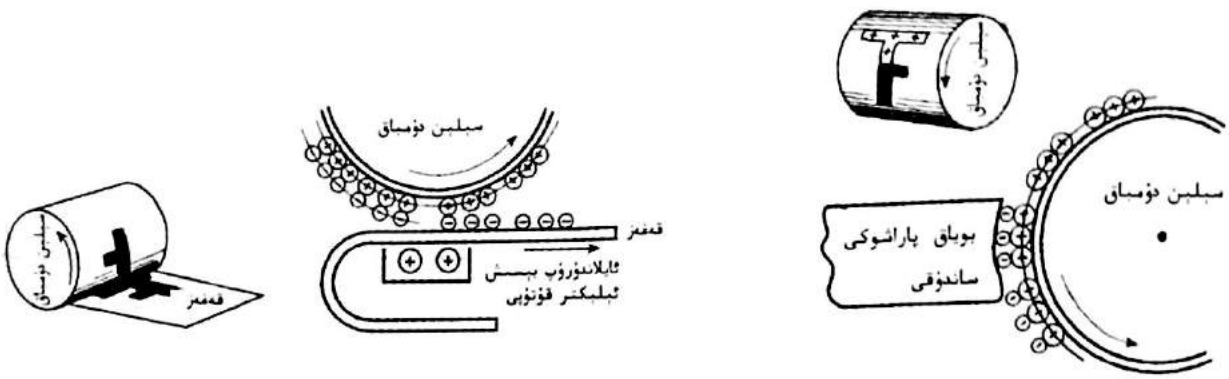
ئېلېكتروستاتىك ئارقىلىق كۆپەيتىپ بېسىشتىن پايدىلىنىپ، كىتاب، ماتېرىيال، ھۆججەت قاتارلىقلارنى تېز سۈرئەتتە كۆپەيتىپ بېسىشقا بولىدۇ. ئېلېكتروستاتىك كۆپەيتىپ بېسىش ماشىنىسىنىڭ مەركىزىي قىسىم دېتالى ئايلاندۇرۇشقا بولىدىغان ھەم يەرگە ئۇلىنىدىغان بىر دانە ئالىيۇمىن سىلىندىر جىسىمدىن ئىبارەت بولۇپ، سىرتقى يۈزىگە بىر قەۋەت يېرىم ئۆتكۈزگۈچ سېلېن يالتىلغان. بۇ سېلېن دۇمباق دەپ ئاتىلىدۇ. يېرىم ئۆتكۈزگۈچ سېلېن ئالاھىدە فوتو ئېلېكترلىك خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولۇپ، ئۇنىڭغا نۇر چۈشمىگەندە ناھايىتى ياخشى ئىزولياتور بولىدۇ ـ دە، زەرەتلەرنى ساقلاپ قالىدۇ؛ ئۇنىڭغا نۇر چۈشكەندە دەرھال ئۆتكۈزگۈچكە ئايلىنىپ قالىدۇ ـ دە، ئىگە بولغان زەرەتلەرنى ئۆتكۈزۈۋېتىدۇ.



13. 57 ـ رەسىم. نۇر ئۆتكۈزۈش

ھەربىر بەت ماتېرىيالنى كۆپەيتىپ باسقاندا زەرەتلەش، نۇر ئۆتكۈزۈش، تەسۋىر روشەنلەشتۈرۈش، ئايلاندۇرۇپ بېسىشتىن ئىبارەت بىرنەچچە باسقۇچنى ئۆتكۈزۈشكە توغرا كېلىدۇ. بۇ بىرنەچچە باسقۇچ سېلېن دۇمباقنىڭ بىر دەۋر ئايلىنىشى جەريانىدا تەرتىپ بويىچە تاماملىنىدۇ. زەرەتلەش: توك مەنبەسى ئارقىلىق سېلېن دۇمباقنىڭ سىرتقى يۈزى مۇسبەت زەرەتلىنىدۇ. نۇر ئۆتكۈزۈش (نۇرغا تۇتۇش): ئوپتىك سىستېمىدىن پايدىلىنىپ ئورىگىنالدىكى خەت ئىزلىرىنىڭ تەسۋىرى سېلېن دۇمباققا چۈشۈرۈلىدۇ (13. 57 ـ رەسىم). سېلېن دۇمباقتىكى خەت ئىزلىرىنىڭ تەسۋىرى نۇر چۈشمىگەن ئورۇنلاردىن ئىبارەت بولغاچقا، بۇ ئورۇنلاردا مۇسبەت زەرەتلەر ساقلانغان بولىدۇ. باشقا ئورۇنلارغا نۇر چۈشكەنلىكتىن، مۇسبەت زەرەتلەر ئۆتكۈزۈۋېتىلىدۇ. شۇنداق قىلىپ، سېلېن دۇمباقتىكى خەت ئىزلىرىنىڭ «ئېلېكتروستاتىك يوشۇرۇن تەسۋىرى» قېپقالىدۇ. بۇ تەسۋىر بىزگە كۆرۈنمەيدۇ، شۇڭا يوشۇرۇن تەسۋىر دېيىلىدۇ. **تەسۋىر روشەنلەشتۈرۈش:** مەنپىي زەرەتلەنگەن بويىاق پاراشوكى مۇسبەت زەرەتلەنگەن «ئېلېكتروستاتىك يوشۇرۇن تەسۋىر» تەرىپىدىن ئۆزىگە تارتىلىدۇ ھەم «ئېلېكتروستاتىك يوشۇرۇن تەسۋىر»گە يېپىشتۇرۇلىدۇ

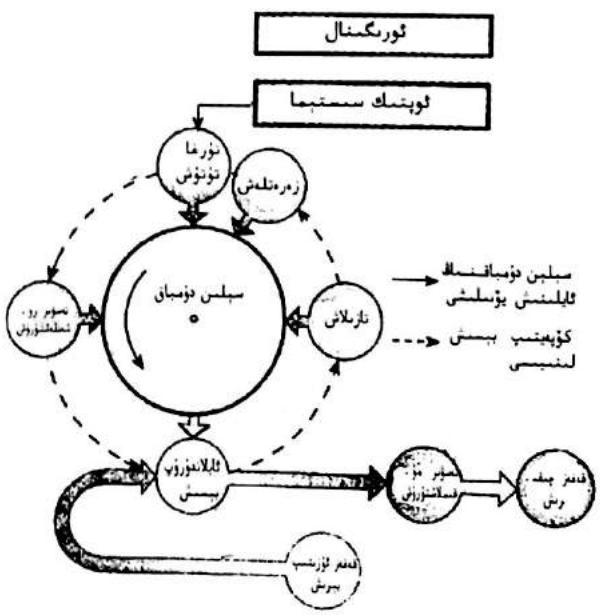
(13. 58 ـ رەسىم)، بۇنىڭ بىلەن بويۇق پاراشوكىدىن توزۇلگەن خەت ئىزلىرى گەۋدىلىنىدۇ. ئايلاندۇرۇپ بېسىش: مۇسبەت زەرەتلەنگەن ئايلاندۇرۇپ بېسىش ئېلېكتر قۇتۇپى (13. 59 ـ رەسىم) قەغەز ئۈزىتىپ بېرىش قۇرۇلمىسى تەرىپىدىن ئۈزىتىپ كەلتۈرۈلگەن ئاق قەغەزنى مۇسبەت زەرەت بىلەن زەرەتلەيدۇ. مۇسبەت زەرەتلەنگەن ئاق قەغەز سېلىن دۇمباقنىڭ سىرتقى يۈزىدىكى بويۇق پاراشوكىدىن توزۇلگەن خەت ئىزلىرى بىلەن تېگىشكەندە، مەنپىي زەرەتلەنگەن بويۇق پاراشوكى ئاق قەغەزنىڭ ئۈستىگە سۈمۈرۈپ كېلىنىدۇ.



13. 58 ـ رەسىم. تەسۋىر روشەنلەشتۈرۈش

13. 59 ـ رەسىم. ئايلاندۇرۇپ بېسىش

ئۈنۈمدىن كېيىن بويۇق پاراشوكىنى سۈمۈرۈۋالغان قەغەز تەسۋىر مۇقىملاشتۇرغۇچى رايونغا ئەۋەتىپ بېرىلىدۇ ـ دە، بويۇق پاراشوكى يۇقىرى تېمپېراتۇرىدا ئېرىپ قەغەزگە سىڭىپ مۇستەھكەم خەت ئىزلىرىنى شەكىللەندۈرىدۇ. سېلىن دۇمباق سىرتقى يۈزده قېپقالغان بويۇق پاراشوكى ۋە زەرەتلەرنى تازىلاپ، كېيىنكى بەتتىكى ماتېرىيالنى كۆپەيتىپ بېسىشقا تەييارلىنىدۇ. 13. 60 ـ رەسىم كۆپەيتىپ بېسىشنىڭ پۈتۈن جەريانىنى ئىپادىلەيدۇ.



13. 60 ـ رەسىم. كۆپەيتىپ بېسىش تەرتىپى

ئېلېكتروستاتىكتىن ساقلىنىش ئېلېكتروستاتىك دائىم ئۈچرايدىغان بىر خىل ھادىسە. ھاۋا قۇرغاق بولغاندا سۈلياۋ تارغاق بىلەن چاچ تارىساق، تارغاق چاچلارنى ئۆزىگە تارتىۋالىدۇ، بەزىدە يەنە چارسىلدىغان ئاۋازلار ئاڭلىنىدۇ. نىلون كىيىملەرنى سېلىۋەتكەندە بەزىدە چارسىلدىغان ئاۋاز چىقىپ، قاراڭغۇدا ئۇچقۇن كۆرۈنىدۇ. ئېلېكتروستاتىك سۈركەش ئارقىلىق ھاسىل بولىدۇ، زەرەتلەنگەن يىغىلىشى يېتەرلىك كۆپ بولۇپ،

زەرەتلەنگەن جىسىملار ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى بەلگىلىك دەرىجىگە يەتكەندە، زەرەتلەنگەن جىسىملار ئارىسىدا ئۇچقۇنلۇق زەرەت قويۇپ بېرىش يوز بېرىدۇ - دە، بىز ئۇچقۇنىنى كۆرەلەيمىز ھەم چارسىلدىغان ئاۋازنى ئاڭلىيالايمىز.

ئېلېكتروستاتىك كىشىلەرگە ئاۋارىچىلىك، ھەتتا خەتەر كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. باسما زاۋۇتلىرىدا قەغەز بەتلىرى سۈركىلىشتىن زەرەتلىنىپ، قەغەزلەر بىر - بىرىگە چاپلىشىپ قېلىپ، ئۇلارنى ئاجرىتىش قىيىنغا توختايدۇ - دە، بېسىشتا ئاۋارىچىلىك كېلىپ چىقىدۇ. بويياش - گۈل بېسىش فابرىكىلىرىدا پاختا يىپ، يۇڭ يىپ ۋە سۈنئىي تالالاردىكى ئېلېكتروستاتىكلار ھاۋادىكى چاڭ - توزانلارنى ئۆزىگە سۈمۈرۈۋېلىپ، بويياش - گۈل بېسىش سۈپىتىنى تۆۋەنلىتىۋېتىدۇ. ئېلېكتروستاتىكنىڭ زامانىۋى يۇقىرى نازۇكلۇققا، يۇقىرى سەزگۈرلۈككە ئىگە ئېلېكترونلۇق ئۇسكۇنىلەرگە تەسىرى بولىدۇ. ئېلېكتروستاتىك كۆپرەك بولغان ئادەملەر ئېلېكترونلۇق ھېسابلاش ماشىنىسىنىڭ نورمال ئىشلىشىگە دەخلى قىلىپ، ئۇچقۇنلۇق زەرەت قويۇپ بېرىش تۈپەيلىدىن، ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلارنىڭ بەزى زاپچاسلىرىنى تېشىۋېتىدۇ.

ئېلېكتروستاتىكنىڭ ئەڭ چوڭ ئاپىتى شۇكى، زەرەت قويۇپ بېرىش ئۇچقۇنىنىڭ بەزى ئاسان يانىدىغان ماددىلارنى ئوت ئالدۇرۇپ، پارتلاش كەلتۈرۈپ چىقىرىشىدىن ئىبارەت. مەخسۇس بېنزىن، دىزېل مېيى قاتارلىق سۈيۇق ھالەتتىكى يېقىلغۇلار قاچىلىنىدىغان ئاپتوموبىللارغا ماي قاچىلاش ۋە ئۇلار ئارقىلىق ماي توشۇش جەريانىدا، يېقىلغۇ ماي بىلەن ماي باكىنىڭ سۈركىلىشى، سوقۇلۇشى تۈپەيلىدىن، ئېلېكتروستاتىك (تىنچ زەرەت) بارلىققا كېلىدۇ، ئەگەر بۇ زەرەتلەر ۋاقتىدا يەرگە ئۆتكۈزۈۋېتىلمىسە، يىغىلىپ يېتەرلىك يۇقىرى بېسىمغا (كىلوۋولت) قا يەتكەندە، ئېلېكتر ئۇچقۇنلۇق زەرەت قويۇپ بېرىش يوز بېرىپ، پارتلاشنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشى مۇمكىن.

ئېلېكتروستاتىكنىڭ زىيىنىدىن ساقلىنىشنىڭ ئاساسىي ئۇسۇلى ئېلېكتروستاتىك (تىنچ ئېلېكتر)نى ئىمكانىيەتنىڭ بارچە ئۆتكۈزۈۋېتىپ، بارغانسېرى كۆپ يىغىلىپ قېلىشىدىن ساقلىنىشتىن ئىبارەت. باكلىق ئاپتوموبىللاردىكى ئېلېكتروستاتىك (تىنچ ئېلېكتر) ئۇلارنىڭ كەينىدىكى يەرگە سۆرىتىلگەن بىر تال تۆمۈر زەنجىر ئارقىلىق يەرگە ئۆتكۈزۈۋېتىلىدۇ (13. 61 - رەسىم). ئايروپىلان چاقىغا ئادەتتە يەرگە تېگىپ تۇرۇش سىمى ئورنىتىلغان بولىدۇ، شۇنداقلا توك ئۆتكۈزىدىغان كاۋچۇكتىن ئايروپىلان چاقى ياسىلىدۇ، چاق يەرگە تەگكەندە، ئۇ ئايروپىلان گەۋدىسىدىكى ئېلېكتروستاتىكنى يەرگە ئۆتكۈزۈۋېتىدۇ. گىلەمگە 0. 05mm دىن 0. 07mm غىچە بولغان داتلاشماس پولات سىملىق توك ئۆتكۈزىدىغان تالا ئارىلاشتۇرۇۋېتىلسە، ئېلېكتروستاتىكنى يوقىتىش ئۈنۈمى ناھايىتى ياخشى بولىدۇ.



تۆمۈر زەنجىر

13. 61 - رەسىم

نەملىك چوڭايغاندا زەرەتلەر ۋاقتىدا قويۇپ بېرىلىپ، ئېلېكتروستاتىكنىڭ يىغىلىپ قېلىشىدىن ساقلانغىلى بولىدۇ. زاۋۇتلاردا مۇئەييەن نەملىكنى ساقلاش ئارقىلىق، ئېلېكتروستاتىكنىڭ ئاپىتىنى يوقاتقىلى بولىدۇ. نەم ھاۋادا ئېلېكتروستاتىك ھەققىدىكى تەجرىبىلەرنى ئاسانلىقچە ياخشى ئىشلىگىلى بولماسلىقىنىڭ سەۋەبىمۇ مۇشۇنىڭدا.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتىكى بىلىملەرنى چوڭ ئۇچ قىسىمغا ئايرىشقا بولىدۇ. بىرىنچى قىسمى: زەرەتلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىرى، ئېلېكتر مەيدانى. ئىككىنچى قىسمى: ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئۆتكۈزگۈچ، ئېلېكتر سىغىمى. ئۈچىنچى قىسمى: زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتى. تۆۋەندە تەكرارلاش يېپ ئۈچلىرى بىلەن تەمىنلەيمىز. ساۋاقداشلارنىڭ ئۆگەنگەن بىلىملەرنى باغلاشتۇرۇپ بىلىم قۇرۇلمىسىنى شەكىللەندۈرۈشىنى ئۈمىد قىلىمىز.

I زەرەتلەرنىڭ ئۆزئارا تەسىرى ۋە ئېلېكتر مەيدانى

(1) زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق يۈز بېرىدۇ. نۇقتىۋى زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۇلون قانۇنىغا بويسۇنىدۇ.

(2) ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان، كۈچ نۇقتىسىدىن ئېلېكتر مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدىغان فىزىكىلىق مىقدارىدىن ئىبارەت. ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى بولسا ۋېكتور. نۇقتىۋى زەرەتنىڭ مەيدان كۈچىنىشىنى بىلگەندىن كېيىن، ئېلېكتر مەيدانلىرىنىڭ قاتلىنىش (قوشۇلۇش) پرىنسىپىغا ئاساسەن، زەرەتلەرنىڭ تەقسىملىنىشىدىن ھاسىل بولغان خالىغان بىر مەيدان كۈچىنىشىنى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ.

ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E نى بىلىۋالساق، زەرەت q نىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا ئۈچرىغان ئېلېكتر مەيدان كۈچى $F = qE$ نى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ.

(3) ئېلېكتر پوتېنسىئالى بىلەن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ئىپادىلىگەن نۇقتىسىدىن ئەكس ئەتتۈرىدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار. ئېلېكتر پوتېنسىئالى بىلەن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى ئوخشاشلا سكالياردۇر. ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U نى بىلىۋالساقلا، بۇ ئىككى نۇقتا ئارىسىدا زەرەت q نى يۆتكىگەندە ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئىشلىگەن ئىش $W = qU$ نى تېپىپ چىقىلى بولىدۇ.

(4) ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىش ئىشلەش جەريانى ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى بىلەن باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىش جەريانىدىن ئىبارەت. ئېلېكتر مەيدان كۈچى مۇسبەت ئىش ئىشلىگەندە، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىپ، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى كېمىيىدۇ. ئېلېكتر مەيدان كۈچى مەنپىي ئىش ئىشلىگەندە، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەر ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىپ، ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى ئاشىدۇ.

(5) تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدا، مەيدان كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى بويلىغان ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U بىلەن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E نىڭ مۇناسىۋىتى $U = Ed$ بولىدۇ، بۇنىڭدىكى d ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئارىلىقتىن ئىبارەت.

(6) ئېلېكتر مەيدانىنى ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ۋە تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈز ئارقىلىق ئوبرازلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ۋە تەڭ پوتېنسىئاللىق يۈزلەرنىڭ تەقسىملىنىشىدىن ئېلېكتر مەيدانىغا مۇناسىۋەتلىك قايسى ئۇچۇرلارنى بىلىشكە بولىدۇ؟

II ئېلېكتر مەيدانىدىكى ئۆتكۈزگۈچ ۋە ئېلېكتر سىغىمى

(1) ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەت دېگەن نېمە؟ ئېلېكتروستاتىك دالدىلاش دېگەن نېمە؟ ئېلېكتروستاتىك دالدىلاشقا دائىر بىر نەچچە مىسال كەلتۈرۈڭ.

(2) كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى كوندېنساتورنىڭ زەرەتلەرنى سىغدۇرۇش ئىقتىدارىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقداردۇر. كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنىڭ ئېنىقلىمىسى نېمىدىن ئىبارەت؟ پارالللېل تاختا لىق كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك؟ ھەرقايسىسى قانداق مۇناسىۋەتتە بولىدۇ؟

III زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتى

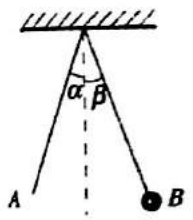
بۇ قىسىم مەزمۇن ئېلېكتر ئىلمى بىلىملىرى بىلەن مېخانىكا بىلىملىرىنىڭ ئومۇملاشتۇرۇلۇپ قوللىنىلىشى بولۇپ ھېسابلىنىدۇ.

زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۈچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكىتىنىڭ تېزلىتىلىش ۋە ئېغىشتىن ئىبارەت ئىككى خىل ئەھۋالى بولىدۇ. ئۆگىنىپ ئۆتكەن ئېلېكتر ئىلمى بىلىملىرى ۋە مېخانىكا بىلىملىرىگە بىرلەشتۈرۈپ، خۇلاسىلەپ چىقىشىڭىزنى ئۈمىد قىلىمىز.

$$E=\frac{U}{d}=\frac{\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}}{\frac{d}{}}=\frac{4\pi kQ}{\varepsilon S}$$

كۆنۈكمە

A گۇرۇپپا



(1) 13. 62 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئوخشاش ئۇزۇنلۇقتىكى ئىككى تال تانا ئارقىلىق ئوخشاش خىل زەرەتلىك ئىككى شارچىنى بىر نۇقتىغا ئاسىمىز. ئىككى شارچىنىڭ ماسسىلىرى تەڭ، A شارچىنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى B شارچىنىڭ زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارىدىن چوڭ. ئىككى شارچە تىنچ تۇرغاندا، شارچە ئېسىلغان تانىلارنىڭ ۋېرتىكال سىزىق بىلەن بولغان ئېغىش بۇلۇڭلىرى ئايرىم ـ ئايرىم α ۋە β بولسا، ئۇ ھالدا

① $\alpha > \beta$ ② $\alpha = \beta$ ③ $\alpha < \beta$

13. 62 ـ رەسىم

(2) ھىدروگېن ئاتومىدا، يادرو سىرتىدىكى ئېلېكترونلارنى ئاتوم يادروسى (پروتون) نى ئايلىنىپ چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ دەپ قارىشقا بولىدۇ، ئۇنىڭ ئوربىتا رادىئۇسى $5.3\times10^{-11}\text{m}$ بولسا، ئېلېكتروننىڭ ئوربىتا بويلاپ قىلغان ھەرىكىتىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنى تېپىڭ.

(3) ئېلېكتر مەيدانىدا زەرەت مىقدارى $2.0\times10^{-9}\text{C}$ بولغان مۇسبەت زەرەت A نۇقتىسىدىن B نۇقتىغا يۆتكىلىپ ئېلېكتر مەيدان كۈچى $1.5\times10^{-7}\text{J}$ مۇسبەت ئىش ئىشلەيدۇ. يەنە بۇ مۇسبەت زەرەتنى B نۇقتىسىدىن C نۇقتىغا يۆتكەپ كېلىشتە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى $4.0\times10^{-7}\text{J}$ مەنپىي ئىش ئىشلەيدۇ. A ، B ، C دىن ئىبارەت ئۈچ نۇقتا ئىچىدە قايسى نۇقتىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى ئەڭ يۇقىرى؟ A بىلەن B ئارىسىدىكى، B بىلەن C ئارىسىدىكى، A بىلەن C ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U_{AB} ، U_{BC} ، U_{AC} لارنىڭ ھەرقايسىسى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟

(4) ئەسلىدە تىنچ تۇرغان ئېلېكترون ئېلېكتر مەيدانىدا A نۇقتىسىدىن تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىپ B نۇقتىغا كەلگەن. A، B ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى $U = 2000\text{V}$ بولسا:

① ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $3.2\times10^{-16}\text{eV}$ قا تەڭ بولىدۇ.

② ئېلېكترون ۋاكۇئۇمدا ھەرىكەت قىلغان دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ھالدا ئېلېكترونىنىڭ B نۇقتىسىدا ئېرىشكەن ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى 2000eV قا تەڭ بولىدۇ.

(5) زەرەت پەقەت ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭلا تەسىرىگە ئۇچرىغان دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ھالدا تۆۋەندىكى ئېيتىلمىشلاردىن قايسىسى توغرا، قايسىسى خاتا؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

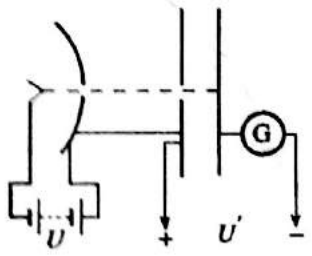
① مۇسبەت زەرەتلىك پەقەت ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولغان جايغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ.

② مۇسبەت زەرەت پەقەت ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى تۆۋەن بولغان جايغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ.

③ دەسلەپكى تېزلىكى نۆل بولغان مۇسبەت زەرەت چوقۇم ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى تۆۋەن بولغان جايغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ.

④ دەسلەپكى تېزلىكى نۆل بولغان مەنپىي زەرەت چوقۇم ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى تۆۋەن بولغان جايغا قاراپ

(6) 63. 13 ـ رەسمدە كۆرسىتىلگەندەك، سول تەرەپتىكى تەكشى كۆچىنىشلىك بولمىغان ئېلېكتر مەيدانى ئېلېكترونلۇق تېزلىتىدۇ، ئوڭ تەرەپتىكى تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانى ئېلېكترونىنىڭ تېزلىكىنى كېمەيتىدۇ. تەكشى كۆچىنىشلىك بولمىغان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر بېسىمىنى U ، تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئېلېكتر بېسىمىنى U' دەپ پەرەز قىلىشقا بولىدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى: پەقەت $U' < U$ بولسا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىدۇ؛ پەقەت $U' > U$ بولسا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشمايدۇ. سىز بۇ تەجرىبە نەتىجىسىدىن قانداق خۇلاسە چىقىرىسىز؟

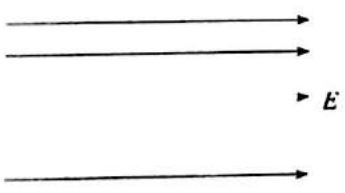


63. 13 ـ رەسىم

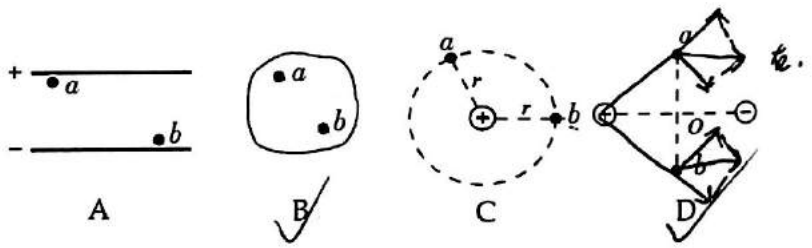
(7) بىر كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى $1.5 \times 10^{-4}\mu F$ ، ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەت مىقدارى ئايرىم ـ ئايرىم $6 \times 10^{-8}C$ ۋە $-6 \times 10^{-8}C$. ئەگەر ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئارىلىق 1mm بولسا، بۇ كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى قانچىلىك بولىدۇ؟ كوندېنساتوردىكى زەرەت مىقدارىنى ئۆزگەرتمەي، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئارىلىقىنى چوڭايتىپ 2mm قىلغاندا، ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى قانچىلىك بولىدۇ؟

(1) زەرەتلىك ئىككى شارچىنىڭ زەرەت مىقدارلىرى ئايرىم ـ ئايرىم $Q + 9$ ۋە $+ Q$ ، ئۇلارنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى ئارىلىقى 0. 4m . ئەگەر زەرەتلىك ئۈچىنچى بىر شارچىنى ئېلىپ كىرىش ئارقىلىق، بۇ ئۈچ شارچىنى دەل تەڭپۇڭ ھالەتتە تۇرىدىغان قىلىش ئۈچۈن، ئۈچىنچى شارچە قايسى خىل زەرەت بىلەن زەرەتلەنگەن بولۇشى كېرەك؟ ئۇ قايسى ئورۇنغا قويۇلۇشى كېرەك؟ ئۇنىڭ زەرەت مىقدارى Q نىڭ نەچچە ھەسسىسى بولىدۇ؟

(2) 64.13 ـ رەسمىدە كۆرسىتىلگەن قايسى خىل ئەھۋالدا a ، b ئىككى نۇقتىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى تەڭ بولىدۇ؟ ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىمۇ تەڭ بولامدۇ؟



65. 13 ـ رەسىم



64. 13 ـ رەسىم

① زەرەتلىك پارالللېل تاختىلىق كوندېنساتورنىڭ ئىككى تاختىسى ئارىسىدىكى چېتىگە يېقىن جايدىن باشقا a ، b ئىككى نۇقتا.

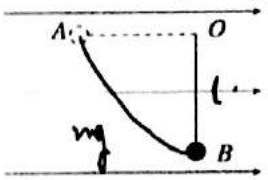
② ئېلېكتروستاتىك تەڭپۇڭ ھالەتكە يەتكەندىكى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى a ، b ئىككى نۇقتا.

③ نۇقتىۋى زەرەتتىن تەڭ يىراقلىقتىكى a ، b ئىككى نۇقتا.

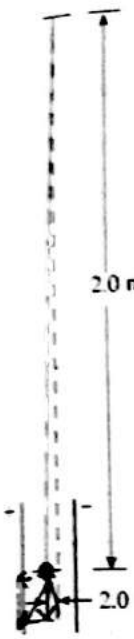
④ تەڭ مىقداردىكى ئوخشىمىغان خىلدىكى ئىككى زەرەتنى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقنىڭ ئوتتۇرا تىك سىزىقىدىكى، تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقنىڭ ئوتتۇرا نۇقتىسى O دىن تەڭ يىراقلىقتىكى a ، b ئىككى نۇقتا.

(3) زەرەتلىك ئىككى ئۆتكۈزگۈچ تاختا ئارىسىدا ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرى ئۆزئارا پارالللېل، ئەمما ئارىسىدىكى ئارىلىقلىرى تەڭ بولمىغان 65.13 ـ رەسمىدە كۆرسىتىلگەندەك ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولامدۇ ـ يوق؟

(4) 66. 13 ـ رەسمىدە كۆرسىتىلگەندەك، ماسسىسى m ، زەرەت مىقدارى $+q$ بولغان شارچە ئىزولياتسىيىلىك دەستىنىڭ بىر ئۇچىغا مۇقىملاشتۇرۇلغان، دەستىنىڭ يەنە بىر ئۇچى O نۇقتىدىن ئۆتكەن مۇقىم ئوقنى چۆرىدەپ ئايلىنىدۇ. دەستىنىڭ ئۇزۇنلۇقى L بولۇپ، ماسسىسى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ. دەستە بىلەن شارچە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىغا قويۇلغان، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ يۇنىلىشى رەسىمدىكىدەك بولسا، شارچىنى A ئورنىدىن B ئورنىغا ئېلىپ كەلگەندە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنىڭ ئىشلىگەن ئىشىنى ھېسابلاڭ.



66. 13 ـ رەسىم



جىسمە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. دەستىنى تارتىپ گورىزونتال ئورۇن OA غا كەلتۈرۈپ ، شارچىنى بۇ جايدىن لەرزىسى قويۇپ بەرگەن بولساق، دەستىنىڭ ھەرىكەت قىلىپ ۋېرتىكال ئورۇن OB غا كەلگەندىكى شارچىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنى تېپىڭ.

(5) 67 .13 رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، 2.0m ئۇزۇنلۇقتىكى ئىزولياتور سىم ئارقىلىق ماسسىسى 4.5×10^{-3}kg بولغان زەرەتلىك شارچە تەك مىقداردىكى ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتلىك پالىل ئاساسلارنىڭ ئارىسىغا ئېسىپ قويۇلغان. تەڭپۇڭ بولغاندا شارچە ۋېرتىكال ئورۇندىن 2.0cm لىغىشقان. ئەگەر ئىككى تاختا ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى 1.5×10^{4}V ، ئىككى تاختىنىڭ ئۆزئارا لارلىقى 10cm بولسا، شارچە قانچە دانە ئارتۇقچە ئېلېكترونغا ئىگە بولغان؟

(6) دەسلەپكى تېزلىكى 2.2×10^{5}m/s بولغان α زەررىچە ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىگە قارشى ھالدا تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىغا كىرگەن، ئۇنىڭ كىرگەن چوڭلۇقىنىڭ 0.2m بولغانلىقى كۆزىتىلگەن. α زەررىچىنىڭ ماسسىسى 6.7×10^{-27}kg ، زەرەتلەنگەن زەرەت مىقدارى 3.2×10^{-19}C ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، تۆۋەندىكىلەرنى تېپىڭ:

(1) تەكشى كۆچىنىشلىك ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۆچىنىشى.

(2) α زەررىچىسىنىڭ ئېلېكتر مەيدان دائىرىسىدىكى ھەرىكەت قىلىش ۋاقتى.

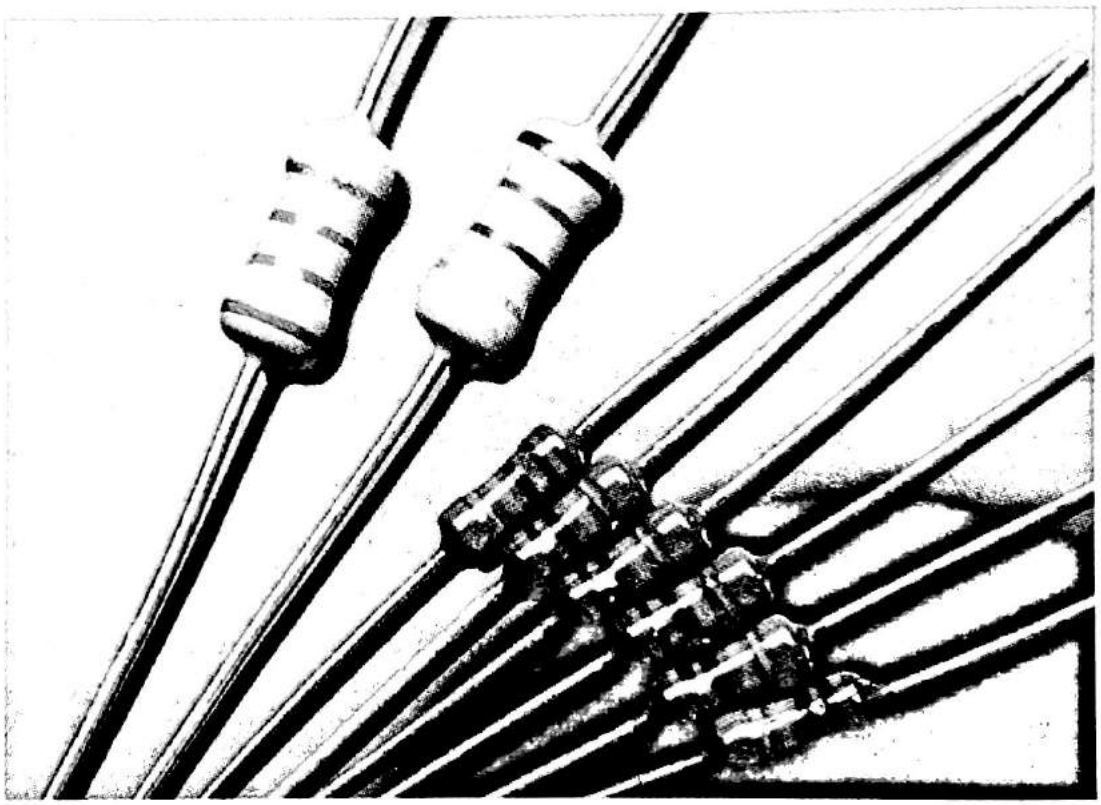
$F=mg\tan\alpha$

رەسىم ـ 67 .13

$n=\frac{q}{e}$ $F=Eq \Rightarrow q=\frac{F}{E}=\frac{F}{\frac{U}{d}}=\frac{Fd}{U}=\frac{mg\frac{2\times10^{-2}}{5}}{U}$

$q=\frac{4.5\times10^{-3}\times10^{-2}}{1.5\times10^{4}}=3\times10^{-9}$C.

ئون تۆتىنچى باب. مۇقىم توك

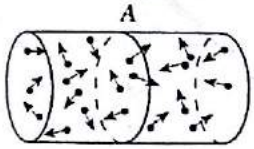


بۇ بابتا تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن بىلىملەر ئاساسىدا مۇقىم توك ھەققىدىكى بىلىملەرنى يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ ئۆگىنىمىز . تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن بىلىملەرنى تەكرارلاپ ئۆتۈش ھەم تەكرارلاش جەريانىدا سەۋىيىمىزنى يەنىمۇ يۇقىرى كۆتۈرۈش بىلەن بىر ۋاقىتتا يېڭى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز .

ئوم قانۇنى بۇ بابنىڭ ئاساسى ، شۇڭا ئوم قانۇنىنى ھەققىي ئۆزلەشتۈرۈپ ، ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ تۇراقلىق توك ئېلېكتر زەنجىرى ھەققىدىكى مەسىلىلەرنى تەھلىل قىلىش ۋە ھەل قىلىشنى ئۆگىنىۋېلىشىمىز لازىم .

§1 . ئوم قانۇنى

توك تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن توك شەكىللىنىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەنىدۇق. توكنىڭ ھاسىل بولۇشى ئۈچۈن، ئەركىن يۆتكىلەلەيدىغان زەرەتلەر — ئەركىن زەرەتلەر بولۇشى كېرەك. مېتالدىكى ئەركىن ئېلېكترونلار، ئېلېكترولىت ئېرىتمىلىرى (كىسلاتا، ئىشقار، تۇزلارنىڭ سۇدىكى ئېرىتمىلىرى) دىكى مۇسبەت، مەنپىي ئىئونلارنىڭ ھەممىسى ئەركىن زەرەتلەردۇر. قانداق شەرت ئاستىدا ئەركىن زەرەتلەر يۆنىلىشلىك يۆتكىلەلەيدۇ؟



14. 1 ـ رەسىم. بىر بۆلەك ۋاقىت ئىچىدە توغرا كەسمە يۈز A نىڭ ئىككى يېقىدىن تېشىپ ئۆتكەن ئەركىن زەرەتلەر سانى تەڭ بولىدۇ .

ئۆتكۈزگۈچتە ئېلېكتر مەيدانى مەۋجۇت بولمىغاندا، ئۆتكۈزگۈچتىكى كۆپلىگەن ئەركىن زەرەتلەر گازلاردىكى مولېكۇلىلارغا ئوخشاشلا، ئۇزلۇكسىز ھالدا تەرتىپسىز ئىسسىقلىق ھەرىكىتى قىلىدۇ. ئەركىن زەرەتلەرنىڭ ھەرقايسى يۆنىلىشلەرگە قارىتا ھەرىكەت قىلىش پۈرسىتى ئۆزئارا تەڭ بولىدۇ. شۇ سەۋەبتىن ئۆتكۈزگۈچنىڭ خالىغان بىر توغرا كەسمە يۈزىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، بىر بۆلەك ۋاقىت ئىچىدە بۇ كەسمە يۈزنىڭ ئىككى يېقىدىن تېشىپ ئۆتىدىغان ئەركىن زەرەتلەرنىڭ سانى ئاساسەن تەڭ بولىدۇ (14. 1 ـ رەسىم). ماكرو جەھەتتىن قارىغاندا، ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشى بولمايدۇ، شۇڭا توك بولمايدۇ.

توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى، مەنپىي قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولسا، ئىككى قۇتۇپ ئارىسىدا ئېلېكتر بېسىمى مەۋجۇت بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىنى توك مەنبەسىنىڭ ئىككى قۇتۇپىغا ئايرىم ـ ئايرىم ئۇلىساق، ئۆتكۈزگۈچتە ئېلېكتر مەيدانى ھاسىل بولۇپ، ئۇنىڭ ئىككى ئۇچىدا ئېلېكتر بېسىمى مەۋجۇت بولىدۇ ـ دە، ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن زەرەتلەر ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە يۆنىلىشلىك يۆتكىلىپ توكنى ھاسىل قىلىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئۆتكۈزگۈچتە توك ھاسىل بولۇشنىڭ شەرتى — ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىدا ئېلېكتر بېسىمى مەۋجۇت بولۇشتىن ئىبارەت.

قۇرغاق باتارىيە، ئاككۇمۇلياتور، گېنېراتور قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى توك مەنبەسى بولۇپ، ئۇلارنىڭ رولى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ساقلاپ، ئۆتكۈزگۈچتە ئۇزلۇكسىز توكنى ھاسىل قىلىشتىن ئىبارەت.

ئۆتكۈزگۈچتىكى توك مۇسبەت زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولغان بولۇشى مۇمكىن، مەنپىي زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولغان بولۇشىمۇ مۇمكىن ياكى مۇسبەت، مەنپىي زەرەتلەرنىڭ قارىمۇقارشى يۆنىلىشلەر بويىچە يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولغان بولۇشىمۇ مۇمكىن. ئادەت بويىچە مۇسبەت زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش يۆنىلىشى توكنىڭ يۆنىلىشى قىلىپ بەلگىلىنىدۇ.

مەسىلەن ئۆتكۈزگۈچتىكى توكنىڭ يۆنىلىشى ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆتكىلىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بو-لىدۇ، ئېلېكترولىت ئېرىتمىلىرىدە توكنىڭ يۆنىلىشى مۇسبەت ئىئونلارنىڭ يۆنىلىشىلىك يۆتكىلىش يۆنىلە-شىگە ئوخشاش بولۇپ، مەنپىي ئىئونلارنىڭ يۆنىلىشىلىك يۆتكىلىش يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ.

مۇسبەت زەرەتلەر ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى ئورۇندىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن ئورۇنغا قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن توكنىڭ يۆنىلىشى ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولغان بىر ئۇچىتىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولغان ئۇچقا قاراپ ئاقىدۇ، يەنى توك مەنبەسىنىڭ سىرتقى قىسمىدىكى ئېلېكتر زەنجىرىدە، توكنىڭ يۆنىلىشى توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپىدىن مەنپىي قۇتۇپىغا قاراپ ئاقىدۇ.

توكنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى ئوخشاش بولمايدۇ. توكنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى توك كۈچىدىن ئىبارەت بۇ فىزىكىلىق مىقدار ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ توغرا كەسمە يۈزىدىن ئۆتكەن زەرەت مىقدارى q نىڭ مۇشۇ زەرەت مىقدارىنىڭ ئۆتۈپ بولۇشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت t غا بولغان نىسبەت قىممىتى توك كۈچى دەپ ئاتىلىدۇ. توك كۈچىنى I بىلەن ئىپادىلىسەك، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ:

(ئېلېكترون سانى) $n = \frac{It}{e}$

$$I = \frac{q}{t}$$

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا توك كۈچىنىڭ بىرلىكى ئامپېر بولۇپ، بەلگىسى A . ئەگەر 1s ئىچىدە ئۆتكۈزگۈچنىڭ توغرا كەسمە يۈزىدىن ئۆتكەن زەرەت مىقدارى 1C بولسا، ئۆتكۈزگۈچتىكى توك 1A ① بولىدۇ. توك كۈچىنىڭ دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىرلىكلىرىدىن يەنە مىللىئامپېر (mA) ۋە مىكروئامپېر (μA) لار بار.

$$1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$$
$$1\,\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$$

يۆنىلىشى ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرمەيدىغان توك تۇراقلىق توك دەپ ئاتىلىدۇ، يۆنىلىشى ۋە كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرمەيدىغان توك مۇقىم توك دەپ ئاتىلىدۇ. ئادەتتە ئېيتىلىۋاتقان تۇراقلىق توك ئومۇمەن مۇقىم توكنى كۆرسىتىدۇ.

ئوم قانۇنى ۋە قارشىلىق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىغا ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەندە، ئاندىن ئۆتكۈزگۈچتە توك ھاسىل بولىدۇ، ئۇنداق بولسا ئۆتكۈزگۈچتىكى توك بىلەن ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ قانداق مۇناسىۋىتى بار؟

گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى ئوم (1854 ~ 1787) تەجرىبە تەتقىقاتى ئارقىلىق تۆۋەندىكى خۇلاسىگە ئېرىشكەن: ئۆتكۈزگۈچتىكى توك I ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U غا ئوڭ تاناسىپ، يەنى $I \propto U$ بولىدۇ. ئادەتتە بۇ مۇناسىۋەت مۇنداق يېزىلىدۇ:

$$I = \frac{U}{R}$$

① خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، توكنىڭ بىرلىكى ئامپېر ئاساسىي بىرلىك ھېسابلىنىدۇ. ئۇنىڭغا مۇنداق ئېنىقلىما بېرىلگەن: ۋاكۇئومغا قويۇلغان چەكسىز ئۇزۇنلۇقتىكى ئىككى پارالللېل توز ئۆتكۈزگۈچ سىمدىن تەڭ مىقداردىكى مۇقىم توك ئۆتكەندە، ئەگەر ئىككى ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئارىلىقى 1m بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچ سىملار ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ ھەر مېتىر ئۇزۇنلۇقتا 2×10^{-7}N بولسا، ھەربىر ئۆتكۈزگۈچ سىمدىكى توك 1A بولىدۇ.

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا زەرەت مىقدارىنىڭ بىرلىكى كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان بىرلىك بولۇپ، ئۇ فورمۇلا $q = It$ غا ئاساسەن بەلگىلەنگەن، يەنى

$$1\text{C} = 1\text{A} \cdot \text{s}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

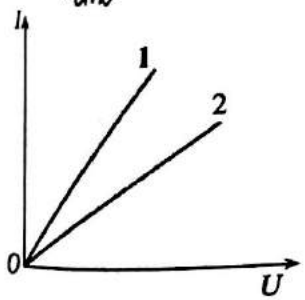
يۇقىرىقى ئىككى فورمۇلدىكى R ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توكنىڭ نىسبەت قىممىتىدىن ئىبارەت. تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، ئۇخشاش بىر ئۆتكۈزگۈچكە نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توكنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى مەيلى قانداق ئۆزگەرسۇن، نىسبەت قىممەت R ئۇخشاشلا مۇقىم (تۇراقلىق) بولىدۇ. ئۇخشاش بولمىغان ئۆتكۈزگۈچلەرگە نىسبەتەن، R نىڭ سانلىق قىممىتى ئومۇمەن ئۇخشاش بولمايدۇ. بۇ، R نىڭ ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۆزىگە مۇناسىۋەتلىك بولغان بىر مىقدار ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ R قىممىتى قانچە چوڭ بولسا، ئۇخشاش بىر ئېلېكتر بېسىمىدا ئۆتكەن توك شۇنچە كىچىك بولىدۇ. نىسبەت قىممەت R ئۆتكۈزگۈچنىڭ توكقا قارىتا توسقۇنلۇق قىلىش رولىنى ئەكس ئەتتۈرگەچكە، ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى دەپ ئاتىلىدۇ.

قارشىلىق ئۇقۇمى بارلىققا كەلگەندىن كېيىن، فورمۇلا $I = \frac{U}{R}$ نى مۇنداق بايان قىلىشقا بولىدۇ: **ئۆتكۈزگۈچتىكى توك I ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U غا ئوڭ تاناسىپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى R غا تەتۈر تاناسىپ بولىدۇ.** مانا بۇ بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن **ئوم قانۇنىدىن** ئىبارەت.

قارشىلىقنىڭ بىرلىكى ئوم، بەلگىسى Ω . ئۇ ئوم قانۇنىغا ئاساسەن بەلگىلەنگەن، يەنى ئەگەر مەلۇم بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىككى ئۇچىغا 1V ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەندە، ئۇنىڭدىن ئۆتكەن توك 1A بولسا، بۇ بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى 1Ω بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، $1\Omega = 1V/A$ بولىدۇ. دائىم ئىشلىتىلىدىغان قارشىلىق بىرلىكلىرىدىن يەنە كىلو ئوم ($k\Omega$) ۋە مېگا ئوم ($M\Omega$) لار بار، يەنى

$$1k\Omega = 10^3\Omega$$
$$1M\Omega = 10^6\Omega$$

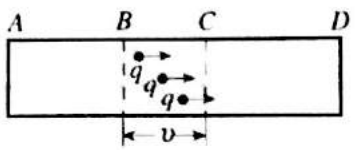
ئۆتكۈزگۈچنىڭ ۋولت ـ ئامپېر ئالاھىدىلىكى ئۆتكۈزگۈچتىكى توك كۈچى I بىلەن ئېلېكتر بېسىمى U نىڭ مۇناسىۋىتىنى گرافىك ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ. ئوردىنات ئوقى بىلەن توك كۈچى I نى، ئابسىسسا ئوقى بىلەن ئېلېكتر بېسىمى U نى ئىپادىلىسەك، سىزىپ چىقىلغان $I-U$ گرافىكى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقى دەپ ئاتىلىدۇ. مېتال ئۆتكۈزگۈچلەردە، توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمى ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، شۇڭا ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقى كوئوردىنات بېشىدىن ئۆتكەن توز سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ (14. 2 ـ رەسىم) . بۇنداق ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقلىق زاپچاسلار دەپ ئاتىلىدۇ. 14. 2 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئىككى تال توز سىزىقنىڭ قايسىسى ئىپادىلىگەن قارشىلىق چوڭ بولىدىغانلىقىنى ئۆزىڭىز مۇھاكىمە قىلىپ كۆرۈڭ.



14. 2 ـ رەسىم. مېتال ئۆتكۈزگۈچنىڭ ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقى

ئوم قانۇنى مېتال ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ ئاساسىدا خۇلاسىلەپ چىقىرىلغان، شۇڭا ئۇنىڭ باشقا ئۆتكۈزگۈچلەرگە مۇۋاپىق كېلىش ـ كەلمەسلىكىنى تەجرىبىلەر ئارقىلىق تەكشۈرۈش كېرەك. تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسەتتىكى، مېتاللاردىن باشقا، ئوم قانۇنى ئېلېكتروليت ئېرىتمىلىرىگىمۇ مۇۋاپىق كېلىدۇ، لېكىن گاز ھالەتتىكى ئۆتكۈزگۈچلەر (نەي لامپىدىكى گاز) ۋە بەزى توك ئۆتكۈزىدىغان دېتاللار (مەسىلەن، كرىستال لامپا) غا مۇۋاپىق كەلمەيدۇ. ئوم قانۇنى مۇۋاپىق كەلمەيدىغان ئۆتكۈزگۈچ ۋە دېتاللارغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمى ئوڭ تاناسىپ بولمايدۇ ـ دە، ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقى توز سىزىق بولمايدۇ. بۇنداق ئېلېكتر زاپچاسلار غەيرىي سىزىقلىق زاپچاسلار دەپ ئاتىلىدۇ.

14. 3 ـ رەسىمدىكى AD تومۇقى تەكشى بولغان بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنى ئىپادىلەيدۇ. بۇنىڭ ئىككى ئۇچىغا بەلگىلىك ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەن. ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ ئۆتكۈزگۈچنى بويلاپ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتىنى v دەپ ئالىمىز ھەمدە ئۆتكۈزگۈچتە ئېلىنغان ئىككى توغرا كەسمە يۈز B بىلەن C نىڭ ئارىسىدىكى ئارىلىقنى سانلىق قىممەت جەھەتتە v غا تەڭ دەپ قىياس قىلىمىز. بۇنىڭ بىلەن بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە توغرا كەسمە يۈز B بىلەن C ئارىسىدىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ ھەممىسى توغرا كەسمە يۈز C دىن ئۆتىدۇ. ئويلاپ كۆرۈڭ، نېمە ئۈچۈن شۇنداق بولىدۇ؟ ئەگەر ئۆتكۈزگۈچنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنىڭ S ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ بىرلىك ھەجمىدىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ سانىنى n ، ھەربىر ئەركىن زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارىنى q دەپ ئالساق، بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە توغرا كەسمە يۈز C دىن ئۆتكەن زەرەت مىقدارى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئۆتكۈزگۈچتىكى توك كۈچى I نىڭ ئىپادىسىنىڭ تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىنى تېپىپ چىقالايدىغانلىقىڭىزغا ئىشىنىمىز:



14. 3 ـ رەسىم. بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە توغرا كەسمە يۈز B بىلەن C ئارىسىدىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ ھەممىسى توغرا كەسمە يۈز C دىن ئۆتىدۇ

$$I = nqvS$$



ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتى

توغرا كەسمە يۈزى 1.0mm^2 بولغان مىس ئۆتكۈزگۈچ سىمدىن 1.0A توك ئۆتىدۇ دەپ پەرەز قىلىمىز. مىسنىڭ بىرلىك ھەجمىدىكى ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ سانى $8.5\times10^{28}\text{m}^{-3}$ ، ئېلېكترونىنىڭ زەرەت مىقدارى $1.6\times10^{-19}\text{C}$ بولۇپ، بۇ چاغدىكى ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتىنىڭ $7.4\times10^{-5}\text{m/s}$ بولىدىغانلىقىنى ھېسابلاپ چىقىرىشقا بولىدۇ (ئۆزىڭىزنىڭ ھېسابلاپ بېقىشىڭىزنى ئۈمىد قىلىمىز). ئادەتتىكى تېمپېراتۇرىدا مېتالدىكى ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنىڭ ئوتتۇرىچە سۈرئىتى تەخمىنەن 10^5m/s بولىدۇ. دېمەك، مېتال ئۆتكۈزگۈچلەردە ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ سۈرئىتى غايەت زور بولغان تەرتىپسىز ئىسسىقلىق ھەرىكىتىگە سۈرئىتى ناھايىتى كىچىك بولغان يۆنىلىشلىك بىر يۆتكىلىش قوشۇمچە قوشۇلغان بولىدۇ.

ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىنىڭ سۈرئىتى ناھايىتى كىچىك بولىدىكەن، ئۇنداقتا نېمە ئۈچۈن ۋېكلىيۇچاتېلنى ئۇلاش بىلەن توك دەرھال توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىگە يېتىپ بېرىپ، ئۇنى ئىشقا كىرىشتۈرىدۇ؟ بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، «توكنى شەكىللەندۈرىدىغان سۈرئەت» ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتى بولماستىن، بەلكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تارقىلىش سۈرئىتىدىن ئىبارەت بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تارقىلىش سۈرئىتى ناھايىتى چوڭ بولۇپ، ئۇ، يورۇقلۇق تېزلىكى ($3.0\times10^8\text{m/s}$) گە تەڭ بولىدۇ. مېتال ئۆتكۈزگۈچتىكى ھەممە ئورۇندا ئەركىن ئېلېكترونلار بولىدۇ، شۇڭا ئېلېكتر زەنجىرى تۇتاشتۇرۇلغان ھامان، ئۆتكۈزگۈچتە $3.0\times10^8\text{m/s}$ سۈرئىتتە ھەممە ئورۇندا تېزلىكتە ئېلېكتر مەيدانى بەرپا بولىدۇ ـ دە، بۇ ئېلېكتر مەيدانلىرىنىڭ تەسىرىدە ئۆتكۈزگۈچنىڭ ھەرقايسى ئورۇنلىرىدىكى ئەركىن ئېلېكترونلار بىرلا ۋاقىتتا دېگۈدەك يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش قىلىشقا باشلاپ، پۈتكۈل ئېلېكتر زەنجىرىدە بىرلا ۋاقىتتا دېگۈدەك توك شەكىللىنىدۇ.

بەزىلەر، ئېلېكتر زەنجىرى تۇتاشتۇرۇلغاندىن كېيىن، ئەركىن ئېلېكترونلار توك مەنبەسىدىن چىقىپ، يۇنىلىشلىك يۆتكىلىش سۈرئىتى بويىچە مېتال ئۆتكۈرگۈچتە ھەرىكەت قىلىپ، توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىگە يېتىپ بارسا، ئاندىن ئۇ يەردە توك بولىدۇ، دەپ قارايدۇ، بۇنداق قاراش نېمە ئۈچۈن توغرا ئەمەس؟

1 ـ مەشىق

(1) ئۆتكۈزگۈچ سىمدىكى توك 1.6A بولسا، 1s ئىچىدە بۇ ئۆتكۈزگۈچ سىمىنىڭ مەلۇم بىر توغرا كەسمە يۈزىدىن ئۆتكەن ئېلېكترونلار قانچە دانە بولىدۇ؟

$$n=\frac{It}{e}=\frac{1.6\times1}{1.6\times10^{-19}}=10^{19}(个)$$

(2) ئاتومدىكى ئېلېكترونلارنىڭ ئاتوم يادروسىنى ئايلىنىپ قىلغان ھەرىكىتى ھالقىسىمان توكقا تەڭ ئۇنۇملۇك بولىدۇ. ھىدروگېن ئاتومىدىكى ئېلېكترون v سۈرئىتىتە رادىئۇسى r بولغان چەمبەر ئايلانمىسى ئوربىتىسىدا يادرونى ئايلىنىپ ھەرىكەت قىلىدۇ، ئېلېكترونىنىڭ زەرەت مىقدارى e بولسا، تەڭ ئۇنۇملۇك توكى قانچىلىك بولىدۇ؟

(3) مەلۇم بىر ئامپېرمېتىرنىڭ ئۆلچىيەلەيدىغان ئەڭ چوڭ توكى 10mA . بىر قارشىلىق (رېزىستور) نىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى 8V بولغاندا، ئۆتىدىغان توكىنىڭ 2mA بولىدىغانلىقى بېرىلگەن. ئەگەر بۇ قارشىلىققا 50V لۇق ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، بۇ ئامپېرمېتىردىن پايدىلىنىپ مۇشۇ قارشىلىقتىن توكنى ئۆلچىگىلى بولامدۇ؟

$$R=\frac{8V}{2\times10^{-3}A}=4\times10^{3}\Omega \qquad I=\frac{50V}{4\times10^{3}\Omega}=1.25\times10^{-2}A=12.5mA$$

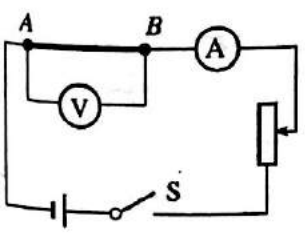
(4) قارشىلىقى 5Ω بولغان مېتال ئۆتكۈزگۈچنىڭ ۋولت ـ ئامپېر خۇسۇسىيەت ئەگرى سىزىقىنى سىزىپ چىقىڭ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى چوڭىيىپ 10Ω بولغاندا، گرافىك قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ قارشىلىقى كىچىكلەپ 2.5Ω بولغاندا يەنە قانداق بولىدۇ؟

(5) مەلۇم بىر ساۋاقداش مۇنداق دەپ قارىغان: فورمۇلا $R=U/I$ دىن بىلىش مۇمكىنكى، بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچكە بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى قانچە چوڭ بولسا، بۇ بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ. بۇنداق قاراش توغرىمۇ ـ يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ؟

§2 . قارشىلىق قانۇنى ۋە سېلىشتۇرما قارشىلىق

قارشىلىق قانۇنى ۋە سېلىشتۇرما قارشىلىق بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە، ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى، كۆلىمى ۋە ماتېرىيالى قاتارلىقلارغا مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكىنى ئۆگەنگەن. ماتېرىيالى، ئۇزۇنلۇقى ۋە توغرا كەسمە يۈزىگە باغلىق ئىكەنلىكىنى ئۆتتۇق. ئەمدى بۇ مەسىلىنى تەجرىبە ئارقىلىق مىقدارلىق ھالدا مۇھاكىمە قىلىمىز.

تەجرىبە



14. 4 ـ رەسىم

14. 4 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىر سخېمىسى بويىچە ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇلاپ تۆۋەندىكى تەجرىبىنى ئىشلەيلى. رەسىمدىكى A بىلەن B ئارىسىغا مۇھاكىمە قىلىنىدىغان قېتىشما ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ئۇلايمىز.

ماتېرىيالى ۋە توغرا كەسمە يۈزلىرى ئوخشاش، ئەمما ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش بولمىغان قېتىشما ئۆتكۈزگۈچ سىملارنى ئىلگىرى ـ كېيىن بولۇپ ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاپ، سىيرىلما رېئوستاتنى تەڭشەپ، ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئوخشاش قىلىمىز ھەم توكنى ئۆلچەپ چىقىمىز. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، توك ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇزۇنلۇقىغا تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ، بۇ، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ قارشىلىقى ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇزۇنلۇقىغا ئوڭ تاناسىپ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ماتېرىيالى ۋە ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش، ئەمما توغرا كەسمە يۈزلىرى ئوخشاش بولمىغان قېتىشما ئۆتكۈزگۈچ سىملارنى ئىلگىرى - كېيىن بولۇپ ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاپ، سىيرىلما رېئوستاتنى تەڭشەپ، ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئوخشاش قىلىمىز ھەم توكنى ئۆلچەپ چىقىمىز. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، توك ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزىگە ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، بۇ، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ قارشىلىقى ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزىگە تەتۇر تاناسىپ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

ئۇزۇنلۇقى ۋە توغرا كەسمە يۈزلىرى ئوخشاش، ئەمما ماتېرىياللىرى ئوخشاش بولمىغان ئۆتكۈزگۈچ سىملارنى ئىلگىرى - كېيىن بولۇپ ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاپ، يۇقىرىقى تەجرىبىنى قايتا ئىشلىسەك، تەجرىبە، ماتېرىيال-لىرى ئوخشاش بولمىسا، ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ قارشىلىقلىرىنىڭمۇ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ.

تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى R ئۇنىڭ ئۇزۇنلۇقى l غا ئوڭ تاناسىپ، توغرا كەسمە يۈزى S قا تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ. مانا بۇ **قارشىلىق قانۇنى**. فورمۇلا شەكلىدە يازساق مۇنداق بولىدۇ:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$\rho = \frac{RS}{l}$ / Ω·m

فورمۇلىدىكى تاناسىپ تۇراقلىقى ρ ئۆتكۈزگۈچنىڭ ماتېرىيالىغا مۇناسىۋەتلىك بولغان ماتېرىيالنىڭ توك ئۆتكۈزۈشچانلىقىنى ئەكس ئەتتۈرىدىغان بىر فىزىكىلىق مىقدار بولۇپ، ماتېرىيالنىڭ **سېلىشتۇرما قارشىلىقى** دەپ ئاتىلىدۇ. توغرا كەسمە يۈزلىرى ۋە ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش، ئەمما ماتېرىياللىرى ئوخشاش بولمىغان ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ ρ قىممىتى قانچە چوڭ بولسا، قارشىلىقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ. $l = 1\,\mathrm{m}$، $S = 1\,\mathrm{m}^2$ بولغاندا، ρ نىڭ سانلىق قىممىتى R نىڭ قىممىتىگە تەڭ بولىدۇ. دېمەك، ماتېرىيالنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى سانلىق قىممەت جەھەتتە بۇ خىل ماتېرىيالدىن ياسالغان ئۇزۇنلۇقى 1m، توغرا كەسمە يۈزى $1\,\mathrm{m}^2$ بولغان ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقىغا تەڭ بولىدۇ. فورمۇلىدىكى R نىڭ بىرلىكى Ω، l نىڭ بىرلىكى m، S نىڭ بىرلىكى m^2، شۇنىڭ ئۈچۈن ρ نىڭ بىرلىكى $\Omega \cdot \mathrm{m}$ (ئوم مېتىر دەپ ئېلىنىدۇ) بولىدۇ.

بىر نەچچە خىل ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىيالنىڭ 20℃ تىكى سېلىشتۇرما قارشىلىقى

ماتېرىياللار	ρ / Ω·m
كۈمۈش	1.6×10^{-8}
مىس	1.7×10^{-8}
ئالىيۇمىن	2.9×10^{-8}
ۋولفرام	5.3×10^{-8}
تۆمۈر	1.0×10^{-7}
مىس - مانگان قېتىشمىسى	4.4×10^{-7}
مىس - نىكېل قېتىشمىسى	5.0×10^{-7}
نىكېل - خروم قېتىشمىسى	1.0×10^{-6}

مىس - مانگان قېتىشمىسى: مىس 85%، نىكېل 3%، مانگان 12%.

مىس - نىكېل قېتىشمىسى: مىس 54%، نىكېل 46%.

نىكېل - خروم قېتىشمىسى: نىكېل 67.5%، خروم 15%، تۆمۈر 16%، مانگان 1.5%.

يۇقىرىقى جەدۋەلدىن ساپ مېتاللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى كىچىك، قېتىشمىلارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى چوڭ بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرۇشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆتكۈزگۈچ سىملار ئومۇمەن سېلىشتۇرما قارشىلىقى كىچىك بولغان ئالىيۇمىن ياكى مىستىن ياسىلىدۇ. توك ئوچاق، رېزىستور (قارشىلىق) لارنىڭ قارشىلىق سىمى ئومۇمەن سېلىشتۇرما قارشىلىقى چوڭ بولغان قېتىشمىلاردىن ياسىلىدۇ.



14. 5 ـ رەسىم. قارشىلىقلىق تېرمومېتىر

ھەر خىل ماتېرىياللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى تېمپېراتۇرىغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. مېتاللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىرىشىگە ئەگىشىپ چوڭىيىدۇ. قارشىلىقلىق تېرمومېتىر (5.14 ـ رەسىم) مېتاللار قارشىلىقىنىڭ تېمپېراتۇرىغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغانلىقىغا ئاساسەن ياسىلىدۇ. دائىم ئىشلىتىلىدىغان قارشىلىقلىق تېرمومېتىر مېتال پلاتىنادىن ياسىلىدۇ. پلاتىنا سىمى قارشىلىقىنىڭ تېمپېراتۇرىغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش ئەھۋالى مەلۇم بولسىلا، پلاتىنا سىمنىڭ قارشىلىقىنى ئۆلچەپ چىقىساق، تېمپېراتۇرىنى بىلگىلى بولىدۇ. بەزى قېتىشمىلار، مەسىلەن، مىس ـ مانگان قېتىشمىسى ۋە مىس ـ نىكېل قېتىشمىسىنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى ئاساسەن تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىرىش تەسىرىگە ئۇچرىمايدۇ، شۇڭا دائىم بۇلاردىن پايدىلىنىپ ئۆلچەملىك قارشىلىق ياسىلىدۇ.

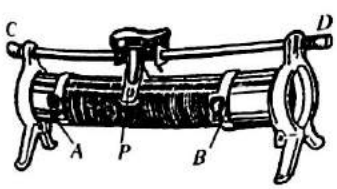
2 ـ مەشىق

(1) ئۇزۇنلۇقى 100m ، توغرا كەسمە يۈزى $1mm^2$ بولغان بىر ئورام ئالىيۇمىن ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ قارشىلىقى قانچىلىك بولىدۇ؟

(2) قارشىلىقى 4Ω بولغان بىر تال ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ئوتتۇرىسىدىن قاتلاپ بىر تال ئۆتكۈزگۈچ سىم قىلىپ ئىشلەتسەك، يەنە قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر ئۇنى تەكشى سوزۇپ ئەسلىدىكى ئۇزۇنلۇقىنىڭ ئىككى ھەسسىسىگە تەڭ قىلساق، قارشىلىقى قانچىلىك بولىدۇ؟

(3) توغرا كەسمە يۈزى $0.63mm^2$ ، ئۇزۇنلۇقى 200m بولغان ئىزولياتسىيەلەنگەن مىس سىمنى ئوراش ئارقىلىق بىر كاتۇشكا ياسالغان. بۇ كاتۇشكىدىن ئۆتۈشكە يول قويۇلىدىغان ئەڭ چوڭ توك 8A بولسا، بۇ كاتۇشكىنىڭ ئىككى ئۇچىغا ئەڭ كۆپ بولغاندا قانچىلىك يۇقىرىلىقتىكى ئېلېكتر بېسىمىنى بېرىشكە بولىدۇ؟

(4) 14. 6 ـ رەسىمدە سىيرىلما رېئوستاتنىڭ تۈزۈلۈشى كۆرسىتىلگەن. بۇنىڭدىكى A، Bلار ئىزولياتور سىلىندىرغا ئورالغان قارشىلىق سىمنىڭ ئىككى ئۇچى؛ C ، D لار مېتال تاياقچىنىڭ ئىككى ئۇچىدىن ئىبارەت. قارشىلىق سىمنىڭ سىيرىلما پلاستىنكا Pغا تېگىشىپ تۇرىدىغان جايلىرىدىكى ئىزولياتسىيە سىرلىرى قىرىپ چىقىرىۋېتىلگەن بولۇپ، سىيرىلما پلاستىنكا P مېتال تاياقچە بىلەن قارشىلىق سىمىنى تۇتاشتۇرۇپ تۇرالايدىغان قىلىنىدۇ. A ۋە C سىم ئۇلاش كلېممىلىرىنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاپ، سىيرىلما پلاستىنكا P نى B دىن A غا يۆتكىگەندە، ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلىنىدىغان قارشىلىق چوڭدىن كىچىكلەيدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى نېمە؟ سىيرىلما پلاستىنكا P يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلانغان قارشىلىقنىڭ قىممىتىنى كىچىكلىتىدىغان بىر-نەچچە خىل ئۇلاش لايىھەسىنى ئوتتۇرىغا قويالامسىز؟



14. 6 ـ رەسىم

§ 3 . يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەر ۋە ئۇلارنىڭ قوللىنىلىشى

يېرىم ئۆتكۈزگۈچ بىزگە مەلۇم، توكنى ئاسان ئۆتكۈزىدىغان جىسىملار ئۆتكۈزگۈچ، توكنى ئاسان ئۆتكۈزمەيدىغان جىسىملار ئىزولياتور دەپ ئاتىلىدۇ. ئەمەلىيەتتە ئۆتكۈزگۈچ بىلەن ئىزولياتور ئارىسىدا مۇتلەق چېگرا يوق. ئىزولياتورلار مۇتلەق توك ئۆتكۈزمەيدىغان جىسىملار ئەمەس، پەقەتلا ئىزولياتورلارنىڭ سىلىشتۇرما قارشىلىقى چوڭ بولىدۇ، خالاس. ئۇي تېمپېراتۇرىسىدا، مېتال ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ سىلىشتۇرما قارشىلىقى تەخمىنەن $10^{-8}\Omega \cdot m \sim 10^{-6}\Omega \cdot m$ بولىدۇ، ئىزولياتورلارنىڭ سىلىشتۇرما قارشىلىقى ئومۇمەن تەخمىنەن $10^{8}\Omega \cdot m \sim 10^{18}\Omega \cdot m$ بولىدۇ. ئۇزۇنلۇقى 1m ، توغرا كەسمە يۈزى $1m^2$ بولغان ئىزولياتورنىڭ ئىككى ئۇچىغا 1V ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، ئۇنىڭدىن ئۆتكەن توك تەخمىنەن $10^{-18}A \sim 10^{-8}A$ بولىدۇ. دېمەك، ئۆتكەن توك ئىنتايىن كىچىك.

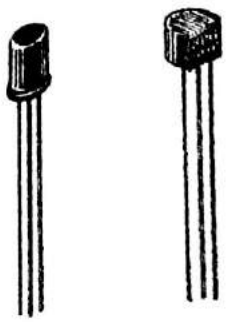
بەزى ماتېرىياللارنىڭ توك ئۆتكۈزۈش ئىقتىدارى ئۆتكۈزگۈچلەر بىلەن ئىزولياتورلارنىڭ ئارىلىقىدا بولىدۇ، شۇنداقلا قارشىلىقى تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىشىگە ئەگىشىپ ئۆزگەرمەي، بەلكى تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىشىگە ئەگىشىپ كىچىكلەيدۇ، بۇنداق ماتېرىياللار **يېرىم ئۆتكۈزگۈچ** دەپ ئاتىلىدۇ. يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ سىلىشتۇرما قارشىلىقى تەخمىنەن $10^{-5}\Omega \cdot m \sim 10^{6}\Omega \cdot m$ بولىدۇ. گېرمانىي، كرېمنىي، گاللىي ئارسىنىد، ئىندىي ئانتىمونىد قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىياللاردۇر.

يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ قوللىنىلىشى يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ توك ئۆتكۈزۈش ئىقتىدارى سىرتقى شارائىتنىڭ تەسىرىگە زور دەرىجىدە ئۆچرايدۇ، يەنى تېمپېراتۇرىدىن باشقا، يېرىم ئۆتكۈزگۈچكە نۇر (يورۇقلۇق) چۈشۈرۈش، يېرىم ئۆتكۈزگۈچكە ئاز مىقداردا باشقا ماددىلارنى ئارىلاشتۇرۇپ قويۇش قاتارلىقلار ئارقىلىق، يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ توك ئۆتكۈزۈش ئىقتىدارىدا كۆرۈنەرلىك ئۆزگىرىش ھاسىل قىلغىلى بولىدۇ. يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ بۇ خىل ئالاھىدىلىكى ئۆتكۈزگۈچلەر بىلەن ئىزولياتورلاردا بولمايدۇ، بۇ، ھازىرقى زامان پەن – تېخنىكىسىدا مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە.

① بەزى يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ تېمپېراتۇرىسى ئۆرلىگەندە قارشىلىقى ناھايىتى تېزلىكتە كىچىكلەيدۇ، بۇ خىل ماتېرىياللاردىن پايدىلىنىپ ھەجمى ناھايىتى كىچىك بولغان تېرمو (ئىسسىقلىققا سەزگۈر) قارشىلىقنى ياساشقا بولىدۇ، ئۇ تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىرىشىنى ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرالايدۇ، بۇ خىل ئېلېكتر سىگنالىرىنى ئۆلچەش ئارقىلىق، تېمپېراتۇرىنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىلىشكە بولىدۇ. بۇ خىل ئۆلچەش ئۇسۇلىنىڭ ئىنكاسى تېز، توغرىلىق دەرىجىسى يۇقىرى بولىدۇ.

② بەزى يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرگە يورۇقلۇق (نۇر) چۈشۈرۈلگەندە قارشىلىقى زور دەرىجىدە كىچىكلەيدۇ. بۇ خىل يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك ماتېرىياللاردىن پايدىلىنىپ ھەجمى ناھايىتى كىچىك بولغان ئوپتىك (يورۇقلۇققا سەزگۈر) قارشىلىقنى ياساشقا بولىدۇ. ئوپتىك قارشىلىق ۋىكلیۇچاتېلنىڭ رولىنى ئوينىيالايدۇ، ئۇ يورۇقلۇققا نىسبەتەن ئىنكاسى سەزگۈر بولۇش تەلەپ قىلىنمىدىغان ئاپتوماتىك تىزگىنلەش ئۇسكۇنىلىرىدە كەڭ قوللىنىلىدۇ.

③ ساپ يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرگە ئاز مىقداردا ئارىلاشما ماددىلارنى ئارىلاشتۇرۇش ئارقىلىق، يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ توك ئۆتكۈزۈش ئىقتىدارىنى زور دەرىجىدە ئاشۇرۇشقا بولىدۇ. يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ بۇ خىل ئالاھىدىلىكى ئۇنىڭ ئۈستىگە ئالاھىدە پىششىقلاپ ياساش سەنئەتلىرىنى قوللىنىش ئارقىلىق، كىشىلەر ئىككى قۇتۇپلۇق كرىستال لامپا ۋە ئۈچ قۇتۇپلۇق كرىستال لامپىلارنى ياساپ چىقتى (14. 7 – رەسىم). كرىستال لامپا، قارشىلىق، كوندېنساتور قاتارلىق ئېلېكترونلۇق زاپچاسلارنى يۈزى ناھايىتى كىچىك بولغان بىر پارچە يېرىم



7.14 ـ رەسىم. ئوچ قوتۇبلۇق كرىستال لامپا

ئۆتكۈزگۈچلۈك كرىستال پلاستىنكىغا بىرلا ۋاقىتتا ماس هالدا ئۇلاش ئارقىلىق، بەلگىلىك ئىقتىدارغا ئىگە ئېلېكتر زەنجىرىنى هاسىل قىلغىلى بولىدۇ، مانا بۇ توپلاشتۇرۇلغان ئېلېكتر زەنجىرىدىن ئىبارەت (تولۇق ئوتتۇرا مەكتەپ فىزىكا 1 ـ قىسمىدا بېرىلگەن كىرىش سۈزدىكى 0. 15 ـ رەسىم). ئالاهىدە چوڭ كۆلەملىك توپلاشتۇرۇلغان زەنجىرده يۈزى چىمەلتەك بارماقنىڭ تىرنىقىدىنمۇ كىچىك بولغان بىر پارچە يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك كرىستال پلاستىنكىغا مىليوندىن كۆپ ئېلېكترون زاپچاسلىرىنى توپلاپ ياسىغىلى بولىدۇ. توپلاشتۇرۇلغان زەنجىرنىڭ ياسىلىشى مىكرو ئېلېكترون تېخنىكىسى دەۋرىنى ئېچىپ بەردى.

ئۇنىڭدىن باشقا، كىشىلەر يەنە يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك لازېر ئاپپاراتى، يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك قۇياش باتارېيىسى قاتارلىقلارنى ياساپ چىقىپ، يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ زامانىۋى پەن ـ تېخنىكىدىكى مۇهىم رولىنى جارى قىلدۇردى.

$T = 273 + t^{\circ}C$

§4 . ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ۋە ئۇنىڭ قوللىنىلىشى

ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق هادىسىسى 1911 ـ يىلى، گوللاندىيە ئالىمى ئونىپس (1926 ـ 1853) تۆۋەن تېمپېراتۇرا تەجرىبىسىنى ئىشلەۋاتقاندا، تېمپېراتۇرا تۆۋەنلەپ 4.2K غا چۈشكەندە، سىمابنىڭ قارشىلىقى تو. ساتتىن ئۆزگىرىپ نۆل بولىدىغانلىقىنى بايقىغان. ئارقىدىنلا كىشىلەر، كۆپ ساندىكى مېتاللارنىڭ تېمپېراتۇرىسى تۆۋەنلەپ مەلۇم سانلىق قىممەتكە يەتكەندە، هەممىسىدە قارشىلىقى تۇيۇقسىز تۆۋەنلەپ نۆل بولۇش هادىسىسى بايقالغان. بۇ خىل هادىسە **ئۇلترا (ئالاهىدە) ئۆتكۈزۈشچانلىق هادىسىسى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ نورمال هالەتتىن ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق هالىتىگە ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى ياكى كرىتىك تېمپېراتۇرىسى دەپ ئاتىلىپ، Tc بىلەن ئىپادىلىنىدۇ، مەسىلەن، قوغۇشۇننىڭ ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى $Tc = 7.0K$ ، سىمابنىڭ ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى $Tc = 4.2K$ ، ئالىيۇمىننىڭ ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى $Tc = 1.2K$ ، كادمىينىڭ ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى $Tc = 0.6K$ بولىدۇ.

يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق هالەتتىكى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئۆتكۈزگۈچلەر قارشىلىققا ئىگە بولىدۇ، شۇڭا ئۇلاردىن توك ئۆتكەندە جوئۇل ئىسسىقلىقى هاسىل بولىدۇ. شۇڭلاشقا بۇ هادىسە بايقىلىپ ئۇزۇن ئۆتمەي دۇنيا مىقياسىدا ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق تەتقىقاتى يۇقىرى پەللىگە كۆتۈرۈلدى. بىراق 1986 ـ يىلىنىڭ ئالدىنقى يېرىمىغا كەلگەندە، گەرچە نۇرغۇن ساپ مېتال ۋە قېتىشمىلارنىڭ هەممىسى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق هادىسىسىگە ئىگە ئىكەنلىكى بايقالغان بولسىمۇ، ئەمما كرىتىك تېمپېراتۇرىسى ئەڭ يۇقىرى بولغاندا پەقەتلا 23K بولغان. مۇشۇنداق تۆۋەن تېمپېراتۇرىغا ئېرىشىش ئۈچۈن مۇرەككەپ ئۈسكۈنىلەر لازىم بولىدىغانلىقى ئۈچۈن، ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق هادىسىسىنى تېخنىكىدا قوللىنىش تەسكە توختىغان.

1986 ـ يىل 7 ـ ئايدا، بەزىلەر لانتان ـ بارىي ـ مىس ئوكسىدىدىن ئىبارەت يېڭى بىر خىل قېتىشما ماتېرىيالنى بايقىغان ۋە ئۇنىڭ ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى 35K بولغان. 1982 ـ يىل 2 ـ ئايدا ئامېرىكىنىڭ هۇيستون ئۇنىۋېرسىتېتىنىڭ تەتقىقات گۇرۇپپىسىدىكىلەر بىلەن جۇڭگو پەنلەر ئاكادېمىيىسى فىزىكا تەتقىقات گۇرۇپپىسىدىكىلەر بىرلا ۋاقىتتا دېگۈدەك ئىتتىرىي ـ بارىي ـ مىس ئوكسىدلىق ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىققا ئېرىشىپ، ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسىنى بىراقلا 90K غا كۆتۈرگەن. بۇ ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق سۇيۇق گېلىي تېمپېراتۇرىسى (4.2K) نى ئاساسلىقچە ئەمەلگە ئاشۇرۇشقا بولىدىغان سۇيۇق ئازوت تېمپېراتۇرىسى (77K) غا كۆتۈرۈشتىن دېرەك بېرىدۇ. ئەسلىدىكى سۇيۇق گېلىي تېمپېراتۇرا هالىتىدىكى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتىن پەرقلەندۈرۈش ئۈچۈن، كىشىلەر ئوكسىدلىق ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقنى يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق دەپ ئاتىدى.

مېتاللىق ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىققا سېلىشتۇرغاندا، ئوكسىدلىق ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا Tc بىر قەدەر

يۇقىرى بولغاندىن تاشقىرى، ئۇنى تەييارلاشمۇ نىسبەتەن ئاددىي. شۇڭلاشقا 20 ـ ئەسىرنىڭ 80 ـ يىللىرىنىڭ ئاخىرىغا كەلگەندە، پۈتۈن دۇنيا بويىچە ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ھەققىدىكى تەتقىقاتلار يۇقىرى پەللىگە كۆتۈرۈلدى. شۇنىڭدىن كېيىن، كىشىلەر ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ماتېرىياللىرىنى ئارقا ـ ئارقىدىن تەتقىق قىلىپ ياساپ چىقتى، 1992 ـ يىلىنىڭ باشلىرىغا كەلگەندە، 70 نەچچە خىل ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئوكسىدلار تېپىلدى ھەمدە ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى يۇقىرى كۆتۈرۈلۈپ 125K ئەتراپىغا يەتكۈزۈلدى.

لېكىن، ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق ھەققىدىكى تەتقىقاتلار ئاخىرلاشقىنى يوق. 125K لىق ئۆزگىرىش تېمپېراتۇرىسى ئەمەلىي قوللىنىشقا نىسبەتەن ئېيتقاندا، يەنىلا بەك تۆۋەن، ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىق نەزەرىيىسى تەتقىقاتىمۇ پىشىپ يېتىلىش باسقۇچىدىن خېلىلا يىراق.

ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقنىڭ قوللىنىش ئىستىقبالى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقنىڭ ئېلېكترونىكا ساھەسىدىكى قوللىنىلىشى ئەڭ رېئال، ئەڭ جەلپ قىلارلىق بولماقتا. مەسىلەن، ئاپەت خاراكتېرلىك ھاۋا رايىدىن ئالدىن مەلۇمات بېرىش قاتارلىق چوڭ ـ چوڭ تېمىلاردا كومپيۇتېرنىڭ ساقلاش سىغىمچانلىقى چوڭ، ھېسابلاش سۈرئىتى تېز بولۇش تەلەپ قىلىنىدۇ. ئەمما مۇنداق كومپيۇتېرلارنىڭ ھەجمى چوڭ، ئېنېرگىيە سەرپىياتى كۆپ ھەم ئۇنىڭغا سوۋۇتۇش سىستېمىسى لازىم بولىدىغانلىقى ئۈچۈن، قوللىنىلىش جەھەتتە چەكلىمىگە ئۇچراپ كەلگەن. توك ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە ماتېرىياللاردىن يوللانغاندا قىزىمايدىغانلىقى نەزەرگە ئېلىنغاچقا، ئالاھىدە دەرىجىلىك كومپيۇتېرلارنىڭ بەزى زاپچاسلىرىنى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە ماتېرىياللاردىن ياساپ، تۆۋەن تېمپېراتۇرىلىق مۇھىتقا قويۇپ ئىشلەتسە بولىدۇ. مۇشۇنداق قىلغاندا ھەجمى ۋە ئېنېرگىيە سەرپىياتى زور دەرىجىدە كىچىكلەيدۇ، بۇنىڭ بىلەن نۆۋەتتە قوللىنىلىۋاتقان خاس كومپيۇتېرغا ئوخشاش چوڭلۇقتىكى ئوسكۇنىلەرگە ئېرىشكىلى بولىدۇ ـ دە، غايەت زور كومپيۇتېرنىڭ رولىنى جارى قىلدۇرغىلى بولىدۇ.

ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقنىڭ ئېلېكترون سانائىتىدىكى قوللىنىلىشى بىر مەيدان ئىنقىلابىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىشى مۇمكىن. ئەگەر توك ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە كابېلدىن يوللانسا، توك يوللاش لىنىيىسىدىكى ئېنېرگىيە سەرپىياتىنىڭ خورىشىدىن ساقلانغىلى بولۇپلا قالماي، يەنە يۇقىرى بېسىملىق توك يوللاش ئۈسكۈنىلىرىنى قوللىنىلمايدۇ، ئۇنىڭ ئۈستىگە يۇقىرى بېسىمنىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىدىغان ھادىسىلەردىن ساقلانغىلى بولىدۇ.

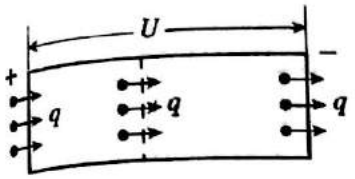
گېنېراتور، ئېلېكتروماتور قاتارلىقلارنىڭ ئىچكى قىسمىدا ئادەتتىكى ئۆتكۈزگۈچتىن ياسالغان كاتۇشكىلار ئىشلىتىلىدۇ، توكنىڭ ئىسسىقلىق ئېھتىياجىدىن، توك بەك چوڭ بولۇپ كەتمەسلىكى كېرەك. شۇڭلاشقا ھاسىل بولغان ئەڭ چوڭ ماگنىت مەيدانى چەكلىمىگە ئۇچرايدۇ. ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە ماتېرىيالدىن ياسالغان كاتۇشكا ئىشلىتىلگەندە، توك ناھايىتى كۆچلۈك بولغاندا، ھاسىل بولىدىغان ماگنىت مەيدانى ئادەتتىكى ماگنىتنىڭكىدىن كۆپ كۆچلۈك بولىدۇ. شۇڭلاشقا، ئوخشاش چوڭلۇقتىكى ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە گېنېراتور ۋە ئېلېكتروماتورلارنىڭ قۇۋۋىتى ئادەتتىكى ئۈسكۈنىلەر سەپلەنگەنلەرنىڭكىگە سېلىشتۇرغاندا كۆپ يۇقىرى بولىدۇ.

ئۇلترا ئۆتكۈزۈشچانلىقتا ئىگە ماتېرىياللار، مەسىلەن، ئېنېرگىيە مەنبەسى، قاتناش ـ ترانسپورت، گېئولوگىيىلىك قىدىرىش قاتارلىق ساھەلەردىمۇ مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە. ئوقۇغۇچىلارنىڭ بۇ ھەقتىكى مۇناسىۋەتلىك بەزى ماتېرىياللارنى ئىزدەپ ئوقۇپ كۆرۈشىنى تەۋسىيە قىلىمىز.

§5 . توكنىڭ ئىشى ۋە توك قۇۋۋىتى

توكنىڭ ئىشى ۋە توك قۇۋۋىتى توك بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدىن ئۆتكەندە، ئەركىن زەرەتلەر ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە يۆنىلىشلىك يۆتكىلىدۇ ـ دە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى ئەركىن زەرەتلەرگە قارىتا ئىش ئىشلەيدۇ. بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى U ، ئۆتكەن توكنى I دەپ، بەرەز قىلساق، t ۋاقىت ئىچىدە بۇ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ خالىغان بىر كەسمە يۈزىدىن ئۆتكەن زەرەت مىقدارى $q = It$ بولىدۇ (14. 8 ـ رەسىم). بۇ، t ۋاقىت ئىچىدە زەرەت q نى بۇ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ بىر ئۇچىدىن يەنە بىر ئۇچىغا يۆتكىگەنگە تەڭداش بولىدۇ. يۇقىرىقى بابتا سۆزلەنگەنلەردىن مەلۇمكى، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى $W = qU$ بولىدۇ، چۈنكى $q = It$ ، شۇنىڭ ئۈچۈن

$$W = UIt \qquad (1)$$



14. 8 ـ رەسىم

بۇ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدە ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى ئادەتتە ئېيتىلمىدىغان توكنىڭ ئىشلىگەن ئىشىدىن ئىبارەت بولۇپ، قىسقىچە توكنىڭ ئىشى دەپ ئاتىلىدۇ. يۇقىرىدىكى فورمۇلا شۇنى ئىپادىلەپ بېرىدۇكى، توكنىڭ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىشلىگەن ئىشى شۇ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U ، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك I ۋە توك ئۆتكەن ۋاقىت t دىن ئىبارەت ئۈچىنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ.

بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە توكنىڭ ئىشلىگەن ئىشى **توك قۇۋۋىتى** دەپ ئاتىلىدۇ. توك قۇۋۋىتىنى P بىلەن ئىپادىلىسەك، ئۇ ھالدا مۇنداق بولىدۇ.

$$P = \frac{W}{t} = UI \qquad (2)$$

يۇقىرىقى فورمۇلا شۇنى ئىپادىلەيدۇكى، بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك قۇۋۋىتى P شۇ بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U بىلەن شۇ ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك I نىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ.

ئېلېكتر بېسىمى U ، توك كۈچى I ۋە توك ئۆتكەن ۋاقىت t نىڭ بىرلىكلىرى ئايرىم ـ ئايرىم A ، V ۋە s بولۇپ، فورمۇلا (1) ۋە (2) دىن تېپىپ چىقىلغان توكنىڭ ئىشى W بىلەن توك قۇۋۋىتى P نىڭ بىرلىكلىرى ئايرىم ـ ئايرىم J ۋە W بولىدۇ.

توك قۇۋۋىتى ۋە ئىسسىقلىق قۇۋۋىتى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ زەرەتكە قارىتا ئىش ئىشلەش جەريانى، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىش جەريانىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

ۋاكۇئۇمدا مۇسبەت زەرەت ئېلېكتر پوتېنسىئالى يۇقىرى بولغان مەلۇم ئورۇندىن ئېلېكتر پوتېنسىئالى تۆۋەن بولغان يەنە بىر ئورۇنغا يۆتكەلگەندە، ئېلېكتر مەيدان كۈچى زەرەتكە نىسبەتەن مۇسبەت ئىش ئىشلەپ، زەرەت تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلىدۇ ـ دە، كېمەيگەن ئېلېكتر پوتېنسىئال ئېنېرگىيىسى زەرەتنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ.

قارشىلىق دېتالىدىكى ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ ئايلىنىش ئەھۋالى ۋاكۇئۇمدىكىگە ئانچە ئوخشاش بولمايدۇ. مېتال ئۆتكۈزگۈچلەردە، ئەركىن ئېلېكترونلاردىن باشقا، يەنە مېتالنىڭ مۇسبەت ئىئونلىرى بولىدۇ. ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە تېزلىنىشچان يۆنىلىشلىك يۆتكەلگەن ئەركىن ئېلېكترونلار ئىئونلارغا ئۇزلۇكسىز سوقۇلىدۇ ھەم يۆنىلىشلىك يۆتكەلگەندىكى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىنى ئىئونلارغا ئۆتكۈزۈپ بېرىپ، ئىئونلارنىڭ ئىسسىقلىق ھەرىكىتىنى جىددىيلەشتۈرىدۇ، ئوتتۇرا ھېسابىي بويىچە قارىغاندا، كۆپلىگەن ئەركىن ئېلېكترونلار مەلۇم بىر ئۆزگەرمەيدىغان سۈرئەت بويىچە يۆنىلىشلىك يۆتكىلىش قىلىدۇ، دەپ قاراشقا بولىدۇ. دېمەك، قارشىلىق دېتالىدا، ئەركىن ئېلېكترونلارنىڭ ئىئونلارغا سوقۇلۇشى ئارقىلىق، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى پۈتۈنلەي ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ.

ئەگەر بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدە پەقەت قارشىلىق دېتالىلا بار بولسا، بۇ بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ئىشلىگەن ئىشى W توكنىڭ بۇ بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدىن ئۆتكەندە چىقارغان ئىسسىقلىق مىقدارى Q غا تەڭ، يەنى $Q = W = UIt$ بولىدۇ. ئوم قانۇنى $U = IR$ دىن ئىسسىقلىق مىقدارى Q نىڭ ئىپادىسىنى تۆۋەندىكىدەك يېزىشقا بولىدۇ:

$$Q = I^2Rt \qquad (3)$$

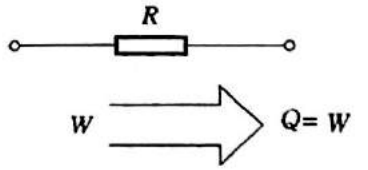
بۇ مۇناسىۋەتكە ئەكە دەسلەپتە جوئول تەجرىبىدىن بىۋاستە ئېرىشكەن . مانا بۇ بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن جوئول قانۇنىدىن ئىبارەت .

قارشىلىق دېتاللىرىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە چىقارغان ئىسسىقلىق مىقدارى (Q/t) ئادەتتە ئىسسىقلىق قۇۋۋىتى دەپ ئاتىلىپ ، P بىلەن ئىپادىلىنىدۇ . فورمۇلا (3) تىن تۆۋەندىكىدەك ئىسسىقلىق قۇۋۋىتىنىڭ ئېرىشكىلى بولىدۇ :

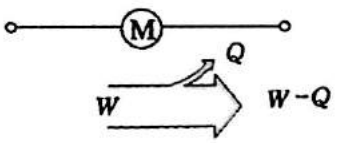
$$P = I^2R \qquad (4)$$

سىلىشتۇرۇش: جىسىم ۋاكۇئۇمدا ئەركىن چۈشكەندە، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسى ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ؛ جىسىم يېپىشقاقلىقى چوڭراق سۇيۇقلۇق ئىچىدە تۆۋەنگە تەكشى چۈشكەندە، ئېغىرلىق كۈچ پوتېنسىيال ئېنېرگىيىسى سۇيۇقلۇقنىڭ قارشىلىق كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەپ، ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ.

فورمۇلا (1) بىلەن فورمۇلا (3) نىڭ ياكى فورمۇلا (2) بىلەن فورمۇلا (4) نىڭ مەنىسى ئوخشاش ئەمەس. فورمۇلا (2) بىر بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىگە كىرگەن ھەممە توك قۇۋۋىتى، باشقىچە ئېيتقاندا، بۇ بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدە سەرپ بولغان ھەممە توك قۇۋۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ. فورمۇلا (4) بۇ بۆلەك ئېلېكتر زەنجىرىدە قىزىش تۆپەيلىدىن سەرپ بولغان قۇۋۋىتىنى ئىپادىلەيدۇ. ئېلېكتر زەنجىرىدە قارشىلىق دېتاللا بولغاندا، بۇ ئىككىسى ئۆزئارا تەڭ بولىدۇ (14. 9 ـ رەسىم). ئېلېكتر زەنجىرىدە ئېلېكترو ماتور، ئېلېكترولىز ۋاننىسى قاتارلىق توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەر بولغاندا، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ئايرىم ـ ئايرىم مېخانىك ئېنېرگىيە، خىمىيىلىك ئېنېرگىيە قاتارلىقلارغا ئايلىنىدۇ، پەقەت بىر قىسمى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ، بۇ چاغدا توك قۇۋۋىتى ئىسسىقلىق قۇۋۋىتىدىن چوڭ بولۇپ، ئىككىسى تەڭ بولماي قالىدۇ.



14. 9 ـ رەسىم



ئېلېكتر موتورنىڭ بەلگىسى

14. 10 ـ رەسىم

مەسىلەن، بىر ئېلېكترومائاتورنىڭ نورمال ئېلېكتر بېسىمى 220V ، كاتۇشكىنىڭ قارشىلىقى 0.4Ω ، نورمال ئېلېكتر بېسىمى ئاستىدا ئۆتكەن توك 50A بولسا، نورمال ئېلېكتر ـ بېسىمى ئاستىدا ئېلېكترو ماتورنىڭ كىرگۈزۈپ بېرىلگەن توك قۇۋۋىتى $P = UI = 11\text{kW}$ ، ئىسسىقلىق قۇۋۋىتى $P = I^2R = 1\text{kW}$ بولۇپ، كۆپ قىسىم ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى (قۇۋۋىتى 10kW) مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ (14. 10 ـ رەسىم).

3 ـ مەشىق

(1) كۈندىلىك تۇرمۇشتا ئىشلىتىلىدىغان توك ئىشىنىڭ بىرلىكى $\text{kW}\cdot\text{h}$ (كىلوۋات . سائەت). $1\text{kW}\cdot\text{h}$ قۇۋۋىتى 1kW قا تەڭ بولغان توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىنىڭ 1h (يەنى 1 سائەت) ئىچىدە سەرپ قىلغان توك ئىشىغا تەڭ بولىدۇ. ئۇنداق بولسا $1\text{kW}\cdot\text{h}$ قانچە جوئۇلغا تەڭ بولىدۇ؟

(2) نورمال ئېلېكتر بېسىمى 220V بولغان ئىككى لامپۇچكىنىڭ بىرىنىڭ قۇۋۋىتى 40W ، يەنە بىرىنىڭ قۇۋۋىتى 100W بولسا،

① نورمال يورۇقلۇق چىقارغاندا، قايسى لامپۇچكىنىڭ قارشىلىقى چوڭ بولىدۇ؟ ھەرقايسىسىنىڭ قارشىلىقى قانچىلىكتىن بولىدۇ؟

② ئۇلارنى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا 110V لۇق ئېلېكتر بېسىمىغا ئۇلىغاندا، قايسىسىنىڭ قۇۋۋىتى چوڭ بولىدۇ؟ ھەرقايسىسىنىڭ قۇۋۋىتى قانچىلىكتىن بولىدۇ؟

③ ئۇلارنى ئارقىمۇئارقا ئۇلىغاندىن كېيىن، 220V لۇق ئېلېكتر بېسىمىغا ئۇلىسا، قايسىسىنىڭ قۇۋۋىتى چوڭ بولىدۇ؟ ھەرقايسىسىنىڭ قۇۋۋىتى قانچىلىكتىن بولىدۇ؟

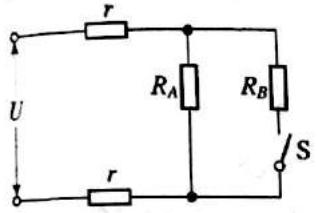
②، ③سوئاللارغا جاۋاب بېرىشته، تېمپېراتۇرىنىڭ قارشىلىققا بولىدىغان تەسىرى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ، لامپۇچكىنىڭ قارشىلىقى يەنىلا نورمال يورۇقلۇق چىقارغان چاغدىكى قارشىلىقتىن ئىبارەت بولىدۇ دەپ قارىلىدۇ.

(3) قۇۋۋىتى 2kW بولغان توك ئوچاق ئارقىلىق 2kg سۇنى 20℃ تىن قىزىتىپ 100℃ قا يەتكۈزۈشتە قانچىلىك ۋاقىت كېتىدۇ؟ توك ئوچاقنىڭ ئىش ئۈنۈمى 60% ، سۇنىڭ سېلىشتۇرما ئىسسىقلىق سىغىمى ($4.2\times10^3 J/(kg\cdot K)$) ئىكەنلىكى بېرىلگەن.

(4) تۇۋەندىكىلەرنى ئىسپاتلاڭ:

①ساپ قارشىلىقلىق ئېلېكتر زەنجىرىدە، ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدە سەرپ بولغان ئومۇمىي قۇۋۋىتى $P=UI$ ھەرقايسى قارشىلىقتا سەرپ بولغان ئىسسىقلىق قۇۋۋىتلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ.

②ساپ قارشىلىقلىق ئېلېكتر زەنجىرىدە، پاراللېل ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدە سەرپ بولغان ئومۇمىي قۇۋۋىتى $P=UI$ ھەرقايسى قارشىلىقتا سەرپ بولغان ئىسسىقلىق قۇۋۋىتلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ.



11 .14 ـ رەسىم

(5) 11 .14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، لىنىيە ئېلېكتر بېسىمى $U=220V$ ، ھەربىر توك ئۆزىتىش سىمىنىڭ قارشىلىقى $r=5\Omega$ ، توك ئوچاق A نىڭ قارشىلىقى $R_A=100\Omega$ بولسا، توك ئوچاق A دىكى ئېلېكتر بېسىمى بىلەن ئۇنىڭ سەرپ قىلغان قۇۋۋىتىنى تېپىڭ. ئەگەر قارشىلىق قىممىتى ئوخشاش بولغان يەنە بىر توك ئوچاق B نى پاراللېل ئۇلىساق، ئىككى توك ئوچاقتىكى ئېلېكتر بېسىمى ۋە ھەربىر توك ئوچاق سەرپ قىلغان قۇۋۋىتىلەر قانچىلىكتىن بولىدۇ؟

§6 . تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى

بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە، ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق توك مەنبەسى بىلەن توك ئىشلەتكۈچى ئۇسكۇنىلەرنى تۇتاشتۇرۇپ تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلساق، ئاندىن ئېلېكتر زەنجىرىدە توك بولىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتتۇق. بۇ پاراگرافتا تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر بېسىمى، توك، قۇۋۋىتى قاتارلىق مەسىلىلەرنى مۇھاكىمە قىلىمىز. بۇنىڭ ئۈچۈن، ئالدى بىلەن توك مەنبەسىنىڭ ئالاھىدىلىكىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدار — ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ توك مەنبەسىنىڭ ئىككى قۇتۇپى بار، مۇسبەت قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالى يۇقىرى، مەنپىي قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالى تۆۋەن بولۇپ، ئىككى قۇتۇپ ئارىسىدا ئېلېكتر بېسىمى مەۋجۇت بولىدۇ. ئوخشىمىغان توك مەنبەلىرىنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىملىرىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئوخشاش بولمايدۇ. توك ئىشلەتكۈچى ئۇسكۇنىگە ئۇلىمىغاندا، قۇرغاق باتارېيىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى تەخمىنەن 1 .5V ، ئاككۇمۇلياتورنىڭ ئېلېكتر بېسىمى تەخمىنەن 2V بولىدۇ. توك ئىشلەتكۈچى ئۇسكۇنىگە ئۇلىمىغاندا، توك مەنبەسىنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى توك مەنبەسىنىڭ خاس خۇسۇسىيىتى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. توك مەنبەسىنىڭ بۇنداق ئالاھىدىلىكىنى ئىپادىلەش ئۈچۈن، فىزىكىغا ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ دېگەن ئۇقۇم كىرگۈزۈلگەن. توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلانمىغاندىكى ئىككى قۇتۇپى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمىغا تەڭ بولىدۇ. ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ بەلگە E بىلەن ئىپادىلىنىدۇ. ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ بىرلىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ بىرلىكىگە ئوخشاشلا ۋولت بولىدۇ.

تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئىككى قىسىمدىن تۈزۈلىدۇ. بىر قىسمى، توك مەنبەسىنىڭ سىرتىدىكى ئېلېكتر زەنجىرى بولۇپ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرى دېيىلىدۇ، بۇ، توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنە بىلەن ئۆتكۈزگۈچ سىم قاتارلىقلارنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ؛ يەنە بىر قىسمى توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ئېلېكتر زەنجىرى بولۇپ، ئىچكى ئېلېكتر زەنجىرى دېيىلىدۇ، مەسىلەن، گېنېراتورنىڭ كاتۇشكىسى، باتارېيىدىكى ئېرىتمە قاتارلىقلار. سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدىكى قارشىلىق ئادەتتە سىرتقى قارشىلىق دەپ ئاتىلىدۇ. ئىچكى ئېلېكتر زەنجىرىدىمۇ قارشىلىق بار بولۇپ، ئادەتتە توك مەنبەسىنىڭ **ئىچكى قارشىلىقى، قىسقىچە ئىچكى قارشىلىق** دېيىلىدۇ.

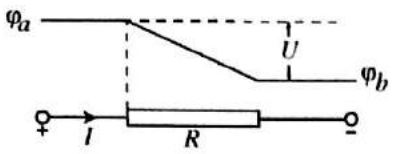
سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدە، توك ئېلېكتر پوتېنسىيالى يۇقىرى بولغان ئۇچتىن ئېلېكتر پوتېنسىيالى تۆۋەن بولغان ئۇچقا قاراپ ئاقىدۇ، سىرتقى قارشىلىقتا توك يۆنىلىشىنى بويلاپ ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشى بولىدۇ (14. 12 ـ رەسىم). سىرتقى قارشىلىقتا ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشى $U_{سىرتقى}$ بولۇپلا قالماستىن، ئىچكى قارشىلىقتىمۇ ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشى $U_{ئىچكى}$ بولىدۇ. توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قىسمىدا، مەنپىي قۇتۇپتىن مۇسبەت قۇتۇپقا كەلگۈچە ئېلېكتر پوتېنسىيالى ئۆرلەيدۇ، ئۆرلىشىنىڭ سانلىق قىممىتى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E غا تەڭ بولىدۇ. نەزەرىيىۋى تەھلىللەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدە، توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ ئۆرلىشىنىڭ سانلىق قىممىتى ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشىنىڭ سانلىق قىممىتىگە تەڭ بولىدۇ، يەنى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى E بولسا $U_{سىرتقى}$ بىلەن $U_{ئىچكى}$ نىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ (14. 13 ـ رەسىم):

$$E = U_{سىرتقى} + U_{ئىچكى} \qquad (1)$$

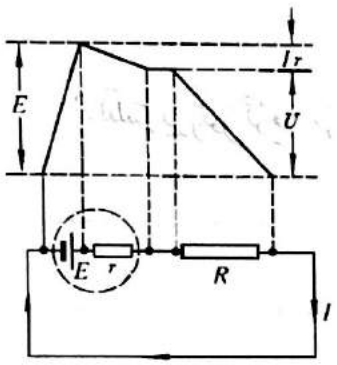
14. 14 ـ رەسىم تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ ئۆرلەش ـ تۆۋەنلىشىنىڭ بىر ئوخشىتىلىشى بولۇپ، رەسىمدىكى بالىلارنىڭ سىيرىلغۇچ پەلەمپېينىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېگىزلىك پەرقى ئىچكى، سىرتقى قارشىلىقلارنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىلار ئايرىمىسىغا تەڭداش كېلىدۇ. توك مەنبەسى لېفتقا ئوخشايدۇ. لېفتنىڭ كۆتۈرۈلگەن ئېگىزلىكى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭداش كېلىدۇ.

تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنى I ، سىرتقى قارشىلىقنى R ، ئىچكى قارشىلىقنى r دەپ پەرەز قىلساق، ئوم قانۇنىدىن $U_{سىرتقى} = IR$ ، $U_{ئىچكى} = Ir$ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. بۇلارنى فورمۇلا (1) دىكى ئورنىغا قويساق، تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

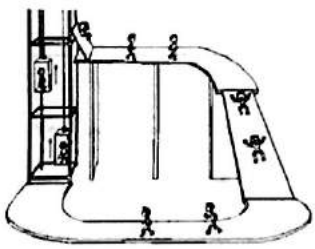
$$E = IR + Ir$$



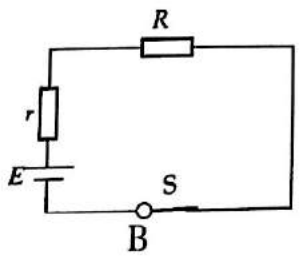
14. 12 ـ رەسىم. توك يۆنىلىشىنى بويلاپ قارشىلىقتا ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشى بولىدۇ، ئۇ سانلىق قىممەت جەھەتتە قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىلار ئايرىمىسى $U = \varphi_a - \varphi_b$ غا تەڭ بولىدۇ.



14. 13 ـ رەسىم



A



B

14. 14 ـ رەسىم. ئىچكى، سىرتقى قارشىلىقلارنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىيالىلار ئايرىمىسى سىيرىلغۇچ پەلەمپېينىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېگىزلىك پەرقىگە ئوخشايدۇ؛ توك مەنبەسى لېفتقا ئوخشايدۇ، لېفتنىڭ ئۆرلىتىش ئېگىزلىكى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭداش كېلىدۇ.

يۇقىرىقى فورمۇلىنى مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

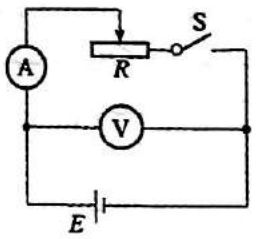
$$I = \frac{E}{R + r} \qquad (2)$$

فورمۇلا (2) شۇنى ئىپادىلەيدۇكى: تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە بىلەن ئوك تاناسىپ، ئىچكى ـ سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرلىرىدىكى قارشىلىقلارنىڭ يىغىندىسىغا بىلەن تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ. بۇ خۇلاسە تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى دەپ ئاتىلىدۇ.

زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى بىلەن يۈكنىڭ مۇناسىۋىتى سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ تۆۋەنلىشى سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئادەتتە زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ. توك مەنبەسىنىڭ يۈك (توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنە) كە بەرگەن «ئۇنۇملۇك» ئېلېكتر بېسىمى زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمىدىن ئىبارەت بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن، زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى بىلەن يۈكنىڭ مۇناسىۋىتىنى مۇھاكىمە قىلىش ئەمەلىي ئەھمىيەتكە ئىگە.

ئىلمىي يۈرگۈزگۈچى كۈچى ئوڭ ھەلقە تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ .

تەجرىبە



15 .14 ـ رەسىم

15 .14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىر سخېمىسى بويىچە ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرۇپ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرنىڭ قارشىلىقىنى ئۆزگەرتىپ، زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمىنىڭ توكقا ئەگىشىپ قانداق ئۆزگىرىدىغانلىقىنى كۆزىتىمىز.

تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى: سىرتقى قارشىلىق چوڭايغاندا، توك كىچىكلەپ، زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى چوڭىيىدۇ؛ سىرتقى قارشىلىق كىچىكلىگەندە، توك چوڭىيىپ، زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى كىچىكلەيدۇ. ئەمدى، بۇلارنىڭ مۇناسىۋىتىنى يۇقىرىدا ئۆگەنگەن بىلىملەردىن پايدىلىنىپ مۇھاكىمە قىلىمىز.

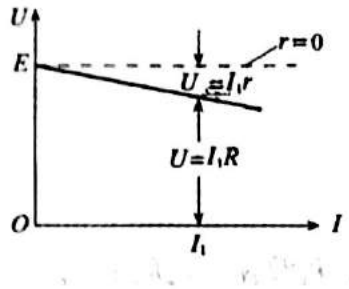
فورمۇلا (1) بىلەن $U_{ئىچكى} = Ir$ دىن زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ئىپادىسىنى تېپىشقا بولىدۇ:

$$U = E - Ir \qquad (3)$$

مەلۇم بىر توك مەنبەسىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E بىلەن ئىچكى قارشىلىق r مۇقىم بولىدۇ. سىرتقى قارشىلىق R چوڭايغاندا، فورمۇلا (2) دىن توك I نىڭ كىچىكلەيدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن ئىچكى ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ تۆۋەنلىشى $U_{ئىچكى} = Ir$ كىچىكلەيدۇ. فورمۇلا (3) تىن، بۇ چاغدا زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى U نىڭ چوڭىيىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. ئەكسىچە، سىرتقى قارشىلىق R كىچىكلىگەندە، توك I چوڭىيىپ، زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى كىچىكلەيدۇ.

سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرى ئۈزۈك بولغاندا، R چەكسىز چوڭ بولۇپ، I نۆل بولىدۇ، Ir مۇ نۆل بولۇپ، $U = E$ بولىدۇ. دېمەك، ئېلېكتر زەنجىرى ئۈزۈك بولغاندا زەنجىرنىڭ ئۈچ ئېلېكتر بېسىمى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭ بولىدۇ. بۇ پرىنسىپقا ئاساسەن، توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنى ئۆلچەيمىز.

توك مەنبەسىنىڭ ئىككى ئۇچى قىسقا تۇتىشىپ قالغاندا، سىرتقى قارشىلىق $R = 0$ بولىدۇ ـ دە، فورمۇلا (2) دىن $I = E/r$ بولىدىغانلىقىنى، فورمۇلا (3) تىن زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى $U = 0$ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكەبولىدۇ.توك مەنبەسىنىڭئىچكىقارشىلىقىئادەتتەناھايىتىكىچىكبولىدۇ،مەسىلەن،ئاككۇمۇلياتورنىڭئىچكى قارشىلىقى $0.005\Omega \sim 0.1\Omega$ بولىدۇ، قۇرغاق باتارېيىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى ئادەتتە 1Ω غا يەتمەيدۇ، شۇڭلاشقا قىسقا تۇتىشىپ قالغاندا توك ناھايىتى چوڭ بولىدۇ. توك بەك چوڭ بولۇپ كەتسە، توك مەنبەسى كۆيۈپ كېتىدۇ، ھەتتا ئوت ئاپىتى كېلىپ چىقىشى مۇمكىن. شۇڭلاشقا، توك مەنبەسىنىڭ ئىككى ئۇچىنى ئۇتكۇزگۈچ سىم ئارقىلىق بىۋاستە تۇتاشتۇرۇشقا ھەرگىز يول قويۇلمايدۇ.



14. 16 ـ رەسىم. زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى U بىلەن توك I نىڭ مۇناسىۋەت گرافىكى. $r = 0$ ئىچكى قارشىلىقى يوق توك مەنبەسىنى ئىپادىلەيدۇ.

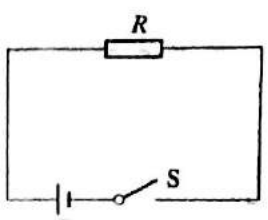
زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى U بىلەن توك I نىڭ مۇناسىۋەت گرافىكى، يەنى فورمۇلا (3) نىڭ فۇنكسىيە گرافىكى تۆۋەنگە يانتۇ يۆنەلگەن بىر تال تۈز سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ (14. 16 ـ رەسىم). گرافىكتىن زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى U نىڭ توك I نىڭ چوڭىيىشىغا ئەگىشىپ كىچىكلەيدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ، گرافىك يەنە توك مەنبەسىنىڭ تۆۋەندىكىدەك ئالاھىدىلىكىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ: تۈز سىزىقنىڭ يانتۇلۇق دەرىجىسى ئىچكى قارشىلىق r غا مۇناسىۋەتلىك، ئىچكى قارشىلىق قانچە چوڭ بولسا، يانتۇلۇقى شۇنچە ئېغىر بولىدۇ؛ تۈز سىزىقنىڭ ئوردىنات ئوقى بىلەن كېسىشىش نۇقتىسىنىڭ ئوردىناتى توك مەنبەسى ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ئىپادىلەيدۇ ($I=0$ بولغاندا، $U=E$ بولىدۇ).

تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى قۇۋۋەت فورمۇلا (1) $E = U_{\text{سىرتقى}} + U_{\text{ئىچكى}}$ نىڭ ئىككى تەرىپىگە توك I نى كۆپەيتسەك تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$EI = U_{\text{سىرتقى}}\, I + U_{\text{ئىچكى}}\, I \qquad (4)$$

فورمۇلىدىكى I $U_{\text{سىرتقى}}$ بىلەن I $U_{\text{ئىچكى}}$ ئايرىم ـ ئايرىم سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرى بىلەن ئىچكى ئېلېكتر زەنجىرلىرىدە سەرپ بولغان قۇۋۋەتلەرنى ئىپادىلەيدۇ، EI توك مەنبەسى تەمىنلىگەن توك قۇۋۋەتىنى ئىپادىلەيدۇ. يۇقىرىدىكى فورمۇلا توك مەنبەسى تەمىنلىگەن ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ پەقەت بىر قىسمىلا سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدە سەرپ بولۇپ، باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرگە ئايلىنىدىغانلىقى، يەنە بىر قىسمى ئىچكى قارشىلىقتا سەرپ بولۇپ، ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E قانچە چوڭ بولسا، توك مەنبەسى تەمىنلەيدىغان قۇۋۋەت شۇنچە چوڭ بولۇپ، بۇ، توك مەنبەسىنىڭ باشقا شەكىلدىكى ئېنېرگىيىلەرنى ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرۇش قابىلىيىتىنىڭ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

[1 ـ مىسال] 14. 17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدە، توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى 1.5V ، ئىچكى قارشىلىقى 0.12Ω ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ قارشىلىقى 1.38Ω بولسا، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك بىلەن زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمىنى تاپايلى.



14. 17 ـ رەسىم

يېشىش: ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ $E = 1.5\text{V}$، سىرتقى قارشىلىق $R = 1.38\Omega$ ، ئىچكى قارشىلىق $r = 0.12\Omega$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن.

تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىدىن توك I نى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ، يەنى

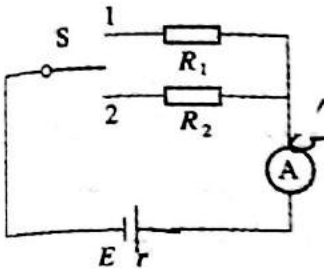
$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{1.5}{1.38 + 0.12}\ \text{A} = 1\text{A}$$

زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى مۇنداق بولىدۇ:

$$U = IR = 1.38\text{V}$$

زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىدىن كىچىك بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋالالايمىز. تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە بۇنداق مەسىلىلەرنى بىر تەرەپ قىلىشتا ئىچكى قارشىلىق ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ، $r = 0$ دەپ، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭ دەپ قارىغانىدۇق.

[2 ـ مىسال] 14. 18 ـ رەسىمدە، $R_1 = 14\Omega$ ، $R_2 = 9\Omega$. ۋېكلىيۇچاتېل S ئۇرۇن 1 گە ئۇلانغاندا، ئامپېر-مېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانى $I_1 = 0.2\text{A}$ ؛ ۋېكلىيۇچاتېل S ئۇرۇن 2 گە ئۇلانغاندا، ئامپېرمېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانى $I_2 = 0.3\text{A}$ بولغان بولسا، توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى E بىلەن ئىچكى قارشىلىق r نى تاپايلى.



14. 18 ـ رەسىم

يېشىش: تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىغا ئاساسەن تۆۋەندىكى تەڭلىمىلەرنى تۈزۈشكە بولىدۇ:

$$\begin{cases} E = I_1R_1 + I_1r \\ E = I_2R_2 + I_2r \end{cases}$$

Eنى يوقىتىپ، r نى يېشىپ چىقارساق تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$r = \frac{I_1R_1 - I_2R_2}{I_2 - I_1}$$

سانلىق قىممەتلەرنى ئورنىغا قويساق، $r = 1\Omega$ كېلىپ چىقىدۇ.

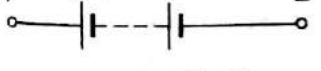
r نىڭ قىممىتىنى $E = I_1R_1 + I_1r$ دىكى ئورنىغا قويساق $E = 3\text{V}$ كېلىپ چىقىدۇ.

4 ـ مەشىق

(1) توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى 2.0V ، سىرتقى قارشىلىق 9.0Ω بولغاندا، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى 1.8V بولسا، توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قارشىلىقىنى تېپىڭ.

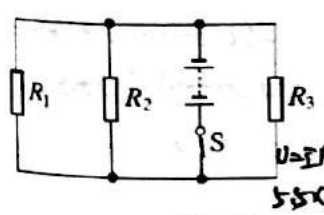
(2) توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى 4.5V ، ئىچكى قارشىلىقى 0.5Ω ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرنىڭ قارشىلىقى 4.0Ω بولسا، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىگە 6.0Ω لۇق بىر قارشىلىقنى يانداش ئۇلىساق، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى يەنە قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر 6.0Ω لۇق قارشىلىقنى سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىگە يانداش ئۇلىماي، بەلكى ئارقمۇئارقا ئۇلىساق، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى يەنە قانچىلىك بولىدۇ؟

(3) نۇرغۇنلىغان سۇنئىي ھەمراھلار قۇياش ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆز بىلەن تەمىنلىنىدۇ. قۇياش ئېنېرگىيىسى باتارېيىسى نۇرغۇن پارچە باتارېيە تاختىسىدىن تەشكىل تاپىدۇ. مەلۇم بىر باتارېيە تاختىسىنىڭ ئوچۇق زەنجىر (ئۇزۇك زەنجىر) ئېلېكتر بېسىمى $600\mu\text{V}$ ، قىسقا تۇتىشىش توكى $30\mu\text{A}$ بولسا، بۇ بىر پارچە باتارېيە تاختىسىنىڭ ئىچكى قارشىلىقىنى تېپىڭ.



14. 19 ـ رەسىم

(4) ئوخشاش 10 دانە ئاككۇمۇلياتور بار بولۇپ، ھەربىر ئاككۇمۇلياتورنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلىرى 2.0V ، ئىچكى قارشىلىقلىرى 0.04Ω . بۇ ئاككۇمۇلياتورلار ئارقمۇئارقا ئۇلىنىپ ئاككۇمۇلياتورلار گۇرۇپپىسى ھاسىل قىلىنغان (14. 19 ـ رەسىم) بولۇپ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرنىڭ قارشىلىقى 3.6Ω بولسا، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك بىلەن ئاككۇمۇلياتورلار گۇرۇپپىسىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى تېپىڭ.



14. 20 ـ رەسىم

كۆرسەتمە: ئارقمۇ ئارقا ئۇلانغان ئاككۇمۇلياتورلار گۇرۇپپىسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى ھەرقايسى ئاككۇمۇلياتورلارنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ، ئارقمۇئارقا ئۇلانغان ئاككۇمۇلياتورلار گۇرۇپپىسىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى ھەرقايسى ئاككۇ-

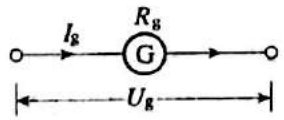
مۇلياتورلارنىڭ ئىچكى قارشىلىقلىرىنىڭ يىغىندىسىغا تەڭ بولىدۇ.

(5) 14. 20 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدە، توك مەنبەسى تۆت دانە باتارېيىنى ئۇلاشتىن ھاسىل قىلىنغان ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان باتارېيىلەر گۇرۇپپىسى بولۇپ، ھەر بىر باتارېيىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى 1.5V، ئىچكى قارشىلىقى 1Ω. $R_1=8\Omega$، $R_2=8\Omega$، $R_3=4\Omega$ بولسا، R_1، R_2، R_3 لەردىكى توك ئايرىم ـ ئايرىم قانچىلىك بولىدۇ؟

§7. ۋولتمېتىر ۋە ئامپېرمېتىر، ۋولت ـ ئامپېر ئۆسۈلى ئارقىلىق قارشىلىقنى ئۆلچەش

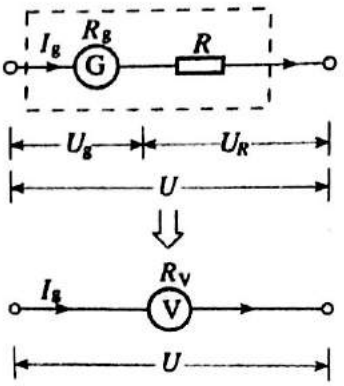
ۋولتمېتىر ۋە ئامپېرمېتىر دائىم ئىشلىتىلىدىغان ۋولتمېتىر ۋە ئامپېرمېتىرلارنىڭ ھەممىسى ئۆلچەش دائىرىسى كىچىك بولغان گالۋانومېتىر G (ئەسۋاب بېشى) دىن ئۆزگەرتىپ ياسالىدۇ. ئادەتتە ئىشلىتىلىدىغان ئەسۋاب بېشى تۇراقلىق ماگنىت ۋە تۇراقلىق ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان ئايلىنالايدىغان كاتۇشكىدىن تۇزۇلىدۇ. كاتۇشكىدىن توك ئۆتكەندە ماگنىت مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىدە كاتۇشكا ئىسترېلكىنى ئۆزى بىلەن بىللە ئايلاندۇرىدۇ. توك قانچە چوڭ بولسا، ئىسترېلكىنىڭ ئېغىش بۇلۇڭىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ، ئىسترېلكىنىڭ توك قىممىتى ئىپادىلەنگەن شكالىدىكى كۆرسەتكەن ئورنىدىن ئەسۋاب بېشىدىن ئۆتكەن توك قىممىتىنى ئوقۇۋېلىشقا بولىدۇ. ئوم قانۇنىدىن بىلىشكە بولىدۇكى، ئەسۋاب بېشىدىن ئۆتكەن توك ئەسۋاب بېشىنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېـرىلگەن ئېلېكتر بېسىمىغا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. ئەگەر شكالا دىسكىسىغا ئېلېكتر بېسىمىنىڭ قىممەتلىرى ئىپادىلەپ قويۇلسا، ئىسترېلكا كۆرسەتكەن ئورۇندىن ئەسۋاب بېشىنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلگەن ئېلېكتر بېـسىمىنىڭ قىممىتىنى ئوقۇپ چىقىشقا بولىدۇ.

گالۋانومېتىر G نىڭ قارشىلىقى R_g گالۋانومېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى دەپ ئاتىلىدۇ. ئىسترېلكا ئېغىشىپ ئەڭ چوڭ شكالىغا كەلگەندىكى توك I_g تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى دەپ ئاتىلىدۇ. گالۋانومېتىر G دىن تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى ئۆتكەندە، ئۇنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى U_g تولۇق شكالىلىق ئېغىش ئېلېكتر بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ. ئوم قانۇنىدىن $U_g=I_gR_g$ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ (14. 21 ـ رەسىم).



14. 21 ـ رەسىم. گالۋانومېتىر G نىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلگەن تولۇق شكالىلىق ئېغىش ئېلېكتر بېسىمى U_g بولغاندا، گالۋانومېتىر G دىن ئۆتكەن توك تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى I_g دىن ئىبارەت بولىدۇ. بۇ چاغدا ئىسترېلكا ئەڭ چوڭ شكالىنى كۆرسىتىدۇ.

گالۋانومېتىر G نىڭ تولۇق شكالىلىق ئېغىش ئېلېكتر بېسىمى بىلەن تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى ئومۇمەن كىچىكرەك بولىدۇ. چوڭراق ئېلېكتر بېسىمنى ئۆلچەشتە بىر قارشىلىقنى ئارقىمۇئارقا ئۇلاش ئارقىلىق گالۋانومېتىرنى ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىش كېرەك. چوڭراق توكنى ئۆلچەشتە بىر قارشىلىقنى يانداش ئۇلاش ئارقىلىق ئۆلچەش دائىرىسى كىچىكرەك بولغان گالۋانومېتىرنى ئۆلچەش دائىرىسى چوڭ بولغان گالۋانومېتىرغا ئايلاندۇرۇش كېرەك.



14. 22 ـ رەسىم. گالۋانومېتىر Gنى ۋولتمېتىر V غا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇش

[1ـ مىسال] بىر گالۋانومېتىر G نىڭ ئىچكى قارشىلىقى $R_g=10\Omega$، تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى $I_g=3mA$، ئۇنى ئۆلچەش دائىرىسى 3V بولغان ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇش ئۈچۈن قانچىلىك چوڭلۇقتىكى بىر قارشىلىق R نى ئارقىمۇئارقا ئۇلاش كېرەك؟

تەھلىل ۋە يېشىش: ۋولتمېتىر V ئەسۋاب بېشى G بىلەن قارشىلىق R دىن تۈزۈلگەن (14. 22 ـ رەسىمدىكى ئۇزۇق سىزىقلىق رامكا ئىچىدە كۆرسىتىلگەندەك). ئۆلچەش دائىرىسى 3V دېگىنىمىزنىڭ مەنىسى شۇكى، ۋولتمېتىر V نىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى $U=3V$ بولغاندا، ئەسۋاب بېشى G زىممىسىگە ئالغان ئېلېكتر بېسىمى تولۇق شكالىلىق ئېغىش ئېلېكتر بېسىمى U_g دىن، ئەسۋاب بېشى G دىن ئۆتكەن توك تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى I_g دىن ئىبارەت بولۇپ، ئىسترېلكا ئەڭ

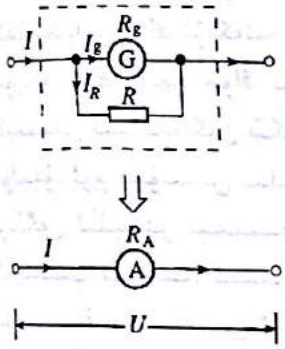
چوڭ شكالىنى كۆرسىتىدۇ. ئەڭ چوڭ شكالىغا بىۋاستە 3V ئىپادىلەپ قويۇلغان بولىدۇ.

ئەسۋاب بېشى G نىڭ تولۇق شكالىلىق ئېغىش ئېلېكتر بېسىمى $U_g = I_g R_g = 0.03\text{V}$. قارشىلىق R نىڭ زىممىسىگە ئالغان ئېلېكتر بېسىمى $U_R = U - U_g = 2.97\text{V}$ بولۇشى كېرەك. ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان قارشىلىق R نىڭ رولى بىر قىسىم ئېلېكتر بېسىمىنى زىممىسىگە ئېلىشتىن ئىبارەت. بۇنداق قوللىنىش ئۇچۇن ئىشلىتىلىدىغان قارشىلىق دائىم بېسىم بۆلگۈچى قارشىلىق دەپ ئاتىلىدۇ. ئوم قانۇنىدىن بېسىم بۆلگۈچى قارشىلىقنى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ، يەنى

$$R = \frac{U_R}{U_g} R_g = 990\Omega$$

ۋولتمېتر V نىڭ ئىچكى قارشىلىقى R_V قارشىلىق R_g بىلەن R ئارقىمۇئارقا ئۇلانغاندىكى ئومۇمىي قارشىلىققا تەڭ، يەنى

$$R_V = R_g + R = 1000\Omega$$



14. 23 ـ رەسىم. ئەسۋاب بېشى G نى ئامپېرمېتىر A غا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇش

[2 ـ مىسال] بىر گالۋانومېتىر G نىڭ ئىچكى قارشىلىقى $R_g = 25\Omega$ ، تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى $I_g = 3\text{mA}$. ئۇنى ئۆلچەش دائىرىسى 0.6A بولغان ئامپېرمېتىرغا ئايلاندۇرۇش ئۈچۈن، قانچىلىك چوڭلۇقتىكى بىر R قارشىلىقنى يانداش ئۇلاش كېرەك؟

تەھلىل ۋە يېشىش: ئامپېرمېتىر A ئەسۋاب بېشى G بىلەن قارشىلىق R دىن تۈزۈلىدۇ (14. 23 ـ رەسىمدىكى ئۇزۇك سىزىقلىق رامكا ئىچىدە كۆرسىتىلمىگەندەك). ئۇلانچەش دائىرىسى 0.6A دېگىنىمىزنىڭ مەنىسى شۇكى، ئامپېرمېتىر A دىن ئۆتكەن توك $I = 0.6\text{A}$ بولغاندا، ئەسۋاب بېشى G دىن ئۆتكەن توك تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى I_g دىن ئىبارەت بولۇپ، ئەڭ چوڭ شكالىغا بىۋاستە 0.6A يېتىپ قويۇلىدۇ.

بۇ چاغدا قارشىلىق R دىن ئۆتكەن توك $I_R = I - I_g = 0.597\text{A}$ بولىدۇ. يانداش ئۇلانغان قارشىلىق R نىڭ رولى بىر قىسىم توكنى بۆلۈۋېتىشتىن ئىبارەت. بۇنداق ئىشلىتىلىدىغان قارشىلىق دائىم توك بۆلگۈچى قارشىلىق دەپ ئاتىلىدۇ. ئوم قانۇنىدىن توك بۆلگۈچى قارشىلىقنى تېپىشقا بولىدۇ، يەنى

$$R = \frac{I_g}{I_R} R_g = 0.126\Omega$$

ئامپېرمېتىر A نىڭ ئىچكى قارشىلىقى R_A قارشىلىق R_g بىلەن R يانداش ئۇلانغاندىكى ئومۇمىي قارشىلىققا تەڭ بولىدۇ، ئۆزىڭىز بۇ مىسالدىكى ئامپېرمېتىر A نىڭ ئىچكى قارشىلىقىنىڭ قانچىلىك بولىدىغانلىقىنى ھېسابلاپ كۆرۈڭ.

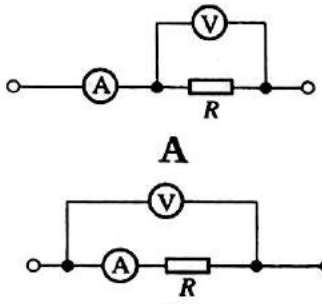
مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

بىزگە مەلۇم، ئېلېكتر زەنجىرى ئۇزۇك بولغاندا، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭ بولىدۇ. شۇڭلاشقا، ۋولتمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەپ چىقىلغان ئېلېكتر زەنجىرى ئۇزۇلگەندىكى زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمىدىن پايدىلىنىپ توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ. ئەمما ئۆلچەشتە، ۋولتمېتىرنىڭ ئۆزى سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرى بولۇپ قالىدۇ. ۋولتمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەپ چىقىرىلغان زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە قانتىق تەلەپ بويىچە تەڭ بولامدۇ؟ ئىنتايىن توغرا بولۇش تەلەپ قىلىنمىسا، بۇ ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنى ئۆلچەپ چىققىلى بولامدۇ؟

باتارېيىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى ئادەتتە نەچچە ئوم، ھەتتا تېخىمۇ كىچىك بولىدۇ، ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى نەچچە كىلوئومدىن نەچچە ئون كىلوئومغىچە بولىدۇ. بۇ يەردە بېرىلگەن سانلىق مەلۇماتلارنىڭ يۇقىرىدىكى مەسىلىلەرنى مۇلاھىزە قىلىشىڭلارغا ياردىمى بولىدۇ.

ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلى ئارقىلىق قارشىلىقنى ئۆلچەش ئوم قانۇنى $U = IR$ غا ئاساسەن، ۋولتمېتىردىن پايدىلىنىپ قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى، ئامپېرمېتىردىن پايدىلىنىپ قارشىلىقتىن ئۆتكەن توكنى ئۆلچەپ چىقساقلا، قارشىلىقنىڭ قىممىتىنى تاپالايمىز. قارشىلىقنى ئۆلچەشنىڭ بۇنداق ئۇسۇلى ۋولت ـ **ئامپېر ئۇسۇلى** دەپ ئاتىلىدۇ.

ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلى ئارقىلىق قارشىلىقنى ئۆلچىگەندە، ۋولتمېتىر بىلەن ئامپېرمېتىرلارنىڭ ئۆزىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى بولغانلىقتىن، ئۇلارنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلىغاندىن كېيىن، ئۆلچىنىدىغان ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توكتا ئۆزگىرىش بولماي قالمايدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئۆلچەش نەتىجىسىدە خاتالىق پەيدا قىلىپ چىقىدۇ.



14. 24 ـ رەسىم. ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ قارشىلىقنى ئۆلچىشتىكى ئىككى خىل ئۇلاش ئۇسۇلىنى ئىپادىلەيدۇ.

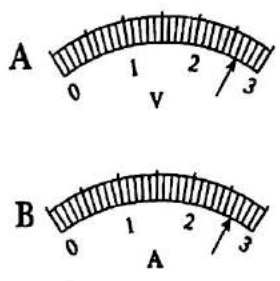
14. 24 ـ رەسىم ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ قارشىلىقنى ئۆلچىشتىكى ئىككى خىل ئۇلاش ئۇسۇلىنى ئىپادىلەيدۇ.

رەسىم A دا كۆرسىتىلگەن ئۇلاش ئۇسۇلىدىن پايدىلانغاندا، ۋولتمېتىرنىڭ توك بۆلۈشى تۆپەيلىدىن، ئامپېرمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەپ چىقىلغان توكنىڭ قىممىتى قارشىلىق R دىن ئۆتكەن توكتىن چوڭراق بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن تېپىپ چىقىلغان قارشىلىق قىممىتى ھەقىقىي قىممىتىتىن كىچىك بولىدۇ. ئۆلچىنىدىغان قارشىلىقنىڭ قىممىتى ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقىدىن قانچە كىچىك بولسا، ۋولتمېتىرنىڭ توك بۆلۈشىدىن كېلىپ چىقىدىغان خاتالىق پەرقى شۇنچە كىچىك بولىدۇ. شۇڭا كىچىك قارشىلىقلارنى ئۆلچەشتە مۇشۇنداق ئۇلاش ئۇسۇلىنى قوللىنىش كېرەك.

رەسىم B دىكى ئۇلاش ئۇسۇلىنى قوللانغاندا، ئامپېرمېتىرنىڭ بېسىم بۆلۈشى تۆپەيلىدىن، ۋولتمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەنگەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ قىممىتى قارشىلىق R نىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىدىن چوڭ بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن تېپىپ چىقىلغان قارشىلىق قىممىتى ھەقىقىي قىممىتىتىن چوڭ بولىدۇ. ئۆلچىنىدىغان قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتى ئامپېرمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقىدىن قانچە چوڭ بولسا، ئامپېرمېتىردىكى بېسىم بۆلۈش تۆپەيلىدىن كېلىپ چىقىدىغان خاتالىق پەرقى شۇنچە كىچىك بولىدۇ، شۇڭا چوڭ قارشىلىقلارنى ئۆلچەشتە مۇشۇنداق ئۇلاش ئۇسۇلىنى قوللىنىش كېرەك.

5 ـ مەشىق

(1) گالۋانومېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى $R_g = 120\Omega$ ، تولۇق شكالىلىق ئېغىش توكى $I_g = 3mA$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن. ئۇنى ئۆلچەش دائىرىسى 6V بولغان ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىش ئۈچۈن، قانچىلىك چوڭلۇقتىكى قارشىلىقنى ئارقىمۇئارقا ئۇلاش كېرەك؟ ئۇنى ئۆلچەش دائىرىسى 3A بولغان ئامپېرمېتىرغا ئۆزگەرتىش ئۈچۈن، قانچىلىك چوڭلۇقتىكى قارشىلىقنى يانداش ئۇلاش كېرەك؟



14. 25 ـ رەسىم

(2) ۋولتمېتىرغا قارشىلىق قىممىتى ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىق قىممىتىگە تەڭ بولغان بىر قارشىلىقنى ئارقىمۇئارقا ئۇلىساق، ئۇنىڭ ئۆلچەش دائىرىسى ئۆزگىرىپ قانچىلىك بولىدۇ؟ شكالا دىسكىسىدىكى رەقەملەر (14. 25 ـ رەسىم A) نى قانداق ئۆزگەرتىش كېرەك؟ ئەگەر ئامپېرمېتىرغا قارشىلىق قىممىتى ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقىغا تەڭ بولغان بىر دانە قارشىلىقنى يانداش ئۇلىساق، ئۇنىڭ ئۆلچەش دائىرىسى ئۆزگىرىپ قانچىلىك بولىدۇ؟ شكالا دىسكىسىدىكى رەقەملەر (14. 25 ـ رەسىم B) نى قانداق ئۆزگەرتىش كېرەك؟

(3) ئۆلچەش دائىرىسى 150V بولغان بىر ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى $20k\Omega$ بولۇپ، ئۇنى بىر يۇقىرى قارشىلىققا ئارقىمۇ ئارقا تۇتاشتۇرغاندىن كېيىن 110V لۇق ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلىغاندا، ئۇنىڭ كۆرسەتكەن سانى 5V بولغان بولسا، يۇقىرى

قارشىلىقىنىڭ قارشىلىق قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟ (بۇ يۇقىرى قارشىلىقنى ئۆلچەشنىڭ بىر خىل ئۇسۇلى)

(4) ئەگەر ئامپېرمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى $R_1=0.03\Omega$، ۋولتمېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى $R_1=2.0k\Omega$ بولۇپ، ئۇ چىنىدىغان قارشىلىق R تەخمىنەن $1.5k\Omega$ بولسا، 14. 24 ـ رەسىمدىكى قايسى خىل ئۇلاش ئۇسۇلىنى قوللانساق خاتالىق پەرقى كىچىكرەك بولىدۇ؟ ئەگەر ئۆلچىنىدىغان قارشىلىق R تەخمىنەن 2Ω بولسا، قايسى خىل ئۇلاش ئۇسۇلى قوللىنىلسا خاتالىق پەرقى كىچىكرەك بولىدۇ؟

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

ئوم قانۇنى بۇ بابنىڭ ئاساسى. بۇنى ھەقىقىي ئىگىلەش، ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ تۇراقلىق توك ئېلېكتر زەنجىرىگە ئائىت مەسىلىلەرنى تەھلىل قىلىش ۋە ھەل قىلىشنى ئۆگىنىۋېلىش لازىم.

(1) توك ھاسىل قىلىشنىڭ شەرتى نېمە؟ فىزىكىدا توكنىڭ يۆنىلىشى قانداق بەلگىلەنگەن؟ توك دېگەن نېمە؟ ئۇنىڭ ئېنىقلىمىنى ئىپادىسىنى يېزىپ چىقىڭ.

(2) ئوم قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمە؟ ئۇنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ئوم قانۇنىنىڭ مۇۋاپىق كېلىش دائىرىسى قايسى؟

(3) قارشىلىق قانۇنىنىڭ مەزمۇنى نېمىدىن ئىبارەت؟ ئۇنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ماتېرىيالنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى دېگەن نېمە؟

(4) يېرىم ئۆتكۈزگۈچ دېگەن نېمە؟ يېرىم ئۆتكۈزگۈچلەرنىڭ قوللىنىلىشىغا دائىر مىسال كەلتۈرۈڭ. ئۇلارنى ئۆتكۈزۈشچانلىق ھادىسىسى دېگەن نېمە؟ ئۇلارنى ئۆتكۈزۈشچانلىقنىڭ قوللىنىلىشىغا دائىر ئەمەلىي مىساللارنى كەلتۈرۈڭ.

(5) توكنىڭ ئىشى ۋە توك قۇۋۋىتى دېگەن نېمە؟ بۇلارنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. جوئۇل قانۇنى دېگەن نېمە؟ ئۇنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. توك قۇۋۋىتى بىلەن ئىسسىقلىق قۇۋۋىتىنىڭ پەرقى ھەم مۇناسىۋىتىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(6) تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى دېگەن نېمە؟ ئۇنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى دېگەن نېمە؟ سىرتقى قارشىلىق چوڭايغان ياكى كىچىكلىگەندە، زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن مۇشۇنداق ئۆزگىرىدۇ؟ زەنجىرنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى U بىلەن توك I نىڭ مۇناسىۋىتە ئەگرى سىزىقىنى سىزىپ چىقىڭ.

(7) قانداق قىلىپ ئەسۋاب بېشىنى ئامپېرمېتىر ۋە ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرغىلى بولىدۇ؟ 14. 24 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلى ئارقىلىق قارشىلىق ئۆلچەشنىڭ ئىككى خىل ئۇلاش ئۇسۇلى بار. قانداق ئەھۋالدا رەسىم A دىكى ئۇلاش ئۇسۇلى قوللىنىلىدۇ؟ قانداق ئەھۋالدا رەسىم B دىكى ئۇلاش ئۇسۇلى قوللىنىلىدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(8) تۇراقلىق توك ئېلېكتر زەنجىرىگە دائىر مەسىلىلەرنى تەھلىل قىلىش ۋە ھەل قىلىشتا، تولۇقسىز ئوتنۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن ئارقىمۇئارقا ۋە يانداش ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرلىرىگە دائىر بىلىملەردىن ئايرىلالمايمىز. ساۋاقداشلارنىڭ ياخشى تەكرارلاش ئېلىپ بېرىشىنى ھەم سەۋىيىسىنىڭ ئۆسۈشىنى ئۈمىد قىلىمىز.

كۆنۈكمە

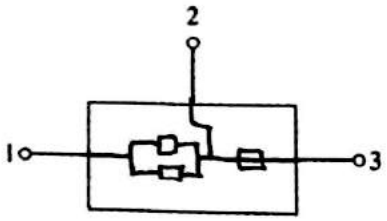
A گۇرۇپپا

(1) ئېلېكتر تەجرىبىسى ئىشلىتىلىدىغان بىر تال مىس ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇزۇنلۇقى 60cm ، توغرا كەس

$R_{A1}=\frac{\rho l}{S}=\frac{10^{-8}\times 2.8\times 10^{3}}{1\times 10^{-4}}=2.8\ \Omega$

$R=\rho\frac{l}{S}=1.7\times 10^{-8}\times\frac{0.06}{0.5\times 10^{-6}}=2.04\times 10^{-2}\ \Omega$

يوزى 0.5mm^2 بولسا، ئۇنىڭ قارشىلىقى قانچە ئوم بولىدۇ؟ توك ئۇزىتىشتا ئىشلىتى-
لىدىغان بىر تال ئالىيومىن ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇزۇنلۇقى 10km ، توغرا كەسمە يوزى
1cm^2 بولسا، ئۇنىڭ قارشىلىقى قانچە ئوم بولىدۇ؟ ئېلېكتر تەجرىبىلىرىنى ئىشلىگەندە،
نېمە ئۈچۈن ئۇلاشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ قارشىلىقى نەزەرگە ئېلىنمايدۇ - يوق، ئەمما توك ئۇزىتىش لىنىيىسىدىكى ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ قارشىلىقى نەزەرگە ئېلىنمىدۇ؟



26 ـ 14 ـ رەسىم

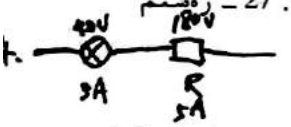
(2) بىر قۇتا ئىچىگە ئۆتكۈزگۈچ سىم ۋە قارشىلىق قىممەتلىرى ئوخشاشلا R بولغان ئۈچ دانە قارشىلىقتىن تۈزۈلگەن بىر ئېلېكتر زەنجىرى قۇراشتۇرۇلغان، قۇتىنىڭ سىرتىدا 14. 26 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئۈچ دانە سىم ئۇلاش كلېممىسى بار. 1 بىلەن 2 ئارىسىدىكى قارشىلىق $R_{12}=0.5R$ ، 2 بىلەن 3 ئارىسىدىكى قارشىلىق $R_{23}=R$ ، 1 بىلەن 3 ئارىسىدىكى قارشىلىق $R_{13}=1.5R$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، قۇتىدىكى سىم ئۇلاش سخېمىسىنى سىزىپ چىقىڭ.

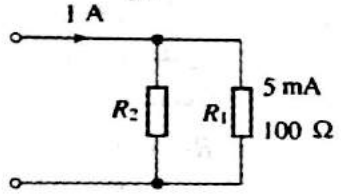


27 ـ 14 ـ رەسىم

(3) بىر قۇش توك ئۆتۈۋاتقان بىر يالىڭاچ ئالىيومىن ئۆتكۈزگۈچ سىمغا قونۇپ تۇرغان (14. 27 ـ رەسىم)، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يوزى 185mm^2 ، ئۆتكۈزگۈچ سىمدىن ئۆتكەن توك 400A . قۇشنىڭ ئىككى پەنجىسى ئارىسىدىكى ئارىلىق 5cm بولسا، ئىككى پەنجىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى تېپىڭ.

(4) بىر يايىسىمان لامپىنىڭ نورمال ئېلېكتر بېسىمى $U_1=40\text{V}$ ، نورمال ئىشلەگەندىكى ئۇنىڭدىن ئۆتكەن توك $I=5.0\text{A}$ بولسا، ئۇنى $U=220\text{V}$ لۇق ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرىگە قاناق ئۇلىغاندا، ئاندىن ئۇ نورمال ئىشلەيدۇ؟



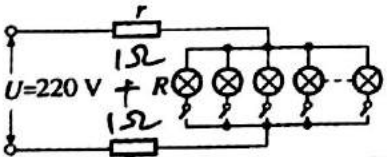


28 ـ 14 ـ رەسىم

(5) بىر قارشىلىق دېتالى $R_1=100\Omega$ ، ئۇنىڭدىن ئۆتۈشكە يول قويۇلىدىغان ئەڭ چوڭ توك 5mA . 14. 28 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن يانداش ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدە غول زەنجىردىكى توك $I=1\text{A}$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، يانداش ئۇلىنىدىغان قارشىلىق R_2 قانچىلىك بولۇشى كېرەك؟

(6) يانداش ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئومۇمىي قارشىلىقنىڭ يانداش ئۇلانغان ھەربىر قارشىلىقتىن كىچىك بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاڭ.

(7) ئىسپاتلاڭ: ئارقىمۇئارقا ۋە يانداش ئۇلىنىشلارنىڭ بىرلەشمىسىگە ئايلاندۇرۇشقا بولىدىغان خالىغان بىر ئېلېكتر زەنجىرىدە، خالىغان بىر قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتى چوڭايتىلىپ، باشقا قارشىلىقلار ئۆزگەرتىلمىگەندە، پۈتۈن ئېلېكتر زەنجىرنىڭ تاك ئۇلىنىلىش قارشىلىقلىرى چوڭىيىدۇ.



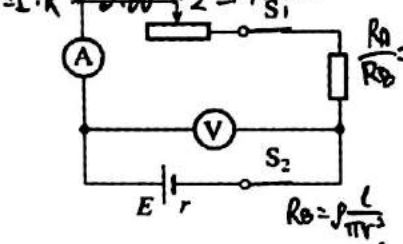
29 ـ 14 ـ رەسىم

(8) يورۇتۇش ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى $U=220\text{V}$ بولۇپ، ھەممە سىنىڭ قارشىلىقى R ئوخشاشلا 807Ω (نورمال يانغاندىكى قارشىلىقى) بولغان 20 دانە لامپۇچكا يانداش ئۇلانغان، ئىككى تال توك ئۇزىتىش سىمنىڭ قارشىلىقى ئوخشاشلا 1.0Ω (14. 29 ـ رەسىم). 10 دانە لامپۇچكىنى يانداۋرغاندا، پۈتۈن ئېلېكتر زەنجىرىدە سەرپ بولغان توك قۇۋۋىتى، توك ئۇزىتىش سىملىرىدا خورىغان ئېلېكتر بېسىمى ۋە خورىغان توك قۇۋۋىتىلىرىنىڭ ھەرقايسىسى قانچىلىك بولىدۇ؟ 20 دانە لامپۇچكىنىڭ ھەممىسىنى يانداۋرغاندا، ئەھۋال يەنە قانداق بولىدۇ؟

(9) ئوخشىمىغان ماتېرىيالدىن ياسالغان ئىككى تال قارشىلىق سىمنىڭ ئۇزۇنلۇقى ئوخشاش بولۇپ، A نىڭ توغرا كەسمە يوز چەمبىرىنىڭ رادىئۇسى ۋە سېلىشتۇرما قارشىلىقى B نىڭكىنىڭ ئىككى ھەسسىسى بولسا:

① ئۇلارنى ئېلېكتر زەنجىرىگە يانداش ئۇلىغاندا، A نىڭ سەرپ قىلغان توك قۇۋۋىتى B نىڭكىنىڭ ——— ھەسسىسى بولىدۇ.

② ئۇلارنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئارقىمۇئارقا ئۇلىغاندا، A نىڭ سەرپ قىلغان توك قۇۋۋىتى B نىڭكىنىڭ ——— ھەسسىسى بولىدۇ.



30 ـ 14 ـ رەسىم

(10) 14. 30 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدىن پايدىلىنىپ توك مەنبەسىنىڭ

سىنىق ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچى بىلەن ئىچكى قارشىلىقىنى ئۆلچەپ چىقىشقا بولىدۇ، رېئوستاتنىڭ سىيرىلما پلاستىنكىسى مەلۇم بىر ئورۇندا بولغاندا، ئامپېرمېتىر بىلەن ۋولتمېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانلىرى ئايرىم-ئايرىم 0.20A ۋە 1.98V بولغان؛ سىيرىلما پلاستىنكىنى سىيرىلدۇرۇپ يەنە بىر ئورۇنغا كەلتۈرگەندە، ئامپېرمېتىر بىلەن ۋولتمېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانلىرى ئايرىم-ئايرىم 0.40A ۋە 1.96V بولغان بولسا، توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچى بىلەن ئىچكى قارشىلىقىنى تېپىڭ.

$I_0=I_1=I_2$

$U_1=E-I_1r$

$E_1=U_1+I_1r=1.98+0.2r$ $\quad E_1=E_2$

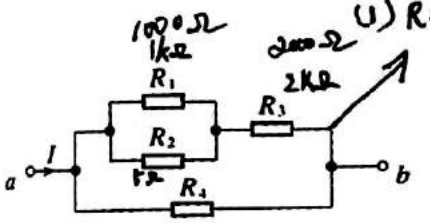
$U_2=E-I_2r \Rightarrow E_2=U_2+I_2r=1.96+0.4r$ $\quad 1.98+0.2r=1.96+0.4r$

$r=0.1\Omega$

(1) 14.31 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدە، ab ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى $U=10V$، $R_1=1k\Omega$، $R_2=5\Omega$، $R_3=2k\Omega$، $R_4=10\Omega$ بولسا، غول زەنجىردىكى توك I قانچىلىك بولىدىغانلىقىنى مۇلچەرلەپ ھېسابلاڭ.

(2) توك كورا ئىشلىگەندە، بىرى، كوردىكى سۇ قىزىتىلىپ قۇرۇپ كېتىشتىن ئىلگىرىكى قىزىتىلىش ھالىتى؛ يەنە بىرى، سۇ قىزىتىلىپ قۇرۇپ كەتكەندىن كېيىنكى ئىسسىقلىق ساقلاش ھالىتىدىن ئىبارەت ئىككى خىل ھالەتتە تۇرىدۇ. 14.32 ـ رەسىم توك كورىنىڭ ئېلېكتر زەنجىر سخېمىسى بولۇپ، R_1 بولسا بىر قارشىلىق، R_2 قىزىتىشتا ئىشلىتىلىدىغان قارشىلىق سىمى.

① ئاپتوماتىك ۋېكلىيۇچاتېل S ئۇلانغان ۋە ئۇزۇلگەندە، توك كورىسى ئايرىم-ئايرىم قانداق ھالەتلەردە تۇرىدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.



14.31 ـ رەسىم

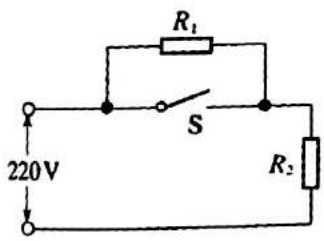
② R_2 نىڭ ئىسسىقلىق ساقلاش ھالىتىدىكى قۇۋۋىتى قىزىتىلىش ھالىتىدىكىدىن يېرىمىغا تەڭ بولسا، R_1 / R_2 قانچىلىك بولۇشى كېرەك؟

(3) 14.33 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن يانداش ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدە، غول زەنجىردىكى توك I نى ئۆزگەرتمەي، R_1 نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى چوڭايتقاندا،

① R_1 بىلەن R_2 دىكى ئېلېكتر بېسىمى U لەر قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ چوڭىيامدۇ ياكى كىچىكلەمدۇ؟

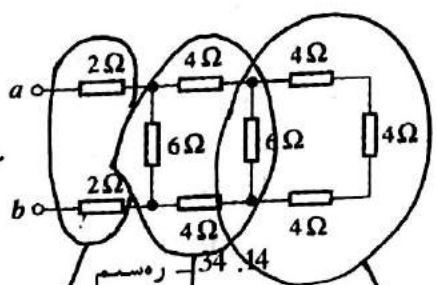
② R_1 ۋە R_2 دىكى توك I_1 بىلەن I_2 نىڭ ھەرقايسىسى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ چوڭىيامدۇ ياكى كىچىكلەمدۇ؟

③ يانداش ئۇلانغان ئېلېكتر زەنجىرىدىكى سەرپ بولغان ئومۇمىي قۇۋۋىتى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ چوڭىيامدۇ ياكى كىچىكلەمدۇ؟

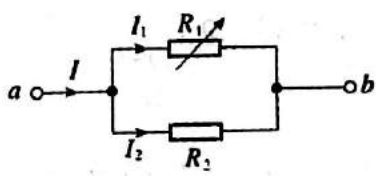


14.32 ـ رەسىم

(4) 14.34 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدە، ab ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى 8V بولسا، بۇ ئېلېكتر زەنجىرىگە كىرگۈزۈپ بېرىلگەن ئومۇمىي قۇۋۋىتى قانچە ۋاتت بولىدۇ؟



14.34 ـ رەسىم



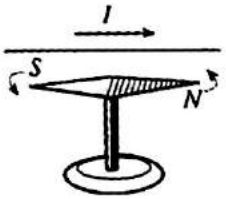
14.33 ـ رەسىم

ئېلېكتر هادىسىسىگە ئوخشاشلا ، ماگنىت هادىسىسىمۇ ئىنسانلار بىلەن زىچ مۇناسىۋەتلىك مەسىلەن ، تۇرمۇشتا تېلېفون ، تېلېۋىزور ، گېنېراتور ، ئېلېكترو ماتور قاتارلىقلاردىن ئايرىلالمايمىز ھازىرقى زامان پەن تەتقىقاتىدا ئامپېرمېتىر ، ماسسا سپېكتروگرافى ، كومپيۇتېر ، ئايلانما تېزلەتكۈچ قاتارلىقلاردىن ئايرىلالمايمىز . مانا بۇلارنىڭ ھەممىسى ماگنىت هادىسىلىرى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى ، ئېلېكتر هادىسىسى بىلەن ماگنىت هادىسىسى بىر - بىرىدىن ئايرىلالمايدىغان هالدا زىچ مۇناسىۋەتلىك . ئېلېكتر ئىشلىتىلگەن جايدا ، ئاساسەن ماگنىت بىللە مەۋجۇت بولىدۇ ، بۇ بابتىن باشلاپ تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگەنگەن بىلىملەر ئاساسىدا يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ ماگنىت هادىسىسى ۋە ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ مۇناسىۋىتى جەھەتلەردىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز .

بۇ بابتا بىز ، بىرى ، ماگنىت مەيدانىنى مىقدارلىق تەسۋىرلەش ؛ يەنە بىرى ، ماگنىت مەيدانىنىڭ نۇقۇ ۋە ھەرىكەتتىكى زەرەتكە بولغان تەسىرىنى مىقدارلىق ئېنىقلاشتىن ئىبارەت ئىككى جەھەتتىكى بىلىملەرنى ئۆگىنىمىز . بۇ بابنى ئۆگىنىش ئارقىلىق ، ماگنىت مەيدانى ھەققىدىكى بىلىملەرنىڭ مۇھىملىقىنى ھېس قىلالايمىز .

§ 1 . ماگنىت مەيدانى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى

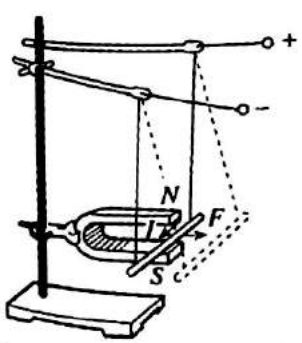
ماگنىت مەيدانى بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئىككى ماگنىتنىڭ قۇتۇپلىرىنى يېقىنلاشتۇرغاندا، ئۇلار ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان ماگنىت كۈچىنىڭ هاسىل بولىدىغانلىقى، ئوخشاش ئىسىملىك ماگنىت قۇتۇپلىرىنىڭ ئۆزئارا تېپىشىدىغانلىقى، هەر خىل ئىسىملىك ماگنىت قۇتۇپلىرىنىڭ ئۆزئارا تارتىشىدىغانلىقىنى ئۆگەنگەن ئىدۇق. بىزگە مەلۇم، ئىككى زەرەت ئارىسىدا ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان ئېلېكتر كۈچى زەرەتلەر ئارىسىدا بۇۋاستە هاسىل بولماستىن، بەلكى ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق هاسىل بولىدۇ. ئوخشاشلا، ماگنىت قۇتۇپلىرى ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر قىلىشىدىغان ماگنىت كۈچىمۇ ماگنىت قۇتۇپلىرى ئارىسىدا بۇۋاستە هاسىل بولماستىن، بەلكى ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق هاسىل بولىدۇ. ماگنىت ئەتراپىدىكى بوشلۇقتا ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلىدۇ، بۇ ماگنىت مەيدانى ئۆزىنىڭ ئىچى (دائىرىسى) دە تۇرغان ماگنىت قۇتۇپلىرىغا قارىتا ماگنىت مەيدان كۈچى هاسىل قىلىدۇ.



15. 1 ـ رەسىم. توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلىشى

ماگنىت هەرگىز ماگنىت مەيدانىنىڭ بىردىنبىر كېلىش مەنبەسى ئەمەس. 1820 ـ يىلى دانىيىلىك فىزىكا ئالىمى ئېرستېد (1851 ~ 1777) تۆۋەندىكىدەك تەجرىبە ئىشلىگەن: بىر تال تۇز ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ماگنىت ئىستىرىلكىنىڭ ئوستى تەرىپىگە پاراللېل قىلىپ قويۇپ، ئۆتكۈزگۈچ سىمغا توك بەرگەندە، ماگنىت ئىستىرىلكا ئېغىشقان (15. 1 ـ رەسىم). بۇ، ماگنىتلار ماگنىت مەيدانى هاسىل قىلىپ قالماستىن، توكمۇ ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلالايدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ.

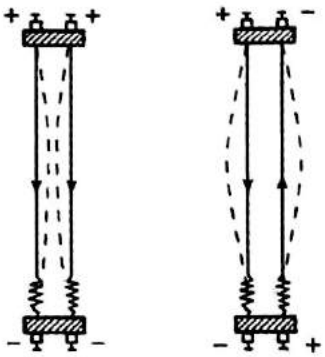
توك ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلالايدۇ، ئۇنداقتا، توك ماگنىت مەيدانىدا يەنە قانداق بولىدۇ؟ 15. 2 ـ رەسىمدىكى تەجرىبە بۇ مەسىلىگە جاۋاب بەردى. بىر بۆلەك تۇز ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ماگنىت مەيدانىغا قويۇپ، ئۆتكۈزگۈچ سىمدىن توك ئۆتكۈزگەندە، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ كۈچ تەسىرىگە ئۇچراپ هەرىكەت قىلغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. دېمەك، ماگنىت مەيدانى ماگنىت قۇتۇپلىرىغا قارىتا كۈچ تەسىرى هاسىل قىلىپلا قالماستىن، يەنە توكقا قارىتامۇ كۈچ تەسىرى هاسىل قىلىدۇ.



15. 2 ـ رەسىم. ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا قارىتا تەسىرى بولىدۇ.

توك ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلغانلىقىدىن، ماگنىت مەيدانىمۇ توكقا قارىتا يەنە كۈچ تەسىرى هاسىل قىلىدۇ، بۇ هالدا توك بىلەن توك تەسىرى هالدا

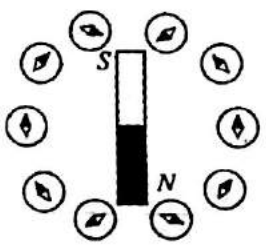
ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق تەسىر قىلىشىدۇ. تۆۋەندە تەجرىبە ئارقىلىق بۇ قا-
ياسنى ئىسپاتلاپ ئۆتىمىز. 15. 3 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئىككى پاراللېل
تۈز ئۆتكۈزگۈچ سىمدىن ئوخشاش يۆنىلىشلىك توك ئۆتكۈزگەندە، ئۇلار ئۆزئارا
تارتىشىدۇ؛ قارىمۇقارشى يۆنىلىشلىك توك ئۆتكەندە ئۇلار ئۆزئارا تېپىشىدۇ. بۇ
جاغدا ھەرقايسى توك يەنە بىر توكنىڭ ماگنىت مەيدانىدا تۇرىدۇ، شۇ سەۋەبتىن
ماگنىت مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ، دېمەك، توك بىلەن توك ئارىسى-
دىمۇ خۇددى ماگنىت قۇتۇپى بىلەن ماگنىت قۇتۇپى ئارىسىدىكىگە ئوخشاشلا،
ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق ئۆزئارا تەسىر ھاسىل بولىدۇ.



15. 3 ـ رەسىم. توكلار ئارىسىدا ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق ئۆزئارا تەسىر ھاسىل بولىدۇ

يۇقىرىدا سۆزلەنگەنلەرنى خۇلاسىلەش ئارقىلىق شۇنى تونۇپ يېتەلەيمىزكى، ماگنىت ياكى توك ئۆز ئەتراپىدىكى بوشلۇقتا ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ، ماگنىت مەيدانى ئۆزىنىڭ ئىچىدە تۇرغان ماگنىت قۇتۇپلىرى ياكى توكقا نىسبەتەن ماگنىت مەيدان كۈچ تەسىرىنى ھاسىل قىلىدۇ. شۇنداق قىلىپ، ماگنىت قۇتۇپلىرى بىلەن ماگنىت قۇتۇپلىرى، ماگنىت قۇتۇپلىرى بىلەن توك، توك بىلەن توك ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر ھەققىدە بىرلىككە كەلگەن مۇنداق بىر تونۇشقا ئىگە بولىمىز: بۇ ئۆزئارا تەسىرلەرنىڭ ھەممىسى ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق تارقىلىدۇ (يەتكۈزۈلىدۇ).

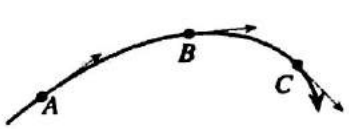
ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ماگنىت ئىستىرىلكىنى ماگنىت ياكى توكنىڭ ماگنىت مەيدانىغا قويساق، ماگنىت ئىستىرىلكا ماگنىت مەيدان كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراش تۈ-
پەيلىدىن، ئۇنىڭ ئىككى قۇتۇپى تىنچ توختاپ تۇرغاندا جەنۇب ـ شىمال يۆنىلىش-
لەرنى كۆرسەتمەي، بەلكى باشقا مەلۇم يۆنىلىشلەرنى كۆرسىتىشى مۇمكىن
(15. 4 ـ رەسىم). ماگنىت مەيدانىدىكى ئوخشىمىغان نۇقتىلاردا ماگنىت ئىست-
رىلكىنىڭ تىنچ توختاپ تۇرغاندا كۆرسىتىدىغان يۆنىلىشلىرى ئومۇمەن ئوخشاش
بولمايدۇ. بۇ پاكىت ماگنىتنىڭ يۆنىلىشچانلىقىغا ئىگە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ
بېرىدۇ. فىزىكىدا مۇنداق بەلگىلىنىدۇ: ماگنىت مەيدانىدىكى خالىغان بىر نۇق-
تىدا، ماگنىت ئىستىرىلكىنىڭ شىمالىي قۇتۇپىنىڭ كۆچكە ئۇچراش يۆنىلىشى،
يەنى ماگنىت ئىستىرىلكا تىنچ تۇرغاندا ئۇنىڭ شىمالىي قۇتۇپى كۆرسەتكەن يۆ-
نىلىش شۇ نۇقتىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ.



4.15 ـ رەسىم. ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان ماگنىت ئىستىرىلكا تىنچ توختاپ تۇرغاندا جەنۇب ـ شىمال يۆنىلىشلەرنى كۆرسىتىشى ناتايىن

ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىدىن پايدىلىنىپ ھەرقاي-
سى نۇقتىلاردىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئوبرازلىق تەسۋىرلەشكە بولىدىغانلىقىنى تولۇقسىز ئوتتۇرا
مەكتەپتە ئۆگىنىپ ئۆتتۇق. ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى دېگىنىمىز، ماگنىت مەيدانىدا سىزىپ چىقىلغان
يۆنىلىشلىك بەزى ئەگرى سىزىقلاردىن ئىبارەت بولۇپ، بۇ ئەگرى سىزىقلاردىكى ھەربىر نۇقتىنىڭ ئۇرۇنمىسى
ئۇنىڭ يۆنىلىشى شۇ نۇقتىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىدە بولىدۇ (15. 5 ـ رەسىم).

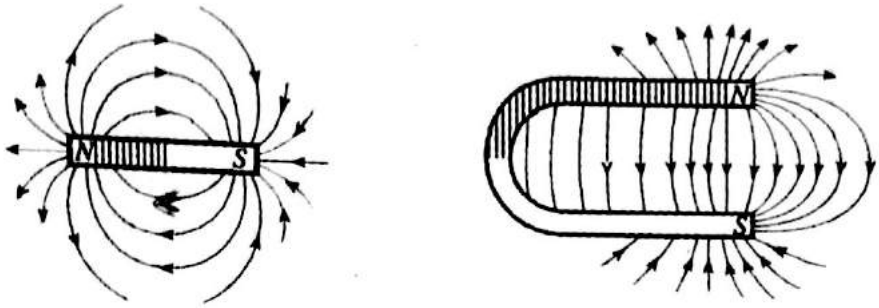
تەجرىبىدە ئادەتتە تۆمۇر كۆكۇنىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى ماگنىتلىنىش خۇسۇسىيىتىدىن پايدىلىنىپ
ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ شەكلى كۆرسىتىلىدۇ. ماگنىت مەيدانىغا بىر پارچە ئەينەك تاختىنى
قويۇپ، ئۇنىڭ ئۈستىگە بىر قەۋەت ئۇششاق تۆمۇر كۆكۇننىنى تەكشى سېپىپ قويساق، تۆمۇر كۆكۇنى ماگنىت
مەيدانىدا ماگنىتلىنىپ، «ماگنىت ئىستىرىلكىلىرى» غا ئايلىنىدۇ. ئەينەك تاخ-
تىنى بوش چېكىپ قويساق، تۆمۇر كۆكۇنى ماگنىت مەيدانىنىڭ تەسىرىدە ئاي-
لىنىدۇ، تۆمۇر كۆكۇنلىرى توختاپ تىنچ تۇرغاندا رەتلىك تىزىلىپ، ماگنىت
ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ شەكلىنى گەۋدىلەندۈرىدۇ.



15. 5 ـ رەسىم. ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى

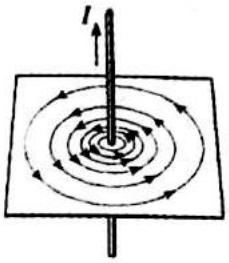
15. 6 ـ رەسىم تاياقسىمان ماگنىت بىلەن تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىش (تارقىلىش) ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ.

ماگنىتنىڭ سىرتقى قىسمىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ماگنىتنىڭ شىمالىي قۇتۇپىدىن چىقىپ جەنۇبىي قۇتۇپىغا كىرىدۇ.



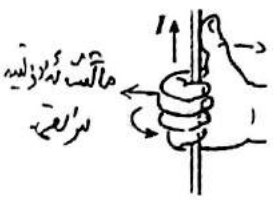
B . تاقىسىمان ماگنىت A . تاياقسىمان ماگنىت

15. 6 ـ رەسىم. ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىشى



A . ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىشى

15. 7 ـ رەسىم A توز سىزىقلىق توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. توز سىزىقلىق توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئۆتكۈزگۈچ سىمدىكى ھەرقايسى نۇقتىلارنى چەمبەر مەركىزى قىلغان بەزى مەركەزداش چەمبەرلەردىن ئىبارەت بولۇپ، بۇ مەركەزداش چەمبەرلەرنىڭ ھەممىسى ئۆتكۈزگۈچ سىمغا تىك بولغان تەكشىلىكتە ياتىدۇ. تەجرىبىلەر شۇنى چۈشەندۈرىدۇكى، توكنىڭ يۆنىلىشى ئۆزگەرسە، ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى قارىمۇقارشى يۆنىلىشكە ئۆزگىرىدۇ، يەنى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى ئۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. توز سىزىقلىق توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئۇنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى ئارىسىدىكى مۇناسىۋەتنى ئامپېر قائىدىسى (ئوڭ قول ۋىنت قائىدىسى دەپمۇ ئاتىلىدۇ) دىن پايدىلىنىپ ئېنىقلىغىلى بولىدۇ: ئوڭ قولىمىز بىلەن ئۆتكۈزگۈچنى تۇتۇپ، باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىشنى توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىردەك قىلساق، ئېگىلگەن تۆت بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بولىدۇ.

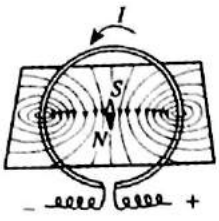


B . ئامپېر قائىدىسى

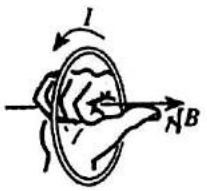
15. 7 ـ رەسىم. توز سىزىقلىق توكنىڭ ماگنىت مەيدانى

15. 8 ـ رەسىم A ھالقىسىمان توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. ھالقىسىمان توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ھالقىسىمان ئۆتكۈزگۈچنى چۆرىدەپ ئايلانغان بەزى تۆيۈق ئەگرى سىزىقلاردىن ئىبارەت بولىدۇ. ھالقىسىمان ئۆتكۈزگۈچنىڭ مەركىزىي ئوق سىزىقىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ھالقىسىمان ئۆتكۈزگۈچنىڭ تەكشىلىكىگە تىك بولىدۇ. ھالقىسىمان توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن مەركىزىي ئوق سىزىقىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ مۇناسىۋىتىنمۇ ئامپېر قائىدىسى ئارقىلىق ئېنىقلاشقا بولىدۇ: ئوڭ قولىمىزنىڭ ئېگىلگەن تۆت بارمىقىنى ھالقىسىمان توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىردەك قىلساق، توز قىلىنغان باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش ھالقىسىمان ئۆتكۈزگۈچنىڭ مەركىزىي ئوق سىزىقىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ.

15. 9 ـ رەسىم توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. سولېنوئىدتىن توك ئۆتكەندىن كېيىن ئىپادىلىگەن ماگنىتلىق خۇسۇسىيەت تاياقسىمان ماگنىتنىڭكىگە ناھايىتى ئوخشاپ كېتىدۇ، ئۇنىڭ بىر ئۇچى شىمالىي قۇتۇپقا، يەنە بىر ئۇچى جەنۇبىي قۇتۇپقا توغرا كېلىدۇ. توكنىڭ يۆنىلىشى ئۆزگەرسە، ئۇنىڭ جەنۇبىي ۋە شىمالىي قۇتۇپلىرىمۇ ئالمىشىدۇ. توكلۇق سولېنوئىدنىڭ سىرتقى قىسمىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى بىلەن تاياقسىمان ماگنىتنىڭ سىرتقى قىسمىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئۆزئارا ئوخشاپ كېتىدۇ، بۇنىڭدىمۇ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى شىمالىي قۇتۇپتىن چىقىپ، جەنۇبىي قۇتۇپقا كىرىدۇ. توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ئىچكى قىسمى ماگنىت مەيدانىغا ئىگە بولىدۇ، ئۇنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى سولېنوئىدنىڭ ئوق سىزىقى بىلەن پارالللېل بولىدۇ، يۆنىلىشى جەنۇبىي قۇتۇپتىن شىمالىي قۇتۇپقا قارىتا بولىدۇ ھەمدە سىرتقى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى بىلەن تۇتىشىپ، توكنى چۆرىدەپ ئايلانغان بىر قىسىم تۇيۇق ئەگرى سىزىقلارنى شەكىللەندۈرىدۇ. توكلۇق سولېنوئىدتىكى توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئۇنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى ئارىسىدىكى مۇناسىۋەتنىمۇ ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئېنىقلاشقا بولىدۇ: ئوڭ قولىمىز بىلەن سولېنوئىدنى تۇتۇپ، ئېگىلگەن تۆت بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىشنى توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىردەك قىلساق، باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش سولېنوئىدنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ. يەنى باش بارمىقىمىز توكلۇق سولېنوئىدنىڭ شىمالىي قۇتۇپىنى كۆرسىتىدۇ.



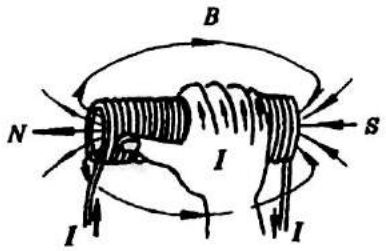
A. ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ جايلىشىشى



B. ئامپېر قائىدىسى

15. 8 ـ رەسىم. ھالقىسىمان توكنىڭ ماگنىت مەيدانى

تەبىئىي ماگنىتقا سېلىشتۇرغاندا، توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقىنى ۋە بار بولۇشى ياكى يوق بولۇشىنى ئوڭاي تەڭشەشكە ھەم كونترول قىلىشقا بولىدۇ، شۇڭا توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ئەمەلىيەت جەريانىدا نۇرغۇن مۇھىم قوللىنىلىشلارغا ئىگە. ئېلېكترومагنىتلىق كران، تېلېفون، ئېلېكترو ماتور، گېنېراتور، شۇنداقلا ئاپتوماتىك كونترول قىلىشتا ئومۇمىيۈزلۈك قوللىنىلىدىغان ئېلېكتروماگنىتلىق رېلې قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسى توكنىڭ ماگنىت مەيدانىدىن ئايرىلالمايدۇ.



15. 9 ـ رەسىم. توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ماگنىت مەيدانى

يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپ دەرسلىكىدە يەر شارىمۇ ئۆزىنىڭ ئەتراپىدىكى بوشلۇقتا ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلالايدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتكەن ئىدۇق، بۇ يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى دەپ ئاتىلىدۇ. يەرنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ جايلىشىشى ئومۇمەن تاياقسىمان ماگنىتنىڭ سىرتىدىكى ماگنىت مەيدانىغا ئوخشىشىپ كېتىدۇ.

يەر شارىنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئەتراپىدىكى يەرنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ تەخمىنەن 5×10^{-5}T ، ئەمما تەجرىبىخانىلاردىكى تۇراقلىق ماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئەتراپىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ تەخمىنەن 0. 5T بولىدۇ، شۇڭا يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى ئىنتايىن ئاجىز بولىدۇ.

بەزى قاراشتىكىلەر يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى ئاساسلىقى يەر شارىنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ئېلېكترو ماگنىتلىق ئاقار جىسىملارنىڭ ھەرىكىتىدىن ھاسىل بولىدۇ، دەپ قارايدۇ.

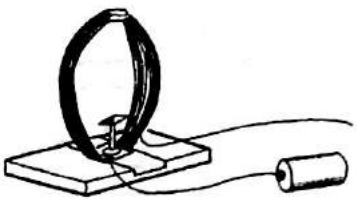
قۇياش ئۇزلۇكسىز تۇرده يەر شارىغا زەررىچىلەرنى رادىئاتسىيىلەپ تۇرىدۇ، يەر شارىنىڭ ھەربىر تۇپەيلىدىن، رادىئاتسىيىلىگەن زەررىچىلەرنىڭ كۆچلۈك ـ ئاجىزلىقىمۇ ئۇزلۇكسىز ئۆزگىرىدۇ. بەزى زەررىچىلەر يۇقىرى بوشلۇقتىكى ئاتموسفېرانىڭ تەسىرىدە، زەرەتلەرنىڭ قىسقا ۋاقىتلىق ئېقىشىنى ھاسىل قىلىدۇ، ئۇلار ھاسىل قىلغان ماگنىت مەيدانى يەرنىڭ ماگنىت مەيدانىغا تەسىر كۆرسىتىدۇ، ئېغىر بولغاندا يەر شارى خاراكتېرلىك كۆچلۈك ماگنىت كاشىلىسىنى ھاسىل قىلىدۇ، بۇنىڭ داۋاملىشىش ۋاقتى تەخمىنەن 1 ~ 3 كۈن بولىدۇ، بۇ، ماگنىت بورىنى دەپ ئاتىلىدۇ. ماگنىت بورىنى رادىئو ئالاقىشىقا كاشىلا قىلىدۇ.

يەرنىڭ ماگنىت مەيدانىنى تەتقىق قىلىش ئالاقىلىشىش، ئاۋىئاتسىيە، شۇنداقلا كان تەكشۈرۈش قاتارلىق جەھەتلەردە مۇھىم ئەھمىيەتكە ئىگە.



ھالقىسىمان توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاش

سىرلانغان سىمنى ئون نەچچە ئوراش ئارقىلىق بىر كاتۇشكا ياسايمىز ھەم بۇنى پلاستىر (جياۋبۇ) ئارقىلىق بىر ياغاچ تاختىغا ۋېرتىكال قىلىپ مۇقىملاشتۇرۇپ، كاتۇشكىنىڭ ئىككى ئۇچىنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلايمىز (15. 10 ـ رەسىم). ئىستىرېلكا (ياكى ئۆزىمىز ياسىغان كومپاس) نى رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئورۇنغا قويىمىز ھەم ئىستىرېلكىنى كاتۇشكا تەكشىلىكى ئىچىدە تۇرغۇزىمىز. ئالدى بىلەن ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرغاندا، ئىستىرېلكىنىڭ قانداق ئېغىشىدىغانلىقىغا ھۆكۈم قىلىمىز. ئاندىن كېيىن ئەمەلىي مەشغۇلات ئېلىپ بېرىپ، تەجرىبە نەتىجىسىنىڭ بىزنىڭ ھۆكۈم قىلغىنىمىزدەك بولىدىغان ياكى بولمايدىغانلىقىغا قارايمىز.



15. 10 ـ رەسىم. كاتۇشكا



توكنىڭ ماگنىت ئېغىپكىتىنىڭ بايقىلىشى

ئىنسانلار ئاللىبۇرۇنلا ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ نۇرغۇن ئوخشاشلىقلىرىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى بايقىغان. تەبىئەتتە پەقەت مۇسبەت ـ مەنپىيدىن ئىبارەت ئىككىلا خىل زەرەت مەۋجۇت، ئوخشاش خىلدىكى زەرەتلەر ئۆزئارا تېپىشىدۇ، ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتلەر ئۆزئارا تارتىشىدۇ؛ شۇنىڭغا ئوخشاشلا، تەبىئەتتە جەنۇبىي ـ شىمالى دەپ ئىككى خىل ماگنىت قۇتۇپى مەۋجۇت، ئوخشاش ئىسىملىك ماگنىت قۇتۇپلىرى ئۆزئارا تېپىشىدۇ، ھەر خىل ئىسىملىك ماگنىت قۇتۇپلىرى ئۆزئارا تارتىشىدۇ. شۇنداقلا يەنە تەتقىق قىلىش ئارقىلىق، زەرەتلەر ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچ بىلەن ماگنىت قۇتۇپلىرى ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر كۈچىنىڭ ئوخشاپ كېتىدىغان قانۇنىيەتلەرگە بويسۇنىدىغانلىقى بايقالدى.

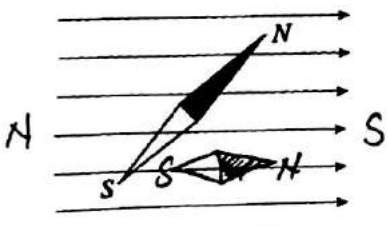
ئۇنىڭدىن باشقا، 18 ـ ئەسىرنىڭ ئوتتۇرىلىرىدا، بەزى پاكىتلار بەزى ئالىملارنىڭ دىققەت ـ ئېتىبارىنى ئۆزلۇكسىز

ئۆزىگە تارتتى. 1731 ـ يىلى بىر ئەنگلىيىلىك سودىگەر چاقماق چېقىپ ئۆتۈپ كەتكەندىن كېيىن بىر ساندۇق پى-چاق ـ ۋىلكىلىرىنىڭ ماگنىتلىنىپ قالغانلىقىنى بايقىغان. 1751 ـ يىلى فرانكلىن لېيدېن بانكىسى زەرەت قوبۇپ بەرگەندىن كېيىن، كېيىم تىكىش ماشىنىسى يىگنىسىنىڭ ماگنىتلىنىپ قالغانلىقىنى بايقىغان. ئېلېكتر راستتىنلا ماگنىت ھاسىل قىلالامدۇ؟ 1774 ـ يىلى گېرمانىيىدىكى بىر تەتقىقات ئورگىنى: «ئېلېكتر كۈچى بىلەن ماگنىت كۈچىنىڭ فىزىكىلىق ئوخشاشلىقى مەۋجۇتمۇ» دېگەن سوئالنى يەشكەنلەرگە مۇكاپات بېرىدىغانلىقىنى ئوتتۇرىغا قويغان. بۇنىڭ بىلەن نۇرغۇن كىشىلەر تەجرىبە ئىشلەپ تەتقىقات ئېلىپ بارغان بولسىمۇ، لېكىن توك مەنبەسى كەشپ قىلىنمىغانلىقتىن، بۇنداق تەجرىبىلەرنىڭ مۇۋەپپەقىيەتكە ئېرىشىشى مۇمكىن ئەمەس ئىدى. تاكى 19 ـ ئەسرنىڭ باشلىرىغا كەلگىچە بەزى ئالىملار يەنىلا ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ سىرتقى جەھەتتىكى بەزى ئوخشاشلىقلىرىدىن باشقا، ئىككىسىنىڭ ماھىيەت جەھەتتە ھېچقانداق باغلىنىشى يوق دەپ ھۆكۈم قىلىشقان.

دانىيە فىزىكا ئالىمى ئېرىستېد تەبىئەتتىكى ھەر خىل ھادىسىلەر ئارىسىدا كەڭ باغلىنىشنىڭ مەۋجۇتلۇقى، يەنى ئېلېكتر بىلەن ئىسسىقلىق، ئېلېكتر بىلەن يورۇقلۇق ئارىسىدا باغلىنىش مەۋجۇت بولغىنىغا ئوخشاشلا، ئېلېكتر بىلەن ماگنىت ئارىسىدىمۇ باغلىنىش مەۋجۇتلۇقىغا قەتئىي ئىشەندى. بۇ ئىدىيىنىڭ يېتەكچىلىكىدە، ئېرىستېد ئېلېكتر بىلەن ماگنىت ئارىسىدىكى باغلىنىشنى تەتقىق قىلىشنى باشلىغان ئىدى. دەسلەپتە ئۇ توكنىڭ ماگنىت قۇتۇپىغا بولىدىغان تەسىرى توكنىڭ يۆنىلىشىنى بويلىغان بولىدۇ دەپ قارىغان ئىدى. ئەمما بۇ پىكىر قىلىش يولى بويىچە ئىشلىگەن تەجرىبىلىرى مۇۋەپپەقىيەتلىك بولماي قالدى. 1820 ـ يىلى، ئېرىستېد ئېلېكتر بىلەن ماگنىت ھەققىدىكى بىر قېتىملىق نۇتۇق سۆزلەش جەريانىدا، تاسادىپىيلا ئۆتكۈزگۈچ سىمنى جەنۇب ـ شىمال يۆنىلىش بويىچە قويۇپ، ماگنىت ئىستىرېلكىنى ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئاستى تەرىپىگە قويغان، بۇنىڭ بىلەن ماگنىت ئىستىرېلكا ئۆتكۈزگۈچ سىمغا پاراللېل بولغان. ئاندىن توك مەنبەسىنى تۇتاشتۇرغاندا، ماگنىت ئىستىرېلكا ئۆتكۈزگۈچ سىمغا تىك يۆنىلىشتە ئايلانغان. بۇ بىر ھادىسە نۇتۇق ئاڭلىغۇچىلارغا ئانچە چوڭقۇر تەسىرات قالدۇرمىغان، ئەمما ئېرىستېدنى ئىنتايىن ھاياجانلاندۇرغان. ئۇ بۇ بىر ھادىسىنى چىڭ تۇتۇپ، ئۇزلۇكسىز 3 ئاي تەجرىبە ـ تەتقىقات ئېلىپ بېرىپ، ئاخىرى 1820 ـ يىل 7 ـ ئاينىڭ 21 ـ كۈنى «ماگنىت ئىستىرېلكىدىكى توكنىڭ سوقۇلۇشى ھەققىدە» دېگەن ئىلمىي ماقالىنى ئېلان قىلىپ، ئۆزىنىڭ تەجرىبە قۇرۇلمىسى ۋە نەتىجىسىنى تەپسىلىي بايان قىلدى.

ئۇنىڭدىن كېيىن ئامپېر قاتارلىق مەشھۇر ئالىملار توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ھەققىدە چوڭقۇر مىقدارلىق تەتقىقاتلارنى ئېلىپ باردى. فارادېي توكنىڭ ماگنىت ئېففېكتى (ئېلېكترنىڭ ماگنىت ھاسىل قىلىشى) نىڭ تەسىرىدە، ماگنىتمۇ توك ھاسىل قىلالىشى كېرەك دەپ قاراپ، ئېلېكتر ماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ بايقىلىشىغا سەۋەبچى بولدى. شۇنىڭدىن كېيىن ئېلېكتر بىلەن ماگنىت ھەققىدىكى تەتقىقاتلار بىر يېڭى پەن ـــ ئېلېكتروماگنىتزمغا ئايلاندى.

1 ـ مەشىق



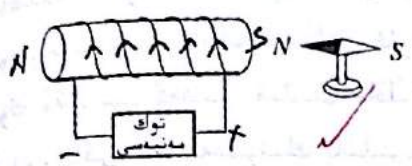
15. 11 ـ رەسىم

(1) 15. 11 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ماگنىت ئىستىرېلكىنى ماگنىت مەيدانىغا قويغاندا، ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى رەسىمدىكى ئىستىرېلكا كۆرسەتكەندەك بولغان بولسا، ماگنىت ئىستىرېلكىنىڭ قانداق ئايلىنىدىغانلىقى ۋە قايسى يۆنىلىشتە توختايدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ.

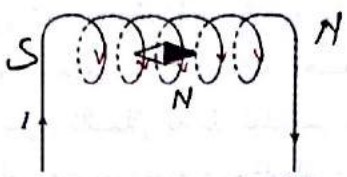
(2) 15. 12 ـ رەسىمدە، توك كاتۇشكىدىن ئۆتكەندە، ئىستىرېلكىنىڭ جەنۇبىي قۇتۇپى

ئوقۇرمەننى كۆرسەتكەن بولسا، كاتۇشكىدىكى توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاڭ.

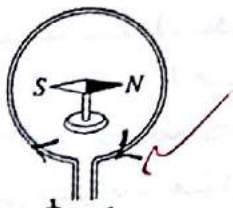
(3) 15. 13 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ماگنىت ئىستىرىلكا توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ئىچكى قىسمىدا تىنچ توختاپ قالغان بولسا، توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ۋە ماگنىت ئىستىرىلكىسىنىڭ جەنۇبىي - شىمالى قۇتۇپلىرىنى ئايرىم - ئايرىم ئىپادىلەپ چىقىڭ.



15. 14 - رەسىم



15. 13 - رەسىم



15. 12 - رەسىم

(4) 15. 14 - رەسىمدىكى توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇبى بىلەن مەنپىي قۇتۇبىنى ئېنىقلاڭ.

§2 . ئامپېر كۈچى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى

ماگنىت مەيدانى يۆنىلىشكە ئىگە بولۇپلا قالماي، يەنە كۈچلۈك - ئاجىزلىقىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. غايەت زور بولغان ئېلېكتروماگنىت نەچچە تونناسلىق پولاتلارنى ئۆزىگە تارتىپ كۆتۈرەلەيدۇ، كىچىك ماگنىت پەقەت كىچىك مىخلارنىلا ئۆزىگە تارتالايدۇ. ئۇنداق بولسا ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى قانداق ئىپادىلىنىدۇ؟

ئېلېكتر مەيدانى ئۆزىدىكى زەرەتلەرگە قارىتا ئېلېكتر مەيدان كۈچ تەسىرىنى بېرىدۇ، شۇڭا ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى تەتقىق قىلىشتا، زەرەتلەرنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا كۆچكە ئۇچراش ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىشتىن قول سېلىپ، ئېلېكتر مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدار — ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشىنى تېپىپ چىققانىدۇق. مۇشۇنىڭغا ئوخشاشلا، ماگنىت مەيدانى ئۆزىنىڭ ئىچىدىكى توكقا قارىتا ماگنىت مەيدان كۈچ تەسىرىنى بېرىدۇ، شۇڭا ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى تەتقىق قىلىشتا، توكنىڭ ماگنىت مەيدانىدا كۆچكە ئۇچراش ئەھۋالىنى تەھلىل قىلىشتىن باشلاپ قول سېلىپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارنى تېپىپ چىقىمىز.

تەتقىق قىلىنىدىغان ھادىسىنى بىزگە تونۇشلۇق ھادىسىلەر بىلەن سېلىشتۇرۇپ چىقساق، يېڭى ھادىسىنى تەتقىق قىلىشىمىز ئۇچۇن پايدىلىق شارائىت بىلەن تەمىنلەيدۇ.

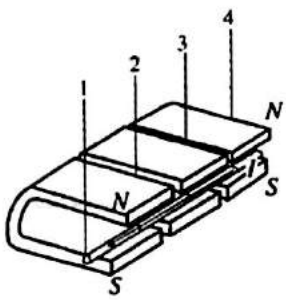
ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا بولغان تەسىر كۈچى ئادەتتە ئامپېر كۈچى دەپىلىدۇ. بۇ فرانسىيە فىزىكا ئالىمى ئامپېر (1836 ~ 1775) نى خاتىرىلەش يۈزىسىدىن مۇشۇنداق نام بېرىلگەن. ئۇ ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا بولغان تەسىر كۈچىنى تەتقىق قىلىشتا كۆرۈنەرلىك تۆھپە قوشقان. بۇ پاراگرافتا ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشىنى مۇھاكىمە قىلىمىز ھەم ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدار ھەققىدە ئىزدىنىمىز. ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدار بار بولسىلا، بۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ھەققىدىكى قانۇ-

نىيەتنى ئىپادىلىگىلى بولىدۇ.

ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى: توكلۇق بىر بۆلەك توز ئۆتكۈزگۈچنى ماگنىت مەيدانىغا قويۇپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولغاندا، توك ئۈچرايدىغان ئامپېر كۈچى ئەڭ چوڭ بولىدۇ؛ ئۆتكۈزگۈچنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىر دەك بولغاندا، توك ئۈچرايدىغان ئامپېر كۈچى ئەڭ كىچىك بولۇپ، نۆلگە تەڭ بولىدۇ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن يانتۇ كېسىشكەندە، توك ئۈچرىغان ئامپېر كۈچى ئەڭ چوڭ قىممەت بىلەن ئەڭ كىچىك قىممەت ئارلىقىدا بولىدۇ. ئاددىي بولسۇن ئۈچۈن، ئۆتكۈزگۈچنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولغاندىكى ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنىڭ نېمىلەرگە مۇناسىۋەتلىك بولىدىغانلىقىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

تەجرىبە

15. 15 - رەسىمدىكىدەك، ئوخشاش ئۇچ پارچە تاقىسىمان ماگنىتنى يانداش قويۇپ، ماگنىت قۇتۇپلىرى ئارىسىدىكى ماگنىت مەيدانىنى بىر تەكشى دەپ قارايمىز. بىر تال توز ئۆتكۈزگۈچنى ماگنىتلارنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىغا ئېسىپ قويىمىز. توك ئۆتكەندە ئۆتكۈزگۈچ مەلۇم بىر بۇلۇڭ ئېغىشىدۇ. بۇ بۇلۇڭ ئارقىلىق ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنى سېلىشتۇرۇشقا بولىدۇ. «2، 3» ۋە «1، 4» لەرنى ئايرىم - ئايرىم تۇتاشتۇرۇپ، ئۆتكۈزگۈچنىڭ توك ئۆتۈۋاتقان قىسمىنىڭ ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتىشكە بولىدۇ ، توكنىڭ چوڭ-كىچىكلىكى سىرتقى قىسىم ئېلېكتر زەنجىرى ئارقىلىق كونترول قىلىنىدۇ .



15. 15 - رەسىم

ئالدى بىلەن ئۆتكۈزگۈچنىڭ توك ئۆتۈۋاتقان قىسمىنىڭ ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتمەي، توكنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنى ئۆزگەرتىمىز؛ ئاندىن توكنى ئۆزگەرتمەي، ئۆتكۈزگۈچنىڭ توك ئۆتۈۋاتقان قىسمىنىڭ ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتىمىز. ئاندىن بۇ ئىككى ئاملىنىڭ ماگنىت مەيدان كۈچىگە بولغان تەسىرىنى كۆزىتىمىز.

تەجرىبىدىن بايقالدىكى، توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى بەلگىلىك بولغاندا، توك قانچە چوڭ بولسا، ئۆتكۈزگۈچ ئۈچرايدىغان ئامپېر كۈچى شۇنچە چوڭ بولىدۇ؛ توك بەلگىلىك بولغاندا، توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ قانچە ئۇزۇن بولسا، ئامپېر كۈچىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

ئېنىق ئىشلەنگەن تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ماگنىت مەيدانىدا ئۈچرىغان ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ھەم ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L غا ئوڭ تاناسىپ، ھەم ئۆتكۈزگۈچتىكى توك I غا ئوڭ تاناسىپ، يەنى I بىلەن L نىڭ كۆپەيتىمىسى IL گە ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. فورمۇلا ئارقىلىق ئىپادىلىسەك مۇنداق بولىدۇ:

$$F = BIL$$

ياكى

$$B = \frac{F}{IL}$$

يۇقىرىقى ئىككى فورمۇلىدىكى نىسبەت قىممەت B نىڭ قانداق فىزىكىلىق مەنىسى بار؟

ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا بولغان تەسىر كۈچى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ زەرىتكە بولغان تەسىر كۈچىگە قارىغاندا مۇرەككەپرەك بولىدۇ، ئەمما مەسىلىلەرنى مۇھاكىمە قىلىشتىكى پىكىر قىلىش يوللىرى ئوخشاش، ئېلېكتر مەيدان كۈچى F بىلەن ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ E نىڭ مۇناسىۋىتى مۇنداق بولىدۇ:

$$F = Eq$$

$$E = \frac{F}{q}$$

ئوخشاش بولمىغان تاقىسىمان ماگنىتلارنىڭ ماگنىت مەيدانىدا يۈقىرىدىكى تەجرىبىنى ئىشلىسەك، شۇنى بايقاشقا بولىدۇكى، ئوخشاش بىر ماگنىت مەيدانىدا، توك I ۋە ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L لار مەيلى قانداق ئۆزگەرسۇن، نىسبەت قىممەت B هامان بەلگىلىك بولىدۇ. ئەمما ئوخشاش بولمىغان ماگنىت مەيدانلىرىدا، نىسبەت قىممەت B ئومۇمەن ئوخشاش بولمايدۇ. دېمەك، B ماگنىت مەيدانىنىڭ ئۆزى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. توك I، ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L لار ئوخشاش بولغان ئەھۋالدا، توك ئۆچرىغان ئامپېر كۆچى F قانچە چوڭ بولسا، نىسبەت قىممەت B شۇنچە چوڭ بولۇپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ شۇنچە كۈچلۈك بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. شۇ سەۋەبتىن نىسبەت قىممەت B ئارقىلىق ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى ئىپادىلەشكە بولىدۇ، بۇ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى دەپ ئاتىلىدۇ.

ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغان توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ ئۆچرايدىغان ئامپېر كۆچى F نىڭ توك I بىلەن ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L نىڭ كۆپەيتمىسى IL گە بولغان نىسبەت قىممىتى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى ① دەپ ئاتىلىدۇ.

يۇقىرىدا بايان قىلىنغان تەجرىبىدە، ئۆتكۈزگۈچ تۈرغان ئورۇندىكى تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇبى ئارىسىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى هەممە ئورۇندا ئوخشاش بولىدۇ. ئەمما ئىلېكتر مەيدانىدا ئوخشاشلا، ماگنىت مەيدانىدىكى ئوخشىمىغان ئورۇنلاردىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى ئومۇمەن ئوخشاش بولمايدۇ. ئىككى دانە تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ماگنىت قۇتۇپلىرى يېراقراق تۇرغاندا، ماگنىت كۈچى كىچىك بولىدۇ؛ ئۇلارنى تەدرىجىي يېقىنلاشتۇرغاندا، ماگنىت كۈچىنىڭ چوڭىيىۋاتقانلىقى سېزىلىدۇ. بۇ، ماگنىت قۇتۇپلىرىغا يېراق - يېقىنلىقى ئوخشاش بولمىغان ئورۇنلاردا ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. بۇنداق ماگنىت مەيدانىدا، بىز يەنىلا يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ماگنىت مەيدانىنى مۇھاكىمە قىلساق بولىدۇ، پەقەت بۇ چاغدا ئالاهىدە قىسقا بىر بۆلەك توكلۇق ئۆتكۈزگۈچتىن پايدىلىنىپ ماگنىت مەيدانىنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقىنى تەتقىق قىلىشقا بولىدۇ. توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى ناهايىتى قىسقا بولغاندا، يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ئۇسۇلدىن پايدىلىنىپ ئېنىقلىما بېرىلگەن ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى ئۆتكۈزگۈچ تۇرغان ئورۇندىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B نىڭ بىرلىكى F، I ۋە L لارنىڭ بىرلىكلىرى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنىڭ بىرلىكى تېسلا، خەلقئارالىق بەلگىسى T، يەنى

$$1T = 1\ \frac{N}{A \cdot m}$$

يەر يۈزى ئەتراپىدىكى يەر ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى تەخمىنەن $0.3 \times 10^{-4}T \backsim 0.7 \times 10^{-4}T$ بولىدۇ. تۇراقلىق ماگنىتنىڭ ماگنىت قۇتۇپى ئەتراپىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى تەخمىنەن $1T \backsim 10^{-3}T$ بولىدۇ. ئىلېكتر ماشىنىسى ۋە ترانسفورماتورنىڭ تۆمۈر ئۆزىكىدە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى $0.8T \backsim 1.4T$ غا يېتىدۇ.

يۇقىرىدا ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىگە ئېنىقلىما بەردۇق، ئەمما ماگنىت مەيدانى يەنە يۆنىلىشچانلىققا

---

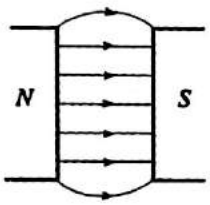
① بۇ فىزىكىلىق مىقدارنىڭ ماگنىت مەيدان كۆچىنىشى دەپ ئاتالماستىن، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى دەپ ئاتىلىشىدىكى سەۋەب، تارىختا ماگنىت مەيدان كۆچىنىشى دېگەن بۇ ئاتالغۇنىڭ باشقا بىر فىزىكىلىق مىقدارنى ئىپادىلەش ئۈچۈن ئىشلىتىلغانلىقىدا.

نۇقتىۋى زەرەتنى ئىلېكتر مەيدانىدىكى ئوخشاش بولمىغان نۇقتىلارغا قويۇپ، ئىلېكتر مەيدانىنىڭ هەرقايسى نۇقتىلىرىنىڭ ئىلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E نى ئېنىقلىغىلى بولىدۇ، ئالاهىدە قىسقا بىر بۆلەك توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنى ماگنىت مەيدانىدىكى ئوخشاش بولمىغان نۇقتىلارغا قويۇپ، ماگنىت مەيدانىدىكى هەرقايسى نۇقتىلاردىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B نى ئېنىقلىغىلى بولىدۇ.

ئىگە. ماگنىت مەيدانىنىڭ مەلۇم بىر نۇقتىسىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى شۇ نۇقتىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىدىن ئىبارەت بولىدۇ، دەپ ئېنىقلىما بېرىمىز، بۇنىڭ بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىدىن ئىبارەت بۇ ۋېكتور ماگنىت مەيدانىنىڭ كۆچلۈك ـ ئاجىزلىقى ۋە يۆنىلىشىنى ئەتراپلىق ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ.

خۇددى ئېلېكتر مەيدانىدا ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنىڭ زىچ ـ شالاڭلىقىدىن پايدىلىنىپ، ئېلېكتر مەيدان كۇچىنىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى تەخمىنىي ئىپادىلەنگىنىگە ئوخشاش، ماگنىت مەيدانىدىمۇ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ زىچ ـ شالاڭلىقىدىن پايدىلىنىپ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى تەخمىنىي ئىپادىلەشكە بولىدۇ. ئوخشاش بىر ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىش گرافىكىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى قانچىكى زىچ بولغان جاي شۇ جايدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ شۇنچە كۆچلۈك ئىكەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ. شۇنداق قىلىپ، ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشىدىن پايدىلىنىپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ كۆچلۈك ـ ئاجىزلىقى ۋە يۆنىلىشىنى ئوبرازلىق ئىپادىلىگىلى بولىدۇ. 15. 6 ـ ، 15. 7 ـ ، 15. 8 ـ ۋە 15. 9 ـ رەسىملەردىن ماگنىت ياكى توكتىن قانچىكى يىراق بولغان جايدا ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ شۇنچە كىچىك بولىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.

ئەگەر ماگنىت مەيدانىدىكى مەلۇم بىر دائىرىدە، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ھەممە ئورۇندا ئوخشاش بولسا، بۇ دائىرىدىكى ماگنىت مەيدانى **تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى** دەپ ئاتىلىدۇ. تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى ئەڭ ئاددىي، يەنە كېلىپ ناھايىتى مۇھىم بولغان ماگنىت مەيدانى بولۇپ، ئېلېكترو‌ماگنىتلىق ئەسۋابلار ۋە ئىلمىي تەجرىبىلەردە مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە. ئارىلىقى ناھايىتى يېقىن بولغان ئوخشىمىغان ئىسىملىك ئىككى ماگنىت قۇتۇپى ئارىسىدىكى ماگنىت مەيدانى (15. 16 ـ رەسىم) ۋە توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ماگنىت مەيدانى (گىرۋەك قىسمىدىن باشقا) نى تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى دەپ قاراشقا بولىدۇ. يۇقىرىدا ئىشلەنگەن تەجرىبە تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ئېلىپ بېرىلغان.



15. 16 ـ رەسىم. تۇراقلىق ماگنىتلار ئارىسىدىكى تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا، تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئادەتتە تەقسىملىنىشى بىر تەكشى بولغان پارالللېل سىزىقلاردىن ئىبارەت قىلىپ سىزىلىدۇ

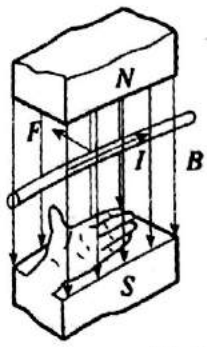
ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشى ئۇقۇمى كىرگۈزۈلگەندىن كېيىن، فورمۇلا $F = BIL$ دىن مەلۇمكى، تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا، توكلۇق تۈز ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولغانلىقى ئەھۋالدا، توك ئۇچرىغان ئامپېر كۈچى F ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشى B ، توك I ۋە ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L دىن ئىبارەت ئۇچىنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ.

تەكشى كۇچىنىشلىك بولمىغان ماگنىت مەيدانىدا، فورمۇلا $F = BIL$ ناھايىتى قىسقا بىر بۆلەك توكلۇق ئۆتكۈزگۈچكە مۇۋاپىق كېلىدۇ، بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئۆتكۈزگۈچ ناھايىتى قىسقا بولغاندا، ئۇ تۇرغان ئورۇندىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ ئۆزگىرىشى ناھايىتى كىچىك بولۇپ، ماگنىت مەيدانىنى تەقرىبىي ھالدا تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى دەپ قاراشقا بولىدۇ.

ئامپېر كۇچىنىڭ يۆنىلىشى 15. 2 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، ماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇپىنىڭ ئورۇنلىرىنى ئالماشتۇرۇش ئارقىلىق ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتسەك ياكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتمەي، توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتسەك، ئۆتكۈزگۈچ ئەكس يۆنىلىشكە قاراپ ھەرىكەت قىلىدۇ. دېمەك، ئامپېر كۇچىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ۋە توكنىڭ يۆنىلىشىگە مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. بۇ بىر نۇقتىنى بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئۆگىنىپ ئۆتكەنىدۇق.

تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، ئامپېر كۇچىنىڭ يۆنىلىشى ھەم ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە

تىك بولىدۇ، ھەم توكنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ، يەنى ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ھامان ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا ھەم توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ تۈرغان تەكشىلىككە تىك بولىدۇ.

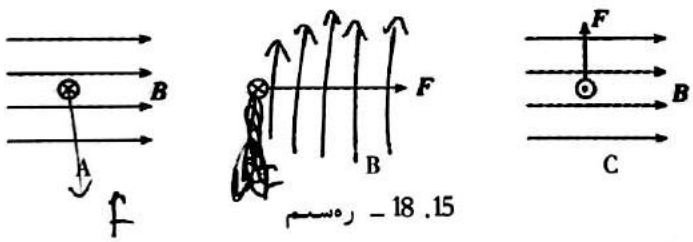


15. 17 ـ رەسىم. سول قول قائىدىسى

توكلۇق تۈز ئۆتكۈزگۈچ ئۈچىرىغان ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشىنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ۋە توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بولغان مۇناسىۋىتىنى **سول قول قائىدىسى** بويىچە ئېنىقلاشقا بولىدۇ: سول قولىمىزنى باش بارمىقىمىز قالغان تۆت بارمىقىمىزغا تىك بولىدىغان ھەمدە بۇلارنىڭ ھەممىسى ئالقان تەكشىلىكى ئىچىدە ياتىدىغان قىلىپ ئېچىپ، ئاندىن ئۇنى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئالقان تەكشىلىكىنى تىك تېشىپ ئۆتىدىغان ھەمدە ئېچىلغان تۆت بارمىقىمىز توكنىڭ يۆنىلىشىنى كۆرسىتىدىغان قىلىپ ماگنىت مەيدانىغا كىرگۈزسەك، باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ماگنىت مەيدانىدا ئۈچىرىغان ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ.

2 ـ مەشىق

(1) 15. 18 ـ رەسىم ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بىر تال توكلۇق تۈز ئۆتكۈزگۈچنى ئىپادىلەيدۇ. تۈز ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك. رەسىمدە توك، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ ۋە ئامپېر كۈچىدىن ئىبارەت بۇ ئۈچ مىقدارنىڭ ئىككىسىنىڭ يۆنىلىشى ئايرىم ـ ئايرىم ئىپادىلەنگەن. ئەمدى ئۈچىنچى بىر مىقدارنىڭ يۆنىلىشىنى ئىپادىلەپ چىقىڭ. (بۇ كىتابتا « · » ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ قەغەز يۈزىگە تىك بولۇپ، سىرتتا يۆنەلگەنلىكىنى؛ « × » ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ قەغەز يۈزىگە تىك بولۇپ، ئىچىگە يۆنەلگەنلىكىنى؛ « ⊙ » توكنىڭ قەغەز يۈزىگە تىك بولۇپ، سىرتتا قارىتا يۆنەلگەنلىكىنى؛ «⊗» توكنىڭ قەغەز يۈزىگە تىك بولۇپ، ئىچىگە قارىتا يۆنەلگەنلىكىنى ئىپادىلەيدۇ.)



15. 18 ـ رەسىم

(2) 15. 3 ـ رەسىمدىكى تەجرىبە ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.

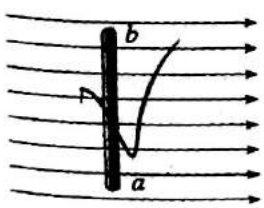
(3) توكلۇق بىر بۆلەك تۈز ئۆتكۈزگۈچنى ماگنىت مەيدانىغا قويغاندا، ئۆتكۈزگۈچ ئامپېر كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرايدۇ. ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ھەققىدە تۆۋەندىكى ئىپادىلىشىلاردىن توغرىسى: $B=\frac{F}{IL}$.

① ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى چوقۇم ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش بولىدۇ.

② ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى چوقۇم ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ، ئەمما توكنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولۇشى ناتايىن.

③ ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى چوقۇم توكنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ، ئەمما ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولۇشى ناتايىن.

④ ئامپېر كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ھەم ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك، ھەم توكنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ.



15. 19 ـ رەسىم

(4) بىر كىشى $B=F/(IL)$ غا ئاساسەن مۇنداق دەپ ئوتتۇرىغا قويغان: ماگنىت مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B ماگنىت مەيدان كۈچى F قا ئوڭ تاناسىپ، توك كۈچى I بىلەن ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى L نىڭ كۆپەيتمىسى IL غا تەتۇر تاناسىپ بولىدۇ. بۇنداق ئېيتىلىشتا قانداق مەسىلە بار؟ خاتالىق نەدە؟

(5) 2m ئۇزۇنلۇقتىكى تۈز ئۆتكۈزگۈچتىن 1A توك ئۆتۈۋاتقان بولۇپ، ئۇ ماگنىت مەيدانىنىڭ

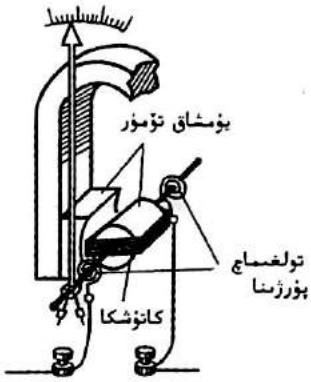
$F=BIL=0.2\times1\times2=0.4N$.

يۇنىلىشىگە تىك ھالدا $B = 0.2T$ لىق تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بولسا، بۇ ئۆتكۈزگۈچ ئۇچرىغان ئامپېر كۈچى قانچىلىك؟

(6) ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى $4.0\times10^{-2}T$ بولغان تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت مەيدانىنىڭ يۇنىلىشىگە تىك، ئۇزۇنلۇقى 8cm بولغان توكلۇق تۈز ئۆتكۈزگۈچ ab بار (19.15 - رەسىم). توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ ab ئۇچرىغان ئامپېر كۈچى $1.0\times10^{-2}N$ بولۇپ، يۇنىلىشى قەغەز يۈزىگە تىك ھالدا ئوقۇرمەنگە قارىتا بولسا، ئۆتكۈزگۈچتىكى توكنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ۋە يۇنىلىشىنى تېپىڭ.

(7) ئېكۋاتوردا، يەرنىڭ ماگنىت مەيدانىنى جەنۇب - شىمال يۇنىلىشىنى بويلىغان تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى دەپ قاراشقا بولىدۇ، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى $0.50\times10^{-4}T$. ئەگەر ئېكۋاتوردا شەرق - غەرب يۇنىلىشىنى بويلىغان بىر تال تۈز ئۆتكۈزگۈچ بار بولۇپ، ئۇنىڭ ئۇزۇنلۇقى 20m ، ئۇنىڭغا شەرقتىن غەربكە قارىتا بولغان 30A لىق توك يۆكلەنگەن بولسا، يەر ماگنىت مەيدانىنىڭ بۇ ئۆتكۈزگۈچكە بولغان تەسىر كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟ يۇنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

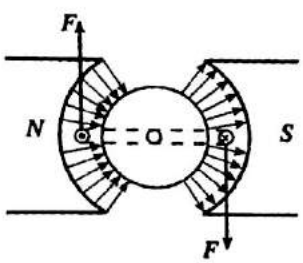
§3 . ئامپېرمېتىرنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى



15. 20 - رەسىم. ئامپېرمېتىرنىڭ تۈزۈلۈشى

ئامپېرمېتىر توكنىڭ كۈچلۈك - ئاجىزلىقى ۋە يۇنىلىشىنى ئۆلچەيدىغان ئېلېكتر ئەسۋابى. تەجرىبىدە دائىم ئىشلىتىلىدىغان ئامپېرمېتىر ماگنىت ئېلېكترلىك ئەسۋابتىن ئىبارەت. بۇ خىل ئامپېرمېتىرنىڭ تۈزۈلۈشى 15. 20 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. ① ناھايىتى كۈچلۈك بىر تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ② ئىككى قۇتۇپىنىڭ ئارىسىغا سىلىندىر شەكىللىك بىر تۆمۈر ئۆزەك مۇقىملاشتۇرۇلغان. ③ ئۆزەك سىرتىغا ئوق بويىچە ئايلىنالايدىغان بىر ئاليۇمىن رامكا قاپلانغان. ④ ئاليۇمىن رامكىغا كاتۇشكا ئورالغان. ⑤ ئاليۇمىن رامكىنىڭ ئايلىنىش ئوقىغا تولغىماچ ئىككى پۈرژىنا ۋە بىر ئىستىرېلكا ئورنىتىلغان. كاتۇشكىنىڭ ئىككى ئۇچى ئايرىم - ئايرىم ھالدا بۇ ئىككى تولغىماچ پۈرژىنىغا ئۇلانغان بولۇپ، ئۆلچەنىدىغان توك بۇ ئىككى پۈرژىنا ئارقىلىق كاتۇشكىغا كىرىدۇ.

تاقىسىمان ماگنىت بىلەن تۆمۈر ئۆزەكنىڭ ئارىسىدىكى ماگنىت مەيدانى تەكشى ھالدا ئېنى بويىچە تارقىلىدۇ (15. 21 - رەسىم)، توكلۇق كاتۇشكىنىڭ مەيلى قانداق بۇلۇڭغىچە ئايلانىشىدىن قەتئىينەزەر، ئۇنىڭ تەكشىلىكى ھەمىشىدىلا ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا پاراللېل بولىدۇ. كاتۇشكىدىن توك ئۆتكەندە، كاتۇشكىنىڭ تۆمۈر سىلىندىرنىڭ ئوق سىزىقىغا پاراللېل بولغان ئىككى تەرەپى ئوخشاشلا ئامپېر كۈچىگە ئۇچرايدۇ (15. 21 - رەسىم) ، بۇ ئىككى كۈچ ھاسىل قىلغان كۈچ مومېنتى كاتۇشكىنى ئايلاندۇرىدۇ. كاتۇشكا ئايلانغاندا، تولغىماچ پۈرژىنا تولغىنىپ، كاتۇشكىنىڭ ئايلىنىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدىغان بىر كۈچ مومېنتىنى ھاسىل قىلىدۇ، بۇنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى كاتۇشكىنىڭ ئايلىنىش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ-كىچىكلىكىگە چوڭ-كىچىكلىكى بويىچە ئۆزگىرىدۇ. كاتۇشكىنىڭ ئايلىنىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدىغان بۇنداق كۈچ مومېنتى چوڭ ئامپېر كۈچى ھاسىل قىلغان كاتۇشكىنى ئايلاندۇرىدىغان كۈچ مومېنتى بىلەن تەڭپۇڭلاشقاندا، كاتۇشكا ئايلىنىشتىن توختايدۇ.



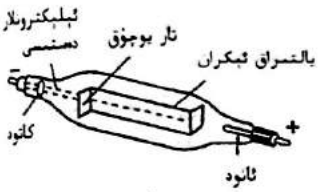
15. 21 - رەسىم

ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا قارىتا تەسىر كۈچى توك بىلەن ئوك تاناسىپ بولىدۇ. شۇ سەۋەبتىن، كاتۇشكىدىكى توك قانچە چوڭ بولسا، ئامپېركۈچى ھاسىل قىلغان كۈچ مومېنتىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ - دە، كاتۇشكا بىلەن ئىستىرېلكىنىڭ ئايلىنىش (ئېغىش) بۇلۇڭىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ، شۇڭا ئىستىرېلكىنىڭ ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىگە ئاساسەن ئۆلچىنىدىغان توكنىڭ كۈچلۈك-ئاجىزلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ.

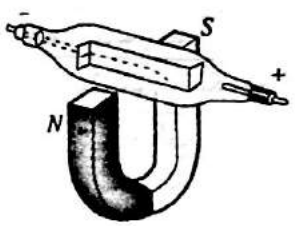
كاتۇشكىدىكى توكنىڭ يۆنىلىشى ئۆزگەرگەندە، ئامپېر كۇچىنىڭ يۆنىلىشى بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. دە، ئىستېرىلكىنىڭ ئېغىش يۆنىلىشىمۇ بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن ئىستېرىلكىنىڭ ئېغىش يۆنىلىشىگە ئاساسەن ئۆلچىنىدىغان توكنىڭ يۆنىلىشىنى بىلىشكە بولىدۇ.

ماگنىت ئېلېكتىرىك ئۆلچەش ئەسۋابىنىڭ ئارتۇقچىلىقى شۇكى، ئۇنىڭ سەزگۈرلۈكى يۇقىرى بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق ناھايىتى ئاجىز توكلارنى ئۆلچەشكە بولىدۇ؛ كەمچىلىكى شۇكى، كاتۇشكا قىلىپ ئورىلىدىغان ئۆزەكنىڭ سىم ناھايىتى ئىنچىكە بولۇپ، ئۇنىڭدىن ئۆتىدىغان يول قويۇلىدىغان توك ناھايىتى ئاجىز (نەچچە ئون مىكرو ئامپېردىن نەچچە مىللىئامپېرغىچە) بولىدۇ. ئەگەر ئۆتكەن توك يول قويۇلىدىغان قىممىتىدىن ئېشىپ كەتسە، ئاسانلا كۆيۈپ كېتىدۇ. ئۇنى ئىشلەتكەندە بۇ نۇقتىغا ئالاھىدە دىققەت قىلىشىمىز لازىم.

§ 4 . ماگنىت مەيدانىنىڭ ھەرىكەتتىكى زەرەتكە بولغان تەسىرى



A



B

15. 22 ـ رەسىم. ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى ئېغىشى

ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا قارىتا تەسىر كۈچى بولىدۇ، توك زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ. شۇڭا بىز تەبىئىي ھالدا مۇنداق ئويغا كېلىشىمىز مۇمكىن: بۇ كۈچ ھەرىكەتتىكى زەرەتكە تەسىر قىلىدىغان كۈچ بولۇشى مۇمكىن، توكلۇق ئۆتكۈزگۈچكە تەسىر قىلغان ئامپېر كۈچى ھەرىكەتتىكى زەرەتلەرگە تەسىر قىلغان كۈچلەرنىڭ ماكرولۇق ئىپادىلىنىشى بولۇشىمۇ مۇمكىن.

بۇ قىياسىمىزنى تەكشۈرۈش ئۈچۈن، بىر تەجرىبە ئىشلەپ كۆرەيلى. 15. 22 ـ رەسىمدە ھاۋاسى تارتىلىپ ئىچى ۋاكۇئۇم قىلىنغان ئېلېكترون نۇر تۈرۈپكىسى كۆرسىتىلگەن. كاتودتىن چىققان ئېلېكترونلار دەستىسى كاتود بىلەن ئانودنىڭ ئارىسىدىكى يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ تەسىرىدە لېنتا شەكىللىك يالتىراق ئېكرانغا سوقۇلۇپ چاقنايدۇ، شۇنىڭ بىلەن ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ ھەرىكەت ئىزىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، سىرتقى ماگنىت مەيدانى بولمىغاندا، ئېلېكترونلار دەستىسى تۈز سىزىق بويىچە ئالغا ئىلگىرىلەيدۇ (15. 22 ـ رەسىم A). ئەگەر نۇر تۈرۈپكىسى تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىغا قويۇلسا، يالتىراق ئېكراندا كۆرۈنگەن ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ ھەرىكەت ئىزىدا ئېغىش يۈز بېرىدۇ (15. 22 ـ رەسىم B). بۇ شۇنى روشەنلەشتۈرۈپ بېرىدۇكى، ھەرىكەتتىكى زەرەتلەر ھەقىقەتەن ماگنىت مەيدانىنىڭ تەسىر كۈچىگە ئۇچرايدۇ. بۇ كۈچ ئادەتتە لورېنتس كۈچى دەپ ئاتىلىدۇ. گوللاندىيە فىزىكا ئالىمى لورېنتس (1928 ـ 1853) ھەرىكەتتىكى زەرەتلەر ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ ۋە ماگنىت مەيدانىنىڭ ھەرىكەتتىكى زەرەتلەرگە قارىتا كۈچ تەسىرى بولىدۇ دېگەن نۇقتىئىنەزەرنى تۇنجى بولۇپ ئوتتۇرىغا قويغان. ئۇنى خاتىرىلەش ئۈچۈن، كىشىلەر بۇ خىل كۈچنى لورېنتس كۈچى دەپ ئاتىغان.

لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشى لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشىنىمۇ سول قول قائىدىسى ئارقىلىق ئېنىقلىغىلى بولىدۇ: سول قولىمىزنى ئېچىپ، باش بارمىقىمىز بىلەن قالغان تۆت بارمىقىمىزنى تىك ھەم ئوخشاش بىر تەكشىلىكتە ياتىدىغان قىلىپ، قولىمىزنى ماگنىت كۈچ سىزىقلىرى ئالقىنىمىزنى تىك تېشىپ ئۆتىدىغان ھەم تۆت بارمىقىمىزنى مۇسبەت زەرەتنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىنى كۆرسىتىدىغان قىلىپ ماگنىت مەيدانىغا قويساق، باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش مۇسبەت زەرەت ئۇچرايدىغان لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ. ھەرىكەتتىكى مەنپىي زەرەت ماگنىت مەيدانىدا ئۇچرىغان لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشى مۇسبەت زەرەت ئۇچرىغان كۈچنىڭ يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ.

لورېنتس كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى ئەمدى لورېنتس كۈچىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكىنى ئېنىقلايلى. ئۇزۇنلۇقى L بولغان توكلۇق بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنىڭ توغرا كەسمە يۈزى S ، بىرلىك ھەجىمدىكى ئەركىن زەرەتلەرنىڭ سانى n ، ھەربىر ئەركىن زەرەتنىڭ زەرەت مىقدارى q ، يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىنىڭ ئوتتۇرىچە سۈرئىتى v بولسۇن. ئون تۆتىنچى باب 1 - پاراگرافتىكى «مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە» دىن مەلۇمكى، ئۆتكۈزگۈچتىكى توك $I = nqvS$ بولىدۇ. بۇ ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B بولغان ماگنىت مەيدانىغا ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك ھالدا قويۇلغاندا، ئۈچرايدىغان ئامپېر كۈچى $F_A = ILB$ بولىدۇ، $I= nqvS$ نى يۇقىرىقى فورمۇلىغا قويساق، $F_A=(nqvS) LB$ كېلىپ چىقىدۇ، ئامپېر كۈچى F_A نى ھەربىر زەرەتكە تەسىر قىلغان لورېنتس كۈچى F لارنىڭ يىغىندى كۈچى دەپ قارىشاقا بولىدۇ. بۇ بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچتىكى ھەربىر زەرەتلەر سانى nLS ، شۇنىڭ ئۈچۈن $F = \frac{F_A}{nLS}$ ، بۇنىڭدىن تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$F = qvB$$

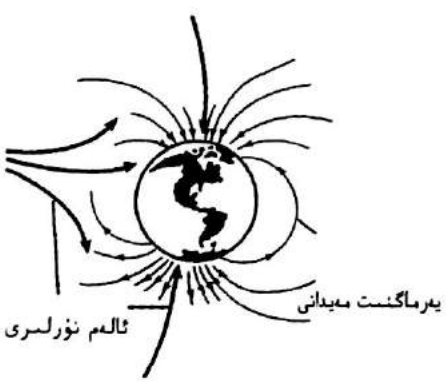
فورمۇلىدىكى ھەرقايسى مىقدارنىڭ بىرلىكى ئايرىم - ئايرىم N ، C ، s / m ، T .

دېمەك، زەرەت ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك ھالدا ھەربىر قىلغاندا، ماگنىت مەيدانىنىڭ ھەربىر زەرەتكە بولغان لورېنتس كۈچى F زەرەت مىقدارى q ، زەرەتنىڭ سۈرئىتى v ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B دىن ئىبارەت ئۈچىنىڭ كۆپەيتمىسىگە تەڭ بولىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

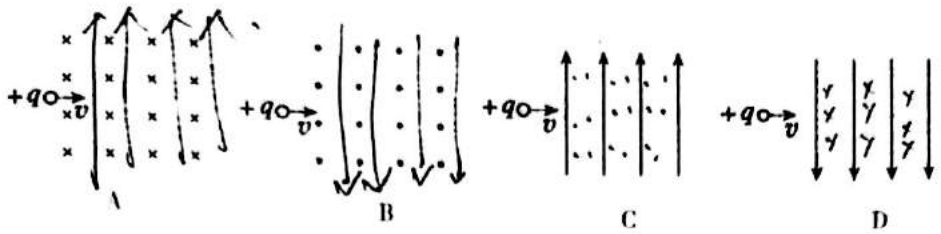
زەرەتلىك زەررىچە ماگنىت مەيدانىدا ھەربىر قىلغاندا، لورېنتس كۈچى زەرەتلىك زەررىچىگە قارىتا ئىش ئىشلەمدۇ؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

ھەربىر زەرەت ماگنىت مەيدانىدا لورېنتس كۈچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىغاندا، ئۇنىڭ ھەربىر يۆنىلىشىدە ئېغىش يۈز بېرىدۇ. بۇ بىر نۇقتا يەر شارىدىكى ھاياتلىققا نىسبەتەن ئېيتقاندا ئىنتايىن مۇھىم ئەھمىيەتكە ئىگە. قۇياش ياكى يۇلتۇزلاردىن ھەر دائىم كۆپ مىقداردا يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەر ئېقىمى قويۇپ بېرىلىدۇ، بۇلار ئالەم نۇرلىرى دەپ ئاتىلىدۇ. ئەگەر بۇ يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەر ئېقىمىنىڭ ھەممىسى يەر شارىغا يېتىپ كەلسە، يەر شارىدىكى جانلىقلارغا زىيان يەتكۈزىدۇ. بەختكە يارىشا، يەر شارى ئەتراپىدا يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى مەۋجۇت بولغاچقا، يەرنىڭ ماگنىت مەيدانى ئالەم نۇرلىرىدىكى زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ ھەربىر يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتىۋېتىپ، ئالەم نۇرلىرىغا قارىتا بەلگىلىك توسۇش رولىنى ئويناىدۇ (15. 23 - رەسىم).



15. 23 - رەسىم

(1) 15. 24 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىغا ئەمدىلا كىرگەن چاغدىكى ئۈچرىغان لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشىگە ھۆكۈم قىلىڭ.



15. 24 ـ رەسىم

(2) بىر زەرەت Q مەلۇم بىر تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت مەيدان يۇنىلىشىگە تىك ھالدا چەمبەر بويلىما ھەربىر قىلغان بولسا، تۆۋەندىكى بىرنەچچە خىل ئېيتىلىشنىڭ توغرا ـ خاتالىقىغا ھۆكۈم قىلىڭ ھەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

① تېزلىكىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئوخشاش بولسىلا، ئۇچرايدىغان لورېنتس كۈچى ئوخشاش بولىدۇ.

② تېزلىكىنى ئۆزگەرتمەي، زەرەت Q نى Q ـ غا ئۆزگەرتسەك، لورېنتس كۈچىنىڭ يۇنىلىشى ئەكس يۇنىلىشتە بولىدۇ، ئەمما چوڭ ـ كىچىكلىكى ئۆزگەرمەيدۇ.

③ ئەگەر تېزلىكىنى ئۆزگەرتمەي، B نى ئەكس يۇنىلىشلىك قىلساق، لورېنتس كۈچىنىڭ يۇنىلىشى ئەكس يۇنىلىشتە بولىدۇ، ئەمما چوڭ ـ كىچىكلىكى ئۆزگەرمەيدۇ.

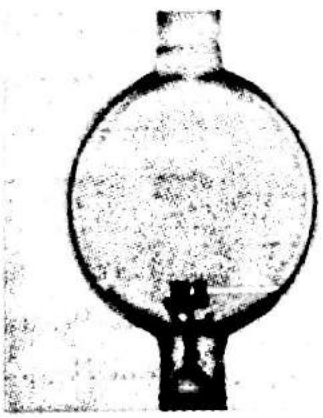
(3) ئېلېكترون $v = 3.0\times10^{6}\mathrm{m/s}$ سۈرئىتتە $B = 0.10\mathrm{T}$ بولغان تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ئېتىلىپ كىرگەن بولسا، ئۇ ئۇچرىغان لورېنتس كۈچى قانچىلىك بولىدۇ؟

$F = qvB = 1.6\times10^{-19}\times0.1\times3\times10^{6}\ \mathrm{N}$

$F = 4.8\times10^{-14}\ \mathrm{N}$.

§5 . زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى ھەرىكىتى ۋە ماسسا سپېكتروگرافى

ھەرىكەت ئوربىتىسى تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ئېتىلىپ كىرگەن زەرەتلىك زەررىچە لورېنتس كۈچى $F = qvB$ نىڭ تەسىرىدە ئەسلىدىكى ھەرىكەت يۇنىلىشىدىن ئېغىشىدۇ. ئۇنداق بولسا بۇ زەررە-چىنىڭ ھەرىكەت ئوربىتىسى (يول ئىزى) قانداق بولىدۇ؟



A . ماگنىت مەيدانى مەۋجۇت بولمىغاندا ئېلېكترون تۇز سىزىق بويىچە ھەرىكەت قىلىدۇ



B . ماگنىت مەيدانى مەۋجۇت بولغاندا ئېلېكترون چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىدۇ

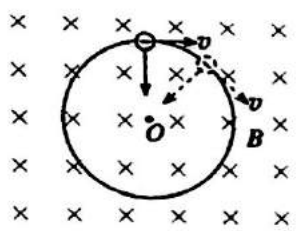
15. 25 ـ رەسىم. زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدىكى چەمبەر بويلىما ھەرىكىتى

ئەمدى بىز تۆۋەندىكى تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرەيلى. تەجرىبىدە ئىشلىتىلىدىغان ئەسۋاب 15. 25 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، ئۇ ئالاھىدە ياسالغان بىر خىل ئېلېكترون نۇر تۈرۈپكىسىدىن ئىبارەت، بۇنىڭدا

ئېلېكترون مىلتىقىدىن چىققان ئېلېكترون نۇرى تۇرۇپكىدىكى تۆۋەن بېسىملىق سىماب ھورى (ياكى ھىدرو-گېن) نى نۇرلاندۇرىدۇ ـ دە، ئېلېكترونلارنىڭ يول ئىزى كۆرۈنىدۇ. قارا ئاغۇ كامېرا ئىچىدە شۇنى ئېنىق كۆرۈشكە بولىدۇكى، ماگنىت مەيدانىنىڭ تەسىرى بولمىغاندا، ئېلېكترونلارنىڭ يول ئىزى توز سىزىق بولىدۇ؛ تۇرۇپكا سىرتىغا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى قوشۇلسا (بۇ ماگنىت مەيدانى پاراللېل بولغان ھالقا شەكىللىك ئىككى تال توكلۇق كاتۇشكىدىن ھاسىل قىلىنىدۇ)، ئېلېكترونلارنىڭ ئوربىتىسى ئېگىلىپ چەمبەر شەكىللىك بولىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

زەررىچىنىڭ ھەرىكەت ئوربىتىسى نېمە ئۈچۈن چەمبەر شەكىللىك بولىدۇ؟ ساۋاقداشلار ئۆگەنگەن كىنېماتىكا ۋە دىنامىكا ھەققىدىكى بىلىملەردىن پايدىلىنىپ ئىسپاتلاپ كۆرگەندىن كېيىن، ئاندىن تۆۋەندىكى تېكىستنى ئوقۇسا بولىدۇ.



15. 26 ـ رەسىم. لورېنتس كۈچى زەرەتلىك زەررىچىنى چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلدۇرىدۇ

تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ئېتىلىپ كىرگەن زەرەتلىك زەررىچىنىڭ دەسلەپكى تېزلىكى بىلەن ئۇ ئۈچرىغان لورېنتس كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغان تەكشىلىك ئىچىدە بولۇپ، ھېچقانداق كۈچ زەررىچىنى بۇ تەكشىلىكتىن ئايرىۋېتەلمەيدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن زەررىچە پەقەت مۇشۇ تەكشىلىكتىلا ھەرىكەت قىلىدۇ. لورېنتس كۈچى ھامان زەررىچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك بولغاچقا، زەررىچىگە قارىتا ئىش ئىشلىمەيدۇ، ئۇ پەقەت زەررىچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتىپ، زەررىچىنىڭ سۈرئىتىنى ئۆزگەرتمەيدۇ، شۇڭا زەررىچىنىڭ ھەرىكەت قىلىش سۈرئىتى v تۇراقلىق بولىدۇ. بۇ چاغدا لورېنتس كۈچى $F = qvB$ نىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئۆزگەرمەيدۇ، يەنى زەرەتلىك زەررىچە چوڭ ـ كىچىكلىكى ئۆزگەرمەيدىغان، يۆنىلىشى ھامان زەررىچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىگە تىك بولغان كۈچكە ئۇچرايدۇ، شۇڭا زەرەتلىك زەررىچە چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ (15. 26 ـ رەسىم) ، ئۇنىڭ مەركەزگە ئىنتىلمە كۈچى لورېنتس كۈچىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

ئورېنتا رادىئۇسى ۋە دەۋرى ماسسىسى m ، زەرەت مىقدارى q ، سۈرئىتى v بولغان زەرەتلىك بىر زەررىچىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىش ئورېنتسىنىڭ رادىئۇسى r قانچىلىك چوڭلۇقتا بولىدۇ؟

زەررىچىنىڭ چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىشى ئۈچۈن كېرەك بولىدىغان مەركەزگە ئىنتىلمە كۈچ $F = \frac{mv^2}{r}$ نى زەررىچە ئۈچرىغان لورېنتس كۈچى تەمىنلەپ بېرىدۇ، شۇڭا

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

بۇنىڭدىن تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$^{1}_{1}P$ $m_P = m$ $q_P = e$

$^{3}_{1}H$ $m_A = 3m$ $q_H = e$

$^{2}_{1}H$ $m_A = 2m$ $q_H = e$

$^{4}_{2}He$ $m_{AC} = 4m$ $q_{HC} = 2e$

يۇقىرىقى فورمۇلا بىزگە شۇنى ئېنىقلىپ بېرىدۇكى، تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلغان زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ئورېنتسىنىڭ رادىئۇسى بۇ زەررىچىنىڭ ھەرىكەت سۈرئىتىگە ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. ھەرىكەت سۈرئىتى قانچە چوڭ بولسا، ئورېنتسىنىڭ رادىئۇسىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

يۇقىرىقى فورمۇلىدىن پايدىلىنىپ زەرەتلىك زەررىچىنىڭ چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىش دەۋرىنى

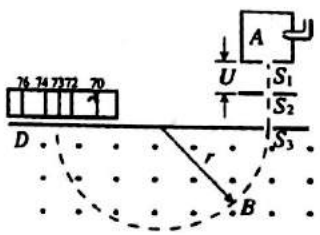
تېپىشقا بولىدۇ. $r = \frac{mv}{qB}$ نى دەۋر فورمۇلىسى $T = \frac{2\pi r}{v}$ دىكى ئورنىغا قويساق تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

بۇ ئىپادە بىزگە، زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىش دەۋرىنىڭ ئوربىتا رادىئۇسى ۋە ھەرىكەت قىلىش سۈرئىتىگە مۇناسىۋەتسىز ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرىدۇ.

ھازىرغىچە بىزگە مەلۇم بولدىكى، ئېلېكتر مەيدانى زەرەتلىك زەررىچىگە تەسىر كۆرسىتىدۇ، ماگنىت مەيدانىمۇ ھەرىكەتتىكى زەرەتلىك زەررىچىگە تەسىر كۆرسىتىدۇ، ئەلۋەتتە، ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى ئورتاق مەۋجۇت بولغاندىمۇ زەرەتلىك زەررىچىگە تەسىر كۆرسىتىدۇ. بۇ بىر بىلىم ھازىرقى زامان پەن - تېخنىكىسىدا كەڭ قوللىنىلىدۇ. مەسىلەن، تېلېۋىزوردىكى كىنېسكوپ (تەسۋىر كۆرسىتىش لامپىسى)، ئېلېكترون لۇق مىكروسكوپ ۋە تۆۋەندە بىز ئۆگەنمەكچى بولغان ماسسا سپېكتروگرافى، ئايلانما تېزلەتكۈچ قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسىدە ئېلېكتر مەيدانى ۋە ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق زەرەتلەرنىڭ ھەرىكىتى كونترول قىلىنىدۇ.

[مىسال] ماسسىسى m ، زەرەت مىقدارى q بولغان زەررىچە قاچا A نىڭ تۆۋەن تەرىپىدىكى كىچىك تۆشۈك S_1 دىن ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى U بولغان تېزلەتكۈچى ئېلېكتر مەيدانىغا ئۈچۈپ كىرگەن. ئاندىن كېيىن زەررىچە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك كىرىپ گۇزۇلۇپ چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇرۇلۇپ، ئەڭ ئاخىرىدا فوتو سۈرەت نېگاتىپى (لېنتىسى) D غا ئۇرۇلغان (15. 27 ـ رەسىم) بولسا، ① زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىغا كىرگەندىكى سۈرئىتىنى تاپايلى؛ ② زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى ھەرىكەت ئوربىتىسىنىڭ رادىئۇسىنى تاپايلى.



15. 27 ـ رەسىم

تەھلىل ۋە يېشىش: زەررىچىنىڭ تېزلەتكۈچى ئېلېكتر مەيدانىغا كىرگەندىكى سۈرئىتى ناھايىتى كىچىك بولۇپ، ئۇنى نۆلگە تەڭ دەپ قاراشقا بولىدۇ، زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىغا كىرگەندىكى سۈرئىتى v ئۈنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا تېزلىتىلىپ ئېرىشكەن سۈرئىتىگە تەڭ بولىدۇ. ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى تېئورېمىسىدىن بىلىش مۇمكىنكى، زەررىچىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدا ئېرىشكەن ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ئۈنىڭغا قارىتا ئىشلىگەن ئىشىغا تەڭ بولىدۇ، يەنى

$$\frac{1}{2} mv^2 = qU$$

بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىنى يېشىپ چىقىرىشقا بولىدۇ:

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدىكى چەمبەر بويلىما ھەرىكەت ئوربىتىسىنىڭ رادىئۇسى مۇنداق بولىدۇ:

$$r = \frac{mv}{qB} = \sqrt{\frac{2mU}{qB^2}}$$

ماسسا سپېكتروگرافى 15. 27 ـ رەسىمدە، ئەگەر قاچا A دا زەرەت مىقدارلىرى ئوخشاش، ئەمما ماسسىلىرى ئازراق پەرقلىنىدىغان زەررىچىلەر بار بولسا، مىسالدىكى نەتىجىدىن بىلىش مۇمكىنكى، ئۇلار ماگنىت مەيدانىغا كىرگەندىن كېيىن ئوخشاش بولمىغان رادىئۇسلار بويىچە چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىدۇ - دە، سۈرەت نېگاتىپىنىڭ ئوخشىمىغان ئورۇنلىرىغا سوقۇلۇپ، ئۇنىڭدا سپېكتر سىزىقلىرى شەكىللەندۈرىدۇ، بۇلار ماسسا سپېكتر سىزىقلىرى دەپ ئاتىلىدۇ. ھەربىر تال سپېكتر سىزىقى مۇئەييەن بىر ماسسىغا ماس كېلىدۇ، سپېكتر سىزىقلىرىنىڭ ئورنىدىن چەمبەر ئايلانمىسىنىڭ

رادىئوسى r نى بىلگىلى بولىدۇ. ئەگەر يەنە زەرەتلىك زەررىچىنىڭ زەرەت مىقدارى q مەلۇم بولسا، ئۇنىڭ ماسسىسى ھېسابلاپ چىققىلى بولىدۇ. بۇ خىل ئەسۋاب ماسسا سپېكتروگرافى دەپ ئاتىلىدۇ. 15. 27 ـ رەسىم ماسسا سپېكتروگرافىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسىدىن ئىبارەت. ماسسا سپېكتروگرافىدىن پايدىلىنىپ مەلۇم خىل ئېلېمېنتقا نىسبەتەن ئۆلچەش ئېلىپ بېرىپ، ھەر خىل ئىزوتوپلارنىڭ ئاتوم ماسسىسىنى توغرا ئۆلچەپ چىقىلى بولىدۇ. رەسىمدە گېرمانىيېنىڭ ماسسا سپېكتر سىزىقى كۆرسىتىلگەن، سپېكتر سىزىقىدا كۆرسىتىلگەن رەقەملەر گېرمانىي ئىزوتوپلىرىنىڭ ماسسا سانىدىن ئىبارەت.

ماسسا سپېكتروگرافىنى ئەڭ دەسلەپتە تومسوننىڭ ئوقۇغۇچىسى ئاستون لايىھىلىگەن ئىدى، ئۇ ماسسا سپېكتروگرافىدىن پايدىلىنىپ ئالدى بىلەن نېئون 20 ـ گە ۋە نېئون 22 ـ نىڭ ماسسا سپېكتر سىزىقلىرىغا ئېرىشىپ، ئىزوتوپلارنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئىسپاتلىغان. كېيىن بۇ ئەسۋابنى نۇرغۇن قېتىم ئۆزگەرتىپ ياخشىلىغاچقا، ئۇ ئىنتايىن نازۇك ئەسۋابقا ئايلانغان. ئۇ، زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ ماسسىسىنى ئۆلچەشتە ۋە ئىزوتوپلارنى تەھلىل قىلىشتا ئىشلىتىلىدىغان مۇھىم قورالدۇر.

4 ـ مەشىق

(1) ئېلېكترون $1.6\times10^{6}\mathrm{m/s}$ سۈرئەتتە $B=2.0\times10^{-4}\mathrm{T}$ بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ئېتىلىپ كىرگەن بولسا، ئېلېكترونىنىڭ چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىش ئوربىتا رادىئۇسى ۋە دەۋرىنى تېپىڭ.

(2) ئېلېكترونىنىڭ $B=7.0\times10^{-4}\mathrm{T}$ بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ئېتىلىپ كىرىپ، چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلغان ئوربىتا رادىئۇسى $3.0\times10^{-2}\mathrm{m}$ بولسا، بۇ ئېلېكترونىنىڭ ھەرىكەت سۈرئىتىنى تېپىڭ.

(3) تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا، ئىككى دانە ئېلېكترون ئايرىم ـ ئايرىم سۈرئەت v ۋە $2v$ تېزلىك بويىچە ماگنىت مەيدانىغا تىك يۆنىلىشتە ھەرىكەت قىلغان بولسا، قايسى ئېلېكترون ئەسلىدىكى چىقىش نۇقتىسىغا بالدۇر قايتىپ كېلىدۇ؟

(4) پروتون ۋە بىر ۋالېنتلىق ناترىي ئىئونى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا ئوخشاش بىر تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك كىرىپ چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلغان. ئەگەر ئۇلارنىڭ چەمبەر بويلىما ھەرىكىتىنىڭ رادىئۇسلىرى دەل ئۆزئارا تەڭ بولسا، بۇ، ئۇلار ئەمدىلا ماگنىت مەيدانىغا كىرگەندە (B) بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ.

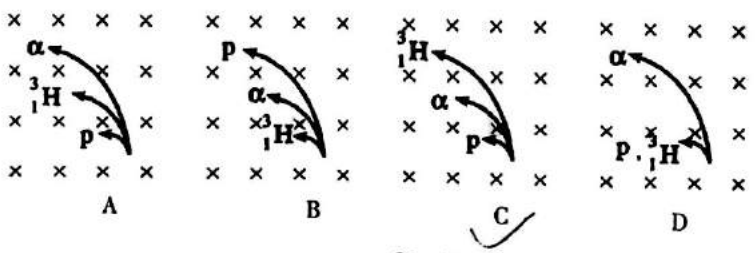
A . سۈرئەتلىرى ئۆزئارا تەڭ.

B . ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ چوڭلۇقى ئۆزئارا تەڭ.

C . ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرى ئۆزئارا تەڭ.

D . ماسسىلىرى ئۆزئارا تەڭ.

(5) ئۈچ دەستە زەررىچە بار بولۇپ، ئۇلار ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا پروتون (p) ، تريتىي يادروسى ($^{3}_{1}\mathrm{H}$) ۋە $^{4}_{2}\mathrm{He}$ زەررىچىسىدىن ئىبارەت. ئۇلار ئوخشاش تېزلىكتە ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك ھالدا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا كىرسە (15. 28 ـ رەسىم)، تۆۋەندىكى تۆت رەسىم ئىچىدە قايسى رەسىمدە بۇ ئۈچ زەررىچىنىڭ ھەرىكەت ئوربىتىسى (يول ئىزى) توغرا ئىپادىلەنگەن؟ تريتىي يادروسىنىڭ ماسسىسى تەخمىنەن پروتون ماسسىسىنىڭ ئۈچ ھەسسىسى بولۇپ، بىر دانە ئېلېمېنتار مۇسبەت زەرەتكە ئىگە. α زەررىچە، يەنى گېلىي يادروسىنىڭ ماسسىسى تەخمىنەن پروتون ماسسىسىنىڭ تۆت ھەسسىسى بولۇپ، ئىككى دانە ئېلېمېنتار مۇسبەت زەرەتكە ئىگە.

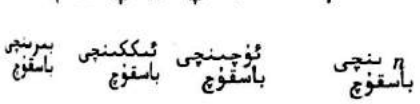


15. 28 ـ رەسىم

§6 . ئايلانما تېزلەتكۇچ

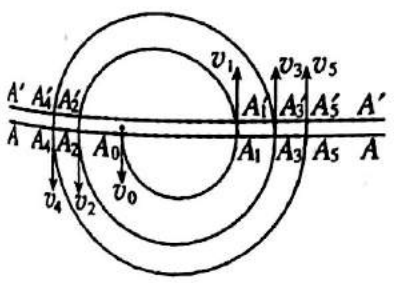
ھازىرقى زامان فىزىكىسىدا، كىشىلەر يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەردىن پايدىلىنىپ ھەر خىل ئاتوم يادروسىنى بومباردىمان قىلىپ، ئۇلارنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى كۆزىتىدۇ. قانداق قىلغاندا تەجرىبىخانىدا يۇقىرى ئېنېرگىيىلىك زەررىچىلەرنى كۆپ مىقداردا ھاسىل قىلغىلى بولىدۇ؟ بۇ يەردە دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل تەجرىبە ئۇسكۇنىسى ——— تېزلەتكۈچنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

بىز ئېلېكتر مەيدانىدىن پايدىلىنىپ زەررىچىنى تېزلەتكىلى بولىدىغانلىقىنى ئۆگىنىپ ئۆتتۇق. دەسلەپ ياسالغان تېزلەتكۈچتە يۇقىرى بېسىملىق توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىدىن پايدىلىنىپ زەررىچە تېزلىتىلگەنىدى. بۇ خىل تېزلەتكۈچ ئەمەلىيەتتە يېتىشكە بولىدىغان ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسىنىڭ چەكلىمىسىگە ئۇچرايدىغان بولغاچقا، زەررىچە ئېرىشىدىغان ئېنېرگىيە ئانچە يۇقىرى بولماي، ئارانلا نەچچە يۈزمىڭ ئېلېكترون ۋولتتىن نەچچە مېگا ئېلېكترون ۋولتقىچە بولىدۇ. زەررىچىنىڭ ئېنېرگىيىسىنى يۇقىرى كۆتۈرۈش ئۈچۈن، زەررىچىنى كۆپ قېتىملاپ ئېلېكتر مەيدانىدىن ئۆتكۈزۈپ تېزلىتىش كېرەك، دېگەن قىياسنى قىلىشقا بولىدۇ، بۇ قائىدىگە ئۇيغۇن كېلىدىغان بىر پىكىر. ئەمما بۇ قىياسنى ئەمەلگە ئاشۇرۇش ئۈچۈن، ناھايىتى ئۈزۈن بىر تەجرىبە قۇرۇلمىسىنى قۇرۇش كېرەك، بۇنىڭدا كۆپ باسقۇچلۇق تېزلىتىدىغان ئېلېكتر مەيدانىنى ئۆز ئىچىگە ئالغان قۇرۇلما بولۇشى كېرەك (15. 29 ـ رەسىم). كىچىكرەك بوشلۇق دائىرە ئىچىدە زەررىچىنى كۆپ قېتىم ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تېزلىتىشىگە ئۈچرىتقىلى بولامدۇ؟ 1932 ـ يىلى ئامېرىكا فىزىكا ئالىمى لاۋرېنس ئايلانما تېزلەتكۈچنى كەشىپ قىلىپ، زەررىچىنىڭ ئېلېكتر مەيدانىدىكى ھەرىكەت ئالاھىدىلىكىدىن ماھىرلىق بىلەن پايدىلىنىپ بۇ مەسىلىنى ھەل قىلىدى.



15. 29 ـ رەسىم

ئايلانما تېزلەتكۈچنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى 30.15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلدى. A_0 ئورۇنغا قويۇلغان زەررىچىلەر مەنبەسىدىن چىققان مۇسبەت زەررىچىلەر بىر زەررىچە مەلۇم بىر v_0 سۈرئەت بويىچە تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا تىك ھالدا كىرىپ، ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلغان، يېرىم دەۋر ئۆتۈپ، بۇ زەررىچە يېرىم چەمبەر يايى A_0A_1 نى بويلاپ A_1 غا يېتىپ كەلگەندە، A_1A_1' ئورۇندا يۇقىرىغا قارىتا يۇنىلگەن بىر ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىش ئارقىلىق بۇ زەررىچىنى A_1A_1' ئورۇندا ئېلېكتر مەيدانىنىڭ بىر قېتىملىق تېزلىتىشىگە ئىگە قىلىمىز، بۇ چاغدا سۈرئەت v_0 دىن ئېشىپ v_1 بولىدۇ. ئاندىن زەررىچە ماگنىت مەيدانىدا v_1 سۈرئەتتە چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ. بىزگە مەلۇم، زەررىچىنىڭ ئوربىتا رادىئۇسى بىلەن ئۇنىڭ سۈرئىتى ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ، شۇڭا زەررىچە رادىئۇسى چوڭايغان چەمبەرنى بويلاپ چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىدۇ. يەنە يېرىم دەۋر ئۆتكەندىن كېيىن، زەررىچە يېرىم چەمبەر يايى $A_1'A_2'$ نى بويلاپ A_2' غا يېتىپ كەلگەندە، $A_2'A_2$ ئورۇندا تۆۋەنگە قارىتا

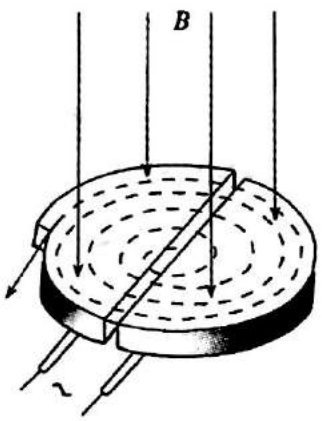


15. 30 ـ رەسىم. ئايلانما تېزلەتكۈچنىڭ پرىنسىپى

$E_m = \frac{q^2B^2R^2}{2m}$

يۇنەلگەن بىر ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىش ئارقىلىق زەررىچىنى يەنە بىر قېتىم ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تېزلىتىشىگە ئىگە قىلىمىز، بۇ چاغدا سۈرئەت ئېشىپ v_2 بولىدۇ. مۇشۇنداق داۋاملاشتۇرساق، زەررىچە ھەر قېتىم A_3A_3', A_1A_1' قاتارلىق ئورۇنلارغا ھەرىكەت قىلىپ كەلگەندە، ئۇ يۇقىرىغا يۇنەلگەن بىر ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تېزلىتىشىگە ئۇچرايدۇ ـ دە، زەررىچە ھەر قېتىم ھەرىكەتلىنىپ A_2A_2'، A_1A_1' قاتارلىق ئورۇنلارغا يېتىپ كەلگەندە تۇۋۇنگە قارىتا يۇنەلگەن بىر ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تېزلىتىشىگە ئۇچرايدۇ، زەررىچە رەسىمدە كۆرسىتىلگەن بۇرمىسىمان (سفېرال) سىزىق، $A_0A_1A_1' A_2' A_2$.... نى بويلاپ ئايلىنىپ چىقىدۇ ـ دە، سۈرئىتى قەدەممۇقەدەم ئاشىدۇ.

زەرەتلىك زەررىچىنىڭ تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلىش دەۋرى $T = 2\pi m/(qB)$ ھەرىكەت سۈرئىتى ۋە ئوربىتا رادىئۇسىغا مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ. مۇئەييەن زەرەتلىك زەررىچە بىلەن مۇئەييەن ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا، بۇ دەۋر تۇراقلىق بولىدۇ. شۇڭا گەرچە زەررىچىنىڭ سۈرئىتى بىلەن رادىئۇسى ھەر قېتىملاپ ئېشىپ بارسىمۇ، ئەمما ھەرىكەت دەۋرى T باشتىن ـ ئاخىر ئۆزگەرمەيدۇ، شۇنداق قىلىپ، ئەگەر تۇز سىزىق AA، $A'A'$ لاردا بىر ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر مەيدانى ھاسىل قىلىپ، ئۇنىمۇ ئوخشاش دەۋر T بويىچە قايتىلىما ئۆزگىرىدىغان قىلساق، زەررىچىنىڭ ھەر قېتىم تۇز سىزىق AA ۋە $A'A'$ لاردىن ئۆتكەندە مۇۋاپىق ئېلېكتر مەيدانىنىڭ يۇنىلىشىگە ئەل ئۇلگۇرۇپ تېزلىنىدىغانلىقىغا كاپالەتلىك قىلغىلى بولىدۇ.



15. 31 ـ رەسىم. ئايلانما تېزلەتكۈچنىڭ D شەكىللىك قۇتىسى

ئايلانما تېزلەتكۈچنىڭ يادرو قىسمى D شەكىللىك ئىككى دانە مېتال ياپىلاق قۇتىدىن ئىبارەت (15. 31 ـ رەسىم) . بۇ ئىككى دانە D شەكىللىك قۇتا خۇددى چەمبەر شەكلىدىكى بىر مېتال قۇتىنى دېئامېتىرى بويىچە كېسىپ ئىككى پارچىغا ئايرىپ قويغاندەك تۇرىدۇ. بۇ ئىككى D شەكىللىك قۇتىنىڭ ئارىسىدا بىر تار يوچۇق بار بولۇپ، ئۇنىڭ مەركىزىگە يېقىن ئورۇنغا زەررىچە مەنبەسى قويۇلىدۇ. D شەكىللىك قۇتا ۋاكۇئۇملۇق قاچىغا ئورنىتىلىپ، پۈتۈن قۇرۇلما غايەت زور بولغان ئېلېكتروماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىغا قويۇلىدۇ ـ دە، ماگنىت مەيدانىنىڭ يۇنىلىشى D شەكىللىك قۇتىنىڭ تۇۋىگە تىك بولىدۇ. ئىككى دانە D شەكىللىك قۇتىنى ئايرىم ـ ئايرىم يۇقىرى چاستوتىلىق توك مەنبەسىنىڭ ئىككى قۇتۇپىغا ئۇلىنىدۇ، ئەگەر يۇقىرى چاستوتىلىق توك مەنبەسىنىڭ دەۋرى بىلەن زەررىچىلەر مەنبەسىدىن چىققان زەرەتلىك زەررىچىنىڭ D شەكىللىك قۇتىدىكى ھەرىكەت دەۋرى ئوخشاش بولسا، زەرەتلىك زەررىچە 15. 30 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئۇزلۇكسىز تېزلىتىلىدۇ. زەرەتلىك زەررىچە D شەكىللىك قۇتىدا بۇرمىسىمان سىزىقنى بويلاپ ئاستا ـ ئاستا قۇتا لىۋىگە ئىنتىلىپ، كۆزلەنگەن سۈرئەتكە يەتكەندىن كېيىن، ئالاھىدە قۇرۇلما ئارقىلىق چىقىرىۋېلىنىدۇ.

ئايلانما تېزلەتكۈچنىڭ بارلىققا كېلىشى ئىنسانىيەتنى يۇقىرىراق ئېنېرگىيىگە ئىگە بولغان زەررىچىلەرگە ئېرىشىش جەھەتتە يەنە بىر قەدەم ئىلگىرىلەتكەچكە، 1939 ـ يىلى لاۋرېنس نوبېل فىزىكا مۇكاپاتىغا ئېرىشتى. لېكىن 30 ـ يىللارنىڭ ئاخىرقى مەزگىللىرىدە بۇ خىل كلاسسىك ئايلانما تېزلەتكۈچ ئارقىلىق پروتونىنى تېزلەتكەندە، ئەڭ يۇقىرى بولغان ئېنېرگىيە پەقەت 20 مېگا ئېلېكترون ۋولتقا يېتىپ، پروتوننىڭ ئېنېرگىيىسىنى يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ يۇقىرى كۆتۈرۈشنىڭ ناھايىتى تەس ئىكەنلىكى بايقالغان. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، زەررىچىنىڭ ئېنېرگىيىسى ناھايىتى يۇقىرى بولغاندا، ئۇنىڭ ھەرىكەت تېزلىكى يورۇقلۇق تېزلىكىگە يېقىنلىشىپ قالىدۇ، تار (خۇسۇسىي) مەنىلىك نىسپىيلىك نەزەريىسى (بۇ كېيىن تونۇشتۇرۇلىدۇ) بويىچە، بۇ چاغدا زەررىچىنىڭ ماسسىسى سۈرئەتنىڭ ئېشىشىغا ئەگىشىپ كۆرۈنەرلىك ئاشىدۇ. شۇڭلاشقا زەررىچىنىڭ ماگنىت مەيدانىدا بىر قېتىم ئايلىنىشى ئۈچۈن سەرپ بولىدىغان ۋاقىتتا ئۆزگىرىش يۈز بېرىدۇ ـ دە، ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر مەيدانىنىڭ چاستوتىسى زەررىچە ھەرىكىتىنىڭ چاستوتىسى بىلەن بىردەك بولمايدۇ، بۇنىڭ بىلەن تېزلەتكۈچنىڭ ئىشلەش شارائىتى بۇزۇلىدۇ ـ دە، زەررىچىنىڭ سۈرئىتىنى يەنىمۇ يۇقىرى كۆتۈرۈش مۇمكىن

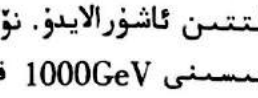
بولماي قالىدۇ. ئەگەر مۇشۇ بىر نۇقتىدىن ئويلاشقاندا، بىز يۇقىرىدا تىلغا ئېلىپ ئۆتكەن كۆپ باسقۇچلۇق تېز. لىتىش قۇرۇلمىسى ئۆزىنىڭ ئەۋزەللىكىنى نامايان قىلىدۇ. چۈنكى بۇ قۇرۇلمىدا زەررىچە بىر تۈز سىزىق شەكلىدىكى قۇرۇلمىدا تېزلىتىلىدۇ، شۇڭا يۇقىرىدا بايان قىلىنغاندەك قىيىنچىلىق مەۋجۇت بولمايدۇ. بۇنداق كۆپ باسقۇچلۇق قۇرۇلمىنى ياساشقا ئىلگىرى شەرت ـ شارائىت هازىرلانمىغان ئىدى، هازىر بۇنداق قۇرۇلما يا. سىلىپ چىقتى. ئالىملار بۇنى تۈز سىزىقلىق تېزلەتكۈچ دەپ ئاتىدى. بۇنىڭ ئۈزۈنلۈقى نەچچە كىلو مېتىردىن نەچچە ئون كىلومېتىرغا يېتىدۇ.

زەرەتلىك زەررىچىلەرنى تېزلىتىپ تېخىمۇ يۇقىرى بولغان ئېنېرگىيىگە ئىگە قىلىپ، يۇقىرى ئېنېرگىيە فىزىكىسى تەجرىبىسىنىڭ ئېھتىياجىغا ماسلىشىش ئۈچۈن، كىشىلەر هەر خىل يېڭى تىپتىكى تېزلەتكۈچ. لەرنى ياساپ چىقتى. مەسىلەن، ماس قەدەملىك تېزلەتكۈچ، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكترون تېزلەتكۈچ قاتارلىقلار. بۇ تېزلەتكۈچلەر زەرەتلىك زەررىچىلەرنىڭ تېزلىكىنى بىرنەچچە مىليارد ئېلېكترون ۋولتتىن ئاشۇرالايدۇ. نۆ. ۋەتتە دۇنيادا ئەڭ چوڭ بولغان ماس قەدەملىك پروتون تېزلەتكۈچلەر پروتوننىڭ ئېنېرگىيىسىنى 1000GeV قا يەتكۈزەلەيدۇ. مەملىكىتىمىز 1989 ـ يىلىنىڭ بېشىدا ئىشلەپچىقىرىشقا كىرىشتۈرگەن تۇنجى يۇقىرى ئېنېر. گىيىلىك زەررىچە تېزلەتكۈچ ـــــــــ بېيجىڭ مۇسبەت ـ مەنپىي ئېلېكترون سوقۇلدۇرغۇچ ئېلېكترونلار دەستىسى ئېقىمىنىڭ ئېنېرگىيىسىنى 2.8GeV +2.8 قا يەتكۈزەلەيدۇ.



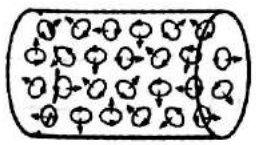
ئامپېرنىڭ مولېكۇلا توكى پەرىزى ۋە ماگنىتلىق ماتېرىياللار

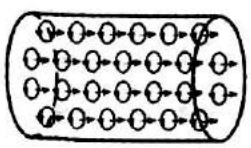
ئامپېرنىڭ مولېكۇلا توكى پەرىزى ماگنىت بىلەن توكنىڭ هەر ئىككىسى ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلالايدۇ. ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدانى بىلەن توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ كېلىش مەنبەسى ئوخشاشمۇ ـ يوق؟ توك زەرەتلەرنىڭ هەرىكەتىدىن هاسىل بولىدۇ، شۇڭا توكنىڭ ماگنىت مەيدانى زەرەتلەرنىڭ هەرىكىتىدىن هاسىل بولىدۇ. ئۇنداقتا، ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدانىمۇ زەرەتلەرنىڭ هەرىكىتىدىن هاسىل بولامدۇ؟ توكلۇق سولېنوئىدنىڭ سىرتقى قىسمىنىڭ ماگنىت مەيدانى تاياقسىمان ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدانىغا ئوخشاپ كېتىدىغانلىقى بىزگە مەلۇم. فرانسىيە ئالىمى ئامپېر بۇنىڭدىن ئىلهاملىنىپ، مەشهۇر مو. لېكۇلا توكى پەرىزىنى ئوتتۇرىغا قويغان. ئۇنىڭ قارىشىچە: ئاتوم، مولېكۇلا قاتارلىق ماددا مىكرو زەررىچىلەرنىڭ ئىچكى قىسمىدا بىر خىل هالقىسىمان توك، يەنى مولېكۇلا توكى مەۋجۇت، مولېكۇلا توكى هەربىر ماددا مىكرو زەررىچىسىنى ئىنتايىن كىچىك بىر ماگنىتقا ئايلاندۇرىدۇ، ئۇنىڭ ئىككى يېقى ئىككى ماگنىت قۇتۇپىغا تەڭداش كېلىدۇ (15. 32 ـ رەسىم).



15. 32 ـ رەسىم

ئامپېرنىڭ پەرىزى بەزى ماگنىت هادىسىلىرىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەيدۇ. بىر تال تۆمۈر تاياقچە ماگنىتلانمىغاندا، ئۇنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى مولېكۇلا توكلىرىنىڭ يۆنىلىشى قالايمىقان بولۇپ (15. 33 ـ رەسىم *A*) ، ئۇلارنىڭ ماگنىت مەيدانى ئۆزئارا يېيىشىپ كېتىدۇ ـ دە، سىرتقا قارىتا ماگنىتلىق خۇسۇسىيەت ئىپادىلىمەيدۇ. بۇ تۆمۈر تاياقچە سىرتقى ماگنىت مەيدانىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىغاندا، هەرقايسى مولېكۇلا توكلىرىنىڭ يۆنىلىشى ئاساسەن ئوخشاش بولۇپ (15. 33 ـ رەسىم *B*)، تۆمۈر تاياقچە ماگنىتلىنىدۇ ـ دە، ئۇنىڭ ئىككى ئۇچىدا سىرتقا قارىتا كۈچلۈكرەك ماگنىتلىق تەسىر ئىپادىلىنىپ، ماگنىت قۇتۇپلىرى شەكىللىنىدۇ. ماگنىت يۇقىرى تېمپېرا. تۇرىنىڭ ياكى قاتتىق سوقۇلۇشنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىسا ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتىنى


A


B

15. 33 ـ رەسىم

يوقىتىدۇ. بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، شىددەتلىك ئىسسىقلىق ھەرىكىتى ياكى مېخانىك تەۋرىنىشنىڭ تەسىرىدە مولېكۇلا توكلىرىنىڭ يۆنىلىشى يەنە قالايمىقانلىشىپ كېتىدۇ.

ئامپېر ياشىغان دەۋردە، كىشىلەر ماددىنىڭ ئىچكى قىسمىدا نېمە ئۈچۈن مولېكۇلا توكى مەۋجۇت بولىدىغانلىقىنى ئېنىق بىلمەيتتى. 20 - ئەسىرنىڭ باشلىرىغا كەلگەندە، كىشىلەر ئاندىن مولېكۇلا توكىنىڭ ئاتوم-نىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ئېلېكترونلارنىڭ ھەرىكىتىدىن شەكىللىنىدىغانلىقىنى بىلەلىدى. ئامپېرنىڭ مولېكۇلا توكى پەرىزى ماگنىتنىڭ ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتىنىڭ كېلىش مەنبەسىنى ئېچىپ بېرىپ، بىزگە ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدانى بىلەن توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ئوخشاش بولۇپ، ئۇلارنىڭ زەرەتلەرنىڭ ھەرىكىتىدىن ھاسىل بولىدىغانلىقىنى تونۇتتى.

ماگنىتلىق ماتېرىياللار تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، ھەرقانداق ماددا سىرتقى ماگنىت مەيدانىدا ئازدۇر - كۆپتۇر ماگنىتلىنىدۇ، پەقەتلا ماگنىتلىنىش دەرىجىسى ئوخشىمايدۇ. ماددىلارنىڭ سىرتقى ماگنىت مەيدانىدا ئىپادىلىگەن ئالاھىدىلىكلىرىگە ئاساسەن، ئۇلارنى يۆزەكى ھالدا پارا ماگنىتلىق ماددىلار، دىئا ماگنىتلىق ماددىلار ۋە فېررو (تۆمۇر) ماگنىتلىق ماددىلار دەپ ئۈچ تۈرگە ئايرىشقا بولىدۇ. ئەمدى بۇلارنىڭ ئالاھىدىلىكىنى تۆۋەندىكى جەدۋەلدە كۆرسىتىپ ئۆتىمىز.

ماگنىتلىق ماتېرىياللارنىڭ ئالاھىدىلىكى جەدۋىلى

	پارا ماگنىتلىق ماددىلار	دىئا ماگنىتلىق ماددىلار	فېررو ماگنىتلىق ماددىلار
ماگنىتلانغاندىن كېيىنكى ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتىنىڭ كۆچىلۈك - ئاجىزلىقى	ناھايىتى ئاجىز	ناھايىتى ئاجىز	ناھايىتى كۆچلۈك
ماگنىتلانغاندىن كېيىنكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى	سىرتقى ماگنىت مەيدانىنى ئازراق كۈچەيتىدۇ	سىرتقى ماگنىت مەيدانىنى ئازراق ئاجىزلاشتۇرىدۇ	سىرتقى ماگنىت مەيدانىنى كۈچلەپ كۈچەيتىدۇ
سىرتقى ماگنىت مەيدانىنى ئېلىۋەتكەندىن كېيىن	ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى ئاساسەن تولۇق يوقايدۇ	ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى ئاساسەن تولۇق يوقايدۇ	قىسمەن ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى ئېشىپ قالىدۇ (قالدۇق ماگنىت)
ۋەكىل خاراكتېرلىك تىپىك ماددىلار	مانگان، خروم، ئالۇمىن قاتارلىقلار	بىسمۇت، مىس، كۈمۈش، ئىنېرت گازلار قاتارلىقلار	مېتال ماگنىتلىق ماتېرىياللار، تۆمۈر، كوبالت، نىكېل ۋە ئۇلارنىڭ قېتىشمىلىرىنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ؛ فېررىت

مولېكۇلا توكى پەرىزىگە ئاساسەن، ماددىلار ماگنىت مەيدانىدا ئاساسەن ئوخشاپ كېتىدىغان ئالاھىدىلىكىنى ئىپادىلىشى كېرەك ئىدى، ئەمما بۇ جەدۋەل بىزگە، ماددىلارنىڭ سىرتقى ماگنىت مەيدانىدىكى ئالاھىدىلىكىنىڭ چوڭ پەرقلىنىدىغانلىقىنى ئېيتىپ بەردى. بۇ، مولېكۇلا توكى پەرىزىنىڭ چەكلىمىلىكىكە ئىگە ئىكەنلىكىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بەردى. ئەمەلىيەتتە ھەر خىل ماددىلارنىڭ مىكرولۇق تۈزۈلۈشىدە پەرق بولىدۇ، ماددىلار تۈزۈلۈ-

شىنىڭ بۇنداق پەرقى ماددىلارنىڭ ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتىدە پەرق بولۇشىنىڭ سەۋەبى.

پارا ماگنىتلىق ماددىلار بىلەن دىئاماگنىتلىق ماددىلارنى ئاجىز ماگنىتلىق ماددىلار، فېررو ماگنىتلىق ماددىلارنى كۈچلۈك ماگنىتلىق ماددىلار دەپ ئاتايمىز. ئادەتتە ئېيتىلىدىغان ماگنىتلىق ماددىلار كۈچلۈك ماگنىتلىق ماددىلارنى كۆرسىتىدۇ.

ماگنىتلىق ماتېرىياللارنى ماگنىتلانغاندىن كېيىنكى ماگنىتسىزلىنىشىنىڭ ئاسان - قىيىنلىقىغا قاراپ يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىيال ۋە قاتتىق ماگنىتلىق ماتېرىيال دەپ بۆلۈشكە بولىدۇ. ماگنىتلانغاندىن كېيىن ئاسانلا ماگنىتسىزلىنىدىغان ماددىلار يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىياللار دەپ ئاتىلىدۇ، ئاسانلىقچە ماگنىتسىزلانمايدىغان ماددىلار قاتتىق ماگنىتلىق ماتېرىياللار دەپ ئاتىلىدۇ. ئومۇمەن ئېيتقاندا، يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىياللارنىڭ قالدۇق ماگنىتى كىچىكرەك، قاتتىق ماگنىتلىق ماتېرىياللارنىڭ قالدۇق ماگنىتى چوڭراق بولىدۇ. ماگنىتلىق ماتېرىياللارنى خىمىيىلىك تەركىبى بويىچە مېتال ماگنىتلىق ماتېرىياللار ۋە فېررىت دەپ كۆپ ئۇچرايدىغان چوڭ ئىككى تۈرگە ئايرىشقا بولىدۇ؛ فېررىت بولسا ئاساسلىق تەركىبى تۆمۇر ئوكسىدى بولغان ماگنىتلىق ئوكسىدلىق ماددىدىن ئىبارەت.

يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىيالنىڭ قالدۇق ماگنىتى ئاجىز بولىدۇ ھەم بۇ ئاسانلا ماگنىتسىزلىنىدۇ. بۇ، قايتا - قايتا ماگنىتلاش ئورۇنلىرىغا مۇۋاپىق كېلىدۇ. بۇنىڭدىن پايدىلىنىپ يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك رادىئو قوبۇللىغۇچنىڭ ئاتتېننا ماگنىت تاياقچىسى، ئۇنىئالغۇنىڭ ماگنىتلىق بېشى، كومپيۇتېرلارنىڭ ئەستە قالدۇرۇش دېتالى، شۇنداقلا ترانسفورماتور، ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى، ئېلېكترومagnىت ۋە يۇقىرى چاستوتىلىق ھەر خىل دېتاللارنىڭ تۆمۇر ئۆزىكى قاتارلىقلارنى ياساشقا بولىدۇ. دائىم ئۇچرايدىغان مېتال يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىياللاردىن يۇمشاق تۆمۇر، سىلىتسىيلىق پولات، نىكېل - تۆمۇر قېتىشمىسى قاتارلىقلار بار، دائىم ئۇچرايدىغان يۇمشاق ماگنىتلىق ماتېرىياللاردىن مانگان - سىنك فېررىت، نىكېل - سىنك فېررىت قاتارلىقلار بار. قاتتىق ماگنىتلىق ماتېرىياللارنىڭ قالدۇق ماگنىتى كۈچلۈك بولىدۇ ھەم بۇلار ئاسانلىقچە ماگنىتسىزلانمايدۇ، شۇڭا بۇلاردىن پايدىلىنىپ تۇراقلىق ماگنىت ياساشقا بولىدۇ. بۇلار ماگنىت ئېلېكترلىك ئۆلچەش ئەسۋابى، ئاۋاز كانىيى، سۆزلەش تۇرۇپكىسى، تۇراقلىق ماگنىتلىق ئېلېكتر ماشىنىسى قاتارلىق ئېلېكتر ئۈسكۈنىلىرىدە ئىشلىتىلىدۇ. دائىم ئۇچرايدىغان مېتال قاتتىق ماگنىتلىق ماتېرىياللاردىن كاربونلۇق پولات، ۋولفرامىلىق پولات، ئالىيۇمىن - نىكېل - كوبالت قېتىشمىسى قاتارلىقلار بار. دائىم ئۇچرايدىغان قاتتىق ماگنىتلىق فېررىتتىن باريي فېررىت ۋە سترونسىي فېررىت قاتارلىقلار بار.

جەمئىيەتنىڭ يۇكسىلىشىگە ئەگىشىپ، ماگنىتلىق ماتېرىياللار بىزنىڭ كۈندىلىك تۇرمۇشىمىزغا بارغانسېرى زىچ مۇناسىۋەتلىك بولماقتا. ئۇنىئالغۇدا ئىشلىتىلىدىغان ماگنىتلىق لېنتا، سىنىئالغۇدا ئىشلىتىلىدىغان سىنىئالغۇ لېنتىسى، كومپيۇتېرلاردا ئىشلىتىلىدىغان ماگنىتلىق دىسكا، پۇل ئامانەت قويۇشتا ئىشلىتىلىدىغان كرېدىت كارتۇشكىسى قاتارلىقلارنىڭ ھەممىسىدە ماگنىتلىق ماتېرىياللار بار. بۇ ماگنىتلىق ماتېرىياللار ماگنىتلىق خاتىرىلەش ماتېرىياللىرى دېيىلىدۇ. ماگنىتلىق خاتىرىلەش ماتېرىياللىرىغا تاپىنىپ، ماگنىتلىق لېنتا، سىنىئالغۇ لېنتىسى، ماگنىتلىق دىسكا قاتارلىقلاردا كۆپلىگەن ئۇچۇرلارنى ساقلاشقا ھەم لازىم بولغان چاغدا بۇ ئۇچۇرلارنى «ئوقۇپ» چىقىشقا بولىدۇ. ماگنىتلىق خاتىرىلەش ماتېرىياللىرى ئۇچۇن 20 - ئەسىرنىڭ 70 - يىللىرىدىن ئىلگىرى ماگنىتلىق ئوكسىدلار ئىشلىتىلەتتى. 1978 - يىلى قېتىشما ماگنىت پاراشوكى تەتقىق قىلىنىپ ياسىلىپ مۇۋەپپەقىيەت قازىنىلغاندىن كېيىن، مېتال ماگنىتلىق ماتېرىياللاردىن پايدىلىنىش باشلىنىپ، ماگنىتلىق خاتىرىلەش ئىقتىدارى كۆپلەپ يۇقىرى كۆتۈرۈلدى. نۆۋەتتە كىشىلەر يەنە مېتال نېپىز پەردىنى ماگنىتلىق خاتىرىلەش ماتېرىيالى قىلىپ ئىشلىتىپ، ماگنىتلىق خاتىرىلەش تېخنىكىسىنى يەنە بىر قەدەم ئىلگىرىلەتتى.

ماگنىت بىلەن جانلىقلار

ھەرقانداق مادىدا ياكى كۈچلۈك، ياكى ئاجىز ماگنىتلىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولىدۇ. جانلىق ئورگانىزمىمۇ بۇنىڭ سىرتىدا ئەمەس. ئادەتتە ئورگانىزملار ئاجىز ماگنىتلىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە بولىدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا، ئورگانىزملارنىڭ فىزىئولوگىيىلىك پائالىيەتلىرى يەنە ماگنىت مەيدانى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ بىئوماگنىت مەيدانلىرى ئىنتايىن ئاجىز بولىدۇ. مەسىلەن، نورمال ئادەمنىڭ يۈرىكى سوقۇشىدىن ھاسىل بولىدىغان يۈرەك ماگنىت مەيدانى تەخمىنەن 10^{-10} T بولىدۇ؛ مېڭە نېرۋا پائالىيەتلىرىدىن ھاسىل بولىدىغان مېڭە ماگنىت مەيدانى تەخمىنەن 10^{-13} T بولىدۇ، بۇلار يەر يۈزى ئەتراپىدىكى يەر ماگنىت مەيدانى (تەخمىنەن 5×10^{-5} T) دىن كۆپ تۆۋەن. ئەمما ماگنىت ئۆلچەش تېخنىكىسى تەرەققىي قىلغانلىقتىن، بۇنداق ئاجىز بىئو ماگنىت مەيدانلىرىنىمۇ ئۆلچەپ چىققىلى بولىدۇ. بۇ، جانلىقلارنىڭ ھايانلىق پائالىيەتلىرىنى تەتقىق قىلىشتا ناھايىتى مۇھىم.

جانلىق ئورگانىزمدا كېسەل ئالامەتلىرى يۈز بەرگەندىن كېيىن، ئۇنىڭ ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى نورمال جىسىملارنىڭ ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتىگە ئوخشاش بولمايدۇ ـ دە، ھاسىل قىلغان ماگنىت مەيدانىدىمۇ ئازراق ئۆزگىرىش بولىدۇ. بۇ ئىنتايىن كىچىك ئۆزگىرىشلەر پاتولوگىيە تەتقىقاتى ۋە كېسەللىكلەرگە دىئاگنوز قويۇشتا پايدىلىنىلىدۇ. مەسىلەن، مېدىتسىنادا كۆپ ئىشلىتىلىدىغان يۈرەك ئېلېكتر دىئاگراممىسى (ئېلېكترو كاردىئاگراممىسى)، مېڭە ئېلېكتر دىئاگراممىسى قاتارلىقلارغا ئوخشاشلا، كىشىلەر يۈرەك ماگنىت دىئاگراممىسى، مېڭە ماگنىت دىئاگراممىسى قاتارلىق ئادەم تېنى ماگنىت دىئاگراممىلىرى تېخنىكىلىرىدىن پايدىلىنىپ مۇناسىۋەتلىك ئورۇنلاردىكى كېسەللىكلەرگە دىئاگنوز قويۇش ئېلىپ بارماقتا. ئادەم تېنى ماگنىت دىئاگراممىسى تېخنىكىسى ئادەم تېنى ئېلېكتر دىئاگراممىسى تېخنىكىسىغا قارىغاندا، ئادەم بەدىنىگە تېگىشمەسلىك، ئۆلچەش ئۇچۇرلىرى كۆپ بولۇش، پەرقلەندۈرۈش-چانلىقى يۇقىرى بولۇشتەك ئارتۇقچىلىقلارغا ئىگە. نۆۋەتتە، يۈرەك ماگنىت دىئاگراممىسىدىن پايدىلىنىپ يۈرەك كېسەللىكلىرىگە دىئاگنوز قويۇشنىڭ توغرىلىق دەرىجىسى يۈرەك ئېلېكتر دىئاگراممىسىنىڭكىدىن يۇقىرى بولماقتا.

ئۇزاق مۇددەتلىك تەتقىقاتلاردىن بايقالدىكى، نۇرغۇنلىغان جانلىقلار سىرتقى مۇھىتنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ تەسىرىگە ئۇچراپ ئۆزىنىڭ ئۆسۈش ۋە يېتىلىش ئەھۋالى، ھاياتلىق پائالىيىتى ۋە ھەرىكەت ئادىتى قاتارلىقلارنى ئۆزگەرتىدۇ. مەسىلەن، قەدىمكى جانلىقلار تەتقىقاتىدا، يەر ماگنىت مەيدانى ئاجىزلاشقاندا، يەر شارىدىكى بەزى جانلىقلارنىڭ كۆپلەپ ئازىيىپ كەتكەنلىكى، ھەتتا يوقلىپ كەتكەنلىكى بايقالدى. كەپتەرنىڭ «ئۆيىنى بىلىۋېلىش» قابىلىيىتى يەر ماگنىت مەيدانى بىلەن مۇناسىۋەتلىك. تەجرىبىدىن، مېۋە چۈننىڭ تۈخۈمى ياكى لىچىنكىسىنى تەكشى بولمىغان ماگنىت مەيدانىغا بىر بۆلەك ۋاقىت قويغاندا، ماگنىت مەيدانىنىڭ مېۋە چۈننىڭ يېتىلىشى، شەكىل ـ ھالىتى ۋە كۆپىيىش ئىقتىدارىغا تەسىر قىلىدىغانلىقى بايقالدى.

ماگنىت مەيدانىنىڭ جانلىقلارغا بولغان تەسىرى مېدىتسىنادا مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە، ماگنىت تاشتىن پايدىلىنىپ كېسەل داۋالاش غەربىي خەن دەۋرىدىكى «تارىخنامە» گە خاتىرىلەنگەن. مەملىكىتىمىزنىڭ مىڭ سۇلالىسى دەۋرىدىكى مەشھۇر دورىشۇناس لى شىجېن ئۆزىنىڭ دورا ئىلمى ھەققىدىكى ئەسىرى «دورا ئۆسۈملۈكلەر قامۇسى» دا ماگنىت تاش ياكى ماگنىت تاشنى ئاساس قىلغان دورىلاردىن پايدىلىنىپ داۋالىغان كېسەللىكلەرنىڭ نامى ئون خىلدىن ئاشىدۇ. نۆۋەتتە ماگنىتلىق داۋالاش بەل زەخمىلىنىش، قان تومۇر ئۆسمىسى قاتارلىق كۆپ خىل كېسەللىكلەرنى داۋالاشتا كۆرۈنەرلىك ئۈنۈمگە ئېرىشتى.

دېھقانچىلىق، باقمىچىلىق قاتارلىق جەھەتلەردىمۇ ماگنىت مەيدانى مۇھىم قوللىنىشقا ئىگە. مەسىلەن، زىرائەتلەر ئۇرۇقلىرىغا قارىتا مۇۋاپىق كۈچىنىشتىكى ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق بىر تەرەپ قىلىش ئېلىپ بېرىلسا، ئۇرۇقلارنىڭ بىخلىنىشى ۋە مايسىلارنىڭ ئۆسۈشىنى ئىلگىرى سۈرۈپ، مەھسۇلاتنى يۇقىرى كۆتۈرگىلى بولىدۇ. ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق بىر تەرەپ قىلىنغان سۇلار بىلەن بەزى ئۆي ھايۋانلىرى ۋە بېلىقلارنى باقسا، ئۆي ھايۋانلىرىنىڭ كېسەلگە

تاقابىل تۇرۇش ئىقتىدارىنى ئاشۇرغىلى، بېلىقلارنىڭ ناچار شارائىتقا ماسلىشىش ئىقتىدارىنى ئۆستۈرگىلى بولىدۇ.

ماگنىت بىلەن جانلىقلارنىڭ زىچ مۇناسىۋەتلىك بولۇشى تۇپەيلىدىن، بىر چېگرىداش پەن ـــــ بىئو ماگنىتزم بارلىققا كەلدى. ئۇ بىئو ماگنىتلىق، بىئو ماگنىت مەيدانى ۋە جانلىقلارنىڭ ھاياتلىق پائالىيىتى قاتارلىقلارنىڭ ماگنىت مەيدانى بىلەن بولغان مۇناسىۋىتىنى تەتقىقات ئوبيېكتى قىلىدۇ.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا ماگنىت مەيدانىنىڭ خۇسۇسىيىتىنى ۋە ئۇنى تەسۋىرلەشنى، ماگنىت مەيدانىنىڭ توكقا ۋە ھەرىكەتتىكى زەرەتكە بولغان تەسىرىنى ئۆگەندۇق ھەم بۇ بىلىملەرنىڭ پەن ـ تېخنىكىدىكى قوللىنىلىشىنى مۇھاكىمە قىلدۇق.

بۇ بابنى ئۆگىنىش ئارقىلىق، يۇقىرىدا سۆزلەنگەن بىلىملەرنى ئۆزلەشتۈرۈپلا قالماستىن، يەنە تەبىئەتتىكى ھەر خىل ھادىسىلەر (مەسىلەن، ئېلېكتر ھادىسىسى ۋە ماگنىت ھادىسىسى) ئۆزئارا باغلىنىشلىق بولىدۇ دېگەن بۇ نۇقتىنىزەرنى چۇشىنۇۋېلىشىمىز لازىم.

(1) كىشىلەر ماگنىت قۇتۇپى بىلەن ماگنىت قۇتۇپى، ماگنىت قۇتۇپى بىلەن توك، توك بىلەن توك ئارىسىدىكى ئۆزئارا تەسىر ھەققىدە قانداق قىلىپ بىرلىككە كەلگەن تونۇشقا ئىگە بولغان؟

(2) ماگنىت مەيدانىنىڭ ئاساسىي ئالاھىدىلىكى نېمىدىن ئىبارەت؟ ماگنىت مەيدانىدىكى مەلۇم بىر نۇقتىدىكى ماگنىت مەيدان يۆنىلىشى قانداق بەلگىلىنىدۇ؟

(3) ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى قانداق ئىپادىلەيدۇ؟ تاياقسىمان ماگنىت، تاقىسىمان ماگنىت، توكلۇق تۇز ئۆتكۈزگۈچ، ھالقىسىمان توك ۋە توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ تەقسىملىنىشى قانداق بولىدۇ؟ ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ توكلۇق تۇز ئۆتكۈزگۈچ، ھالقىسىمان توك ۋە توكلۇق سولېنوئىدنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىنى قانداق ئېنىقلايمىز؟

(4) ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشى ۋېكتور بولۇپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ كۇچلۇك ـ ئاجىزلىقى ۋە يۆنىلىشىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدىغان فىزىكىلىق مىقدار. ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ كۇچلۇك ـ ئاجىزلىقىغا قانداق ئېنىقلىما بېرىلىدۇ؟ ئۇنىڭ ئېنىقلىما ئىپادىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ماگنىت ئىندۇكسىيە كۇچىنىشىنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟

(5) ئېلېكتر مەيدان كۇچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئېلېكتر مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بىر تۇز سىزىقتا بولىدۇ. ئەمما ئامپېر توكىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ. ئۇنداق بولسا ئامپېر كۇچىنىڭ يۆنىلىشىگە قانداق ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ؟ ئامپېر كۇچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئىپادىلىنىشى فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ.

(6) لورېنتس كۇچى دېگەن نېمە؟ لورېنتس كۇچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنىڭ ئىپادىلىنىشى فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. لورېنتس كۇچىنىڭ يۆنىلىشى قانداق ئېنىقلىنىدۇ؟

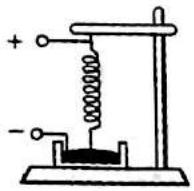
(7) دەسلەپكى تېزلىكىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولغان زەرەتلىك زەررىچە نېمە ئۈچۈن تەكشى كۇچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا چەمبەر بويلىما تەكشى ھەرىكەت قىلىدۇ؟ ئوربىتا رادىئۇسى بىلەن دەۋرىنىڭ ئىپادىسىنى ئۆزىڭىز كەلتۈرۈپ چىقىرىڭ. ئوربىتا رادىئۇسى ۋە دەۋر قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ؟

(8) ئۆزىڭىز خۇلاسىلەڭ: زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ئېلېكتر مەيدانى ۋە ماگنىت مەيدانىدىكى ھەرىكىتى قانداق ئەھمىيىتىلىشىلەرگە ئىگە؟ دەرسلىكتە ئېيتىلغانلاردىن باشقا مىسالارنى كەلتۈرەلەمسىز؟ ئەگەر دەرھال كەلتۈرەلمىسىڭىز، دەرستىن سىرت ۋاقىتلاردىن پايدىلىنىپ كىتاب، ژۇرناللارنى كۆپرەك كۆرۈپ، نەزەر دائىرىڭىزنى كېڭەيتىپ، تەپەككۇر قىلىش يولىنى ئېچىشىڭىزنى ئۈمىد قىلىمىز.

A گۇرۇپپا

(1) بىر دانە ئېلېكترون قەغەز يۈزىگە پاراللېل بولغان تەكشىلىكتە سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتە يۇقىرى سۈرئەتتە چەمبەر بويلىما ھەرىكەت قىلغان، چەمبەر بويلىما ھەرىكەت تەكشىلىكىگە تىك ھەم چەمبەر مەركىزىدىن ئۆتكەن توز سىزىقتا بىر A نۇقتا بار بولسا، A نۇقتىدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاڭ.

(2) 15. 34 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك قىلىپ، بىر تال يۇمشاق پۈرژىننىي ئۇنىڭ تۆۋەنكى ئۇچى توك ئۆتكۈزگۈچى سۇيۇقلۇققا سەل ـ پەل تېگىپ تۇرىدىغان قىلىپ ژېرتىكال ئېسىپ، پۈرژىنىغا توك بەرسىڭىز قانداق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ بۇ تەجرىبىنى ئىشلەڭ ھەم يۈز بەرگەن ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.



15. 34 ـ رەسىم

(3) بىر ئوقۇغۇچى: «بىر بۆلەك توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ ئەگەر مەلۇم بىر ئورۇندا ئامپېر كۆچىنىڭ تەسىرىگە ئۇچرىمىسا، شۇ ئورۇندىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى جەزمەن نۆل بولىدۇ» دەيدۇ. يەنە بىر ئوقۇغۇچى: «بىر بۆلەك توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى نۆل بولغان ئورۇنغا قويۇلسا، ئۇنىڭغا چۈشىدىغان ئامپېر كۆچى جەزمەن نۆل بولىدۇ» دەيدۇ. قايسى ئوقۇغۇچىنىڭ دېگىنى خاتا، نېمە ئۈچۈن؟

(4) تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ئۇزۇنلۇقى 1.2m بولغان بىر توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ بار بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچتىكى توك 5.0A . بۇ توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ بىلەن ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى تىك بولغاندا، ئۇ ئۈچرىغان ئامپېر كۆچى 1.8N بولسا، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنى تېپىڭ.

(5) ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى 0.8T بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا ئۇزۇنلۇقى 0.5m بولغان بىر توكلۇق ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك قويۇلغان بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچتىكى توك 5.0A . بۇ ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت مەيدانى يۆنىلىشىگە تىك بولغان تەكشىلىكتە ئامپېر كۆچىنىڭ يۆنىلىشىنى بويلاپ 0.4m يۆتكەلگەن بولسا، ئامپېر كۆچىنىڭ ئۆتكۈزگۈچكە قارىتا ئىشلىگەن ئىشىنى تېپىڭ.

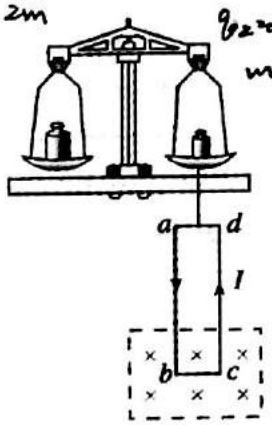
(6) بىر تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى 1.2T ، يۆنىلىشى گورىزونتال ھالدا جەنۇبتىن شىمالغا قارىتا يۆنەلگەن. ئەگەر بىر پروتون $5.0\times10^{5}\mathrm{m/s}$ تېزلىكتە ژېرتىكال تۆۋەنگە يۆنەلگەن يۆنىلىش بويىچە ماگنىت مەيدانىغا كىرگەن بولسا، ماگنىت مەيدانىنىڭ پروتونغا چۈشۈرگەن كۆچىنى تېپىڭ. پروتون ماگنىت مەيدانىغا كىرىشتىن كېيىن قايسى يۆنىلىشكە قاراپ ئاغىدۇ؟ سەۋەبىنى

(7) پروتون بىلەن α زەررىچە ئوخشاش بىر تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا رادىئوسلىرى ئوخشاش بولغان چەمبەرنى بويلاپ ھەرىكەت قىلغان، بۇنىڭدىن بىلىش مۇمكىنكى، پروتوننىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى E_1 نىڭ α زەررىچىنىڭ ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى E_2 گە بولغان نىسبىتى $E_1 : E_2$ تۆۋەندىكىگە تەڭ بولىدۇ:

A. 4: 1 B. 1: 1 C. 1: 2 D. 2: 1

(8) بىر دەستە زەررىچىنىڭ بەزىلىرى مۇسبەت زەرەتلىك، بەزىلىرى مەنپىي زەرەتلىك، بەزىلىرى زەرەتسىز. ئەمدى بۇلارنى ئايرىۋەتمەكچى بولساق، قانداق ئۇسۇللارنى قوللىنىش كېرەك؟

(9) تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا، ئەگەر زەرەتلىك زەررىچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنىڭ يۆنىلىشىگە تىك بولمىسا، ئۇنىڭ ھەرىكەت ئوربىتىسى (يول ئىزى) قانداق ئەگرى سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ؟ خۇسۇسىيىتىنى ئېنىقلاش جەھەتتىن چۈشەندۈرۈڭ.



15. 35 ـ رەسىم

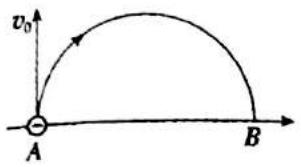
B* گۇرۇپپا

(1) 15. 35 ـ رەسىمدە تارازىنىڭ ئاستى قىسمىغا ئېسىلغان تىك تۆت تەرەپلىك كاتۇشكا $abcd$ نىڭ بىر قىسمى تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ئېسىلىپ تۇرغان. تىك تۆت تەرەپلىك كاتۇشكىغا رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك توك I نى بەرگەندە، ئىككى تەخسىدىكى تارازا تاشلىرىنى

تەڭشەش ئارقىلىق تارازىنى تەڭپۇڭلاشتۇرغىلى بولىدۇ. ئۇنىڭدىن كېيىن توك I نى ئەكس يۆنىلىشتە بەرگەندە، بۇ چاغدا تارازىنىڭ سول تەخسىسىگە ماسسىسى $2\times10^{-2}\mathrm{kg}$ بولغان تارازا تېشىنى سالغاندىلا، ئاندىن تارازىنى قايتىدىن تەڭپۇڭلاشتۇرغىلى بولىدۇ.

ئۇنداق بولسا ماگنىت مەيدانىنىڭ bc تەرەپكە بولغان تەسىر كۈچىنىڭ چوڭلۇقىنى تېپىڭ.

(2) 15. 36 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، A بىلەن B نىڭ ئوتتۇرا ئارىلىقى $0.1\mathrm{m}$ ، ئېلېكترونلىنىڭ A نۇقتىسىدىكى تېزلىكى $v_0=1.0\times10^7\mathrm{m/s}$ بولسا:

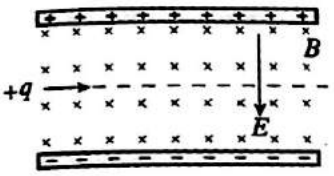


15. 36 ـ رەسىم

① ئېلېكترونىنى يېرىم چەمبەرنى بويلىتىپ ھەرىكەت قىلدۇرۇپ A دىن B غا كەلتۈرۈشتە، بېرىلىدىغان تەكشى كۈچەنتىشلىك ماگنىت مەيدانىنىڭ ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى ۋە يۆنىلىشىنى تېپىڭ.

② ئېلېكترون ھەرىكەت قىلىپ A دىن B غا كېلىشتە قانچىلىك ۋاقىت كېتىدۇ؟

(3) 15. 37 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن پارالللېل تاختىلىق ئەسۋابتا، ئېلېكتر مەيدانى E بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B ئۆزئارا تىك، مەلۇم بىر گورىزونتال تېزلىك v غا ئىگە بولغان زەررىچە رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئۆزۈك سىزىق بويىچە ئىككى تاختا ئارىسىدىكى بوشلۇقنى تېشىپ ئۆتۈپ ئېغىشمايدۇ. باشقا تېزلىكلەرگە ئىگە بولغان زەرىچىلەر ئېغىشىدۇ. بۇنداق ئەسۋاب يۇقىرىدا ئېيتىلغان تېزلىك v غا ئىگە بولغان زەررىچىنى تاللاپ چىقىدۇ، شۇڭا ئۇ تېزلىك تاللىغۇچ دەپ ئاتىلىدۇ. زەرەتلىك زەررىچە تېزلىك $v=\frac{E}{B}$ غا ئىگە بولغاندا، ئاندىن رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئۆزۈك سىزىق بويلاپ ئۆتىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاڭ.



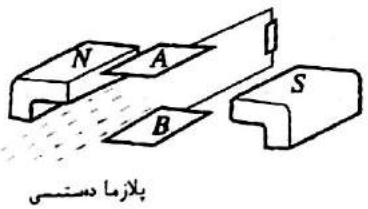
15. 37 ـ رەسىم. تېزلىك تاللىغۇچنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى

(4) ئۆگەنگەن بىلىملەردىن پايدىلىنىپ، ئامال قىلىپ تۆۋەندىكى زەرەتلىك زەررىچىلەر دەستىسىنى ئايرىۋېتىڭ.

① تېزلىكلىرى ئوخشاش بولمىغان ئېلېكترونلارنى؛

② ئوخشاش ھەرىكەت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولغان پروتون بىلەن α زەررىچە (α زەررىچىسى ئىككى دانە پروتون بىلەن ئىككى دانە نېيترونىدىن تۈزۈلگەن) نى.

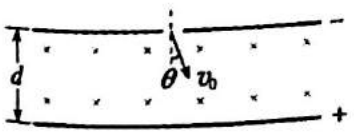
(5) نۆۋەتتە دۇنيادا ماگنىتلىق ئاقار جىسىم گېنېراتورى دەپ ئاتىلىدىغان يېڭى تېپتىكى بىر خىل گېنېراتور تەتقىق قىلىنماقتا. 15. 38 ـ رەسىم ئۇنىڭ توك چىقىرىش پرىنسىپىنى ئىپادىلەيدۇ: يەنى بىر دەستە پلازما (يەنى يۇقىرى تېمپېراتۇرا ئاستىدا ئىئونلاشتۇرۇلغان گاز-دىن ئىبارەت، ئۇنىڭ تەركىبىدە كۆپ مىقداردىكى مۇسبەت زەرەتلىك ۋە مەنپىي زەرەتلىك مىكرو زەررىچىلەر بار بولۇپ، ئومۇملاشتۇرۇپ ئېيتقاندا نېيترال ھالەتتە ئىپادىلىنىدۇ) ماگنىت مەيدانىغا پۈركۈپ كىرگۈزۈلىدۇ، بۇ چاغدا ماگنىت مەيدانىدىكى A ، B دىن ئىبارەت ئىككى پارچە مېتال تاختىغا زەرەتلەر يىغىلىپ، ئېلېكتر بېسىمى ھاسىل بولىدۇ. مېتال تاختىلارغا نېمە ئۈچۈن زەرەتلەر يىغىلىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرۈڭ. ماگنىت قۇتۇپلىرى رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئورۇنلاشتۇرۇلغان ئەھۋالدا، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنىڭ يۆنىلىشى قانداق بولىدۇ؟



پلازما دېستى
15. 38 ـ رەسىم. ماگنىتلىق ئاقار جىسىم گېنېراتورىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى

ماگنىتلىق ئاقار جىسىم ئارقىلىق توك چىقىرىش بىر خىل يېڭى تېخنىكا ھېسابلىنىدۇ، قىزىقىدىغان ئوقۇغۇچىلار بۇنىڭغا دائىر گېزىت، ژۇرناللارنى تېپىپ كۆرسە بولىدۇ.

(6) 15. 39 ـ رەسىمدە ئارىلىقلىرى d بولغان ئىككى پارالللېل مېتال تاختا كۆرسىتىلگەن. بۇ تاختىلار ئايرىم ـ ئايرىم توك مەنبەسىنىڭ ئىككى قۇتۇپىغا ئۇلانغاندا، ئىككى مېتال تاختا ئارىسىدىكى بوشلۇقتا بىر ـ بىرىگە تىك بولغان ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى مەۋجۇت بولىدۇ. بۇنىڭدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E ، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B . مەنپىي قۇتۇپ تاختىسىدىكى كىچىك تۆشۈكتىن بىر ئېلېكترون ئېتىلىپ كىرىپ ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى بىرلا ۋاقىتتا مەۋجۇت بولۇپ تۇرغان بوشلۇقتىن ئۆتكەن ھەم مۇسبەت قۇتۇپ تاختىسىغا ئۇرۇلغان. ئېتىلىپ كىرگەن ئېلېكترونىنىڭ دەسلەپكى تېزلىكى v_0 بولۇپ، يۆنىلىشى ۋېرتىكال يۆنىلىش بىلەن θ بۇلۇڭ ھاسىل قىلغان بولسا، ئېلېكترونىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپ تاختىسىغا ئۇرۇلغاندىكى تېزلىكىنى تېپىڭ.



15. 39 ـ رەسىم



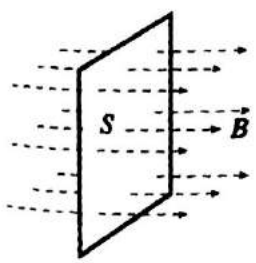
16. 1 ـ رەسىم. فارادېي (1867 ـ 1791) ئەنگلىيىنىڭ مەشھۇر فىزىكا ئالىمى ۋە خىمىيە ئالىمى. ئۇ ئېلېكترو-ماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى بايقاپ، ئېلېكتر مەيدانى ۋە ماگنىت مەيدانى ئوتتۇرىغا قويغان. مەيدان ئۇ-قۇمىي يېقىنقى زامان فىزىكا سىنىڭ تەرەققىياتى ئۈچۈن زور ئەھمىيەتكە ئىگە

1820 ـ يىلى ئېرىستېد توكنىڭ ماگنىت ئېففېكتىنى بايقىغاندىن كېيىن، كىشىلەر تەبىئىي ھالدا مۇنداق ئويغا كەلگەن: توك ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلا-لايدىكەن، ئەكسىچە، ماگنىت مەيدانىمۇ توكنى ھاسىل قىلالامدۇ؟ كۆپلىگەن فىزىكا ئالىملىرى ماگنىتتىن قانداق پايدىلىنىپ ئۆتكۈزگۈچتە توك ھاسىل قىلىش ھەققىدە ئىزدىنىشكە باشلىغان بولسىمۇ، لېكىن خېلى ئۇزاق ۋاقىتقىچە ئالدىن كۆتكەن نە-تىجىگە ئېرىشەلمىگەن. ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى فارادېي 10 يىللىق بوشاشماي تە-رىشچانلىق كۆرسىتىپ، ئاخىر بۆسۈش ھاسىل قىلىپ، 1831 ـ يىلى ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق توك ھاسىل قىلىشنىڭ شەرتى ۋە قانۇنىيىتىنى بايقىدى. ماگنىت مەيدانە-دىن توك ھاسىل بولۇشتەك بۇ ھادىسە كېيىن ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادە-سىسى دەپ ئاتالدى.

ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ئېلېكتروماگنىتزمدىكى زور بايقاشلار-نىڭ بىرى. بۇ بىر زور بايقاش ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ زىچ مۇناسىۋىتىنى يەنىمۇ ئىلگىرىلەپ ئېچىپ بېرىپ، كېيىن ماكسۋېللنىڭ مۇكەممەل بولغان ئېلېكتروماگنىت نەزەرىيىسى ئۈچۈن ئاساس سالدى. بۇ بىر بايقاشقا ئاساسەن كېيىن گېنېراتور، ترانسفورماتور قاتارلىق ئېلېكتر ئەسۋاب ـ ئۈسكۈنىلىرى كەشىپ قىلىنىپ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ئىشلەپچىقىرىش ۋە تۇرمۇشتا كەڭ قوللىنىلىپ، ئېلېكترلىشىش دەۋرى ئېچىلدى.

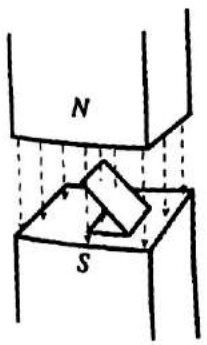
§1 . ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى

ماگنىت ئېقىمى ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى تەتقىق قە-لىشتا يېڭى بىر فىزىكىلىق مىقدار — ماگنىت ئېقىمىنى كىرگۈزۈشكە توغرا كېلىدۇ، تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغان بىر تەكشىلىك بار بولۇپ (16. 2 ـ رەسىم)، ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B ، تەكشىلىكنىڭ يۈزى S بولسۇن. ئۇ ھالدا بىز مۇنداق ئېنىقلىما بېرىمىز: ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B بىلەن يۈز S نىڭ كۆپەيتمىسى مۇشۇ يۈزنى تېشىپ ئۆتكەن **ماگنىت ئېقىمى** (ماگنىت ئېقىم مىقدارى دەپمۇ ئاتىلىدۇ) دەپ ئاتىلىدۇ. ئەگەر ماگنىت ئېقىمىنى Φ بىلەن ئىپادىلىسەك مۇنداق بولىدۇ:



16. 2 ـ رەسىم

$$\Phi = BS$$



16. 3 ـ رەسىم

ماگنىت ئېقىمىنىڭ مەنىسىنىمۇ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئارقىلىق ئوبرازلىق ھالدا چۈشەندۈرگىلى بولىدۇ، بىزگە مەلۇم، ئوخشاش بىر ماگنىت مەيدانى گرافىكىدا، ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى قانچە زىچ بولغان، يەنى بىرلىك يۈزنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ سانى قانچە كۆپ بولغان جايدا، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B شۇنچە چوڭ بولىدۇ. شۇڭلاشقا، B ۋە S لار قانچە چوڭ بولسا، بۇ يۈزنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ

تال سانمۇ شۇنچە كۆپ بولۇپ، ماگنىت ئېقىمى شۇنچە چوڭ بولىدۇ. ئەگەر تەكشىلىك ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولمىسا، ئۇنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغان پروېكسىيە (سايە) تەكشىلىكىنى سىزىپ چىقالايمىز. 16. 3 ـ رەسىمدىن شۇنى كۆرەلەيمىزكى، يانتۇ تەكشىلىك بىلەن پروېكسىيە تەكشىلىكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئۆزئارا تەڭ، يەنى ماگنىت ئېقىملىرى ئۆزئارا تەڭ بولىدۇ. شۇڭلاشقا ئوخشاش تەكشىلىكنى ئېلىپ ئېيتقاندا، ئۇ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغاندا، ئۇنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ سانى ئەڭ كۆپ، يەنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئەڭ چوڭ بولىدۇ؛ ئۇ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە پاراللېل بولغاندا، ئۇنى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى تېشىپ ئۆتمەيدۇ، يەنى ئۇنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى نۆل بولىدۇ.

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، ماگنىت ئېقىمىنىڭ بىرلىكى ۋېبېر، بەلگىسى Wb .

$$1\ Wb = 1T \cdot 1m^2$$
$$= 1V \cdot S$$

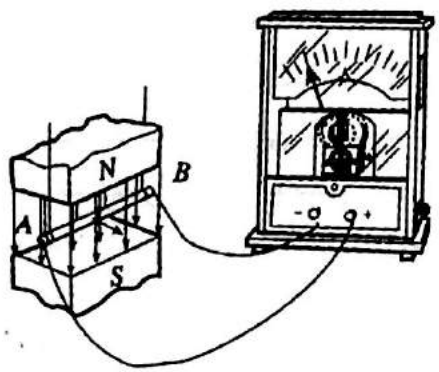
ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى قانداق شەرت ئاستىدا ئاندىن ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ھاسىل بولىدۇ؟

ئەڭ ئاسان ھاسىل بولىدىغان پەرەز ماگنىتقا ئورالغان ئۆتكۈزگۈچنى گالۋانومېتىرغا ئۇلاپ، بىر تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلىپ، توكنىڭ ھاسىل بولۇش ـ بولماسلىقىنى كۆرۈپ بېقىشتىن ئىبارەت. فارادېي تەتقىق قىلىشنى ئەنە شۇنداق باشلىغان، نەتىجىدە گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشمىغان ئىدى. ئۇ كۆچلۈك ماگنىتنى ياكى تېخىمۇ سەزگۈر گالۋانومېتىرنى ئالماشتۇرۇپ ئىشلىگەندىمۇ، يەنىلا توك ھاسىل بولمىغان.

قانداق قىلغاندا توك ھاسىل بولىدۇ؟ تۆۋەندە تەجرىبە ئارقىلىق بۇ مەسىلىنى چۈشەندۈرۈپ ئۆتىمىز.

تەجرىبە

بىز تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە شۇنى ئۆگىنىپ ئۆتكەن ئىدۇقكى، 16. 4 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئۆتكۈزگۈچ AB نى گالۋانومېتىرغا ئۇلاپ تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلغاندا، ئۆتكۈزگۈچ AB ماگنىت مەيدانىدا ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ھەرىكەت قىلغاندا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىدۇ، بۇ، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ.



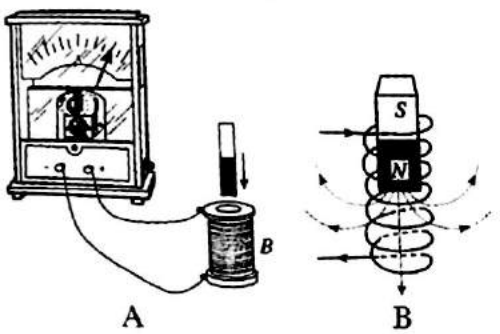
16. 4 ـ رەسىم. ئۆتكۈزگۈچ AB ماگنىت مەيدانىدا سولغا ياكى ئوڭغا قارىتا ھەرىكەت قىلغاندا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىدۇ؛ ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا پاراللېل ھالدا يۇقىرىغا ياكى تۆۋەنگە قارىتا ھەرىكەت قىلغاندا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشمايدۇ

ئۆتكۈزگۈچ ABتۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ بىر قىسمىدىن ئىبارەت. دېمەك، تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى بىر قىسىم ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت مەيدانى ئىچىدە ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ھەرىكەت قىلغاندا، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ. مانا بۇ بىزنىڭ تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتىكى خۇلاسىمىز.

بۇ تەجرىبىدە، ئۆتكۈزگۈچ AB ھەرىكەت قىلىدۇ. ئەگەر ئەكسىچە ماگنىتنى ھەرىكەتلەندۈرۈپ، ئۆتكۈزگۈچنى ھەرىكەتلەندۈرمىسەك، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولامدۇ؟

تەجرىبە

16. 5 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، ماگنىتنى سولېنوئىد ئىچىگە سالساق ياكى سولېنوئىد ئىچىدىن چىقىرىۋالساق شۇنى كۆرەلەيمىزكى، ماگنىت سولېنوئىدقا قارىتا نىسپىي ھەرىكەت قىلغاندا، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىدۇ، بۇ، سولېنوئىدتا توك ھاسىل بولغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ. ئەگەر ماگنىتنى سولېنوئىد ئىچىدە ھەرىكەتلەندۈرمىسەك ياكى ئىككىسىنى ئوخشاش تېزلىكتە ھەرىكەتلەندۈرسەك، يەنى نىسپىي تىنچ ھالىتىنى ساقلىساق، سولېنوئىدتا توك ھاسىل بولمايدۇ.



5.16 ـ رەسىم

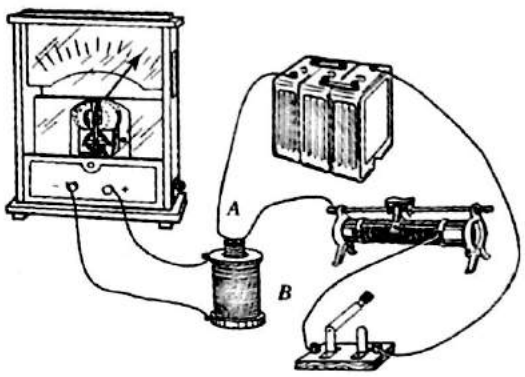
ماگنىت سولېنوئىدقا قارىتا نىسپىي ھەرىكەت قىلغاندا، سولېنوئىدنىڭ ئۆتكۈزگۈچ سىمى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىدۇ (16. 5 ـ رەسىم B). دېمەك، مەيلى ئۆتكۈزگۈچ ھەرىكەت قىلسۇن ياكى ماگنىت ھەرىكەت قىلسۇن، پەقەت تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى بىر قىسىم ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كەسسىلا، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ.

بىز يەنە بىر نۇقتىدىن چىقىپ يۇقىرىقى ئىككى تەجرىبىدىكى ھادىسىلەرنى تەھلىل قىلىپ كۆرەيلى: تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى بىر قىسىم ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كەسكەندە، تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ. 16. 4 ـ رەسىمدىكى تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى بىر قىسىم ئۆتكۈزگۈچ AB سول (ياكى ئوڭ) غا قارىتا ھەرىكەت قىلغاندا، بۇ بىر تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى كېسىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئاشىدۇ (ياكى كېمەيمىدۇ). 16. 5 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەن ماگنىتنى سولېنوئىد ئىچىگە سالغان (ياكى سولېنوئىد ئىچىدىن چىقىرىۋالغان) دا، سولېنوئىدنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئاشىدۇ (ياكى كېمەيمىدۇ). بۇ بىزگە شۇنى كۆرسىتىدۇكى: ئەگەر ئۆتكۈزگۈچ بىلەن ماگنىت نىسپىي ھەرىكەتتە بولمىسا، لېكىن تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت مەيدانىدا ئۆزگىرىش يۈز بېرىپ، شۇ سەۋەبتىن تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش كېلىپ چىقسىمۇ، تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولامدۇ ـ يوق؟

تەجرىبە

16. 6 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، سولېنوئىد B نى سولېنوئىد A غا قاپلاپ، سولېنوئىد B نىڭ ئىككى ئۇچىنى گالۋانومېتىرغا ئۇلايمىز. ئاندىن ۋىكلىيۇچاتېلنى ئۇلاپ، سولېنوئىد A غا توك بەرسەك، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىپ، سولېنوئىد B دا توك ھاسىل بولىدۇ. سولېنوئىد A دىكى توك مۇقىملاشقاندا، سولېنوئىد

B دىكى توك يوقاپ كېتىدۇ. ۋىكلیۇچاتېلنى ئۇزۇۋېتىپ سولېنوئىد A نى توكتىن ئۇزۇۋەتكەن چاغدىمۇ سولېنوئىد B دا توك ھاسىل بولىدۇ. ئەگەر رېئوستات ئارقىلىق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى قارشىلىقنى ئۆزگەرتىپ، سولېنوئىد A دىكى توكتا ئۆزگىرىش ھاسىل قىلساق، سولېنوئىد B دا يەنە توك ھاسىل بولىدۇ.



16. 6 ـ رەسىم

سولېنوئىد B سولېنوئىد A نىڭ ماگنىت مەيدانىدا تۇرغاندا، سولېنوئىد A دىن توك ئۆتكەندە ياكى توك ئۇزۇلگەندە ۋە ياكى سولېنوئىد A دىكى توكتا ئۆزگىرىش بولغاندا، سولېنوئىد A نىڭ ماگنىت مەيدانىمۇ بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. دېمەك، ئۆتكۈزگۈچ ۋە ماگنىت مەيدانى نىسپىي ھەرىكەت قىلماي، پەقەت تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ماگنىت مەيدانىدا ئۆزگىرىش بولسىلا، تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش يۈز بېرىدۇ ـ دە، تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ.

خۇلاسە: مەيلى تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى بىر قىسىم ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ھەرىكەت قىلسۇن ياكى تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ماگنىت مەيدانىدا ئۆزگىرىش يۈز بەرسۇن، بۇلار-نىڭ ھەممىسىدە تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش يۈز بېرىدۇ. شۇنداق قىلىپ، تۆۋەندىكى خۇلاسىنى چىقىرىشقا بولىدۇ:

مەيلى قانداق ئۇسۇل قوللىنىلىشىدىن قەتئىينەزەر، پەقەت تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش يۈز بەرسىلا، تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ. مانا مۇشۇنداق ماگنىت مەيدانىدىن پايدىلىنىپ توك ھاسىل قىلىش ھادىسىسى **ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيىسى** دەپ ئاتىلىدۇ، ھاسىل بولغان توك **ئىندۇكسىيىلىك توك** دەپ ئاتىلىدۇ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

سىز بىلىدىغان ياكى سىز قىياس قىلغان تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش ھاسىل قىلىشنىڭ ئوخشاش بولمىغان ھەر خىل ئۇسۇللىرىنى بىر ـ بىرلەپ كەلتۈرۈڭ ھەم ئوقۇتقۇ-چىنىڭ يېتەكچىلىكىدە تەجرىبىخانىدا تەجرىبە ئىشلەپ، ئۇسۇلىڭىز بويىچە ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل قە-لىشقا بولىدىغان ياكى بولمايدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ كۆرۈڭ.

ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىكى ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىشى ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ئومۇميۈزلۈك مۇۋاپىق كېلىدىغان قانۇن بولۇپ، ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىگىمۇ ئوخشاشلا ماس كېلىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرى تۇيۇق (تۇتاش) بولغاندا، ئىندۇكسىيىلىك توك ئىش ئىشلەپ، ئېلېكتر ئې-نېرگىيىسىنى سەرپ قىلىدۇ. 16. 4 ـ رەسىم ۋە 16. 5 ـ رەسىمدە، سىرتقى كۈچ ئۆتكۈزگۈچ AB ياكى ماگنىتنى يۆتكىگەندە ئىش ئىشلەپ، مېخانىك ئېنېرگىيىنى سەرپ قىلىدۇ، ھاسىل بولغان ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىشىدىن كەلگەن بولىدۇ. گېنېراتور مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىش ئاساسىدا

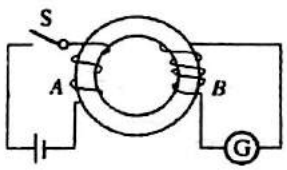
ياسالغان. 16. 6 ـ رەسمدە ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى سولېنوئىد A دىن سولېنوئىد B غا ئۆتكۈزۈپ بېرىلىدۇ، ترانسفورماتور مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ياسالغان. مۇشۇنداق ئايلىنىش ۋە يۆتكىلىش جەريانىدا ئېنېرگىيە ئۆزگەرمەي ساقلىنىدۇ.



فارادېينىڭ ئېلېكترومagnىت ئىندۈكسىيە ھادىسىسى ھەققىدىكى تەجرىبىسى

ئېرىستېد توكنىڭ ماگنىت ئېففېكتىنى بايقىغاندىن كېيىن، فارادېي توكنىڭ ماگنىت ئېففېكتىنى تەپسىلي تەھلىل قىلىپ، مۇنداق دەپ قارىدى: ماگنىت ئۆزىگە يېقىن تۇرغان تۆمۈر پارچىسىنى ماگنىتلىق خۇسۇسىيەتكە ئىگە قىلىدىكەن، تىنچ (ستاتىك) زەرەت ئۆزىگە يېقىن تۇرغان ئۆتكۈزگۈچنى زەرەتكە ئىگە قىلىدىكەن، ئۇنداقتا، توكمۇ ئۆزىگە يېقىن تۇرغان كاتۇشكىنى ئىندۈكسىيىلەپ توك ھاسىل قىلىشى كېرەك. 1822 ـ يىلى فارادېي خاتىرىسىگە «ماگنىتنى توكقا ئايلاندۇرۇش» ھەققىدىكى شانلىق ئىدىيىسىنى خاتىرىلىگەن. كېيىن ئۇ مۇشۇ تېما ئۈستىدە سىستېمىلىق ھالدا تەجرىبە تەتقىقاتى ئېلىپ بارغان.

دەسلەپ ئۇ كۈچلۈك ماگنىت ئۆتكۈزگۈچكە يېقىنلاشتۇرۇلسا، ئۆتكۈزگۈچتە مۇقىم توك ھاسىل بولىدۇ، دەپ قىياس قىلغان، ئۇ ئۆزىنىڭ بۇ پەرىزىنى تەجرىبە ئارقىلىق ئىسپاتلاشقا ئۇرۇنغان، نەتىجىدە مۇڭەپپەقىيەتلىك بولمىغان. لېكىن ئۇ قىينىچىلىقتىن قورقماي، شجائەت بىلەن 10 يىل كۈرەش قىلىپ ئاخىرى زور بۆسۈش ھاسىل قىلىپ، 1831 ـ يىلى ئېلېكترومagnىت ئىندۈكسىيە ھادىسىسىنى بايقىغان.



16. 7 ـ رەسىم

1831 ـ يىل 8 ـ ئايدا فارادېي ئىككى كاتۇشكىنى بىر تۆمۈر ھالقىغا ئورنىتىپ (16. 7 ـ رەسىم)، A كاتۇشكىنى تۇراقلىق توك مەنبەسىگە، B كاتۇشكىنى گالۋانومېتىرغا ئۇلاپ، A كاتۇشكىنىڭ ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرغان ياكى ئۈزۈۋەتكەن پەيتتە، B كاتۇشكىدا پەيتلىك توك ھاسىل بولغانلىقىنى بايقىغان. فارادېي تۆمۈر ھالقىنىڭ زۆرۈرىيىتى يوقلۇقىنى بايقاپ، ئۇنى ئېلىۋېتىپ بۇ تەجرىبىنى قايتا ئىشلىگەندە، ئېلېكترومagnىت ئىندۈكسىيە ھادىسىسى يەنىلا ھاسىل بولۇۋەرگەن، بۇ چاغدا پەقەت كاتۇشكىدىكى توك بىرئاز ئاجىز بولغان.

فارادېي ئۆز تەجرىبىسىنى قانداق تەھلىل قىلغان؟ ئۇنىڭ پىكىر قىلىش يولى ئاساسەن مۇنداق بولغان:

بىرىنچى، B كاتۇشكا توكلۇق كاتۇشكا A نىڭ ماگنىت مەيدانىدا تۇرغاندىن باشقا، ئۇنىڭ بىلەن باشقا مۇناسىۋەتتە بولمايدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن B دىكى ئىندۈكسىيىلىك توك پەقەت A نىڭ ماگنىت مەيدانى تەرىپىدىنلا بارلىققا كېلىدۇ.

ئىككىنچى، Aدىكى توك مۇقىم بولغاچقا، ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ماگنىت مەيدانى مۇقىم بولغان چاغدا، B دا ئىندۈكسىيىلىك توك بولمايدۇ. بۇ شۇنى چۈشەندۈرىدۇكى، مۇقىم ماگنىت مەيدانى ئىندۈكسىيىلىك توك ھاسىل قىلمايدۇ؛ پەقەت Aدىن توك ئۆتۈپ ياكى توك ئۈزۈلۈپ، ئۇنىڭدىكى توكنىڭ ئۆزگىرىشى ئارقىلىق ئۇنىڭ ئەتراپىدىكى ماگنىت مەيدانى ئۆزگەرگەن چاغدىلا، B دا ئىندۈكسىيىلىك توك بارلىققا كېلىدۇ. بۇ شۇنى چۈشەندۈرىدۇكى، ئۆزگىرىشچان ماگنىت مەيدانىلا ئىندۈكسىيىلىك توكنى بارلىققا كەلتۈرىدۇ.

ئۇچىنچى، ماگنىت مەيدانىنى ماگنىت ئىندۈكسىيە سىزىقلىرى ئارقىلىق ئوبرازلىق ھالدا ئىپادىلەشكە بولىدۇ. B تۇرغان ماگنىت مەيدانىدا ئۆزگىرىش بولغاندا، B كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئىندۈكسىيىلىك توكنىڭ ھاسىل بولۇش شەرتى — كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش بولۇشتىن ئىبارەت، دەپ يەكۈنلەشكە بولىدۇ.

ئېلېكترومagnىت ئىندۈكسىيە ھادىسىسىنى ئۆزۈل ـ كېسىل تەتقىق قىلىش ئۈچۈن، فارادېي يەنە نۇرغۇن

ئەجرىبىلەرنى ئىشلىگەن. ئۇ 1831 ـ يىل 11 ـ ئايدا يازغان ئىلمىي ماقالىسىدە ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ھاسىل بولۇشى ئۈچۈن ئۆزگىرىپ تۇرغان توك؛ ئۆزگىرىپ تۇرغان ماگنىت مەيدانى؛ ھەرىكەت قىلىپ تۇرغان مۇقىم توك؛ ھەرىكەتتىكى ماگنىت؛ ماگنىت مەيدانىدا ھەرىكەت قىلىپ تۇرغان ئۆتكۈزگۈچتىن ئىبارەت بەش خىل شەرت ھازىرلانغان بولۇشى كېرەك، دەپ يېغىنچاقلىغان.

1 ـ مەشىق

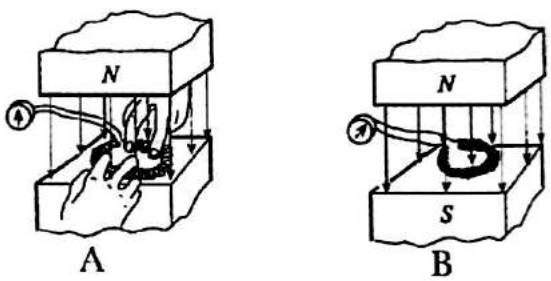
(1) يۈزى $5.0\times10^{-2}m^2$ بولغان بىر ئورامليق تىك تۆت تەرەپلىك كاتۇشكا ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى $2.0\times10^{-2}T$ بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بولسا، كاتۇشكا تەكشىلىكى ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولغاندا، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى قانچىلىك بولىدۇ؟

$\Phi = BS = 2\times10^{-2}\times5\times10^{-2} = 1\times10^{-3}Wb$

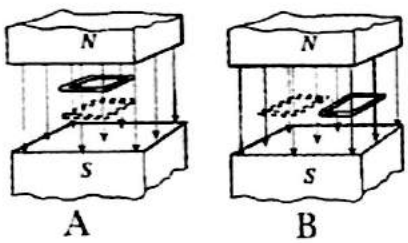
(2) يۈزى $0.5m^2$ بولغان ئۆتكۈزگۈچ ھالقا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان، ھالقا يۈزى ماگنىت مەيدانىغا تىك. بۇ ئۆتكۈزگۈچ ھالقىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ $2.0\times10^{-2}Wb$ ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشىنى تېپىڭ.

$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{2\times10^{-2}}{0.5} = 0.04T$

(3) 16. 8 ـ رەسىمدە ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بىر تۈيۈق پۈرژىنىلىق كاتۇشكا كۆرسىتىلگەن. ئالدى بىلەن قول ئارقىلىق كاتۇشكىنى كېرىپ ئېچىپ (رەسىم A)، ئاندىن قولنى قويۇپ بەرسەك، كاتۇشكا يىغىلىدۇ (رەسىم B). كاتۇشكا يىغىلغاندا، ئۇنىڭدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟ ھاسىل بولمۇ.



16. 8 ـ رەسىم

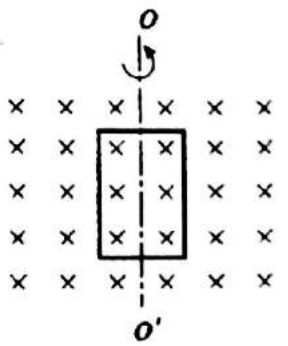


16. 9 ـ رەسىم

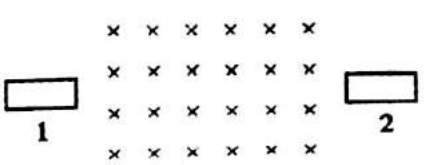
(4) 16. 9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا بىر كاتۇشكا قويۇلغان بولۇپ، كاتۇشكا تەكشىلىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا تىك بولىدۇ. بۇ كاتۇشكا ماگنىت مەيدانىدا يۆتكىرى ـ تۆۋەن ھەرىكەت قىلغاندا، ئۇنىڭدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ ـ يوق؟ كاتۇشكا ماگنىت مەيدانىدا ئوك ۋە سولغا قاراپ ھەرىكەت قىلغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

(5) 16. 10 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا OO' ئوقىنى چۆرىدەپ ئايلانغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

ھاسىل بولمۇ.



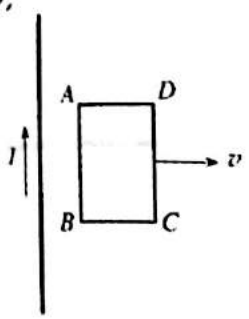
16. 10 ـ رەسىم



16. 11 ـ رەسىم

(6) 16. 11 ـ رەسمده كۆرسىتىلگەندەك بىر تۈيۈق كاتۇشكا ئورۇن 1 دىن باشلاپ ھەربىرىدە قىلىپ بىر تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدىن ئۆتۈپ ئورۇن 2 گە بارىدۇ. كاتۇشكا ھەربىرىدە قىلىش جەريانىدا، قايسى ۋاقىتتا ئۇنىڭدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ؟ قايسى ۋاقىتتا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولمايدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

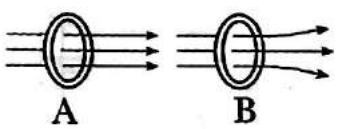
(7) تىك تۆت تەرەپلىك شەكلىدىكى كاتۇشكا *ABCD* توكلۇق تۈز ئۇزۇن ئۆتكۈزگۈچنىڭ يېنىغا جايلاشقان بولۇپ (16. 12 ـ رەسىم)، كاتۇشكا بىلەن ئۆتكۈزگۈچ ئوخشاش بىر تەكشىلىكتە ياتىدۇ ھەم كاتۇشكىنىڭ ئىككى تەرىپى ئۆتكۈزگۈچكە پارالللېل تۇرىدۇ. بۇ تەكشىلىكتە كاتۇشكا ھەربىرىدە قىلىپ ئۆتكۈزگۈچتىن يىراقلاشسا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ – يوق؟ كاتۇشكا بىلەن ئۆتكۈزگۈچنىڭ ھەر ئىككىسىنى ھەربىرىدە تەڭ ئۇزۇنلۇقتا ئۇزۇنغا تەڭ تىك تۆت تەرەپلىك شەكلىدىكى كاتۇشكا دەپ ئالساق، ئۇ ھالدا كاتۇشكا ئۈچ تەرەپتىن ئۈچ خىل ئۇزۇنلۇقتىكى ئۆتكۈزگۈچ بىلەن چەكلەنگەن بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچتىكى توك *I* نى تەدرىجىي چوڭايتساق ياكى كىچىكلەتسەك، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ – يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟



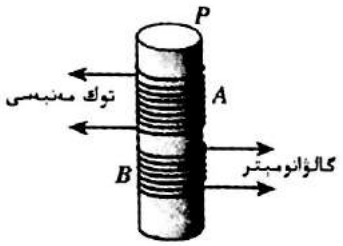
16. 12 ـ رەسىم

دىققەت: *I* قانچە چوڭ بولسا، تۈز سىزىقلىق توكنىڭ ماگنىت مەيدانى شۇنچە كۈچلۈك بولىدۇ؛ تۈز ئۆتكۈزگۈچتىن يىراقلاشقانسېرى، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى *B* شۇنچە كىچىك بولىدۇ.

(8) بىر مىس ھالقا تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا ھالقا تەكشىلىكى ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە تىك بولىدىغان قىلىپ قويۇلغان (16. 13 ـ رەسىم *A*). ئەگەر ھالقا ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىنى بويلىتىپ سلجىتىلسا، بۇ مىس ھالقىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ – يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟ ئەگەر ماگنىت مەيدانى تەكشى بولمىسا (16. 13 ـ رەسىم *B*)، ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولامدۇ – يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

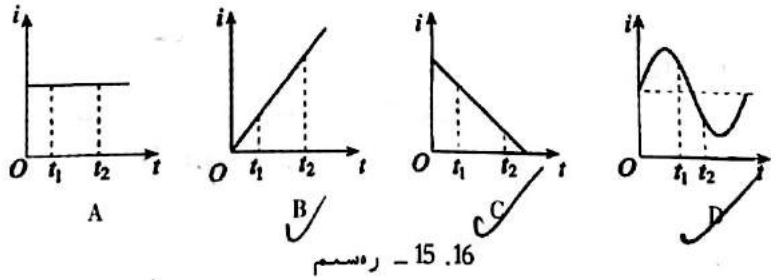


16. 13 ـ رەسىم



16. 14 ـ رەسىم

(9) مەلۇم بىر تەجرىبە قۇرۇلمىسى 16. 14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، تۆمۇر ئۆزەك *P* غا كاتۇشكا *A* بىلەن كاتۇشكا *B* ئورالغان. ئەگەر كاتۇشكا *A* دىكى توك *i* بىلەن ۋاقىت *t* نىڭ مۇناسىۋىتى 16. 15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن *A* ، *B* ، *C* ۋە *D* قا. تارلىق تۆت خىل ئەھۋالدىن ئىبارەت بولسا، $t_1 \sim t_2$ دىن ئىبارەت مۇشۇ بىر بۆلەك ۋاقىت ئىچىدە، قايسى خىل ئەھۋالدا *B* كا. تۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ بارلىقىنى بايقىغىلى بولىدۇ؟



16. 15 ـ رەسىم

§ 2 . فارادېينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە قانۇنى ـــــ ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى

تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرىدىن توك ئۆتۈشى ئۈچۈن، بۇ ئېلېكتر زەنجىرىدە توك مەنبەسى بولۇشى شەرت. توك بولسا توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى تەرىپىدىن ھاسىل بولىدۇ. ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە

هادىسىدە، تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىندۇكسىيىلىك توك بار بولىدىكەن، ئۇنداقتا، بۇ ئېلېكتر زەنجىرىدە چوقۇم ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ بولىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرى ئۇزۇك بولغاندا، گەرچە ئىندۇكسىيىلىك توك بولمىسىمۇ، لېكىن ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ يەنىلا مەۋجۇت بولىدۇ. ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە هادىسىدە هاسىل بولغان ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ **ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ** دەپ ئاتىلىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ هاسىل قىلغان ئاشۇ قىسىم ئۆتكۈزگۈچ توك مەنبەسىگە تەڭداش بولىدۇ. 16. 4 ـ رەسىمدىكى ئۆتكۈزگۈچ AB ، 16. 5 ـ ، 16. 6 ـ رەسىملەردىكى سولىنوئىد B لارنىڭ هەممىسى توك مەنبەسىگە تەڭداش بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ قارشىلىقى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. بۇنى تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىدىن پايدىلىنىپ هېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ.

ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ؟

16. 4 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدىكى ئۆتكۈزگۈچ AB نىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىش تېزلىكى قانچە چوڭ بولسا، تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرى قورشاپ تۇرغان يۈزنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى شۇنچە تېز بولۇپ، ئىندۇكسىيىلىك توك بىلەن ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. 16. 5 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدىكى ماگنىتنىڭ هەرىكىتى قانچە تېز بولسا، سولىنوئىدنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى شۇنچە تېز، ئىندۇكسىيىلىك توك بىلەن ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ. 16. 6 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە توك ئۆتكەندىكى ۋە توك ئۈزۈلگەندىكى ئەهۋاللارنى رېئوستاتنىڭ قارشىلىقىنى تەدرىجىي ئۆزگەرتكەندىكى ئەهۋاللارغا سېلىشتۇرغاندا، A دىكى توكنىڭ ئۆزگىرىشى تېز بولسا، بۇنىڭ بىلەن B نى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىمۇ تېز بولۇپ، B دىكى ئىندۇكسىيىلىك توك ۋە ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچمۇ چوڭراق بولىدۇ.

تەجرىبىلەر شۇنى چۈشەندۈرىدۇكى: ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنىڭ تېز ـ ئاستىلىقىغا مۇناسىۋەتلىك. ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنىڭ تېز ـ ئاستىلىقىنى ماگنىت ئېقىمىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدىكى ئۆزگىرىشى ئارقىلىق ئىپادىلىگىلى بولىدۇ. ماگنىت ئېقىمىنىڭ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدىكى ئۆزگەرگەن مىقدارى ئادەتتە ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى دەپ ئاتىلىدۇ. دېمەك، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئېنىق ئىشلەنگەن تەجرىبىلەر شۇنى روشەنلەشتۈرۈپ بەردىكى:

ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى مۇشۇ ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقىغا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. مانا بۇ **فارادېينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە قانۇنىدىن ئىبارەت.**

پەيت t_1 دە تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنى Φ_1 ، پەيت t_2 دە تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنى Φ_2 دېسەك، ئۇ هالدا ۋاقىت $\Delta t = t_2 - t_1$ ئىچىدىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگەرگەن مىقدارى $\Delta \Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ، ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنى E دېسەك، ئۇ هالدا مۇنداق بولىدۇ:

$$E = k\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

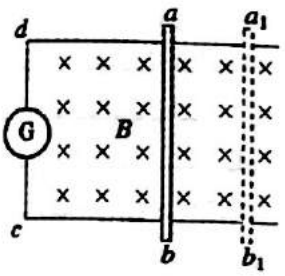
بۇنىڭدىكى k تاناسىپ تۇراقلىقىدىن ئىبارەت. خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا يۇقىرىقى فورمۇلىدىكى مىقدارلارنىڭ بىرلىكلىرى مۇنداق بەلگىلەنگەن: E نىڭ بىرلىكى ۋولت (V) ، Φ نىڭ بىرلىكى ۋېبېر (Wb) ،

t نىڭ بىرلىكى سېكۇنت (s) . ئوقۇغۇچىلار ئۆزلىرى $1\mathrm{V}=1\mathrm{Wb}/\mathrm{s}$ بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلىيالايدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن يۇقىرىقى فورمۇلىدىكى $k=1$ بولىدۇ. ئۇ ھالدا يۇقىرىقى فورمۇلىنى مۇنداق يېزىشقا بولىدۇ:

$$E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (1)$$

تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى n ئورامлىق بىر كاتۇشكىدىن ئىبارەت دېسەك، كاتۇشكىنىڭ ھەربىر ئورامىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى ئوخشاش بولىدۇ، n ئورامлىق كاتۇشكىنى n دانە بىر ئورامлىق كاتۇشكىنىڭ ئارقىمۇئارقا ئۇلىنىشىدىن شەكىللەنگەن دەپ قاراشقا بولىدىغانلىقتىن، پۈتۈن كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ بىر ئورامлىق كاتۇشكىنىڭكىنىڭ n ھەسسىسى بولىدۇ، يەنى

$$E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \qquad (2)$$

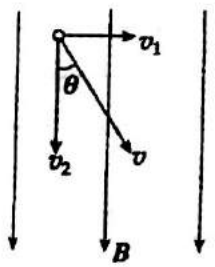


16. 16 ـ رەسىم

ئەملىي خىزمەتلەردە، چوڭراق ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچەك ئېرىشىش ئۈچۈن، ئادەتتە ئورام سانى كۆپ كاتۇشكىلار ئىشلىتىلىدۇ.

تۆۋەندە ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ھەرىكەت قىلغاندىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ ئىپادىلىنىش فورمۇلىسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىمىز.

16. 16 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تىك تۆت تەرەپلىك شەكلىدىكى سىم رامكا $abcd$ نى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا رامكا تەكشىلىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا تىك بولىدىغان قىلىپ قويىمىز. سىم رامكىنىڭ ھەربىرىنىڭ قىسمى ab نىڭ ئۇزۇنلۇقى L بولۇپ، v تېزلىكتە ئوڭغا قاراپ ھەرىكەت قىلسىپ، Δt ۋاقىت ئىچىدە ئەسلىدىكى ئورنى ab دىن يۆتكىلىپ a_1b_1 غا كېلىدۇ، دەپ پەرەز قىلساق، بۇ چاغدا سىم رامكىنىڭ يۈزىنىڭ ئۆزگىرىشى $\Delta S=Lv\Delta t$، تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى $\Delta\Phi=B\Delta S=BLv\Delta t$ بولىدۇ. بۇنى فورمۇلا $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ دىكى ئورنىغا قويساق، تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:



16. 17 ـ رەسىم

$$E=BLv \qquad (3)$$

ئەگەر ئۆتكۈزگۈچىنىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى ئۆتكۈزگۈچىنىڭ ئۆزىگە تىك، لېكىن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىر ئازا بۇلۇڭ θ نى ھاسىل قىلغان بولسا (17.16 ـ رەسىم)، بىز تېزلىك v نى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا تىك بولغان تارماق مىقدار $v_1=v\sin\theta$ بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىغا پاراللېل بولغان تارماق مىقدار $v_2=v\cos\theta$ دىن ئىبارەت ئىككى تارماق مىقدارغا ئاجرىتالايمىز. كېيىنكىسى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كەسمەيدۇ، شۇڭا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولمايدۇ. ئالدىنقىسى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىدۇ، شۇڭا ھاسىل قىلغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ $E=BLv_1$ بولىدۇ، چۈنكى $v_1=v\sin\theta$ شۇنىڭ ئۈچۈن

$$E=BLv\sin\theta \qquad (4)$$

دېمەك، ئۆتكۈزگۈچ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كەسكەندە ھاسىل بولغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B، ئۆتكۈزگۈچىنىڭ ئۇزۇنلۇقى

L، ھەربىرىدە تېزلىكى v ۋە ھەربىرىدە يۆنىلىشى بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى ئارىسىدىكى ئارا بۇلۇڭ θ نىڭ سىنۇسى $\sin\theta$ لارغا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ.

خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، فورمۇلا (3) بىلەن (4) لەردىكى E، B، L، v لارنىڭ بىرلىكلىرى ئايرىم- ئايرىم ۋولت، تېسلا، مېتىر، سېكۇنت/ مېتىرلاردىن ئىبارەت. ئوقۇغۇچىلار ئۆزلىرى فورمۇلىلاردىكى تەڭلىك بەلگىسىنىڭ ئىككى تەرىپىدىكى بىرلىكلەرنىڭ بىردەك بولىدىغانلىقى، يەنى

$$1V = 1T \times 1m \times 1m/s$$

نى ئىسپاتلاپ كۆرسە بولىدۇ.

2 - مەشىق

(1) ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيىسى ھەققىدىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلمىشلاردىن توغرىسى قايسى؟

① كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى قانچە چوڭ بولسا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

② كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى نۆل بولسا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ چوقۇم نۆل بولىدۇ.

③ كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى قانچە چوڭ بولسا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈزگۈزگۈچى كۈچ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

④ كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى قانچە تېز بولسا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

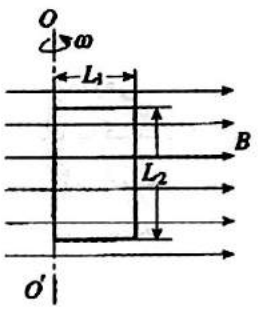
(2) تۆۋەندىكىلەرنى ئىسپاتلاڭ:

① $1V = 1Wb/s$

② $1V = 1T \times 1m \times 1m/s$

(3) $0.4T$ بولغان تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا، ئۇزۇنلۇقى $25cm$ بولغان ئۆتكۈزگۈچ $6m/s$ سۈرئىتتە ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ھەربىرىدە قىلغان، ھەربىرىدە يۆنىلىشى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۆزىگە تەك بولۇپ، ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى بىلەن $30°$ بۇلۇڭ ھاسىل قىلغان بولسا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنى تېپىڭ.

(4) 16. 18 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك تەك تۆتبۇلۇڭ شەكلىدىكى كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا OO' ئوقىنى چۆرىدەپ ئايلانغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولامدۇ - يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟ كاتۇشكىنىڭ ئىككى تەرىپىنىڭ ئۇزۇنلۇقى L_1 ۋە L_2، ئۇنىڭ ئايلىنىش بۇلۇڭلۇق تېزلىكى ω، ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى B دەپ پەرەز قىلىنسا، رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئورۇندا، كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ



16. 18 - رەسىم

$$E = BS\omega$$

بولىدىغانلىقىنى ئىسپاتلاڭ. بۇنىڭدىكى S كاتۇشكىنىڭ يۈزى بولۇپ، $S = L_1L_2$ بولىدۇ.

(5) 1000 ئورامدىق كاتۇشكىنى $0.4s$ ئىچىدە تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى $0.02Wb$ دىن ئېشىپ $0.09Wb$ غا يەتكەن بولسا، كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنى تېپىڭ. ئەگەر كاتۇشكىنىڭ قارشىلىقى 10Ω بولۇپ، ئۇنىڭغا قارشىلىقى 990Ω بولغان بىر ئېلېكترلىك ئىسىتقۇچ ئەسۋاب ئارقىمۇ ئارقا ئۇلىنىش ئارقىلىق بىر تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلىنسا، بۇ ئەسۋابتىن ئۆتكەن توك قانچىلىك بولىدۇ؟

(6) ئالەم ئۆچۈش ئايروپىلانىدىن بىر سۈنئىي ھەمراھ قويۇپ بېرىلگەن بولۇپ، سۈنئىي ھەمراھ بىلەن ئالەم ئۆچۈش ئايروپىلانى توك ئۆتكۈزگۈچ ئارقان ئارقىلىق ئۇلاپ قويۇلغان، بۇنداق سۈنئىي ھەمراھ **ئارقان باغلانغان سۈنئىي ھەمراھ** دېيىلىدۇ. بۇنداق سۈنئىي ھەمراھلاردىن پايدىلىنىپ كۆپ خىل ئىلمىي تەتقىقاتلارنى ئېلىپ بارغىلى بولىدۇ. ئەمدى بىر ئارقان باغلانغان سۈنئىي ھەمراھ يەر شارى ئېكۋاتورىنىڭ يۇقىرى بوشلۇقىدا شەرق - غەرب يۆنىلىشىنى بويلاپ ئالەم ئۆچۈش ئايروپىلانىنىڭ ئۇدۇل تۆۋەن تەرىپىدە يۇرۇۋاتقان بولۇپ، ئۇنىڭ ئالەم ئۆچۈش ئايروپىلانى بىلەن بولغان ئارىلىقى $20.5km$ ، سۈنئىي ھەمراھ تۇرغان جايدىكى

7.6 km/s = 7.6×10³ m/s.

يەر ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچىنىشى 4.6×10^{-5}T ، يۇنىلىشى گورىزونتال يۇنىلىشتە جەنۇبتىن شىمالغا قارىتا يۇنەلگەن بولسۇن. ئەگەر ئالەم ئۇچۇش ئايروپىلانى بىلەن سۇنئىي ھەمراھنىڭ يۇرۇش تېزلىكى 7.6km/s بولسا، بۇ ئارقانىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى تېپىڭ.

$\varepsilon = BLv = 4.6\times10^{-5}\times20.5\times10^{3}\times7.6\times10^{3} = 7166.8$ V.

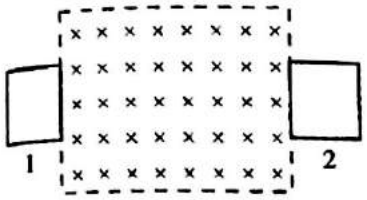
(7) 16. 19 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى رايونىدىن ئۆتكۈزۈلۈپ ئورۇن 1 دىن 2 گە يۆتكەلگەن بولسا، تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلارنىڭ قايسىسى توغرا؟

① كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدان رايونىغا كىرىش جەريانىدا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ ھەم كىرگەن چاغدىكى تېزلىكى قانچە چوڭ بولسا، ئىندۇكسىيىلىك توك شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

② پۈتۈن كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا تەكشى ھەرىكەت قىلغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك بولىدۇ.

③ پۈتۈن كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدا تېزلىنىشچان ھەرىكەت قىلغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك بولىدۇ ھەمدە توك بارغانسېرى چوڭ بولىدۇ.

④ كاتۇشكا تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى رايونىنى تېشىپ ئۆتكەن چاغدىكى تېزلىكى قانچە چوڭ بولسا، ئىندۇكسىيىلىك توك شۇنچە چوڭ بولىدۇ.



16. 19 ـ رەسىم

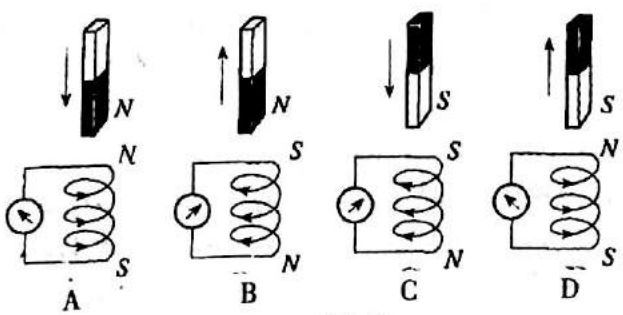
§3 . لېنىتس قانۇنى ـــــ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى

بىرىنچى پاراگرافتىكى تەجرىبىدە گالۋانومېتىر ئىسترېلكىسىنىڭ بىر دەم ئوڭغا، بىردەم سولغا ئېغىشى قانلىقى كۆرسىتىلدى. بۇ، ئوخشاش بولمىغان ئەھۋاللاردا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنىڭ ئوخشاش بولمايدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. ئۇنداق بولسا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى قانداق ئېنىقلىنىدۇ؟

ئەمدى بىز 16. 5 ـ رەسىمدىكى تەجرىبىدىن پايدىلىنىپ بۇ مەسىلىنى مۇھاكىمە قىلىپ كۆرەيلى.

ئالدىنقى ئىككى پاراگرافتا ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى ھەققىدىكى ئۇقۇمدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ھاسىل بولۇش شەرتى ۋە ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ئىپادىلەپ چىقتۇق. بۇنىڭدىن شۇنداق ئويغا كېلىمىزكى، ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى ھەققىدىكى ئۇقۇمدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاشنىڭ قانۇنىيىتىنى ئىپادىلىگىلى بولىدۇ.

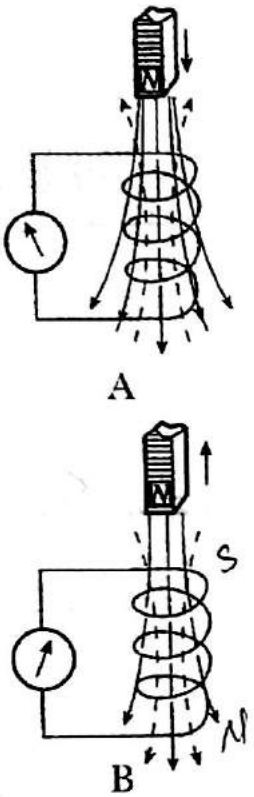
تەجرىبە ئارقىلىق 16. 20 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن قانۇنىيەتنى بايقاشقا بولىدۇ: ماگنىتنى كاتۇشكىغا يېقىنلاشتۇرغان ياكى ئۇنىڭ ئىچىگە سالغاندا، كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشى ماگنىتنىڭ مەيدان يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ (16. 20 ـ رەسىم A ، C)؛ ماگنىتنى كاتۇشكىدىن يىراقلاشتۇرغان ياكى كاتۇشكا ئىچىدىن چىقىرىۋالغاندا، كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولىدۇ (16. 20 ـ رەسىم B ، D).



16. 20 ـ رەسىم

ماگنىتنى كاتۇشكىغا يېقىنلاشتۇرغان ياكى كاتۇشكا ئىچىگە سالغاندا، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى ئاشىدۇ، بۇ چاغدا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولۇپ، ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئېشىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ (16. 21 ـ رەسىم A)؛ ماگنىتنى كاتۇشكىدىن يىراقلاشتۇرغان ياكى ئۇنىڭدىن چىقىرىۋالغاندا، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى ئازىيىدۇ، بۇ چاغدا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولۇپ، ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئازىيىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ (16. 21 ـ رەسىم B).

باشقا ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىلىرىدىمۇ بۇنىڭغا ئوخشاش قانۇنىيەت بولىدۇ. ئومۇمەن ماگنىت ئېقىمى ئاشسا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئىندۇكسىيىلىك توك قوزغىغان ماگنىت مەيدانى ئەسلىدىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئېشىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ؛ ئومۇمەن ماگنىت ئېقىمى ئازايسا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئىندۇكسىيىلىك توك قوزغىغان ماگنىت مەيدانى ئەسلىدىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئازىيىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ.



16. 21 ـ رەسىم. تۇتاش سىزىق ماگنىتنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى ئىپادىلەيدۇ، ئۇزۇك سىزىق ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى ئىپادىلەيدۇ. رەسىمدىكى A ، B لار 16. 20 ـ رەسىمدىكى A ، B لارغا توغرا كېلىدۇ. ئۆزىڭىز 16. 20 ـ رەسىمدىكى C، D لارغا توغرا كېلىدىغان ئىككى خىل ئەھۋالدىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى سىزىپ چىقىڭ

لېنتس (1865 ـ 1804) ھەر خىل تەجرىبە نەتىجىلىرىنى يەكۈنلەپ، 1834 ـ يىلى تۆۋەندىكى خۇلاسىگە ئېرىشكەن:

ئىندۇكسىيىلىك توك شۇنداق بىر يۆنىلىشكە ئېگىكى، ئۇ بولسىمۇ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ھامان ئىندۇكسىيىلىك توكنى بارلىققا كەلتۈرگەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىشتىن ئىبارەت. مانا بۇ لېنتس قانۇنىدىن ئىبارەت.

بىز يەنە بىر نۇقتىدىن چىقىپ لېنتس قانۇنىنى بىلەلەيمىز. 16. 21 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، ماگنىتنىڭ N قۇتۇپىنى سولىنوئىدقا يېقىنلاشتۇرغاندا، سولىنوئىدنىڭ يۇقىرىقى ئۇچى N قۇتۇپ بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن ماگنىت ئىتتىرىش كۈچىگە ئۇچرايدۇ ـ دە، ماگنىتنىڭ سولىنوئىدقا قاراپ قىلغان ھەرىكىتى توسقۇنلۇققا ئۇچرايدۇ. 16. 21 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك ماگنىتنىڭ N قۇتۇپى سولىنوئىدتىن يىراقلاشقاندا، سولىنوئىدنىڭ يۇقىرىقى ئۇچى S قۇتۇپ بولىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ماگنىت تارتىش كۈچىگە ئۇچرايدۇ ـ دە، ماگنىتنىڭ سولىنوئىدتىن يىراقلاپ قىلغان ھەرىكىتى توسقۇنلۇققا ئۇچرايدۇ. ئومۇمەن لېنتس قانۇنىنىڭ مەزمۇنى مۇنداق: ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىدىن قارىغاندا، ئىندۇكسىيىلىك توك ھامان ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ؛ ئۆتكۈزگۈچ بىلەن ماگنىت مەيدانىنىڭ نىسپىي ھەرىكىتىدىن قارىغاندا، ئىندۇكسىيىلىك توك ھامان نىسپىي ھەرىكەتكە توسقۇنلۇق قىلىدۇ.

لېنتس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ ھەر خىل ئەھۋاللاردىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن بىردەك بولىدىغانلىقتىن، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىگە ھۆكۈم قىلىپ چىقساقلا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ يۆنىلىشىگىمۇ ھۆكۈم قىلغىلى بولىدۇ.

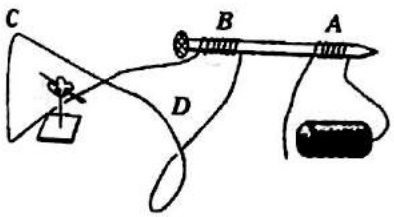
مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

16. 5 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، لېنتىس قانۇنىغا ئاساسەن، ئىندۇكسىيىلىك توك ھامان ماگنىتنىڭ سولېنوئىدقا نىسبەتەن بولغان نىسپىي ھەرىكىتىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ. يەنى ماگنىتنى سولېنوئىدقا يېقىنلاشتۇرغاندا، سىرتقى كۈچ ماگنىت بىلەن سولېنوئىد ئارىسىدىكى تېپىشىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ؛ ماگنىتنى سولېنوئىدتىن يىراقلاشتۇرغاندا، سىرتقى كۈچ ماگنىت بىلەن سولېنوئىد ئارىسىدىكى تارتىشىش كۈچىنى يېڭىپ ئىش ئىشلەيدۇ. سىز ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ۋە ساقلىنىش نۇقتىسىدىن چىقىپ تۇرۇپ بۇ بىر ھادىسىنى چۈشەندۈرۈپ بېرەلەمسىز؟ ئەگەر ئىندۇكسىيىلىك توك لېنتىس قانۇنى بويىچە ئېنىقلانغان يۆنىلىش بويىچە ئاقماي، بەلكى قارىمۇقارشى بولسا، قانداق ئەھۋال بارلىققا كېلىدۇ؟

www · 0 – 100 · com · cn/4/22/17/0341 · htm يۇقىرىدىكى مەسىلىنى تېخىمۇ كۆپرەك بىلمەكچى بولسىڭىز نى زىيارەت قىلىسىڭىز بولىدۇ.



ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى كۆزىتىش



16. 22 ـ رەسىم

بىر چوڭراق مىخنىڭ ئۈستىگە سىرلانغان ئىنچىكە سىمنى يۆگەش ئارقىلىق A ۋە B دىن ئىبارەت ئىككى كاتۇشكىنى ياساپ، كاتۇشكا B نىڭ ئىككى ئۇچىنى بىر ـ بىرىگە ئۇلاڭ ھەم سىرلانغان سىمنىڭ CD بۆلىكىنى ئۆزىڭىز ياسىغان تىنچ تۇرغان كومپاسنىڭ ئۈستىگە قويۇڭ (16. 22 ـ رەسىم). قۇرغاق باتارىيە ئارقىلىق كاتۇشكا A دىن توك ئۆتكۈزگەن پەيتتە، كومپاس ئىستىرېلكىسىنىڭ ئېغىش يۆنىلىشىنىڭ قانداق بولىدىغانلىقىغا ھۆكۈم قىلىڭ. بۇ تەجرىبىنى ئىشلەپ، ئۆزىڭىز ھۆكۈم قىلغان كومپاس ئىستىرېلكىسىنىڭ ئېغىش يۆنىلىشىنىڭ تەجرىبىدىكىدەك بولىدىغان ياكى بولمايدىغانلىقىغا قارىڭ.

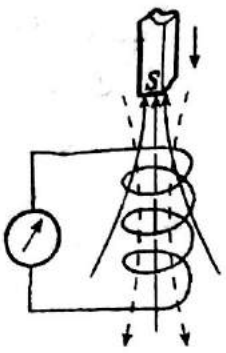
§4 . لېنتىس قانۇنىنىڭ قوللىنىلىشى

لېنتىس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىگە ھۆكۈم قىلىشتا، ئالدى بىلەن ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاۋېلىش كېرەك؛ ئىككىنچىدىن، تۈيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئاشىدىغان ياكى كېمەيىدىغانلىقىنى ئېنىقلاۋېلىش كېرەك؛ ئاندىن كېيىن لېنتىس قانۇنىغا ئاساسەن ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاۋېلىش كېرەك؛ ئەڭ ئاخىرىدا ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاۋېلىش كېرەك.

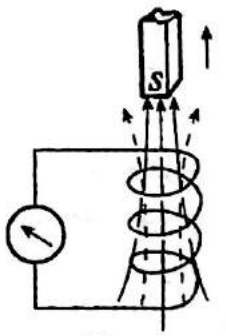
[1 ـ مىسال] ئەمدى بىز ماگنىتنىڭ S قۇتۇپىنى سولېنوئىدقا يېقىنلاشتۇرغان ياكى يىراقلاشتۇرغان چاغدىكى

ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلايلى.

16. 23 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى يۇقىرىغا قارىتا بولۇپ، ماگنىتنىڭ Sقۇتۇپىنى سولىنوئىدقا يېقىنلاشتۇرغاندا، سولىنوئىدنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئاشىدۇ. لېنىتس قانۇنىدىن بىلىشكە بولىدۇكى، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئېشىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ، شۇڭا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىگە قارىمۇقارشى بولىدۇ، يەنى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى تۆۋەنگە قارىتا بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى بىلىۋالغاندىن كېيىن، ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلىغىلى بولىدۇ.



A



B

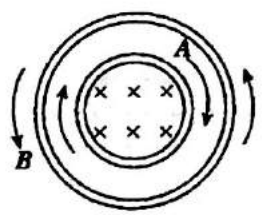
16. 23 ـ رەسىم. تۇتاش سىزىق ماگنىتنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى ئىپادىلەيدۇ، ئۇزۇك سىزىق ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى ئىپادىلەيدۇ

16. 23 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك، ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى يۇقىرىغا قارىتا بولۇپ، ماگنىتنىڭ S قۇتۇپىنى سولىنوئىدتىن يىراقلاشتۇرغاندا، سولىنوئىدنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئازىيىدۇ. لېنىتس قانۇنىدىن بىلىش مۇمكىنكى، ئىندۇكسىيىلىك توك ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئازىيىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ، شۇڭلاشقا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ئوخشاش بولۇپ، يۆنىلىشىمۇ يۇقىرىغا قارىتا بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشىنى بىلىۋالغاندىن كېيىن، ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ.

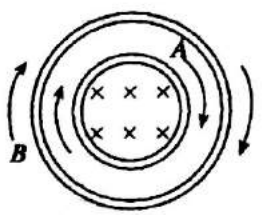
بۇ مىسالدا، ئىندۇكسىيىلىك توكمۇ هامان ماگنىت بىلەن سولىنوئىدنىڭ نىسپىي هەرىكىتىگە توسقۇنلۇق قىلامدۇ؟ ئۆزىڭىز تەھلىل قىلىپ كۆرۈڭ.

[2 ـ مىسال] ئەمدى 16. 6 ـ رەسىمدىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاپ كۆرەيلى.

ۋىكلىيۇچاتېلنى ئۇلاپ، سولىنوئىد A غا توك بەرگەندە ياكى رېئوستاتنىڭ قارشىلىقىنى كىچىكلىتىش ئارقىلىق، سولىنوئىد A دىكى توكنى چوڭايتقاندا، سولىنوئىد Bنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئاشىدۇ (16. 24 ـ رەسىم A). سولىنوئىد A دىكى توكنى سائەت ئىستىرېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە ئاقىدۇ، دەپ پەرەز قىلساق، ئەسلىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك تۆۋەنگە قارىتا يۆنىلىدۇ. لېنىتس قانۇنىدىن بىلىشكە بولىدۇكى، ئىندۇكسىيىلىك توك ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئېشىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ، شۇڭا سولىنوئىد B دىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن A نىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى قارىمۇقارشى بولىدۇ، يەنى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى يۇقىرىغا قارىتا يۆنەلگەن بولىدۇ. بۇنىڭدىن ئىندۇكسىيىلىك توك B دا سائەت ئىستىرېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشىنى بىلىشكە بولىدۇ.



A



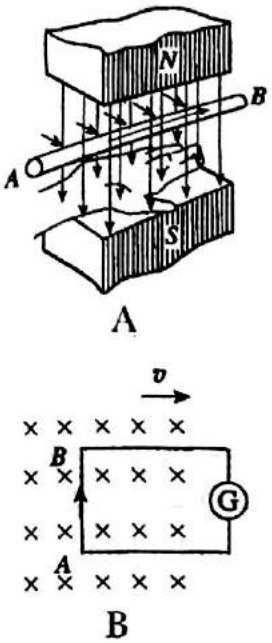
B

16. 24 ـ رەسىم. بۇ رەسىم 16. 6 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىنىڭ ئۈستىدىن كۆرۈنۈشى بولۇپ، رەسىمدە پەقەت A دىكى توكنىڭ ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى سىزىلغان

ۋىكلىيۇچاتېلنى ئۇزۇپ A دىكى توكنى ئۇزگەندە ياكى رېئوستاتنىڭ قارشىلىقىنى ئاشۇرغاندا، B دىكى ئىندۇكسىيىلىك توك 16. 24 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك سائەت ئىستىرېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە ئاقىدۇ. بۇ خىل ئەھۋالغا ئوقۇغۇچىلار ئۆزلىرى هۆكۈم قىلسا بولىدۇ.

[3 ـ مىسال] ئەمدى بىز 16. 4 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدىكى ئىندۇك-

سىيلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاپ كۆرەيلى.



16. 25 ـ رەسىم. ئوڭ قول قائىدىسى

ئەگەر ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى ئۆتكۈزگۈچنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىشىدىن كېلىپ چىققان بولسا، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى ۋە ئۆتكۈزگۈچنىڭ هەرىكەت يۆنىلىشى ئارىسىدا ئەستە قالدۇرۇشقا قولايلىق بولغان بىر مۇناسىۋەت مەۋجۇت، مانا بۇ **ئوڭ قول قائىدىسى** (16. 25 ـ رەسىم) دىن ئىبارەت: ئوڭ قولىمىزنى ئېچىپ باش بارمىقىمىزنى قالغان تۆت بارمىقىمىزغا تىك هەمدە بۇلارنىڭ هەممىسى ئالقان تەكشىلىكى ئىچىدە ياتىدىغان، ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئالقاننى تىك تېشىپ ئۆتىدىغان قىلىپ ماگنىت مەيدانىغا كىرگۈزسەك، باش بارمىقىمىز كۆرسەتكەن يۆنىلىش ئۆتكۈزگۈچنىڭ هەرىكەت يۆنىلىشى، قالغان تۆت بارمىقىمىزنىڭ كۆرسەتكەن يۆنىلىشى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى بولىدۇ. 16. 4 ـ رەسىمدىكى تەجرىبىدىكى ئۆتكۈزگۈچ AB نىڭ ئوڭ تەرىپىگە قاراپ هەرىكەت قىلغاندىكى ئەھۋالىنى ئوڭ قول قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ هۆكۈم قىلساق، نەتىجە مۇنداق بولىدۇ: ئىندۇكسىيىلىك توك A دىن B غا قاراپ ئاقىدۇ (16. 25 ـ رەسىم A).

ئەمدى لېنىتس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ هۆكۈم قىلايلى. ئۆتكۈزگۈچ AB ئوڭغا قارىتا هەرىكەت قىلغاندا، تۈيۈق ئېلىكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئازىيىدۇ (16. 25 ـ رەسىم B)، ئەمما ئىندۇكسىيىلىك توك ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئازىيىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ، شۇڭا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ تۈيۈق ئېلىكتر زەنجىرىنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى ماگنىتنىڭ ماگنىت مەيدان يۆنىلىشىگە ئوخشاش بولىدۇ، يەنى ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشىمۇ تۆۋەنگە قارىتا بولىدۇ. ئامپېر قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى A دىن B غا قارىتا بولىدىغانلىقىنى بىلگىلى بولىدۇ. دېمەك، لېنىتس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ ئېنىقلاش بىلەن ئوڭ قول قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئېنىقلاشنىڭ نەتىجىسى بىردەك بولىدۇ. ئوڭ قول قائىدىسىنى لېنىتس قانۇنىنىڭ ئالاهىدە ئەھۋالى دەپ قاراشقا بولىدۇ.

مۇلاهىزە ۋە مۇهاكىمە

قانداق ئەھۋالدا، ئوڭ قول قائىدىسىدىن پايدىلىنىپ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاش بەرقەدەر ئاسان بولىدۇ؟ كەلتۈرۈپ چىقارغان خۇلاسىڭىزنى ساۋاقداشلىرىڭىز بىلەن مۇلاهىزە قىلىپ كۆرۈڭ.

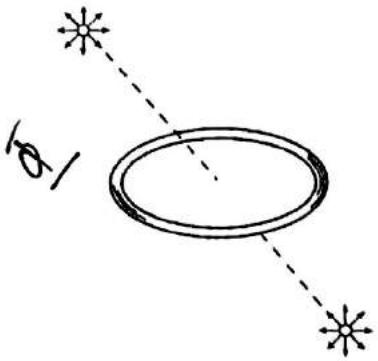


يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى ئىزدەش

ئېلىكتر هادىسىسىدە ئېلىكتر زەرىتى بار بولۇپ، مۇسبەت، مەنپىي زەرەتلەر بويىچە يەككە ـ يېگانە مەۋجۇت بولۇپ تۇرالايدۇ. ماگنىت هادىسىسىدە ماگنىت زەرىتى بايقالغىنى يوق، جەنۇبىي، شىمالىي قۇتۇپلىرىمۇ يەككە ـ يېگانە مەۋجۇت بولۇپ تۇرالمايدۇ. بىر ماگنىتنى ئېلىپ، ئۇنىڭ مەيلى قانچە كۆپ ئۇششاق پارچىلارغا بۆلسەكمۇ، هامان جەنۇبىي

ۋە شىمالىي قۇتۇپى ساقلىنىۋېرىدۇ.

1931 ـ يىلى ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى دىراك نەزەرىيە جەھەتتىن يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنىڭ مەۋجۇتلۇقى ھەققىدىكى ھۆكۈمنى ئالدىن ئوتتۇرىغا قويىدى. يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە نەزەرىيىسىگە ئاساسەن، ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ ئارىسىدىكى ئوخشاشلىق تېخىمۇ مۇكەممەللەشتى. بۇ نەزەرىيىنىڭ كىشىنى قىزىقتۇرىدىغان مەنزىرىسى بىر تۈركۈم فىزىكا ئالىملىرىنى ئۆزىگە جەلپ قىلدى. ئۇلار ھەر خىل ئۇسۇللاردىن پايدىلىنىپ تاغ جىنسلىرى، ئالەم نۇرى (يەنى ئالەم بوشلۇقىدىن ئۇچۇپ كەلگەن زەررىچىلەر) دىكى زەررىچىلەر ئىچىدىن تېزلەتكۈچلەر ئارقىلىق ئېلىپ بېرىلغان تەجرىبىلەردىن يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى تېپىشقا بېرىلدى. بىراق ھازىرغىچە يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە تېپىلمىدى. شۇڭلاشقا كىشىلەر يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە ئالەم شەكىللەنگەن دەسلەپكى مەزگىللەردە ھاسىل بولغان بولۇشى مۇمكىن، ئۇنىڭ قالدۇقلىرى ئازراق، ئۇنىڭ ئۇستىگە ئۇ كەڭ ئالەمگە تارقىلىپ كەتكەن بولغاچقا، ئۇنى تېپىش ناھايىتى قىيىن دېگەن قىياسقا كەلدى.



16. 26 ـ رەسىم. بىر تاياقسىمان ماگنىتنى تۆيۇق سولېنوئىدنىڭ بىر ئۇچىدىن كىرگۈزۈپ، يەنە بىر ئۇچىدىن تارتىپ چىقىرىۋالغان پۈتۈن جەريانىدا، سولېنوئىدتا ھاسىل بولغان ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولامدۇ ـ يوق؟ بىر دانە يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە (مەسىلەن، N قۇتۇپ) سولېنوئىدنى تېشىپ ئوتكەندە، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولامدۇ ـ يوق؟ سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

ئامېرىكىلىق بىر فىزىكا ئالىمى كابۇللا تەجرىبە ئىشلەش ئارقىلىق يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى ئىزدىگەن، ئۇنىڭ تەجرىبىدە ئاساسلانغان پرىنسىپى ئېلېكترومىگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئەسۋابىنىڭ ئاساسىي قىسمى ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچتىن ياسالغان كاتۇشكىدۇر. بىرەر يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچلۈك كاتۇشكىدىن ئوتكەن دېسەك (16. 26 ـ رەسىم)، ئۇ ھالدا بۇ كاتۇشكىنى تېشىپ ئوتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش يۈز بېرىدۇ، ئۇنىڭ ئۇستىگە ھاسىل بولغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ يۆنىلىشى ئۆزگەرمەيدۇ، شۇنىڭ بىلەن ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچلۈك كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ. ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى نۆل بولمىغانلىقتىن، بۇ توك ئۇزاق مەزگىل ئاجىزلاشماي ساقلىنىدۇ.

1982 ـ يىل 2 ـ ئايدا، بۇ فىزىكا ئالىمى ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچلۈك كاتۇشكىدا مۇقىم توكنىڭ بارلىققا كەلگەنلىكىنى بايقاپ، بۇنى ئالاھىدە ئوتكۈزگۈچلۈك كاتۇشكىدىن يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە ئوتكەن دەپ قارىغان. بىراق كېيىن ئاشۇ قېتىملىق تەجرىبىدە بايقىغان ھادىسىنى قايتا بايقىيالمىغان. شۇڭا بۇ بىر پاكىت يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنىڭ مەۋجۇتلۇقىغا ئىسپات بولالمايدۇ.

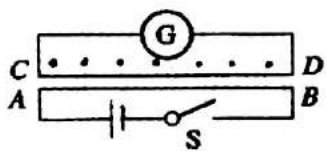
نۆۋەتتە يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچىنى ئىزدەش ھەققىدىكى تەجرىبىلەر يەنە ئېلىپ بېرىلماقتا. ئەگەر يەككە ماگنىت قۇتۇپلۇق زەررىچە ھەقىقەتەن مەۋجۇت بولۇپ قالسا، ئېلېكترومىگنىت ھەققىدىكى ھازىرقى نەزەرىيە زور دەرىجىدە ئۆزگىرىپ، پۈتۈن فىزىكا ئاساسىي نەزەرىيىسىنىڭ تەرەققىياتىغا غايەت زور تەسىر كۆرسىتىدۇ.

3 ـ مەشىق

(1) 16. 12 ـ رەسىمدە، كاتۇشكا توكلۇق ئوتكۈزگۈچتىن يىراقلاشقاندا، كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟

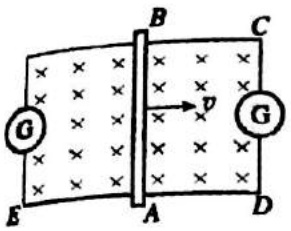
(2) 16. 27 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئوتكۈزگۈچ AB بىلەن CD ئۆزئارا پاراللېل. ئىككى ئۆتكىلىۋچاتقىل S نى ئۇلىغان ۋە ئۆزگەندىكى ئوتكۈزگۈچ CD دىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاڭ.

(3) 16. 28 ـ رەسىمدىكى $CDEF$ بولسا مېتال رامكىدىن ئىبارەت. ئوتكۈزگۈچ AB ئوڭ



16. 27 ـ رەسىم

تەرەپكە قارىتا يۆتكەلگەندە، لېنتىس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ $ABCD$ يىلەن $ABFE$ دىن ئىبارەت ئىككى ئۈلۈكتر زەنجىرىدىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاڭ. بۇ ئىككى ئۈلۈكتر زەنجىرىنىڭ خالىغان بىرى ئارقىلىق ئۆتكۈزگۈچ AB دىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلىغىلى بولامدۇ؟

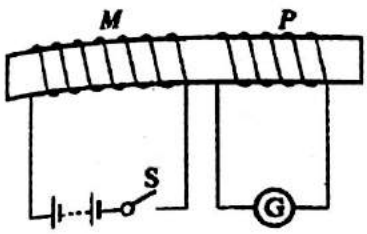


16. 28 ـ رەسىم

(4) 16. 29 ـ رەسىمدىكى كاتۇشكا M يىلەن كاتۇشكا P ئوخشاش بىر تۆمۈر ئۆزەككە ئورالغان بولسا:

① ئۈكلىيۇچاتىل S نى ئۇلىغان پەيتتە، كاتۇشكا P دا ئىندۇكسىيىلىك توك بولامدۇ ـ يوق؟

② كاتۇشكا M دىن تۇراقلىق توك ئۆتكەندە، كاتۇشكا P دا ئىندۇكسىيىلىك توك بولامدۇ ـ يوق؟



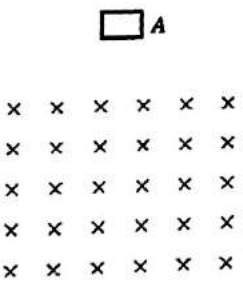
16. 29 ـ رەسىم

③ ئۈكلىيۇچاتىل S ئۈزۈلگەن پەيتتە، كاتۇشكا P دا ئىندۇكسىيىلىك توك بولامدۇ ـ يوق؟

④ يۇقىرىدىكى ئۇچ خىل ئەھۋالدا، ئەگەر كاتۇشكا P دا ئىندۇكسىيىلىك توك بار بولسا، كاتۇشكا Pنىڭ قايسى ئۇچى N قۇتۇپقا توغرا كېلىدىغانلىقىنى كۆرسىتىپ بېرىڭ.

(5) 16. 30 ـ رەسىمدىكى A ، B لارنىڭ ھەر ئىككىسى ناھايىتى يېنىك بولغان ئالىيۇمىن ھالقىلار بولۇپ، A ھالقا تۇيۇقلانغاندا، B ھالقا ئۈزۈك ھالەتتە تۇرغان. ماگنىتنىڭ خالىغان بىر قۇتۇپىنى A ھالقىغا يېقىنلاشتۇرساق، قانداق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ ماگنىتنى A ھالقىدىن يىراقلاشتۇرساق، قانداق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ ماگنىت قۇتۇپىنى B ھالقىغا يېقىنلاشتۇرساق ياكى ئۇنىڭدىن يىراقلاشتۇرساق، يەنە قانداق ھادىسە يۈز بېرگەن ھادىسىلەرنى چۈشەندۈرۈڭ.

(6) 16. 31 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، مىس رامكا A ئەركىن چۈشكەن ھەم بىر بۆلەك تەكشى كۆچمىشلىك ماگنىت مەيدان بوشلۇقىدىن ئۆتكەن بولسا، مىس رامكىنىڭ ھەربىر ئەھۋالىنى خۇسۇسىيىتىنى ئېنىقلاش جەھەتتىن چۈشەندۈرۈڭ (ھاۋانىڭ قارشىلىق كۈچى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ).



16. 31 ـ رەسىم



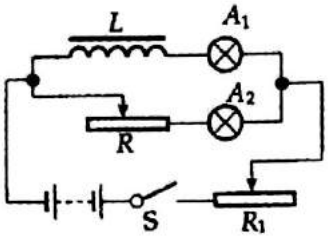
16. 30 ـ رەسىم

§5 . ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى

ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدە ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى دەپ ئاتالىدىغان ئالاھىدە بىر خىل ئەھۋال بار. ئەمدى بىز بۇ خىل ھادىسىنى مۇھاكىمە قىلىپ ئۆتىمىز.

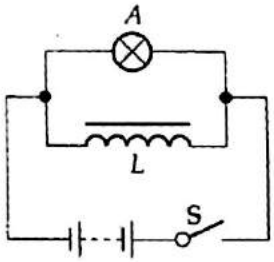
16. 32 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، ئالدى بىلەن ئۈكلىيۇچاتىل S نى ئۇلاپ، رېئوستات R نىڭ قارشىلىقىنى تەڭشەش ئارقىلىق، ئوخشاش ئۆلچەملىك ئىككى لامپۇچكا A_1 ، A_2 لەرنى ئوخشاش يورۇش دەرىجىسىگە ئىگە قىلىمىز. يەنە رېئوستات R_1 نى تەڭشەش ئارقىلىق، ئىككى لامپۇچكىنى ئوخشاشلا نورمال

يورۇيدىغان قىلىپ، ئاندىن كېيىن ۋىكلیۇچاتېل S نى ئۇزۇۋېتىمىز. ئېلېكتر زەنجىرىنى قايتىدىن ئۇلىغاندا شۇنى كۆرەلەيمىزكى، رېئوستات R بىلەن ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان لامپۇچكا A_2 دەرھال نورمال يورۇيدۇ، ئەمما ئۇزەكلىك كاتۇشكا L بىلەن ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان لامپۇچكا A_1 ئاستا-ئاستا يورۇيدۇ. نېمە ئۈچۈن مۇشۇنداق ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ ئەسلىدە ئېلېكتر زەنجىرى ئۇلانغان پەيتتە، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك ئاشىدۇ - دە، كاتۇشكا L نى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمۇ ئۇنىڭغا ئەگىشىپ ئاشىدۇ، نەتىجىدە كاتۇشكىدا مۇقەررەر ھالدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ كاتۇشكىدىكى توكنىڭ ئېشىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن A_1 دىن ئۆتكەن توك تەدرىجىي ئاشىدۇ - دە، لامپۇچكا A_1 ئاستا-ئاستا يورۇيدۇ.



16. 32 - رەسىم

ئەمدى بىز 16. 33 - رەسىمدىكى تەجرىبىنى ئىشلەپ كۆرەيلى. لامپۇچكا A بىلەن ئۇزەكلىك كاتۇشكا L نى تۇراقلىق توك زەنجىرىگە يانداش ئۇلايلى، ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇلاپ لامپۇچكا A نورمال يورۇغاندىن كېيىن، يەنە ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇزەكلىك شۇنى كۆرەلەيمىزكى، لامپۇچكا A دەرھال ئۆچمەستىن، ئەكسىچە، «شارت» قىلىپ بىر يورۇۋېتىپ، ئاندىن ئۆچىدۇ. نېمە ئۈچۈن بۇ خىل ھادىسە يۈز بېرىدۇ؟ بۇنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئېلېكتر زەنجىرى ئۇزۇۋېتىلگەن پەيتتە، كاتۇشكىدىن ئۆتكەن توك ئاجىزلىشىدۇ - دە، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىمۇ كېمەيىدۇ، بۇنىڭ بىلەن كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولۇپ، توكنىڭ كېمەيىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ. بۇ چاغدا توك مەنبەسى ئۇزۇۋېتىلگەن بولسىمۇ، كاتۇشكا L بىلەن لامپۇچكا A تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلىپ، بۇ ئېلېكتر زەنجىرىدىن ئىندۇكسىيىلىك توك ئۆتىدۇ، ھەتتا قىسقا ۋاقىتلىق لامپۇچكىنى يورۇق يورۇتۇۋېتىشى مۇمكىن.



16. 33 - رەسىم

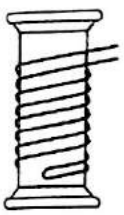
يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ئىككى تەجرىبىدىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، ئۆتكۈزگۈچتىكى توكتا ئۆزگىرىش بولغاندا، ئۆتكۈزگۈچ ئۆزىدە ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ھامان ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەسلىدىكى توكنىڭ كېمىيىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ. مانا بۇنداق ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۆزىدىكى توكنىڭ ئۆزگىرىشىدىن ھاسىل بولغان ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى دەپ ئاتىلىدۇ. ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدە ھاسىل بولىدىغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ دەپ ئاتىلىدۇ.

باشقا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچلەرنىڭ چوڭلۇقىغا ئوخشاشلا، ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچنىڭ چوڭلۇقى كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. كاتۇشكىنىڭ ماگنىت مەيدانى توكتىن ھاسىل بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمى ئۆزگىرىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقى توكنىڭ ئۆزگىرىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقىغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئوخشاش بىر كاتۇشكىغا نىسبەتەن ئېيتقاندا، توكنىڭ ئۆزگىرىشى تېز بولسا، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىمۇ تېز بولىدۇ - دە، كاتۇشكىدا ھاسىل بولغان ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ چوڭ بولىدۇ؛ ئەكسىچە، توكنىڭ ئۆزگىرىشى ئاستا بولسا، ھاسىل بولغان ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ كىچىك بولىدۇ. ئوخشاش بولمىغان كاتۇشكىغا نىسبەتەن، توك ئۆزگىرىشىنىڭ تېز - ئاستىلىقى ئوخشاش بولغان ئەھۋالدا، ھاسىل بولغان ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۇرگۈزگۈچى كۈچ ئوخشاش بولمايدۇ. ئېلېكتر ئىلمىدە كاتۇشكىنىڭ بۇ خىل ئالاھىدىلىكى ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ، ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى قىسقارتىلىپ ئۆز ئىندۇكسىيە ياكى ئىندۇكتىپلىق دەپ ئاتىلىدۇ. كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى

كاتۇشكىنىڭ شەكلى، ئۇزۇن ـ قىسقىلىقى، ئورام سانى قاتارلىق ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. كاتۇشكىنىڭ توغرا كەسمە يۈزى قانچە چوڭ، كاتۇشكا قانچە ئۇزۇن، ئورام سانى قانچە كۆپ بولسا، ئۇنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى شۇنچە چوڭ بولىدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا، تۆمۈر ئۆزەكلىك كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى تۆمۈر ئۆزەكسىز كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتىغا قارىغاندا كۆپ چوڭ بولىدۇ. ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتىنىڭ بىرلىكى **ھېرتس**، بەلگىسى H.

ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ھەر خىل ئېلېكتر ئوسكۇنىلىرى ۋە رادىئو تېخنىكىلىرىدا كەڭ قوللىنىلىدۇ. ئۆز ئىندۇكسىيە كاتۇشكىسى ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىدىكى مۇھىم دېتال ھېسابلىنىدۇ. رادىئو ئوسكۇنىلىرىدە، ئۇنىڭ بىلەن كوندېنساتورلاردىن تەۋرىنىش ئېلېكتر زەنجىرى ھاسىل قىلىنىپ، ئېلېكترومagnit دولقۇنلىرى تارقىتىلىدۇ. بۇنى كېيىنكى ئىككى بابتا سۆزلەيمىز. كېيىنكى بىر پاراگراف «نەي لامپىنىڭ پرىنسىپى» دا سۆزلىنىدىغان توك تۇراقلاشتۇرغۇچ ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ياسىلىدۇ.

ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ پايدىسىز تەرىپىمۇ بولىدۇ. ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى چوڭ ھەم توك ناھايىتى كۆچلۈك بولغان ئېلېكتر زەنجىرى (مەسىلەن، چوڭ تېپتىكى ئېلېكتروماتورنىڭ ستاتور ئورام گۈرۈپپىسى) دە ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۈزگەن پەيتتە، توك ناھايىتى قىسقا ۋاقىتتا چوڭ ئۆزگىرىش قىلىدىغانلىقتىن، ناھايىتى يۇقىرى ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچ ھاسىل بولۇپ، ئۇنىڭ ئېچىلىنىڭ تىغى بىلەن مۇقىم پلاستىنكا ئارىسىدىكى ھاۋانى ئىئونلاشتۇرۇپ ئۆتكۈزگۈچكە ئايلاندۇرۇپ قويىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئېلېكتر يايى شەكىللىنىدۇ. بۇ ئۇنىڭ ئېچىلىنى كۆيدۈرۈپ تاشلايدۇ، ھەتتا خىزمەتچى خادىملارنىڭ بىخەتەرلىكىگە خەۋپ يەتكۈزىدۇ. شۇڭا بۇ خىل ئېلېكتر زەنجىرلىرىنى ئۇزۇشتە ئالاھىدە ياسالغان بىخەتەر ئۇنىڭ ئېچىلىنىڭ ئېلېكتر ئورنىدىن پايدىلىنىش شەرت. ئادەتتە ئىشلىتىلىدىغان ئۇنىڭ ئېچىلىنىڭ ئېلېكتر ئىزولياتسىيە ئىقتىدارى ياخشى بولغان ماي ئىچىگە سېلىنىپ، ئېلېكتر يايى ھاسىل بولۇشنىڭ ئالدى ئېلىنىپ، بىخەتەرلىككە كاپالەتلىك قىلىنىدۇ.



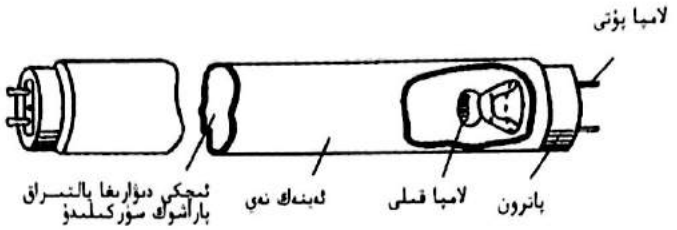
16. 34 ـ رەسىم

نازۇك قارشىلىقلارنى ياسىغاندا، ئىشلىتىش جەريانىدا توكنىڭ ئۆزگىرىشىدىن كېلىپ چىقىدىغان ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى يوقىتىش ئۈچۈن، كۆپىنچە قوش سىملىق ئوراش ئۇسۇلى قوللىنىلىدۇ (16. 34 ـ رەسىم). ئىككى تال پاراللېل ئۆتكۈزگۈچتىكى توكنىڭ يۆنىلىشلىرى قارىمۇقارشى بولغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ ماگنىت مەيدانلىرى بىر ـ بىرى بىلەن يېيىشىپ كېتىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ تەسىرى ئاجىزلىشىپ ئېتىبارغا ئېلىنمىسىمۇ بولىدىغان دەرىجىدە كېلىدۇ.

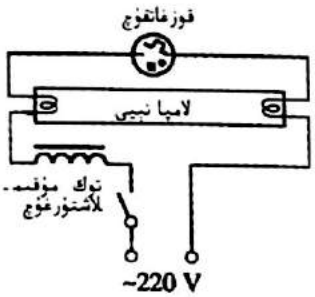
§6 . نەي لامپىنىڭ پرىنسىپى

ئائىلىڭىزدە نەي لامپىنى ئىشلىتىپ باققانمۇ؟ نېمە ئۈچۈن ئېلېكترونلۇق ئۇلاپ بىرگاز ۋاقىتتىن كېيىن ئاندىن نەي لامپا يورۇيدىغانلىقىنىڭ سەۋەبىنى بىلەمسىز؟ نەي لامپىدىكى توك مۇقىملاشتۇرغۇچ (تىك تۈت تەرەپلىك «تۆمۈر قۇتا») نىڭ نېمىگە ئىشلىتىلىدىغانلىقىنى بىلەمسىز؟ نەي لامپىنىڭ قوزغىتىلىشى دەل كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىن پايدىلىنىشنىڭ بىر مىسالى.

نەي لامپىنىڭ لامپا نېيىنىڭ ئىككى ئۈچىدا بىردىن لامپا قىلى بولۇپ، لامپا نېيى ئىچىگە ئاز مىقداردا ئارگون ۋە سىماب گازى شالاڭ قاچىلىنىدۇ، لامپا نېيى دۇئارىغا يالتىراق پاراشوك سۈركەلگەن بولىدۇ (16. 35 ـ رەسىم). ئىككى لامپا قىلى ئارىسىدىكى گاز توك ئۆتكۈزگەندە ئۈلترا بىنەپشە نۇر چىقىرىدۇ، بۇنىڭ بىلەن لامپا نېيى دۇئارىدىكى يالتىراق پاراشوك يېقىملىق كۆرۈنىدىغان نۇر چىقىرىدۇ. لامپا نېيى ئىچىگە قاچىلانغان گازلار ھەم لامپا نېيى دۇئارىغا سۈركەلگەن يالتىراق پاراشوكلار ئوخشاش بولمىسا، چىقارغان يورۇقلۇقىنىڭ رەڭگىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. ئادەتتە، مەكتەپ ۋە ئائىلىلەردە ئاق يورۇقلۇق چىقىرىدىغان نەي لامپىلارنى ئىشلىتىمىز.



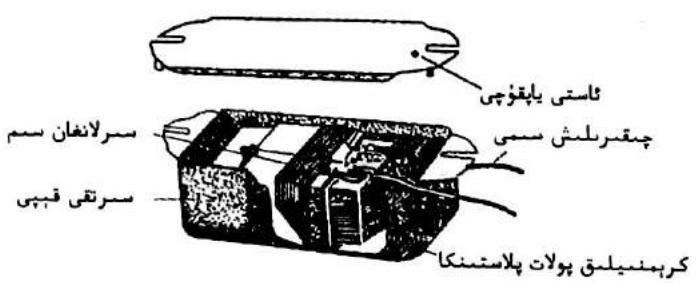
16. 35 ـ رەسىم



16. 36 ـ رەسىم

نەي لامپىنىڭ يورۇقلۇق چىقىرىشى ئۈچۈن لامپا نەيى ئىچىدىكى گازلارنى توك ئۆتكۈزىدىغان قىلىش كېرەك، گازلارنى قوزغىتىپ توك ئۆتكۈزىدىغان قىلمىشقا زۆرۈر بولىدىغان ئېلېكتر بېسىمى 220V لۇق توك مەنبەسىنىڭكىدىن كۆپ يۇقىرى بولىدۇ. شۇڭلاشقا نەي لامپا يورۇشقا باشلىغاندا توك مەنبەسىنىڭ كىدىن كۆپ يۇقىرى بولغان بىر پەيتلىك ئېلېكتر بېسىمىغا ئېھتىياجلىق بولىدۇ. نەي لامپا يېنىپ نورمال يورۇقلۇق چىقارغاندا، لامپا نەيىنىڭ قارشىلىقى ئۆزگىرىپ ناھايىتى كىچىك بولۇپ، پەقەت ئانچە چوڭ بولمىغان توكنىڭ ئۆتۈشىگىلا يول قويۇلىدۇ. توك بەك كۆچلۈك بولۇپ كەتسە، لامپا كۆيۈپ كېتىدۇ. بۇ چاغدا لامپىغا بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمىنى توك مەنبەسىنىڭكىدىن كۆپ تۆۋەن قىلىشقا توغرا كېلىدۇ. بۇ ئىككى جەھەتتىكى تەلەپكە لامپىغا ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان توك تۇراقلاشتۇرغۇچتىن پايدىلىنىپ يەتكىلى بولىدۇ.

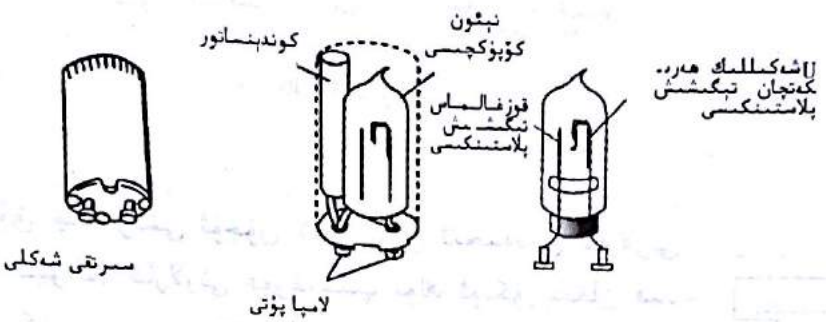
16. 36 ـ رەسىمدە نەي لامپىنىڭ ئېلېكتر زەنجىر سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. نەي لامپا ئاساسەن لامپا نەيى، توك تۇراقلاشتۇرغۇچ ۋە قوزغاتقۇچتىن تۇزۇلگەن. توك تۇراقلاشتۇرغۇچ تۆمۈر ئۆزەكلىك بىر كاتۇشكىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ (16. 37 ـ رەسىم). قوزغاتقۇچنىڭ تۇزۇلۇشى 16. 38 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، ئۇ ئاساسلىق ئىچىگە نېئون گازى تولدۇرۇلغان بىر كىچىك ئەينەك كۆپۈكچىدىن ئىبارەت، ئۇنىڭ ئىچىگە ئىككى ئېلېكتر قۇتۇپى ئورنىتىلغان، بۇنىڭ بىرى، مۇقىم بېكىتىلگەن قوزغالماس تېگىشىش پلاستىنكا، يەنە بىرى، قوش مېتال پلاستىنكىدىن ياسالغان U شەكىللىك ھەربىكەتچان تېگىشىش پلاستىنكىدىن ئىبارەت. ئادەتتە ھەربىكەتچان تېگىشىش پلاستىنكىسى بىلەن قوز-



16. 37 ـ رەسىم. توك تۇراقلاشتۇرغۇچ

غالماس تېگىشىش پلاستىنكىنىڭ ئارىسىدا بىر كىچىك يوچۇق بار بولۇپ، بىر ـ بىرىگە تېگىشىپ تۇرمايدۇ. قوش مېتال پلاستىنكا قىزىغاندا، قوش قەۋەت مېتاللارنىڭ كېڭىيىش دەرىجىسى ئوخشاش بولمايدۇ، يەنى تۆۋەنكى قەۋىتىنىڭ كېڭىيىشى كۆپرەك بولۇپ، U شەكىللىك ھەربىكەتچان تېگىشىش پلاستىنكىنى ئازراق ئۇزارتىپ،

قوزغالماس تېگىشىش پلاستىنكىغا تېگىشىدۇ. كىچىك نېئون كۆپۈكچىسىدىن باشقا، يەنە بىر كوندېنساتور قوشۇمچە قىلىنىپ كىچىك نېئون كۆپۈكچىسىگە يانداش ئۇلانغان بولىدۇ.



16. 38 ـ رەسىم. قوزغاتقۇچ

16. 36 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدە ۋېكلىيۇچاتېل ئۇلانغاندىن كېيىن، توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى قوزغاتقۇچنىڭ ئىككى قۇتۇپى ئارىسىغا بېرىلىپ، نېئون گازىدىن توك ئۆتكۈزۈپ يالتىراق يورۇقلۇق چىقىرىشقا مەجبۇرلايدۇ. يالتىراق يورۇقلۇق ھاسىل قىلغان ئىسىقلىق U شەكىللىك ھەركەتچان تېگىشىش پلاستىنكىنى كېڭەيتىپ ئۇزارتىپ، قوزغالماس تېگىشىش پلاستىنكىسى بىلەن تېگىشىشتۈرۈپ، ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرىدۇ، شۇنىڭ بىلەن توك تۇراقلاشتۇرغۇچنىڭ كاتۇشكىسى بىلەن لامپا نېيىدىكى لامپا قىلىدىن توك ئۆتىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرى تۇتاشقاندىن كېيىن، قوزغاتقۇچتىكى نېئون گازى زەرەتسىز-لىنىشتىن توختايدۇ ـ دە، U شەكىللىك ھەركەتچان تېگىشىش پلاستىنكىسى سوۋۇپ قىسقىرايدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئىككى پلاستىنكا بىر ـ بىرىدىن ئايرىلىپ، ئېلېكتر زەنجىرى ئۈزۈلۈكىدىن ئۇزۇلىدۇ. ئېلېكتر زەنجىرى بىردىنلا ئۇزۇلگەن پەيتتە، توك تۇراقلاشتۇرغۇچتىكى توك جىددىي كىچىكلەپ، يۇنلىشى ئەسلىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ يۇنلىشىگە ئوخشاش بولغان ناھايىتى يۇقىرى ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۇچ ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۇچ توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر بېسىمىغا قوشۇلۇپ، بىر پەيتلىك يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمنى ھاسىل قىلىپ، لامپىنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلىپ، لامپا نېيىدىكى گازنى توك ئۆتكۈزۈشكە مەجبۇرلايدۇ، بۇنىڭ بىلەن نەي لامپىنىڭ لامپا نېيى توكنىڭ ئۆتۈش يولىغا ئايلىنىپ يورۇقلۇق چىقىرىشقا باشلايدۇ.

نەي لامپىدا ئىشلىتىلىدىغىنى ئۆزگىرىشچان توك بولۇپ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۇنىلىشى ئۈزلۈكسىز ئۆزگىرىپ تۇرىدۇ. نەي لامپا نورمال يورۇغاندا، ئۆزگىرىشچان توك توك تۇراقلاشتۇرغۇچنىڭ كاتۇشكىسىدىن ئۆتىدىغانلىقتىن، كاتۇشكىدا ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۇچ ھاسىل بولىدۇ، ئۇ ھامان توكنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ. بۇ چاغدا توك تۇراقلاشتۇرغۇچ بېسىم تۆۋەنلىتىپ توك چەكلەش رولىنى ئويناپ، نەي لامپىنىڭ نورمال ئىشلىشىگە كاپالەتلىك قىلىدۇ.

قوزغاتقۇچتىكى كوندېنساتور ھەركەتچان، قوزغالماس تېگىشىش پلاستىنكىلىرى ئايرىلغاندا ئوچقۇن چىقارتقۇزماي، تېگىشىش نۇقتىلىرىنى كۆيۈپ كېتىشتىن ساقلايدۇ. كوندېنساتور بولمىسىمۇ، قوزغاتقۇچ ئىشلەۋېرىدۇ.

ئەتراپىڭىزدىكى نەي لامپىلارنىڭ ئىشلەش ئەھۋالىنى ئەستايىدىل كۆزىتىپ، توك تۇراقلاشتۇرغۇچ بىلەن قوزغاتقۇچنىڭ رولىنى بىلىۋېلىڭ.

مۇلاھىزە ۋە مۇھاكىمە

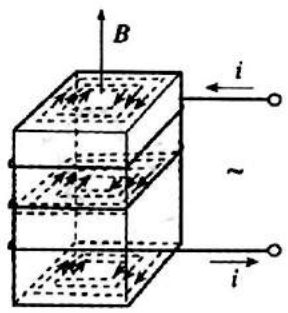
نەي لامپىنىڭ قوزغاتقۇچسىز مەخسۇس ئىشلىتىلىدىغان روزېتكىغا ئورنىتىلىدۇ. نەي لامپا نورمال يورۇغاندىن كېيىن، قوزغاتقۇچنى ئېلىۋەتسەك، نەي لامپىنىڭ نورمال يورۇشىغا تەسىر كۆرسىتەمدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟ ئەگەر قوزغاتقۇچ يوقاپ كەتسە، جىددىي چاره سۈپىتىده، ئىزولياتسىيەلىك سىرتقى قېپى بار بىر بۆلەك ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق نەي لامپىنى قوزغىتىشقا بولامدۇ؟ قانداق قىلىش كېرەك؟ پرىنسىپىنى قىسقىچە سۆزلەپ بېرىڭ.

ئەگەر كوندېنساتورنىڭ ئىككى ئۈچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى بەك يۇقىرى بولۇپ كەتسە، كوندېنساتورنىڭ ئىزولياتور قەۋىتى ئۆتكۈزگۈچكە ئايلىنىپ قېلىپ ئىككى قۇتۇپنى تۇتاشتۇرۇپ قويىدۇ. بۇنداق ئەھۋال كوندېنساتورنىڭ تېشىلىپ كېتىشى دەپ ئاتىلىدۇ. نەي لامپا قوزغاتقۇچسىنىڭ كوندېنساتورنىڭ تېشىلىپ كېتىشى دائىم كۆرۈلىدىغان كاشىلا. نېمە ئۈچۈن بۇنداق كاشىلا دائىم كۆرۈلىدۇ؟ قوزغاتقۇچنىڭ كوندېنساتورى تېشىلىپ كەتكەندىن كېيىن، نەي لامپىنى يورۇتالمايدۇ، نېمە ئۈچۈن؟

§7*. قۇيۇن توك

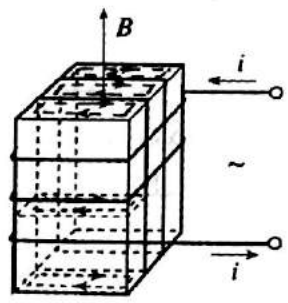
گېنېراتور، ئېلېكترومائاتور ۋە ترانسفورماتورلارنى تەپسىلىي كۆزەتسەك، ئۇلارنىڭ تۆمۇر ئۆزەكلىرىنىڭ پۈتۈن (ئۇيۇل) مېتال بولماستىن، بەلكى نۇرغۇنلىغان ئۆزئارا ئىزولياتسىيەلەنگەن كرېمنىيلىق نېپىز پولات پلاستىنكىلارنىڭ قاتلىنىشىدىن تۇزۇلگەنلىكىنى كۆرىمىز. نېمە ئۈچۈن شۇنداق ياسىلىدۇ؟

ئەسلىده ئۇيۇل مېتال پارچىسىنى ئۆزگىرىشچان ماگنىت مەيدانىغا قويغان ياكى ئۇنى ماگنىت مەيدانىدا ھەرىكەت قىلدۇرغاندا، مېتال پارچىسىنىڭ ئىچىده ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ. بۇ خىل توك مېتال پارچىسىنىڭ ئىچىده ئۆزلۇكىدىن تۇيۇق كونتۇر (ئايلانما زەنجىر) ھاسىل قىلىپ، خۇددى سۇ قايناتقىغا ئوخشاش بولىدۇ. شۇڭلاشقا بۇ **قۇيۇن (قاينام) توك** دەپ ئاتىلىدۇ. پۈتۈن مېتال پارچىسىنىڭ قارشىلىقى ناھايىتى كىچىك بولغانلىقتىن، قۇيۇن توك ئاده‌تته ناھايىتى كۈچلۈك بولىدۇ.



16. 39 ـ رەسىم

16. 39 ـ رەسىمده كۆرسىتىلگەندەك، تۆمۇر ئۆزەككە ئىزولياتسىيەلەنگەن ئۆتكۈزگۈچنى ئوراپ، ئۆتكۈزگۈچتىن ئۆزگىرىشچان توكنى ئۆتكۈزسەك، ئۆزەكنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئۇزلۇكسىز ئۆزگىرىپ، ئۆزەكته رەسىمدىكى ئۇزۇك سىزىقلار بىلەن كۆرسىتىلگەندەك قۇيۇن توك ھاسىل بولىدۇ. تۆمۇر ئۆزەكتىكى قۇيۇن توك ناھايىتى كۈچلۈك بولىدۇ. بۇنىڭ بىلەن تۆمۇر ئۆزەك زور مىقداردا ئىسسىقلىق چىقىرىپ، كۆپ مىقداردا ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئىسراپ قىلىدۇ.



16. 40 ـ رەسىم. رەسىمدىكى توك ۋە ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى پەيتلىك ئەھۋالىنىڭ ئىپادىلىنىشىدىن ئىبارەت

قۇيۇن توكنىڭ خورىشىنى ئازايتىش ئۈچۈن، 16. 40 ـ رەسىمده كۆرسىتىلگەندەك، ئېلېكتر ماشىنىسى ۋە ترانسفورماتورلاردا ئىزولياتور سىر بىلەن سىرلانغان كرېمنىيلىق نېپىز پولات پلاستىنكىلاردىن قاتلاپ ياسالغان تۆمۇر ئۆزەك ئىشلىتىلىدۇ. بۇنداق قىلغاندا قۇيۇن توك تار ھەم نېپىز پلاستىنكىلار ئارىسىدا چەكلىنىپ، كونتۇرنىڭ قارشىلىقى ناھايىتى چوڭ بولغاچقا، قۇيۇن توك ئاجىزلىشىپ، ئۇنىڭ خورىشى زور دەرىجىده ئازىيىدۇ. تۆمۇر ئۆزەك ئۈچۈن كرېمنىيلىق پولات پلاستىنكىلىرىنى ئىشلىتىش ئارقىلىق ئېنېرگىيە ئىسرىپ قىلىشنى ئازايتىش ئارقىلىق ئۈنۈملۈكلۈكنى ئاشۇرغىلى بولىدۇ.

لارنىڭ ئىشلىتىلىشىدىكى سەۋەب شۇكى، بۇ خىل پولاتنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى ئادەتتىكى پولاتنىڭ سې-
لىشتۇرما قارشىلىقىدىن چوڭ بولۇپ، بۇ ئارقىلىق قۇيۇن توكنىڭ خورىشىنى تېخىمۇ ئازايتقىلى بولىدۇ،
كرېمنىيلىق پولاتنىڭ قۇيۇن توكنىڭ خورىشى ئادەتتىكى پولاتنىڭكىنىڭ 1/ 4 ~ 1/ 5 چىلىك بولىدۇ.

ھەر خىل ئېلېكتر ماشىنىلىرى ۋە ترانسفورماتورلاردا قۇيۇن توك زىيانلىق بولىدۇ، شۇڭا ھەر خىل ئۇ-
سۇللارنى قوللىنىپ قۇيۇن توكنى ئاجىزلاشتۇرۇشقا توغرا كېلىدۇ، ئەمما قۇيۇن توكتىنمۇ پايدىلىنىشقا بولىدۇ.
بۇ ھەقتە مۇنداق ئىككى مىسالنى كۆرۈپ ئۆتەيلى.

16. 41 ـ رەسىمدە مېتال تاۋلاشتا ئىشلىتىلىدىغان ئىندۇكسىيىلىك مەشىنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن، بۇ
خىل مەشتە قۇيۇن توكتىن پايدىلىنىش ئارقىلىق مېتاللار ئېرىتىلىدۇ. تاۋلاش مېشىنىڭ ئىچىگە تاۋلىنىدىغان
مېتال قاچىلىنىپ، كاتۇشكىدىن يۇقىرى چاستوتىلىق ئۆزگىرىشچان توك ئۆتكۈزۈلىدۇ، بۇ چاغدا تاۋلىنىدىغان
مېتالدا ناھايىتى كۈچلۈك قۇيۇن توك ھاسىل بولىدۇ ـ دە، نەتىجىدە زور مىقدارداغ ئىسسىقلىق ھاسىل بولۇپ،
مېتالدا ناھايىتى كۈچلۈك قۇيۇن توك ھاسىل بولىدۇ ـ دە، نەتىجىدە زور مىقدارداغ ئىسسىقلىق ھاسىل بولۇپ،
مېتالنى ئېرىتىۋېتىدۇ. بۇ خىل تاۋلاش ئۇسۇلىدا تاۋلاش سۈرئىتى تېز، تېمپېراتۇرىنى كونترول قىلىش ئاسان
بولۇپ، زىيانلىق ئارىلاشما ماددىلارنىڭ تاۋلىنىدىغان مېتالغا ئارىلىشىپ قېلىشىدىن ساقلانغىلى بولىدۇ. شۇڭا بۇ
ئۇسۇل ئالاھىدە قېتىشمىلار ۋە ئالاھىدە پولاتلارنى تاۋلاشتا قوللىنىلىدۇ.

ئېلېكتر ئوچىقىش ئەسۋابلىرىنىڭ كۆرسەتكەن سانلىرىنى تېزلىكتە ئوقۇشقا ئاسان بولۇشى ئۈچۈن، ئۇلارنىڭ
ئىستىرىلكىلىرىنىڭ ئېغىشتىن تېز توختايدىغان بولۇشى تەلەپ قىلىنىدۇ. ئال-
دىنقى بابتا سۆزلەنگەن گالۋانومېتىرنىڭ كاتۇشكىسى ئالىيۇمىن رامكىغا ئورىلىدۇ،
ئالىيۇمىن رامكا مۇشۇ رولنى ئوينايدۇ. ئەسلىدە، ئوچىقىندىغان توك كاتۇشكىدىن
ئوتكەندە، كاتۇشكا ئىستىرىلكا ۋە ئالىيۇمىن رامكىنى ئۆزى بىلەن بىرلىكتە ئايلا-
دۇرىدۇ. ئالىيۇمىن رامكا ماگنىت مەيدانىدا ئايلانغاندا قۇيۇن توكنى ھاسىل قىلىدۇ،
ماگنىت مەيدانىنىڭ بۇ قۇيۇن توكقا بولغان تەسىر كۈچى ئۇلارنىڭ تەۋرىنىشىگە
توسقۇنلۇق قىلىدۇ، شۇنداق قىلىپ ئىستىرىلكا سان كۆرسەتكەن ئورۇندا تېزلا
توختاپ قالىدۇ.



16. 41 ـ رەسىم

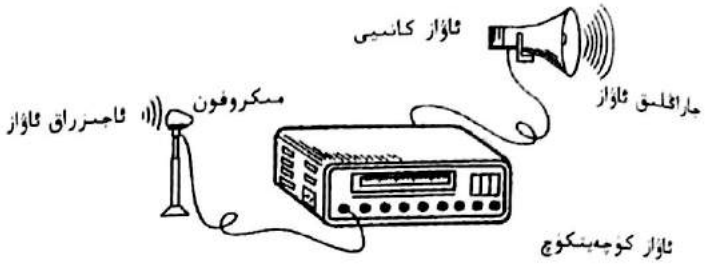


ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ قوللىنىلىشى (I)

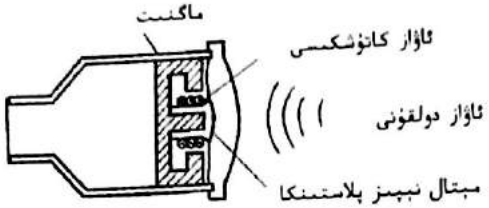
ـــــــ ھەرىكەتچان كاتۇشكىلىق مىكروفوننىڭ پرىنسىپى

تېياتىرخانىلاردا، ئويۇن كۆرگۈچىلەرگە ئارتىسنىڭ ناخشا ئاۋازىنى ئېنىق ئاڭلىتىش ئۈچۈن، دائىم دېگۈدەك ئاۋازنى
كۈچەيتىشكە توغرا كېلىدۇ. ئاۋاز كۈچەيتىدىغان قۇرۇلما ئاساسەن مىكروفون، ئاۋاز كۈچەيتكۈچ ۋە ئاۋاز كانىيىدىن
ئىبارەت ئۈچ قىسمىنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ (16. 42 ـ رەسىم).

مىكروفون ئاۋازنى ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرىدىغان قۇرۇلما. 16. 43 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى ھەرىكەتچان كا-
تۇشكىلىق مىكروفوننىڭ تۈزۈلۈش پرىنسىپىنىڭ سخېمىسىدىن ئىبارەت، ئۇ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسە-
سىدىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ياسالغان. ئاۋاز دولقۇنى مېتال نېپىز پلاستىنكىنى تەۋرەتكەندە، پلاستىنكىغا ئولاشقان
كاتۇشكا (ئاۋاز كاتۇشكىسى دەپ ئاتىلىدۇ) ئونىڭ بىلەن بىرلىكتە تەۋرىنىدۇ. ئاۋاز كاتۇشكىسى تۇراقلىق ماگنىتنىڭ
ماگنىت مەيدانىدا تەۋرىنىپ، ئونىڭدا ئىندۇكسىيىلىك توك (ئېلېكتر سىگنالى) ھاسىل قىلىدۇ. كاتۇشكا تەۋرەنگەندە
ھاسىل بولغان ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ چوڭلۇقى بىلەن يۇنىلىشىدە ئۆزگىرىش بولىدۇ. تەۋرىنىش ئامپلىتۇدىسى
بىلەن چاستوتىسىنىڭ ئۆزگىرىشى ئاۋاز دولقۇنى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. بۇ سىگنال توكى ئاۋاز كۈچەيتكۈچتە كۈ-
چەيتىلگەندىن كېيىن ئاۋاز كانىيىغا ئۇزىتىپ بېرىلىدۇ. بۇنىڭ بىلەن ئاۋاز كانىيىدىن كۈچەيتىلگەن ئاۋاز تارقىلىدۇ.



16. 42 ـ رەسىم



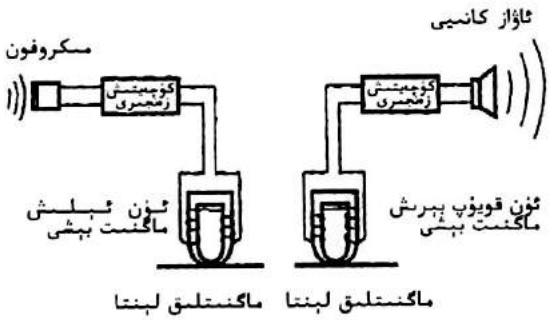
16. 43 ـ رەسىم. مىكروفوننىڭ پرىنسىپ سخېمىسى



ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ قوللىنىلىشى (II)

ـــــــ ماگنىت لېنتىلىق ئۇنئالغۇنىڭ پرىنسىپى

ماگنىت لېنتىلىق ئۇنئالغۇ ئاساسەن ئۇنئالغۇ ئىچىدىكى مىكروفون، ماگنىتلىق لېنتا، ئۇن ئېلىش ۋە قويۇپ بېرىش ماگنىت بېشى، كۈچەيتىش ئېلېكتر زەنجىرى، ئاۋاز كانىيى، ھەربىرى ئۇزىتىش قۇرۇلمىسى قاتارلىقلاردىن تۇزۇلىدۇ. 16. 44 ـ رەسىمدە ئۇنئالغۇنىڭ ئۇن ئېلىش ۋە قويۇپ بېرىش پرىنسىپ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن.



16. 44 ـ رەسىم. ئۇنئالغۇنىڭ ئۇن ئېلىش ۋە ئۇن قويۇپ بېرىش پرىنسىپ سخېمىسى

ئۇن ئالغاندا، ئاۋاز مىكروفوندا ئاۋازغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان ئىندۇكسىيىلىك توك ـــ ئاۋاز چاستوتىلىق توكنى شەكىللەندۈرىدۇ. بۇ كۈچەيتىش ئېلېكتر زەنجىرى ئارقىلىق كۈچەيتىلگەندىن كېيىن، ئۇن ئېلىش ماگنىت بېشى كاتۇشكىسىدا ئۆزگىرىشچان توك ھاسىل قىلىدۇ، ماگنىت بېشىنىڭ يوچۇقىدا ئاۋاز چاستوتىلىق توكقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان ماگنىت مەيدانى ھاسىل بولىدۇ. ماگنىت لېنتا ماگنىت بېشىدىكى يوچۇققا چىڭ چاپلىشىپ سىلجىيدىغانلىقتىن، ماگنىت لېنتىدىكى ماگنىت پاراشوكى قەۋىتى ماگنىتلىنىدۇ ـ دە، ماگنىت لېنتىغا ئاۋازنىڭ ماگنىت سىگنالى خاتىرىلىنىپ قالىدۇ.

ئۇن قويۇپ بېرىش ئۇن ئېلىشنىڭ ئەكس جەريانى ھېسابلىنىدۇ. ئۇن (ئاۋاز) قويۇپ بەرگەندە، ماگنىت لېنتا ئۇن قويۇپ بېرىش ماگنىت بېشىنىڭ يوچۇقىغا چىڭ چاپلىشىپ ئۆتىدىغانلىقتىن، ماگنىت لېنتىدا ئۆزگەرگەن ماگنىت مەيدانى ماگنىت بېشى كاتۇشكىسىدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل قىلىدۇ، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ئۆزگىرىشى خاتىرىلەنگەن ماگنىت سىگنالىغا ئوخشاش بولىدۇ، شۇڭا كاتۇشكىدا ئاۋاز چاستوتىلىق توك ھاسىل بولىدۇ، بۇ توك كۈچەيتىش ئېلېكتر زەنجىرى ئارقىلىق كۈچەيتىلگەندىن كېيىن، ئاۋاز كانىيىغا ئۇزىتىپ بېرىلىدۇ، ئاۋاز كانىيى بۇ ئاۋاز چاستوتىلىق توكنى ئەسلىگە كەلتۈرۈپ ئاۋازغا ئايلاندۇرىدۇ.

ئۇنئالغۇنىڭ ئۇن ئېلىش ۋە ئۇن قويۇپ بېرىشتىن ئىبارەت ئىككى خىل ئىقتىدارى بىر دانە ماگنىت بېشىدىن ئورتاق پايدىلىنىش ئارقىلىق ئەمەلگە ئاشۇرۇلىدۇ. ئۇن ئالغاندا ماگنىت بېشى مىكروفونغا تۇتاشتۇرۇلىدۇ؛ ئۇن قويۇپ بېرىشتە، ماگنىت بېشى ئاۋاز كانىيىغا تۇتاشتۇرۇلىدۇ.

بۇ بابتا ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ھاسىل بولۇشنىڭ شەرتى ۋە ئۇنىڭ ئىككى ئاساسىي قانۇنى، يەنى فارادېينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە قانۇنى ۋە لېنتس قانۇنى سۆزلەندى. ئالدىنقىسى ئىندۇكسىيېلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ئېنىقلايدۇ؛ كېيىنكىسى ئىندۇكسىيېلىك توكنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلايدۇ. يەنە يۆنىلىشىنى ئېنىقلايدۇ، يەنى ئىندۇكسىيېلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلايدۇ. يەنە مۇھىم بولغان ئالاھىدە ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسى — ئۆز ئىندۇكسىيە تونۇشتۇرۇلدى.

(1) ماگنىت ئېقىمى دېگەن نېمە؟ ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئېنىقلىما ئىپادىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ماگنىت ئېقىمىنى قانداق قىلىپ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرى ئارقىلىق ئوبرازلىق ئىپادىلىگىلى بولىدۇ؟

(2) ئىندۇكسىيېلىك توكنىڭ ھاسىل بولۇش شەرتى توغرىسىدا مۇنداق ھۆكۈم چىقىرىلدى: مەيلى قانداق ئۇسۇل قوللىنىلىشىدىن قەتئىينەزەر، تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش ھاسىل بولسىلا، تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىندۇكسىيېلىك توك ھاسىل بولىدۇ. بۇ يەردە ئوتتۇرىغا قويۇلغىنى «مەيلى قانداق ئۇسۇل قوللىنىلىشىدىن قەتئىينەزەر» دىن ئىبارەت. ئۆزىگىز ئويلىغان ئوخشاش بولمىغان ھەر خىل ئۇسۇللارنى مىسال قىلىپ كۆرسىتىڭ. بۇلارغا ئوخشاش بولمىغان، يەنى تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىدا ئۆزگىرىش يۈز بەرگەن، لېكىن تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىندۇكسىيېلىك توك ھاسىل بولمىغان ئەھۋالنى تاپالامسىز، سىناپ كۆرۈڭ.

(3) فارادېينىڭ ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە قانۇنىنىڭ مەزمۇنى: ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئىندۇكسىيېلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى مۇشۇ زەنجىرنى تېشىپ ئۆتكەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقىغا ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. بۇ يەردە ئېيتىلغىنى «ئۆزگىرىشچانلىقى» دىن ئىبارەت بولۇپ، «ئۆزگىرىش مىقدارى» ئەمەس. «ئۆزگىرىشچانلىقى» بىلەن «ئۆزگىرىش مىقدارى (ئۆزگەرگەن مىقدار)» نىڭ قانداق پەرقى ۋە باغلىنىشى بار؟ تېزلىكنىڭ ئۆزگىرىش مىقدارى دېگەن نېمىنى كۆرسىتىدۇ؟ تېزلىكنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى يەنە نېمىنى كۆرسىتىدۇ؟

(4) تېكىستتە ئومۇمىي فورمۇلا $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ دىن ئۆتكۈزگۈچنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىشىدىن ئىبارەت بۇ خىل ئالاھىدە ئەھۋالدىكى فورمۇلا $E= BLv$ كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان. بۇنى ئۆزىگىز مۇستەقىل ھالدا كەلتۈرۈپ چىقىرىڭ.

(5) لېنتس قانۇنىنىڭ مەزمۇنى: ئىندۇكسىيېلىك توك شۇنداق بىر يۆنىلىشكە ئىگىكى، ئىندۇكسىيېلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانى ھامان ئىندۇكسىيېلىك توكنى بارلىققا كەلتۈرگەن ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدۇ. سىز «توسقۇنلۇق قىلىدۇ»، «ئۆزگىرىش» دېگەنلەرنىڭ مەنىسىنى كونكرېت چۈشەندۈرۈڭ ھەم مىسال كەلتۈرۈپ چۈشەندۈرۈڭ.

(6) ئىندۇكسىيېلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى لېنتس قانۇنىدىن پايدىلىنىپ ھۆكۈم قىلغاندا، قانداق باسقۇچلار بويىچە ئېلىپ بېرىش كېرەك؟ ئەمەلىي مىساللارغا بىرلەشتۈرۈپ كونكرېت يەكۈنلەپ چىقىرىڭ.

(7) ئېلېكتروماگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ قانۇنىيەتلىرى ئېنېرگىيىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىغا ماس كېلەمدۇ ـ يوق؟ 16. 5 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدىكى ئىندۇكسىيېلىك توك ماگنىتنىڭ سولىنوئىدقا نىسبەتەن بولغان نىسپىي ھەرىكىتىگە توسقۇنلۇق قىلماستىن، بەلكى ئۇنىڭغا تۇرتكە بولىدۇ، دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ھالدا قانداق ئەھۋال يۈز بېرىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن بۇ پەرەزدىكى ئەھۋال يۈز بەرمەيدۇ؟

(8) ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسى دېگەن نېمە؟ كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك؟ ئەمەلىيەت جەريانىدا ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنىڭ بىزگە نىسبەتەن قانداق پايدىسى ۋە زىيىنى

بار؟ ئۆز ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىن پايدىلىنىش ۋە ئۇنىڭ زىيىنىدىن ساقلىنىش ھەققىدە بىر نەچچە ئەملى مىسال كەلتۈرۈڭ.

(9) نەي لامپىنىڭ پرىنسىپىنى قىسقىچە بايان قىلىڭ.

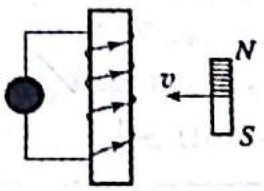
(10) قۇيۇن توك دېگەن نېمە؟ نېمە ئۈچۈن گېنېراتور، ئېلېكترومانىتور ۋە ترانسفورماتورلارنىڭ تۆمۈر ئۆزىكى ئۆزئارا ئىزولياتسىيىلەنگەن نۇرغۇن كرېمنىيلىق نېپىز پولات پلاستىنكىلارنى قاتلاش ئارقىلىق ياسىلىدۇ؟

(11) فارادېينىڭ ئېلېكترومانگنىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى بايقىشىدىن قانداق ئىلھام ئالدىڭىز؟ نېمە ئۈچۈن بۇ بىر بايقاشنى دەۋر بۆلگۈچ ئەھمىيەتكە ئىگە دەپ ئېيتىسىز؟ ماتېرىياللارنى كۆپرەك كۆرۈپ، ئوقۇتقۇچى ۋە باشقا ساۋاقداشلار بىلەن بىرلىكتە مۇھاكىمە قىلىپ كۆرۈڭ.

كۆنۈكمە

A گۇرۇپپا

(1) 16. 45 ـ رەسمدە تاياقسىمان ماگنىت مەلۇم بىر تېزلىك v بويىچە سولېنوئىدقا يېقىن-لاشقان بولسا، بۇ ھەقتە تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن قايسىسى توغرا؟



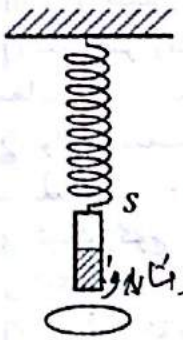
16. 45 ـ رەسىم

① سولېنوئىدتا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولمايدۇ.

② سولېنوئىدتا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولۇپ، يۆنىلىشى رەسمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ.

③ سولېنوئىدتا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولۇپ، يۆنىلىشى رەسمدە كۆرسىتىلگەنىنىڭ ئەكسىچە بولىدۇ.

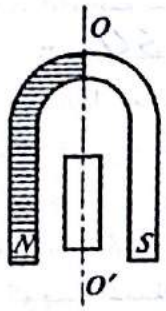
(2) پۈرژىنىنىڭ تۆۋەنكى ئۇچىغا بىر ماگنىت ئېسىلىپ، يۇقىرىقى ئۇچى مۇقىملاشتۇرۇلغان. ماگنىتنى مەلۇم بىر ئېگىزلىككە كۆتۈرۈپ ئاندىن قويۇپ بېرىسەك، ئۇ خېلى ئۇزاق ۋاقىت يۇقىرى ـ تۆۋەن تەۋرىنىپ ئاخىرى توختايدۇ. ئەگەر ماگنىتنىڭ تۆۋەنكى ئۇچىغا بىر تۈيۈق كاتۇشكىنى مۇقىملاشتۇرۇپ قويۇپ، ماگنىت يۇقىرى ـ تۆۋەن تەۋرىنىش قىلغاندا ئۇنىڭدىن ئۆتىدىغان قىلساق، (16. 46 ـ رەسىم)، ماگنىت تېزلا توختاپ قالىدۇ. بۇ ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ ھەم بۇ ھادىسىدىكى ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ئەھۋالىنى چۈشەندۈرۈڭ.



16. 46 ـ رەسىم

بۇنداق ھادىسە ئېلېكترومانگنىتلىق توسقۇنلۇق دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ ھادىسە ئەملىيەت جەريانىدا كۆپ قوللىنىلىدۇ. تېكىستتە سۆزلەنگەن ئېلېكتر ئۆلچەش ئەسۋابىنىڭ ئىستېرىلكىسىنى تېزلا توختىتىشتا ئېلېكترومانگنىت توسقۇنلۇقىنىڭ رولىدىن پايدىلىنىلغان. ئېلېكترومانگنىتلىق توسقۇنلۇق ئېلېكتروۋوزلارنىڭ ئېلېكترومانگنىتلىق تورمۇزلىرىدىمۇ ئىشلىتىلىدۇ.

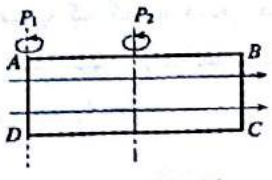
(3) 16. 47 ـ رەسمدە كۆرسىتىلگەندەك، بىر تۈيۈق كاتۇشكا تاقىسىمان ماگنىتنىڭ ئىككى قۇتۇبى ئارىسىغا قويۇلغان بولۇپ، تاقىسىمان ماگنىت بىلەن تۈيۈق كاتۇشكىنىڭ ھەر ئىككىسى OO' ئوقىنى چۆرىدەپ ئايلىنالايدۇ. تاقىسىمان ماگنىتنى ئايلاندۇرغاندا، كاتۇشكىمۇ ئۇنىڭغا ئەگىشىپ ئايلىنىدۇ. بۇ ھادىسىنى چۈشەندۈرۈڭ.



16. 47 ـ رەسىم

بۇ خىل ھادىسە ئېلېكترومانگنىتلىق قوزغىتىش دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ ھادىسە ئەملىيەتتە كۆپ قوللىنىلىدۇ. كېيىنكى بابتا تونۇشتۇرۇلىدىغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكترومانتور مۇشۇ پرىنسىپتىن پايدىلىنىش ئاساسىدا قوزغىتىلىدۇ. ئائىلىلەردە ئىشلىتىلىدىغان ئىسچوتچىك، ئاپتوموبىللاردا ئىشلىتىلىدىغان ئېلېكترومانگنىت تىپلىق سىپىدومېتىر (تېزلىك ئۆلچىگۈچ) لاردا مۇشۇنداق ئېلېكترومانگنىتلىق قوزغىتىشتىن پايدىلىنىلىدۇ.

(4) 16. 48 ـ رەسمدە كۆرسىتىلگەندەك، تەكشى كۆچمىشلىك ماگنىت مەيدانىدا بىر كاتۇشكا بار.



16. 48 ـ رەسىم

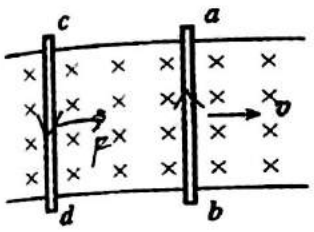
① كاتۇشكا ئايرىم – ئايرىم P_1 بىلەن P_2 نى ئوق قىلىپ سائەت ئىستىرىلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتا ئايلانغاندا (رەسىمدە ئىستىرىلكا بىلەن كۆرسىتىلگەندەك)، ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشى ھەرقايسىسىدا قانداق بولىدۇ؟

② بۆلۈكلۈق تېزلىكى مۇقىم بولغاندا، يۇقىرىدا بايان قىلىنغان ئىككى خىل ئەھۋالدا ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ چوڭ-كىچىكلىكىنىڭ قانداق مۇناسىۋىتى بار.

③ بۆلۈكلۈق تېزلىكى مۇقىم بولغاندا، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ چوڭ – كىچىكلىكى كاتۇشكىنىڭ يۈزى بىلەن قانداق مۇناسىۋىتى بار؟

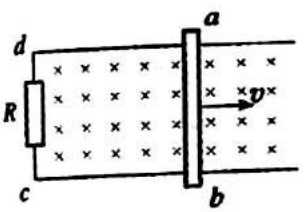
④ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى $B=1.5\mathrm{T}$، $AB=10\mathrm{cm}$، $BC=4\mathrm{cm}$، بۆلۈكلۈق تېزلىكى $\omega=120\mathrm{rad/s}$ دەپ پەرەز قىلىپ، ئايرىم – ئايرىم بىلەن P_1 نى ئايلىنىش ئوقى قىلغاندىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتىنى تېپىڭ.

(5) 16.49 – رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، پارالللېل بولغان مېتال رېلىسلارنىڭ ئۈستىگە ab، cd دىن ئىبارەت ئەركىن سىيرىلىدىغان ئىككى ئۆتكۈزگۈچ قويۇلغان. بۇلار تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بولۇپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچ ab ئوڭ تەرەپكە قارىتا ھەرىكەت قىلغاندا، ئۆتكۈزگۈچ cd قايسى يۆنىلىشكە قارىتا ھەرىكەت قىلىدۇ؟ ئەگەر ئۆتكۈزگۈچ cd دىكى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ يۆنىلىشىنى ئېنىقلاش تەلەپ قىلىنمىسا، سىز لېنتس قانۇنىدىن بىۋاستە پايدىلىنىپ ئۆتكۈزگۈچ cd نىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشىنى ئېنىقلاپ چىقالامسىز؟ ئەگەر ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى يۇقىرىدىكىگە قارىمۇقارشى بولسا، ئۆتكۈزگۈچ cd قايسى يۆنىلىشكە قارىتا ھەرىكەت قىلىدۇ؟



16.49 – رەسىم

(6) 16.50 – رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، قارشىلىقى $R_{ab}=0.1\Omega$ بولغان ئۆتكۈزگۈچ ab سىلىق ئۆتكۈزگۈچ سىم رامكىنى بويلاپ ئوڭ تەرەپكە قارىتا تەكشى ھەرىكەت قىلغان. سىم رامكىغا قارشىلىق $R=0.4\Omega$ ئۇلانغان. سىم رامكا ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى $B=0.1\mathrm{T}$ بولغان تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا قويۇلغان بولۇپ، ماگنىت مەيدانىنىڭ يۆنىلىشى سىم رامكا تەكشىلىكىگە تىك. ئۆتكۈزگۈچ ab نىڭ ئۇزۇنلۇقى $L=0.4\mathrm{m}$، ھەرىكەت تېزلىكى $v=5\mathrm{m/s}$. سىم رامكىنىڭ قارشىلىقى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ.



16.50 – رەسىم

① ئېلېكتر زەنجىرى $abcd$ دىكى توك مەنبەسىگە تەڭداش كېلىدىغان قىسىم ____ ؛ توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇبىغا ____ تەڭداش بولىدۇ.

② توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى، يەنى ھاسىل بولغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ $E=$ ____ V، ئېلېكتر زەنجىرى $abcd$ دىكى توك $I=$ ____ A.

③ ئۆتكۈزگۈچ ab ئۆچرىغان ئامپېر كۈچىنىڭ چوڭلۇقى $F=$ ____ N، يۆنىلىشى بولسا، ____؛ ئۆتكۈزگۈچ ab نى ئوڭغا قارىتا تەكشى تېزلىكتە ھەرىكەت قىلدۇرۇش ئۈچۈن زۆرۈر بولغان سىرتقى كۈچ $F'=$ ____ N.

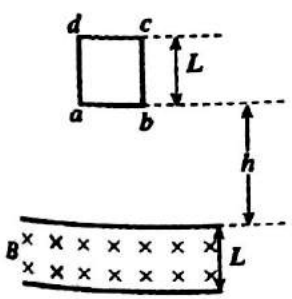
④ سىرتقى كۈچنىڭ ئىش ئىشلەش قۇۋۋىتى $P'=F'v=$ ____ W.

⑤ توك مەنبەسىنىڭ قۇۋۋىتى، يەنى ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ قۇۋۋىتى $P=EI=$ ____ W.

⑥ توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قىسمىدا سەرپ بولغان قۇۋۋەت $P_1=$ ____ W، قارشىلىق R دا سەرپ بولغان قۇۋۋەت $P_2=$ ____ W.

بۇ مىسالدا ئەمەلىيەتتە گېنېراتورنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى سۆزلەنگەن. ئېنېرگىيە نۇقتىسىدىن ئېنېرگىيىنىڭ قانداق ئايلىنىدىغانلىقىنى ۋە ئايلىنىش جەريانىدا ساقلىنىدىغان ياكى ساقلانمايدىغانلىقىنى تەھلىل قىلىڭ.

(7) ماسسىسى $m=10\,g$، تەرەپ ئۇزۇنلۇقى $L=0.1\mathrm{m}$ بولغان بىر كۋادرات شەكىللىك سىم رامكا $abcd$ بار بولۇپ، ئۇ $h=0.2\mathrm{m}$ ئېگىزلىكتىن ئەركىن چۈشكەن (16.51 – رەسىم). ئۇنىڭ تۆۋەنكى تەرىپى ab تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىغا كىرگەندىن كېيىن، سىم رامكا تەكشى ھەرىكەت قىلىشقا باشلاپ، ئۇنىڭ يۇقىرىقى تەرىپى cd تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىدىن ئەمدىلا چىقىپ كەتكەنگە قەدەر ھەرىكەت قىلىدۇ. بۇ تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدان رايونىنىڭ كەڭلىكىمۇ L بولسا، سىم رامكىنىڭ تەكشى كۈچىنىشلىك ماگنىت مەيدانىنى كېسىپ ئۆتۈش جەريانىدا چىقارغان جوئۇل ئىسسىقلىقىنى تېپىڭ ($g=10\mathrm{m/s^2}$ دەپ ئېلىنىدۇ).

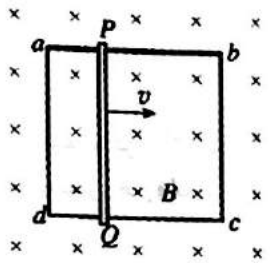


16.51 – رەسىم

B گۇرۇپپا

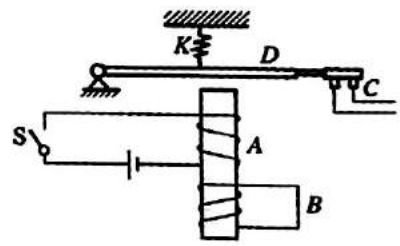
(1) ئالەم ئۇچقۇچىلىرى مەلۇم بىر ناتونۇش سەييارىگە ئۇچۇپ بارغاندا، بىر سەزگۈر ئامپېرمېتىر بىلەن كاتۇشكىدىن پايدىلىنىپ سەييارە ئەتراپىدا ماگنىت مەيدانىنىڭ بار - يوقلۇقىنى تەكشۈرمەكچى بولغان. بۇنىڭ ئۈچۈن قانداق قىلىشى كېرەك؟

(2) 16. 52 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تەكشى كۆچمىشلىك ماگنىت مەيدانىغا مۇقىملاشتۇرۇلغان كۋادرات شەكىللىك ئۆتكۈزگۈچ سىم رامكا $abcd$ نىڭ تەرەپ ئۇزۇنلۇقى L ، ئۇنىڭ ab تەرىپى قارشىلىقى R بولغان بىر تەكشى قارشىلىق سىمىدىن ئىبارەت بولۇپ، قالغان ئۈچ تەرىپى قارشىلىقلىرى ئېتىبارغا ئېلىنمايدىغان مىس ئۆتكۈزگۈچ سىملاردۇر. تەكشى كۆچمىشلىك ماگنىت مەيدانىنىڭ ئىندۇكسىيە كۆچمىشى B بولۇپ، يۆنىلىشى قەغەز يۈزىگە تىك ھالدا ئىچىگە قارىتا بولىدۇ. ئەمدى ئۇزۇنلۇقى، تومۇلۇقى ۋە ماتېرىيالى ab تەرەپ بىلەن ئوخشاش بولغان بىر بۆلەك قارشىلىق سىم PQ سىم رامكا ئۈستىدە مۇقىم تېزلىك v بويىچە ad تەرەپتىن bc تەرەپكە سىيرىلىدۇ. PQ سىيرىلما مەزگىلىدە قىلىش جەريانىدا سىم رامكا بىلەن ياخشى تېگىشىدۇ. PQ قارشىلىق سىمى $L/3$ ئارىلىقىنى سىيرىلىپ ئۆتكەندە، aP بۆلەك قارشىلىق سىمىدىن ئۆتكەن توك قانچىلىك بولىدۇ؟

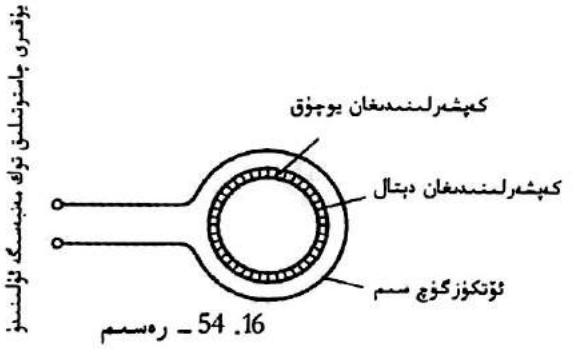


16. 52 - رەسىم

(3) 16. 53 - رەسىمدە ئىشلەپچىقىرىشتا دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل ۋاقىت ئۇزارتقۇچى (سوزغۇچى) رېلىنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. تۆمۈر ئۆزەكتە A ، B دىن ئىبارەت ئىككى كاتۇشكا بار. كاتۇشكا A توك مەنبەسىگە ئۇلىنىدۇ؛ كاتۇشكا B نىڭ ئىككى ئۇچى بىر - بىرىگە تۇتاشتۇرۇلۇپ، بىر تۈيۈق كونتۇر (ئايلانما زەنجىر) نى ھاسىل قىلىدۇ. ئېكلىيۇچاتېل S نى ئۇزۇقەندە، پۈرژىنا K تۇتاشتۇرغۇچى دەستە D نى دەرھال ئۇزۇقە تارتىۋالالمايدۇ، بۇنىڭ بىلەن تېگىشىش بېشى C (ئىشلەش ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلانغان) دەرھال ئايرىلماي، بىرئاز ۋاقىتتىن كېيىن ئاندىن ئايرىلىدۇ. ۋاقىت ئۇزارتقۇچى رېلې دېگەن نام ئەنە شۇنداق كېلىپ چىققان. بۇ خىل رېلېنىڭ پرىنسىپىنى چۈشەندۈرۈڭ.



16. 53 - رەسىم

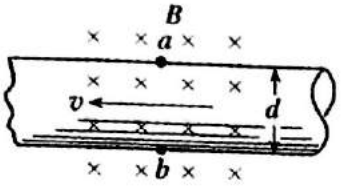


16. 54 - رەسىم

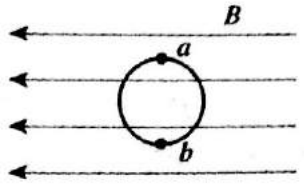
(4) 16. 54 - رەسىمدە يۇقىرى چاستوتىلىق كەپشەرلەشنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. كاتۇشكىدىن يۇقىرى چاستوتىلىق ئۇزگىرىشچان توك ئۆتكەندە، كەپشەرلىنىدىغان دېتالدا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ. كەپشەرلىنىدىغان يوچۇقنىڭ تېگىشىش قارشىلىقى ناھايىتى چوڭ بولغاچقا، چىقىرىدىغان ئىستىقلىقى ناھايىتى كۆپ بولىدۇ، شۇنىڭ بىلەن تېمپېراتۇرا ئىنتايىن يۇقىرى ئۆرلەيدۇ - دە، مېتال ئېرىپ، كەپشەرلىنىپ تۇتىشىدۇ. مەملىكىتىمىزدە ئىشلەپ چىقىرىلغان ۋېلىسىپىتلارنىڭ جازىسى مۇشۇ ئۇسۇل بويىچە كەپشەرلەنگەن.

خۇسۇسىيەت جەھەتتىن چۈشەندۈرۈڭ: نېمە ئۈچۈن ئۇزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، كەپشەرلىنىدىغان يوچۇقتىن چىقىدىغان ئىستىقلىق شۇنچە چوڭ بولىدۇ؟

(5) 16. 55 - رەسىمدە ئېلېكترومائگنىتلىق راسخودومېر (ئېغىم ئۆلچىگۈچ) نىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. ماگنىتلىق خۇسۇسىيىتى يوق ماتېرىيالدىن ياسالغان چەمبەر شەكىللىك تۇرۇبا يولى سىرتىغا تەكشى كۆچمىشلىك ماگنىت مەيدانى رايونىدىن قوشۇلىدۇ. تۇرۇبا ئىچىدىكى توك ئۆتكۈزگۈچى سۇيۇقلۇق مۇشۇ ماگنىت مەيدانى رايونىدىن ئېقىپ ئۆتكەندە، تۇرۇبا دىۋارىدىكى ab دىن ئىبارەت ئىككى نۇقتا ئارىسىدىكى ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E ئۆلچەۋېلىنسا، تۇرۇبا ئىچىدىكى سۇيۇقلۇقنىڭ ئېقىش مىقدارى q _____ بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە ئېقىپ ئۆتكەن سۇيۇقلۇقنىڭ ھەجمى (m^3/s) نى بىلىشكە بولىدۇ. تۇرۇبىنىڭ دىئامېتىرى d ، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۆچمىشى B ئىكەنلىكى بېرىلگەن بولسا، q بىلەن E نىڭ مۇناسىۋىتى فورمۇلىسىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىڭ.



A: تۇرۇبنىڭ ياندىن كۆرۈنۈشى

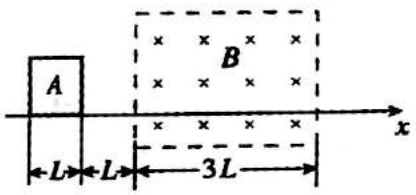


B: سۈيۈقلۇقنىڭ ئېقىش يۆنىلىشى بويىچە كۆرۈنۈشى

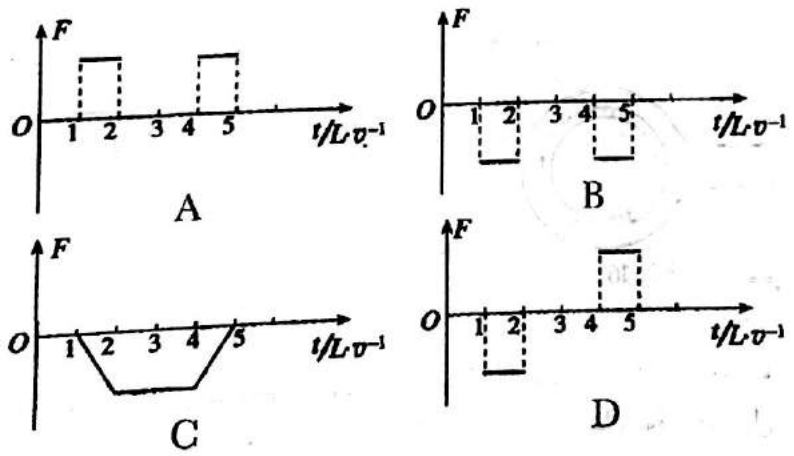
16. 55 ـ رەسىم

ئېلېكترومagnىتلىق راسخودومېر بىر تۇرۇبا يولى بولغاچقا، ئۇنىڭ ئىچكى قىسمىدا ئاقار جىسىمنىڭ ئېقىشىغا توسقۇنلۇق قىلىدىغان ھەرقانداق قۇرۇلما بولمايدۇ، شۇڭا ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ يېپىشقاقلىقى يۇقىرى ۋە چىرىتىشچانلىقى كۆچلۈك بولغان ئاقار جىسىملارنىڭ ئېقىش مىقدارىنى ئۆلچەشكە بولىدۇ. ئۇنىڭ يەنە ئۆلچەش دائىرىسى كەڭ، ئىنكاسى تېز بولۇش، باشقا ئاپتو-ماتىك تېزگىنلەش قۇرۇلمىلىرى بىلەن ئاسان يۇرۇشلەشتۇرۇشكە بولىدىغان ئارتۇقچىلىقلىرى بار.

(6) 16. 56 ـ رەسىمدىكى A تەرەپ ئۇزۇنلۇقى L بولغان بىر كۋادرات شەكىللىك سىم رامكا بولۇپ، ئۇنىڭ قارشىلىقى R . ئەمدى سىم رامكىنى مۇقىم تېزلىك v بويىچە x ئوقنى بويلىتىپ داۋاملىق ھەرىكەت قىلدۇرۇپ، رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەكشى كۆچىنىشلىك ماگنىت مەيدانى رايونى B دىن ئۆتكۈزىمىز. ئەگەر x ئوقىنىڭ ئوك يۆنىلىشى كۆچىنىڭ ئوك يۆنىلىشى، سىم رامكا رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئورۇندا تۇرغان پەيتنى ۋاقىتنىڭ نۆل نۇقتىسى قىلساق، ماگ-نىت مەيدانىنىڭ سىم رامكىغا بولغان تەسىر كۈچى F نىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگە-رىش گرافىكى 16. 57 ـ رەسىمدىكىلەرنىڭ قايسىسى بولىدۇ؟



16. 56 ـ رەسىم



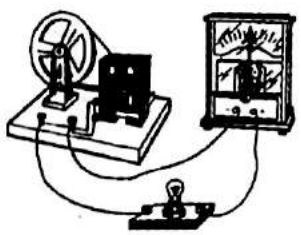
16. 57 ـ رەسىم

بىر مۇقىم توكنى ئۆگەندۇق. مۇقىم توكتىن باشقا، يەنە چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ۋاقىتقا ئەگىشىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدىغان توكمۇ بار، ئۇ **ئۆزگىرىشچان توك** دەپ ئاتىلىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك ئۆراقلىق توكقا قارىغاندا كۆپ ئارتۇقچىلىقلارغا ئىگە. ترانسفورماتوردىن پايدىلىنىپ ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بېسىمىنى يۇقىرىلاتقىلى ياكى تۆۋەنلەتكىلى بولىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك ئارقىلىق تۆزۈلۈشى ئاددىي، ئايلىنىشى ئىشەنچلىك بولغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنى ھەرىكەتلەندۈرگىلى بولىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، سانائەت، يېزا ئىگىلىك ئىشلەپچىقىرىشى ۋە كۈندىلىك تۇرمۇشتا ئۆزگىرىشچان توك ئومۇميۈزلۈك ئىشلىتىلىدۇ.

ئۆزگىرىشچان توك بىلەن تۇراقلىق توكنىڭ ھەر ئىككىسى زەرەتلەرنىڭ يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ. شۇڭا ئۇلار بەزى ئورتاقلىققا ئىگە. ئۆزگىرىشچان توكنى ئۆگەنگەندە بۇ خىل ئورتاقلىققا دىققەت قىلىش كېرەك. لېكىن ئۆزگىرىشچان توك تۇراقلىق توكقا ئوخشىمايدۇ، ئۇنىڭ ئۆزىگە خاس ئالاھىدىلىكلىرى بار. دەل مۇشۇ ئالاھىدىلىكلەر ئۆزگىرىشچان توكنى يۇقىرىدا ئېيتىلغان ئارتۇقچىلىقلارغا ئىگە قىلغان. ئۆزگىرىشچان توكنى ئۆگەنگەندە ئۇنىڭ ئالاھىدىلىكلىرىگە تېخىمۇ دىققەت قىلىش كېرەك.

§1 . ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى ۋە ئۆزگىرىش قانۇنىيىتى

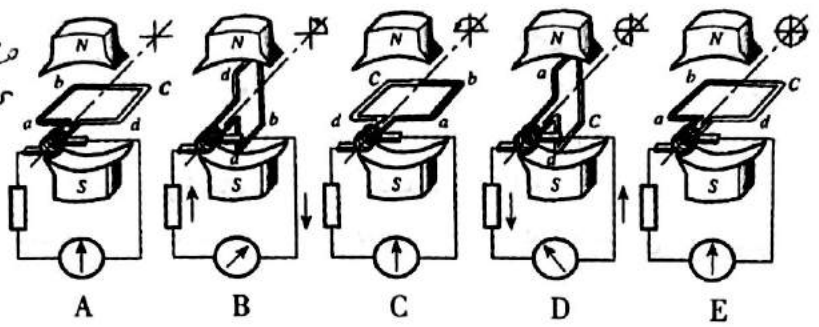
ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى 17. 1 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئامپېرمېتىر بىلەن كىچىك لامپۇچكىنى مودېل گېنېراتورنىڭ ئىككى ئۆچىغا ئارقىمۇ ئارقا ئۇلاپ، گېنېراتورنىڭ تۇتقۇچ دەستىسىدىن تۇتۇپ تۇرۇپ ئۇنى ئايلاندۇرساق، ئىككى ماگنىت قۇتۇپى ئارىسىدىكى كاتۇشكا ئۇنىڭغا بېقىپ ئايلىنىدۇ، بۇ چاغدا كىچىك لامپۇچكا «يالت ـ يۇلت» قىلىپ يورۇقلۇق چىقىرىش بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئامپېرمېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى بىر سولغا، بىر ئوڭغا ئېغىشىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. بۇ، گېنېراتورنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ئۆزگىرىپ تۇرىدىغان توكنى ھاسىل قىلغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ، مانا بۇ ئۆزگىرىشچان توكتىن ئىبارەت.



17. 1 ـ رەسىم. مودېل گېنېراتوردا چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ئۆزلۈكسىز ئۆزگىرىدىغان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى، مانا بۇ ئۆزگىرىشچان توكتىن ئىبارەت.

2.17 ـ رەسىمدە ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. ئېنىق بولۇشى ئۈچۈن، رەسىمدە پەقەتلا بىر ئورامليق كاتۇشكا سىزىلدى، ئۇنىڭ ab تەرىپى مېتال سىرىلما ھالقا k غا، cd تەرىپى سىرىلما ھالقا L غا ئۇلانغان؛ بۇ ئىككى سىرىلما ھالقا مېتال پلاستىنكا ئارقىلىق ياسالغان A ، B چوتكىلار بىلەن سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلانغان. كاتۇشكا سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتە ئايلىنىدۇ. بىز ab دىن ئىبارەت بۇ بۆلەك ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئىزىنى قوغلىشىپ تەتقىقات ئېلىپ بارىمىز. ئوڭ قول قائىدىسى بويىچە شۇنداق ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇكى، كاتۇشكا ئايلىنىپ رەسىم B دىكى ئورۇنغا كەلگەندە، توك a دىن b غا ئاقىدۇ، كاتۇشكا ئايلىنىپ رەسىم D دىكى ئورۇنغا كەلگەندە، توك b دىن a غا ئاقىدۇ؛ رەسىم

A ۋە C دىكى ئورۇندا، ئۆتكۈزگۈچ ab نىڭ ھەرىكەت يۆنىلىشى بىلەن ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنىڭ يۆنىلىشى پاراللېل بولغانلىقتىن، زەنجىردە ئىندۇكسىيىلىك توك بولمايدۇ. كاتۇشكا توختىماستىن ئايلانغاندا، زەنجىردىكى توكنىڭ يۆنىلىشىمۇ ئۈزلۈكسىز ئۆزگىرىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك مانا مۇشۇنداق ھاسىل بولىدۇ.



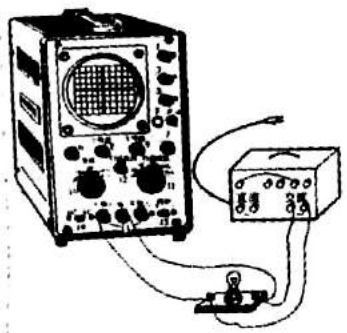
A. كاتۇشكىدا توك يوق
B. توك a دىن b غا ئاقىدۇ
C. كاتۇشكىدا توك يوق
D. توك b دىن a غا ئاقىدۇ
E. كاتۇشكىدا توك يوق

2 .17 ـ رەسىم

ئۆزگىرىشچان توكنىڭ گرافىكى ۋە ئۆزگىرىش قانۇنىيىتى دولقۇن كۆرسەتكۈچ دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل ئېلېكترونلۇق ئەسۋابتىن ئىبارەت، ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر بېسىمى ۋە توكنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش گرافىكىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. 3.17 ـ رەسىم A دىكى تەجرىبىدە ئوقۇغۇچىلار ئېلېكتر مەنبەسى ئارقىلىق ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى 220V لۇق ئېلېكتر بېسىمى 6V ياكى 3V لۇق تۆۋەن ئېلېكتر بېسىمىغا ئۆزگەرتىلىپ، كىچىك لامپۇچكا يورۇتۇلغان. لامپۇچكىنىڭ ئىككى ئۇچىنى دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ كىرىش ئۇچىغا ئۇلىغاندا، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ گرافىكىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ (3.17 ـ رەسىم B)، ئۇ لامپۇچكىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى ئەكس ئەتتۈرۈپ بېرىدۇ. بۇ خىل گرافىك ئادەتتە دولقۇن شەكلى گرافىكى دەپ ئاتىلىدۇ. گرافىكتىن ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئۆزگىرىشچان توكنىڭ دولقۇن شەكلىنىڭ سىنۇسلۇق ئەگرى سىزىققا ئوخشايدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.

نەزەرىيىۋى تەھلىللەر شۇنى ئىپادىلىدىكى، 2.17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئاشۇ خىل گېنېراتور ھاسىل قىلغان توك، ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرلىرىدىكى توكنى ئۆز ئىچىگە ئالىدۇ، ئۇ ھەقىقەتەن سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدۇ، شۇڭا سىنۇسلۇق توك دەپ ئاتىلىدۇ. ئۇنىڭ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى تېرىگونومېتىرىيىلىك فۇنكسىيە ئىپادىسى ئارقىلىق ئىپادىلىسەك مۇنداق بولىدۇ:

$$i = I_m \sin \omega t$$



3.17 ـ رەسىم A. دولقۇن كۆرسەتكۈچ ئارقىلىق لامپۇچكىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى دولقۇن شەكلىنى كۆزىتىش

ئىپادىدىكى i ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرگەچكە، ئوخشاش بولمىغان پەيتلەردىكى سانلىق قىممەتلىرى ئوخشاش بولمايدۇ، بۇ توكنىڭ **پەيتلىك قىممىتى** دەپ ئاتىلىدۇ، I_m بولسا ئۇ يېتەلەيدىغان ئەڭ چوڭ قىممەتنىڭ ئىبارەت.

ئۆزگىرىشچان توك قارشىلىق R دىن ئۆتكەندە ، ئوم قانۇنىغا ئاساسەن $U = IR$ بولىدۇ، قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى قارشىلىقتىن ئۆتكەن توكقا ئوڭ تاناسىپ بولىدىغانلىقى ئۈچۈن، ئېلېكتر بېسىمىمۇ سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدۇ. ئەمەلىيەتتە، گېنېراتورنىڭ كاتۇشكىسىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E مۇ سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدۇ. ئۇلارنىڭ تېرىگونومېتىرىيىلىك فۇنكسىيە ئىپادىسى ئايرىم ـ ئايرىم

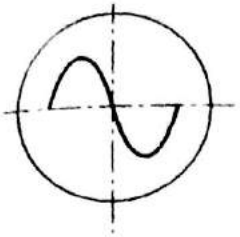
هالدا مۇنداق بولىدۇ:

$$u = U_m \sin \omega t$$

ۋە

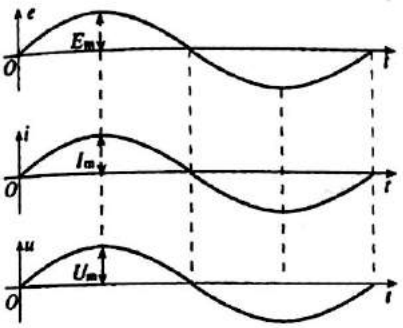
$$e = E_m \sin \omega t$$

ئىپادىدىكى u ۋە e لار ئايرىم - ئايرىم هالدا ئېلېكتر بېسىمى بىلەن ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلەرنىڭ پەيتلىك قىممەتلىرىنى، U_m بىلەن E_m لار ئايرىم - ئايرىم هالدا ئېلېكتر بېسىمى بىلەن ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلەرنىڭ ئەڭ چوڭ قىممەتلىرىنى ئىپادىلەيدۇ.



3.17 - رەسىم B . لامپۇچكىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىشى

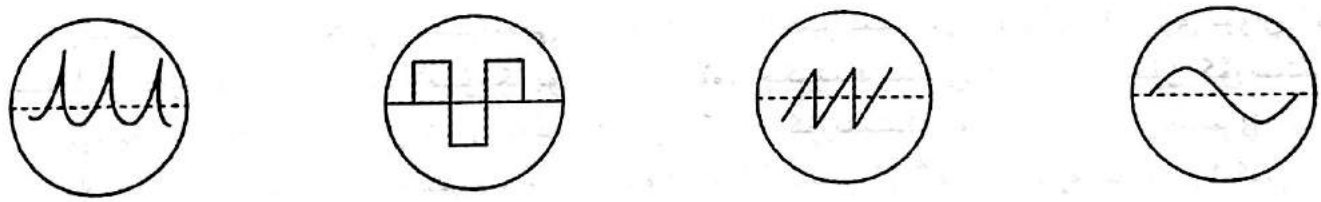
4.17 - رەسىم سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى e ، توكى i ۋە ئېلېكتر بېسىمى uنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش گرافىكىدىن ئىبارەت.



4.17 - رەسىم.
سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ گرافىكى

خۇددى ئاددىي گارمونىك ھەرىكەتنىڭ ئەڭ ئاددىي ھەم ئەڭ ئاساسىي تەۋرىنىشىگە ئوخشاشلا، سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك ئەڭ ئاددىي ھەم ئەڭ ئاساسىي بولغان بىر خىل ئۆزگىرىشچان توكتىن ئىبارەت. ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرلىرىدىكى ئۆزگىرىشچان توك سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكتىن ئىبارەت.

ئەمەلىيەت جەريانىدا ئىشلىتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكلار سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك بىلەنلا چەكلەنمەيدۇ، ئۇلارنىڭ ۋاقىتقا بېقىپ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتى ھەر خىل بولىدۇ. 5.17 - رەسىمدە ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بىر نەچچە خىل دولقۇن شەكلى كۆرسىتىلگەن.



A: ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك

B: دولقۇن كۆرسەتكۈچ-تىكى ھەرە چىشسىمان دولقۇنلۇق تەسۋىر بېيىش ئېلېكتر بېسىمى

C: كومپيۇتېردىكى تىك تۆت تەرەپلىك ئىمپۇلس

D: لازېر نۇرلۇق ئالاقلىشىشتىكى ئۇچلۇق ئىمپۇلس

5.17 - رەسىم. بىر نەچچە خىل ئۆزگىرىشچان توكنىڭ دولقۇن شەكلى

ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدىكى ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورىنىڭ تۈزۈلۈش 2.17 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەن مودېلغا قارىغاندا كۆپ مۇرەككەپ بولىدۇ، ئەمما ئۇلارنىڭ ئاساسىي تەركىبىي قىسمى يەنىلا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنى ھاسىل قىلىدىغان كاتۇشكا (ئادەتتە ياكور دېيىلىدۇ) بىلەن ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدىغان ماگنىت قۇتۇپىدىن ئىبارەت بولىدۇ. ياكور ئايلىنىپ، ماگنىت قۇتۇپى قوزغالمايدىغان گېنېراتور ئايلانما ياكورلۇق گېنېراتور دەپ ئاتىلىدۇ. ماگنىت قۇتۇپى ئايلىنىپ، ياكورى قوزغالمىسىمۇ،كاتۇشكا يەنىلا ماگنىت ئىندۇكسىيە سىزىقلىرىنى كېسىپ ئۆتۈپ، ياكوردا ئوخشاشلا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدىغان بۇ خىل گېنېراتور ئايلانما ماگنىت قۇتۇپلۇق گېنېراتور دەپ ئاتىلىدۇ. مەيلى قايسى خىل گېنېراتور بولسۇن، ئۇلارنىڭ ئايلىنىدىغان قىسمى روتور، قوزغالمايدىغان (ئايلانمايدىغان) قىسمى ستاتور دەپ ئاتىلىدۇ.

ئايلانما ياكورلۇق گېنېراتورنىڭ روتورىدا ھاسىل بولغان توك يالىڭاچ سىيرىلما ھالقا بىلەن ئېلېكتر چوتكىسى ئارقىلىق سىرتقى زەنجىرگە باغلىنىلغان، ئەگەر ئېلېكتر بېسىمى بەك يۇقىرى بولۇپ كەتسە، ئاسانلا ئۇچقۇنلۇق زەرەت قويۇپ بېرىش يۈز بېرىپ، سىيرىلما ھالقا بىلەن ئېلېكتر چوتكىسى ناھايىتى ئاسانلا كۆيۈپ كېتىدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئايلىنىۋاتقان ياكور بەك چوڭ بولماسلىقى مۇمكىن. ئۇنىڭ كاتۇشكا

ئورام سانىنى بەك كۆپ قىلغىلى بولمايدۇ، شۇڭا ھاسىل بولىدىغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىمۇ بەك يۇقىرى بولمايدۇ. بۇ خىل گېنېراتور تەمىنلەيدىغان ئېلېكتر بېسىمى ئومۇمەن 500 ۋولتتىن ئاشمايدۇ. ئايلانما ماگنىت قۇتۇپلۇق گېنېراتور يۇقىرىقىدەك كەمچىلىكلەردىن خالىي بولۇپ، ئۇ بىر نەچچە مىڭ ۋولتتىن بىر نەچچە ئونمىڭ ۋولتقىچە بولغان ئېلېكتر بېسىمىنى تەمىنلىيەلەيدۇ، ئۇنىڭ چىقىرىش قۇۋۋىتى بىرنەچچە ئونمىڭ كىلوۋاتقا يېتىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن كۆپ سانلىكى گېنېراتورلار ئايلانما ماگنىت قۇتۇپلۇق بولىدۇ.

گېنېراتورلارنىڭ روتورى ھور تۈربىنىسى، سۇ تۈربىنىسى ياكى باشقا ھەرىكەتلەندۈرگۈچى ماشىنىلار ئارقىلىق ھەرىكەتلەندۈرۈلىدۇ. ھەرىكەتلەندۈرگۈچى ماشىنىلار مېخانىك ئېنېرگىيىنى گېنېراتورغا ئۈزلىتىپ بېرىدۇ، گېنېراتور ئېرىشكەن مېخانىك ئېنېرگىيىنى ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئايلاندۇرۇپ، سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۈزلىتىپ بېرىدۇ.

§2 . ئۆزگىرىشچان توكنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار

مۇقىم توك ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرمەيدىغانلىقتىن، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك ياكى ئېلېكتر بېسىمىنى تەسۋىرلەشتە، پەقەت توك ياكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ سانلىق قىممىتىنى كۆرسەتسەكلا كۇپايە قىلىدۇ. ئۆزگىرىشچان توكتا توك ياكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى ۋاقىتقا ئەگىشىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ، شۇڭا ئۇلارنى تەسۋىرلەشتە لازىم بولىدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار كۆپرەك بولىدۇ. تۆۋەندە سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنى ئىپادىلەيدىغان فىزىكىلىق مىقدارلارنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

ئەڭ چوڭ قىممەت ۋە ئۈنۈملۈك قىممەت ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى (I_m بىلەن U_m) ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بىر دەۋر ئىچىدە يېتىپ بارالايدىغان ئەڭ چوڭ سانلىق قىممىتىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇلار ئارقىلىق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ كۈچلۈك ـ ئاجىزلىقى ياكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ يۇقىرى ـ تۆۋەنلىكىنى ئىپادىلىگىلى بولىدۇ، ئۇ ئەمەلىيەت جەريانىدا مۇھىم ئەھمىيەتكە ئىگە. مەسىلەن، كوندېنساتورنى ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىگە ئۇلىغاندا، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتىنى بىلىشكە توغرا كېلىدۇ. كوندېنساتورنىڭ بەرداشلىق بېرەلەيدىغان ئېلېكتر بېسىمى ئۆزگىرىشچان توك بېسىمىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتىدىن يۇقىرى بولۇشى كېرەك. ئۇنداق بولمىغاندا كوندېنساتور تېشىلىپ كېتىشى مۇمكىن. ئەمما ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى ئارقىلىق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل قىلغان ئۈنۈمىنى ئىپادىلەش مۇۋاپىق بولمايدۇ، ئەمەلىيەت جەريانىدا ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئادەتتە ئۈنۈملۈك (ئىناۋەتلىك) قىممەت ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ.

ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى توكنىڭ ئىسسىقلىق ئېففېكتىگە ئاساسەن بەلگىلىنىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك بىلەن تۇراقلىق توك قارشىلىق قىممەتلىرى ئوخشاش بولغان قارشىلىقلاردىن ئۆتكەندە، ئەگەر ئۇلارنىڭ ئوخشاش ۋاقىت ئىچىدە ھاسىل قىلغان ئىسسىقلىق مىقدارى ئۆزئارا تەڭ بولسا، مۇشۇ تۇراقلىق توكنىڭ سانلىق قىممىتىنى ئاشۇ ئۆزگىرىشچان توكنىڭ **ئىناۋەتلىك قىممىتى** دەپ ئاتايمىز. مەسىلەن، مەلۇم بىر ئۆزگىرىشچان توك بىر بۆلەك قارشىلىق سىممىدىن ئۆتكەندە، ئۇنىڭ بىر بۆلەك ۋاقىت ئىچىدە ھاسىل قىلغان ئىسسىقلىقى Q بولسا، ئەگەر مۇشۇ بىر بۆلەك قارشىلىق سىممىدىن 3A تۇراقلىق توك ئۆتكەندە، ئۇنىڭ ئوخشاش ۋاقىت ئىچىدە ھاسىل قىلغان ئىسسىقلىقىمۇ Q بولسا، ئۇ ھالدا بۇ ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى 3A بولىدۇ. ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتىمۇ ئوخشاش ئۇسۇل ئارقىلىق ئېنىقلاشقا بولىدۇ. ئادەتتە ئۆزگىرىشچان توك بىلەن ئۆزگىرىشچان توك بېسىمىنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى ئايرىم ـ ئايرىم I ۋە U ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ.

هېسابلاشلار كۆرسىتىپ بەردىكى، سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى بىلەن ئەڭ چوڭ قىممىتى ئارىسىدا تۆۋەندىكى مۇناسىۋەت مەۋجۇت:

دىققەت : بۇنداق مۇناسىۋەت سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكلار بىلەنلا چەكلىنىدۇ، باشقا شەكىلدىكى ئۆزگىرىشچان توكلارغا مۇۋاپىق كەلمەيدۇ.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, I_m$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, U_m$$

بىز ئادەتتە ئېيتىدىغان ئائىلە ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى 220V دېگىنىمىز، ئۇنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتىدىن ئىبارەت. ئۆزگىرىشچان توك ئىشلىتىلىدىغان ھەر خىل ئېلېكتر ئۈسكۈنىلىرىگە يېزىپ قويۇلغان نورمال ئېلېكتر بېسىمى بىلەن نورمال توكنىڭ قىممەتلىرى، ئومۇمەن ئۆزگىرىشچان توك ئامپېرمېتىرى ۋە ئۆزگىرىشچان توك ۋولتمېتىرى ئارقىلىق ئۆلچەپ چىقىلغان سانلىق قىممەتلەر بولۇپ، بۇلارنىڭ ھەممىسى ئۈلارنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتىدىن ئىبارەت. بۇنىڭدىن كېيىن تىلغا ئېلىنىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ سانلىق قىممىتى ئالاھىدە ئەسكەرتىلگەنلىرىدىن باشقىلىرىنىڭ ھەممىسى ئۈلارنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتىنى كۆرسىتىدۇ.

دەۋر ۋە چاستوتا باشقا دەۋرىي جەريانلارغا ئوخشاشلا، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئۆزگىرىشىنىڭ تېز ـ ئاستىلىقىمۇ دەۋر ياكى چاستوتا ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. 17. 1 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، كاتۇشكا تەكشى تېزلىكتە بىر دەۋر (قېتىم) ئايلىنىپ چىققاندا، ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچ بىلەن توكمۇ سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە بىر دەۋر ئۆزگىرىدۇ. ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بىر قېتىملىق دەۋرىي ئۆزگىرىشىنى تاماملىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت ئۆزگىرىشچان توكنىڭ **دەۋرى** دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ ئادەتتە T بىلەن ئىپادىلىنىدۇ، بىرلىكى سېكۇنت (s) . ئۆزگىرىشچان توكنىڭ 1s ئىچىدە تاماملىغان دەۋرىي ئۆزگىرىشىنىڭ قېتىم سانى ئۆزگىرىشچان توكنىڭ **چاستوتىسى** دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ ئادەتتە f بىلەن ئىپادىلىنىدۇ، بىرلىكى ھېرتىس (Hz) .

يورۇتۇشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر بېسىمى 220V، ئېنېرگىتىكىلىق توك تەمىنلەش لىنىيىلىرىدىكى ئېلېكتر بېسىمى 380V بولىدۇ، ئۇلارنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى ۋە ئەڭ چوڭ قىممىتى ئايرىم ـ ئايرىم قانچىلىك بولىدۇ؟

ئېنېرگىيىمىزغا ئاساسەن، دەۋر بىلەن چاستوتىنىڭ مۇناسىۋىتى تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ۋە} \quad T = \frac{1}{f}$$

مەملىكىتىمىزدە سانائەت، يېزا ئىگىلىك ئىشلەپچىقىرىشى ۋە كۈندىلىك تۇرمۇشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ دەۋرى 0. 02s، چاستوتىسى 50Hz .

بۇنداق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ يۆنىلىشى سېكۇنتىغا قانچە قېتىم ئۆزگىرىدۇ؟

1 ـ مەشىق

(1) بەزىلەر، 17. 2 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك كاتۇشكا تەكشىلىكى ئايلىنىپ نېيترال تەكشىلىككە كەلگەن پەيتتە، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى ئەڭ چوڭ بولىدۇ، شۇڭا كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ئەڭ چوڭ بولىدۇ؛ كاتۇشكا تەكشىلىكى نېيترال تەكشىلىككە تېك بولغان پەيتتە، كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمى نۆل بولىدۇ، شۇڭا كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ نۆل بولىدۇ، دەيدۇ. بۇنداق دېيىش توغرىمۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟ ھا تا .

(2) 17. 2 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، ab تەرەپنىڭ ئۇزۇنلۇقى 20cm ، كاتۇشكىنىڭ كەڭلىكى $ad = 10\text{cm}$ ، ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ $B = 0.01\text{T}$ ، كاتۇشكىنىڭ ئايلىنىش تېزلىكى $n = 50\text{r/s}$ بولسا، ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى ۋە ئۈنۈملۈك قىممىتىنى تېپىڭ. ئەگەر ۋاقىتنى ھېسابلاش كاتۇشكا تەكشىلىكى نېيترال تەكشى-

$T = \frac{1}{50} = 0.02\text{s}$ $\quad \omega = 2\pi n = 2\times 3.14\times 50 = 314\text{rad/s}$ $\quad E_m = BS\omega = 0.01\times 0.2\times 0.1\times 314 = 0.628\text{V}$.

لىكتىكى ئورۇندىن باشلانسا، 0.01s ئۆتكەندە ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ پەيتلىك قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟

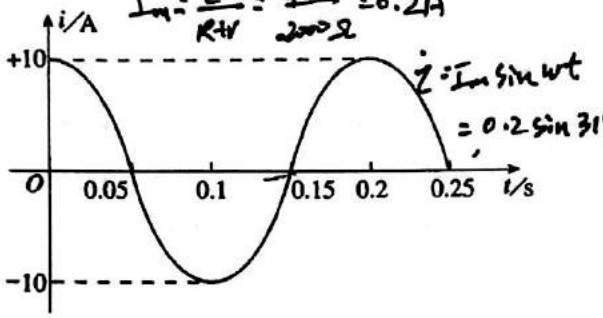
(3) بىر گېنېراتور ھاسىل قىلغان سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى 400V، كاتۇشكىنىڭ تەكشى ئايلىنىش بۇلۇڭلۇق تېزلىكى 314 rad/s بولسا، ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىنىڭ پەيتلىك قىممىتىنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ئەگەر بۇ گېنېراتورنىڭ سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرى قارشىلىقىنىلا ئۆز ئىچىگە ئالغان ھەمدە تۆيۇق ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئومۇمىي قارشىلىقى 2000Ω بولسا، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟ توكنىڭ پەيتلىك قىممىتىنىڭ فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ.

$e = E_m \sin \omega t = 400 \sin 314t\,(V)$

$I_m = \frac{E}{R+r} = \frac{400V}{2000\Omega} = 0.2A$

$i = I_m \sin \omega t$

$= 0.2 \sin 314t$



17. 6 ـ رەسىم

(4) مەلۇم بىر توك ئىشلەتكۈچى ئەسۋابنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلگەن يول قويۇلىدىغان ئەڭ چوڭ تۇراقلىق توك بېسىمى 100V بولسا، ئۇنى ئۆزگىرىشچان توك بېسىمى 100V بولغان ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاشقا بولامدۇ ـ يوق؟ نېمە ئۈچۈن؟

(5) بىر سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك بار بولۇپ، توكنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى 2A بولسا، ئۇنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى قانچىلىك بولىدۇ؟

$I_m = I \cdot \sqrt{2} = 2\sqrt{2} = 2.8A$

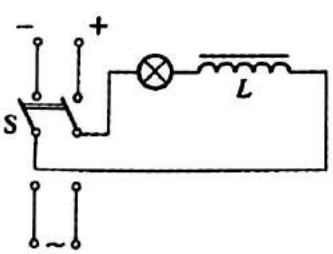
(6) 17. 6 ـ رەسىمدە بىر سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ توك گرافىكى كۆرسىتىلگەن. گرافىكقا ئاساسەن ئۇنىڭ دەۋرى، چاستوتىسى ۋە توكنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتىنى تېپىڭ.

$I_m = 10A$ $f = 10Hz$ $T = 0.2s$ $I \approx 7.07A$

$T = 0.2s$ $i = I_m \sin 10\pi t\,(A)$ $\omega = 2\pi f = 10\pi$

§3 . ئىندۇكتىپلىق ۋە كوندېنساتورنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان تەسىرى

تۇراقلىق توك زەنجىرىدە پەقەت قارشىلىقلا توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ مۇناسىۋىتىگە تەسىر كۆرسىتىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىدە ئەھۋال مۇرەككەپرەك بولۇپ، ئۇنىڭدا توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ مۇناسىۋىتىگە قارشىلىقتىن باشقا، يەنە ئىندۇكتىپلىق بىلەن كوندېنساتورمۇ تەسىر كۆرسىتىدۇ.



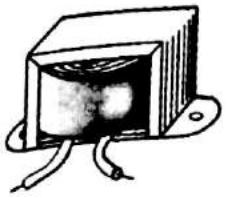
17. 7 ـ رەسىم

ئىندۇكتىپلىقنىڭ توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى 17. 7 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئىندۇكتىپلىق كاتۇشكا L بىلەن چوغلانما لامپا ئېلېكتر زەنجىرىگە ئارقىمۇئارقا ئۇلانغان. قوش تىغلىق ئىككى قايرىمىلىق ۋىكلىيۇچاتېل S تىن پايدىلىنىپ، بۇ ئېلېكتر زەنجىرىنى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا تۇراقلىق توك مەنبەسىگە ياكى ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسىگە ئۇلىغىلى بولىدۇ. تەجرىبىدە تۇراقلىق توك بېسىمى بىلەن ئۆزگىرىشچان توك بېسىمىنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى تەڭ قىلىپ ئېلىنىدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بېرىدۇكى، ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇراقلىق توك مەنبەسىگە ئۇلىغاندا لامپۇچكا يورۇقراق يانىدۇ؛ ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسىگە ئۇلىغاندا لامپۇچكا غۇۋالىشىپ قالىدۇ. بۇ، ئىندۇكتىپلىقنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىش رولى بارلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ.

ئىندۇكتىپلىقنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى

ئىندۇكتىپ قارشىلىقى بىلەن ئىپادىلىنىدۇ. تەجرىبىلەر شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى قانچە چوڭ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، ئىندۇكتىپلىقنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى شۇنچە چوڭ، ئىندۇكتىپ قارشىلىقىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدۇ.

ئېلېكتر تېخنىكىسى ۋە ئېلېكترون تېخنىكىسىدا ئىشلىتىلىدىغان توك بوغقۇچى كاتۇشكا ئىندۇكتىپلىقنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىش رولىغا ئاساسەن ياسالغان. توك بوغقۇچى كاتۇشكا ئادەتتە ئىككى خىل بولىدۇ، بىر خىلى **تۆۋەن چاستوتىلىق توك بوغقۇچى كاتۇشكا** دەپ ئاتىلىدۇ (17. 8 ـ رەسىم *A*). كاتۇشكا تۆيۇق تۆمۇر ئۆزەككە ئورىلىدۇ، ئورام سانى نەچچە مىڭ، ھەتتا ئۇنىڭدىن ئېشىپ كېتىدۇ. ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى نەچچە ئون ھېنرى بولىدۇ. بۇ خىل كاتۇشكىنىڭ تۆۋەن چاستوتىلىق ئۆزگىرىشچان توكقا قارىتا ناھايىتى چوڭ توسقۇنلۇق قىلىش رولى بولىدۇ. كاتۇشكىنىڭ قارشىلىقى كىچىكرەك بولۇپ، تۇراقلىق توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى كىچىكرەك بولىدۇ. بۇ خىل كاتۇشكا ئارقىلىق «تۇراقلىق توكنى ئۆتكۈزۈش، ئۆزگىرىشچان توكنى توسۇش» نى ئەمەلگە ئاشۇرغىلى بولىدۇ. يەنە بىر خىلى **يۇقىرى چاستوتىلىق توك بوغقۇچى كاتۇشكا** دەپ ئاتىلىدۇ (17. 8 ـ رەسىم B). كاتۇشكىلارنىڭ بەزىلىرى سىلىندىر شەكىللىك فېررىت ئۆزەككە ئورىلىدۇ، بەزىلىرىنىڭ ئىچى كاۋاك بولۇپ، ئورام سانى نەچچە يۈز، ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى بىرنەچچە مىللىھېنرى (mH) بولىدۇ. بۇ خىل كاتۇشكىنىڭ تۆۋەن چاستوتىلىق ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى كىچىكرەك، يۇقىرى چاستوتىلىق ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى ناھايىتى چوڭ بولۇپ، بۇ ئارقىلىق «تۆۋەن چاستوتىلىقنى ئۆتكۈزۈش، يۇقىرى چاستوتىلىقنى توسۇش» نى ئەمەلگە ئاشۇرغىلى بولىدۇ.



A: تۆۋەن چاستوتىلىق توك بوغقۇچى كاتۇشكا

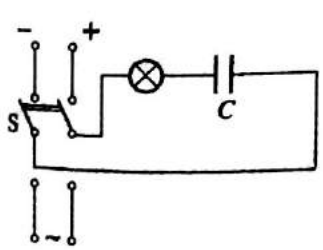


B: يۇقىرى چاستوتىلىق توك بوغقۇچى كاتۇشكا

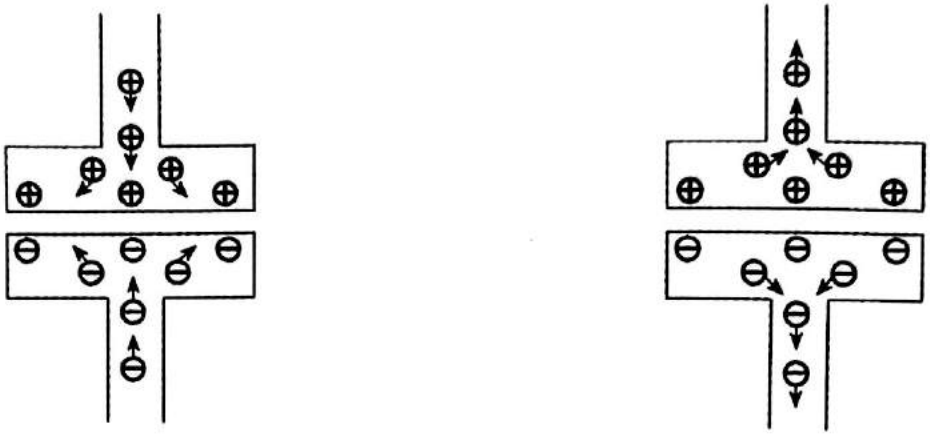
17. 8 ـ رەسىم. توك بوغقۇچى كاتۇشكا

ئۆزگىرىشچان توك كوندېنساتوردىن ئۆتەلەيدۇ 17. 9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، چوغلانما لامپا بىلەن كوندېنساتورنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئارقىمۇئارقا ئۇلاپ، ئاندىن تۇراقلىق توك مەنبەسىنى ئۇلىساق، لامپۇچكا يانمايدۇ، بۇ، تۇراقلىق توكنىڭ كوندېنساتوردىن ئۆتەلمەيدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ. ئەگەر ئۇنى ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسىگە ئۇلىساق، لامپۇچكا يانىدۇ، بۇ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ كوندېنساتوردىن «ئۆتەلەيدىغانلىقى»نى چۈشەندۈرىدۇ. بۇ يەردە ئۆزگىرىشچان توكنىڭ تۇراقلىق توكقا ئوخشىمايدىغان ئالاھىدىلىكىنى ئىپادىلىگەنلىكىنى كۆرەلەيمىز.

تۇراقلىق توكنىڭ كوندېنساتوردىن ئۆتەلمەيدىغانلىقىنى چۈشىنىش ئاسان، چۈنكى كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئىزولياتسىيىلىك دىئېلېكترىك تەرىپىدىن ئايرىۋېتىلگەن بولىدۇ. كوندېنساتورنى ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسىگە ئۇلىغاندا، ئەمەلىيەتتە ئەركىن زەرەتلەر كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئىزولياتسىيىلىك دىئېلېكترىكتىن ئۆتەلمەيدۇ، پەقەت ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ تەسىرىدە، توك مەنبەسىنىڭ بېسىمى ئۆرلىگەندە، كوندېنساتور زەرەتلىنىپ، زەرەتلەر كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرىغا يىغىلىدۇ ـ دە، زەرەتلەش توكى ھاسىل بولىدۇ؛ توك مەنبەسىنىڭ بېسىمى تۆۋەنلىگەندە، كوندېنساتور زەرەت قويۇپ بېرىدۇ ـ دە، زەرەتلەر كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرىدىن قايتىپ چىقىدۇ ـ دە، زەرەتسىزلىنىش (زەرەت قويۇپ بېرىش) توكى ھاسىل بولىدۇ (17. 10 ـ رەسىم). كوندېنساتورنىڭ ئالمىشىپ زەرەتلىنىپ ۋە زەرەتسىزلىنىپ تۇرۇشى نەتىجىسىدە، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ ـ دە، ئۆزگىرىشچان توك خۇددى كوندېنساتوردىن «ئۆتۈۋاتقان» دەك ئىپادىلىنىدۇ.



17. 9 ـ رەسىم



B: زەرەتسىزلىنىش　　A: زەرەتلىنىش

مېتالدىكى توك مەنپەي زەرەتلەرنىڭ يۆنىلىشلىك يۆتكىلىشىدىن ھاسىل بولىدۇ، ئۇ، مۇسبەت زەرەتلەرنىڭ قارىمۇقارشى يۆنىلىشتە يۆتكىلىشىگە تەڭ ئۇنۇملۇك بولىدۇ. بۇ رەسىمدە مۇشۇنداق تەڭ ئۇنۇملۇك سىزىش ئۇسۇلى قوللىنىلدى

17. 10 ـ رەسىم

ئېلېكتر سىغىمىنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىش رولى 17. 9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، ئەگەر كوندېنساتورنى ئېلېكتر زەنجىرىدىن چىقىرىۋېتىپ، لامپۇچكىنى ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسىگە بىۋاستە ئۇلىساق شۇنى كۆرەلەيمىزكى، لامپۇچكا كوندېنساتور بار چاغدىكىگە قارىغاندا يورۇق يانىدۇ. ئۇ، كوندېنساتورنىڭمۇ ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىش رولى بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ.

كوندېنساتورنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى **سىغىم** **فارىشلىقى** ئارقىلىق ئىپادىلىنىدۇ. تەجرىبە شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى قانچە چوڭ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، كوندېنساتورنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا بولغان توسقۇنلۇق قىلىش رولى شۇنچە كىچىك بولۇپ، سىغىم قارشىلىقىمۇ شۇنچە كىچىك بولىدۇ.

220V لۇق ئۆزگىرىشچان توك مەنبەسى ئىشلىتىلىدىغان ئېلېكتر ئۈسكۈنىلىرى ۋە ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلاردا، ئۇلارنىڭ مېتال سىرتقى قېپى بىلەن توك مەنبەسى ئارىسىدا ياخشى ئىزولياتسىيە بولىدۇ. ئەمما بەزىدە قولىمىزنى سىرتقى قېپىغا تەگكۈزسەك قولىمىزنىڭ «ئۇيۇشقان» لىقىنى ھېس قىلىمىز، توك قەلەمى بىلەن سىنىساق نېئون لامپا يانىدۇ، بۇنىڭ سەۋەبى نېمە؟ ئەسلىدە توك مەنبەسىگە تۇتاشقان ماشىنا ئۆزىكى ۋە مېتال سىرتقى قېپىنى كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى دەپ قاراشقا بولىدۇ، توك مەنبەسىدىكى ئۆزگىرىشچان توك بۇ «كوندېنساتور» دىن ئۆتەلەيدۇ. گەرچە بۇ كىچىك «قاچقان توك» لار ئادەتتە ئادەمگە نىسبەتەن بىخەتەر بولسىمۇ، لېكىن بىخەتەرلىككە ھەقىقىي كاپالەتلىك قىلىش ئۈچۈن، ئېلېكتر ئۈسكۈنىلىرى ۋە ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلارنىڭ مېتال سىرتقى قېپىنى يەرگە ئۇلاش لازىم.

ئېلېكتر سىغىمى شەكىلگە ئىگە كوندېنساتورلاردىلا مەۋجۇت بولۇپلا قالماي، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئۆتكۈزگۈچ سىم، دېتال ۋە ماشىنا قېپى ئارىلىقلىرىدىمۇ مەۋجۇت بولىدۇ. بەزىدە بۇنداق ئېلېكتر سىغىمىنىڭ تەسىرى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى يۇقىرى بولغاندا تېخىمۇ شۇنداق بولىدۇ. ئوخشاشلا، ئىندۇكتىپلىق مەۋجۇت بولۇپ تۇرۇشتىمۇ شەكىلگە ئىگە كاتۇشكا بىلەنلا چەكلەنمەيدۇ. تۆۋەندە سۆزلىنىدىغان يېراق ئارىلىقلارغا توك ئۇزىتىش لىنىيىلىرىدىكى ئىندۇكتىپلىق ۋە ئېلېكتر سىغىمى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ، ئۇلار كەلتۈرۈپ چىقىرىدىغان ئېلېكتر بىسىمىنىڭ زىيانغا ئۇچرىشى دائىم قارشىلىقلارنىڭ كەلتۈرۈپ چىقىرىدىغىنىدىن چوڭ بولىدۇ.

ئىندۇكتىپلىق ۋە ئېلېكتر سىغىمىنىڭ ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىش رولىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى ئىندۇكتىپلىق، ئېلېكتر سىغىمى (كوندېنساتور) نىڭ ئۆزىگە مۇناسىۋەتلىك بولۇپلا قالماي، يەنە ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسىغىمۇ مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. بۇ خىل مۇناسىۋەتنى قىسقىچە مۇنداق خۇلاسىلەشكە بولىدۇ:

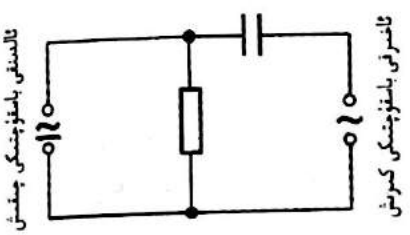
ئىندۇكتىپلىق بولسا «تۇراقلىق توكنى ئۆتكۈزۈپ ، ئۆزگىرىشچان توكقا توسقۇنلۇق قىلىدۇ، تۆۋەن چاستوتىلىقنى ئۆتكۈزۈپ، يۇقىرى چاستوتىلىققا توسقۇنلۇق قىلىدۇ».

ئېلېكتر سىغىمى (كوندېنساتور) بولسا «ئۆزگىرىشچان توكنى ئۆتكۈزۈپ، تۇراقلىق توكنى ئايرىۋېتىدۇ، يۇقىرى چاستوتىلىقنى ئۆتكۈزۈپ، تۆۋەن چاستوتىلىققا توسقۇنلۇق قىلىدۇ».

ئەمەلىي مىساللارغا ۋە پاراگرافتىن كېيىنكى مەشقلەرگە بىرلەشتۈرۈپ ئاستا ـ ئاستا چۈشىنىۋېلىڭ.

2 ـ مەشىق

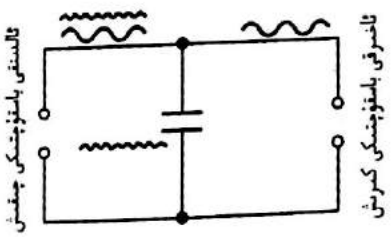
(1) ئېلېكترون تېخنىكىسىدا، مەلۇم بىر قۇرۇلمىدىن چىققان توكنىڭ دائىم ھەم ئۆزگىرىشچان توك تەركىبى بولىدۇ، ھەم تۇراقلىق توك تەركىبىمۇ بولىدۇ. ئەگەر كېيىنكى باسقۇچ قۇرۇلمىغا پەقەت ئۆزگىرىشچان توك تەركىبىنىلا ئۆزىتىپ بېرىش زۆرۈر بولسا، ئىككى باسقۇچ ئېلېكتر زەنجىرى ئارىسىغا بىر كوندېنساتور (**تۇراقلىق توكنى ئايرىغۇچى كوندېنساتور**) نى ئۇلىساقلا بولىدۇ.



17. 11 ـ رەسىم. تۇراقلىق توكنى ئايرىغۇچى كوندېنساتور

بۇنىڭدا كوندېنساتورنى ئېلېكتر زەنجىرىگە يانداش ئۇلاش كېرەكمۇ ياكى ئارقىمۇ ـ ئارقا ئۇلاش كېرەكمۇ؟ 17. 11 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئۇلاش ئۇسۇلى توغرىمۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟ **قوبۇل**.

(2) ئېلېكترون تېخنىكىسىدا مەلۇم بىر قۇرۇلمىدىن چىققان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ يۇقىرى چاستوتىلىق تەركىبىمۇ بولىدۇ، تۆۋەن چاستوتىلىق تەركىبىمۇ بولىدۇ. ئەگەر كېيىنكى باسقۇچ قۇرۇلمىغا پەقەت تۆۋەن چاستوتىلىق تەركىبىنىلا ئۆزىتىپ بېرىش زۆرۈر بولسا، پەقەت كېيىنكى باسقۇچ ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ كىرىش ئۈچىغا بىر كوندېنساتورنى يانداش ئۇلىساقلا مەقسەتكە يېتەلەيمىز (17 . 12 ـ رەسىم). بۇنداق ئىشلىتىلىشكە ئىگە كوندېنساتور **يۇقىرى چاستوتىلىق يان زەنجىر كوندېنساتورى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئۇنىڭ ئىشلەش پرىنسىپىنى چۈشەندۈرۈڭ.



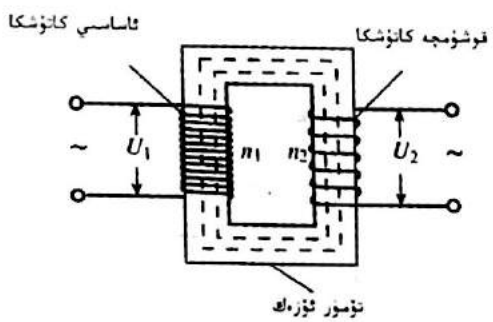
17. 12 ـ رەسىم. يۇقىرى چاستوتىلىق يان زەنجىر كوندېنساتورى

§4 . ترانسفورماتور

ئەمەلىي ئىشلىتىلىشىدە دائىم دېگۈدەك ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بېسىمىنى ئۆزگەرتىشكە توغرا كېلىدۇ. چوڭ تېپتىكى گېنېراتوردىن چىقىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بېسىمى بىرنەچچە ئون مىڭ ۋولت بولىدۇ، سىراق ئارىلىقلارغا توك ئۇزىتىش ئۈچۈن بىرنەچچە يۈز مىڭ ۋولتلۇق ئېلېكتر بېسىمى كېرەك بولىدۇ. ھەر خىل توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەرگە لازىم بولىدىغان ئېلېكتر بېسىمىمۇ ئوخشاش بولمايدۇ. لامپۇچكا، توك كورا، سىرئالغۇ قاتارلىق ئائىلىلەردە ئىشلىتىلىدىغان توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەرگە 220V لۇق ئېلېكتر بېسىمى

لازىم بولىدۇ. ئىستانوكلارنىڭ ئۇستىگە ئورنىتىلىدىغان يورۇتۇش لامپىلىرىغا 36V لۇق بىخەتەر ئېلېكتر بېسىمى لازىم بولىدۇ. ئادەتتىكى يېرىم ئۆتكۈزگۈچلۈك رادىئو قوبۇللىغۇچلارنىڭ توك مەنبەسىنىڭ بېسىمى 10V تىن ئېشىپ كەتمەيدۇ، تېلېۋىزور كىنېسكوپى (تەسۋىر روشەنلەشتۈرگۈچى لامپا) ئۈچۈن 10 000V تىن يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمى لازىم بولىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك بېسىمىنى ئۆزگەرتىشكە قولاي بولۇپ، ھەر خىل ئېھتىياجلارغا ماسلىشالايدۇ. ترانسفورماتور بولسا ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بېسىمىنى ئۆزگەرتىدىغان ئۈسكۈنىدىن ئىبارەت.

ترانسفورماتورنىڭ پرىنسىپى 13 ـ رەسىم 17. ترانسفورماتورنىڭ سخېمىسىدىن ئىبارەت. ترانسفورماتور ئۈيۇق تۆمۈر ئۆزەك ۋە تۆمۈر ئۆزەككە ئورالغان ئىككى كاتۇشكىدىن تۈزۈلىدۇ، بىر كاتۇشكىسى توك مەنبەسىگە ئۇلىنىدۇ، ئۇ ئاساسىي كاتۇشكا دەپ ئاتىلىدۇ (يەنە بىرلەمچى كاتۇشكا دەپمۇ ئاتىلىدۇ)؛ يەنە بىر كاتۇشكىسى يۈككە ئۇلىنىدۇ، ئۇ قوشۇمچە كاتۇشكا دەپ ئاتىلىدۇ (يەنە ئىككىلەمچى كاتۇشكا دەپمۇ ئاتىلىدۇ). ئىككى كاتۇشكىنىڭ ئىككىسىلا ئىزولياتسىيىلەنگەن ئۆتكۈزگۈچ سىملىرى ئوراش ئارقىلىق ياسىلىدۇ، تۆمۈر ئۆزىكى بولسا ئىزولياتور سىر سۈركەلگەن كرېمنىيلىق پلاستىنكىلارنى ئۈستى ـ ئۈستىگە قاتلاش ئارقىلىق ياسىلىدۇ.



17. 13 ـ رەسىم

ئاساسىي كاتۇشكىغا ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر بېسىمى U_1 بېرىلسە، ئاساسىي كاتۇشكىدا ئۆزگىرىشچان توك ھاسىل بولۇپ، ئۇ تۆمۈر ئۆزەكتە ئۆزگىرىشچان ماگنىت ئېقىمى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ ئۆزگىرىشچان ماگنىت ئېقىمى ھەم ئاساسىي كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدۇ، ھەم قوشۇمچە كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتۈپ، ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلاردا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل قىلىدۇ. ئەگەر قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئېلېكتر زەنجىرى تۈيۈق بولسا، قوشۇمچە كاتۇشكىدا ئۆزگىرىشچان توك ھاسىل بولىدۇ، ئۇمۇ ئۆزەكتە ئۆزگىرىشچان ماگنىت ئېقىمى ھاسىل قىلىدۇ. بۇ ئۆزگىرىشچان ماگنىت ئېقىمى ھەم قوشۇمچە كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدۇ، ھەم ئاساسىي كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتۈپ، ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلاردا ئوخشاشلا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل قىلىدۇ. ئاساسىي كاتۇشكا ۋە قوشۇمچە كاتۇشكىدا ئۆزگىرىشچان توك بولغانلىقى تۈپەيلىدىن ھاسىل بولىدىغان ئۆزئارا ئىندۇكسىيىلىشىش ھادىسىسى ئۆزئارا ئىندۇكسىيە ھادىسىسى دەپ ئاتىلىدۇ. ئۆزئارا ئىندۇكسىيە ھادىسىسى ترانسفورماتورنىڭ ئىشلىشىنىڭ ئاساسى. ئۆزئارا ئىندۇكسىيە ھادىسىسى تۈپەيلىدىن، ئوراش ئارقىلىق ئاساسىي كاتۇشكا ۋە قوشۇمچە كاتۇشكا ياسىلىدىغان ئۆتكۈزگۈچ سىملار گەرچە تۇتاشمىغان بولسىمۇ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ماگنىت مەيدانى ئارقىلىق ئاساسىي كاتۇشكىدىن قوشۇمچە كاتۇشكىغا يېتىپ بارالايدۇ.

ئاساسىي كاتۇشكا بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىدىكى توكلار ئورتاق ھاسىل قىلغان ماگنىت ئېقىمىنىڭ مۇتلەق كۆپ قىسمى تۆمۈر ئۆزەكتىن ئۆتىدۇ، پەقەت ئاز بىر قىسمى تۆمۈر ئۆزەكنىڭ سىرتىغا چىقىپ كېتىدۇ. يۇزەكى ھېسابلاشلاردا سىرتقا چىقىپ كەتكەن ماگنىت ئېقىمىنى ئېتىبارغا ئالماي، ئىككى كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ئۆزگىرىشچان ماگنىت ئېقىمىنى ئوخشاش دەپ قاراشقا بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن بۇ ئىككى كاتۇشكىنىڭ ھەربىر ئورامى ھاسىل قىلغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلەر ئۆزئارا تەڭ بولىدۇ. ئاساسىي كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى n_1، قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى n_2 ، تۆمۈر ئۆزەكنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىنى Φ دەپ پەرەز قىلساق، ئاساسىي كاتۇشكا بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىدا ھاسىل بولىدىغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلەر ئايرىم ـ ئايرىم تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ: $E_1 = n_1 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ، $E_2 = n_2 \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ بۇنىڭدىن تۆۋەندىكىگە ئېرىشىمىز:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

ئاساسي كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E_1 توكنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىش رولىنى ئويناپدۇ، ئۇنىڭ رولى ئاساسي كاتۇشكىنىڭ ئىككى ئۇچىغا قوشۇلغان ئېلېكتر بېسىمى U_1 نىڭ رولىغا قارىمۇقارشى بولىدۇ. ئاساسي كاتۇشكىنىڭ قارشىلىقى ناھايىتى كىچىك بولىدۇ، ئەگەر ئۇنى ئېتىبارغا ئالمىساق، $U_1 = E_1$ بولىدۇ. قوشۇمچە كاتۇشكا بىر توك مەنبەسىگە تەڭداش بولۇپ، ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E_2 توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭداش بولىدۇ. قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ قارشىلىقىمۇ ناھايىتى كىچىك بولىدۇ، ئەگەر ئۇنى ئېتىبارغا ئالمىساق، قوشۇمچە كاتۇشكا ئىچكى قارشىلىقى بولمىغان توك مەنبەسىگە تەڭداش بولىدۇ، شۇ سەۋەبتىن قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى $U_2 = E_2$ بولىدۇ. شۇنىڭ بىلەن تۆۋەندىكىگە ئېرىشكىلى بولىدۇ:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (1)$$

ئاساسي، قوشۇمچە كاتۇشكىلارنىڭ قارشىلىقى ۋە ھەر خىل ئېلېكتروماگنىت ئېنېرگىيە خوراشلىرى ئېتىبارغا ئېلىنمايدىغان بۇنداق ترانسفورماتور **ئىدېئال ترانسفورماتور** دەپ ئاتىلىدۇ.

بۇ پەقەت يەنە بىر ئىدېئاللاشتۇرۇلغان مودېلدىن ئىبارەت

دېمەك، ئىدېئال ترانسفورماتورنىڭ ئاساسي ۋە قوشۇمچە كاتۇشكىلىرىنىڭ ئۇچ ئېلېكتر بېسىملىرىنىڭ نىسبىتى بۇ ئىككى كاتۇشكىنىڭ ئورام سانلىرىنىڭ نىسبىتىگە تەڭ بولىدۇ.

$n_2 > n_1$ بولغاندا، $U_2 > U_1$ بولۇپ، ترانسفورماتور ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆرلىتىدۇ، بۇ خىل ترانسفورماتور **بېسىم ئۆرلەتكۈچى ترانسفورماتور** دەپ ئاتىلىدۇ. $n_2 < n_1$ بولغاندا، $U_2 < U_1$ بولۇپ، ترانسفورماتور ئېلېكتر بېسىمىنى تۆۋەنلىتىدۇ، بۇ خىل ترانسفورماتور **بېسىم تۆۋەنلەتكۈچى ترانسفورماتور** دەپ ئاتىلىدۇ.

ترانسفورماتورنىڭ ئاساسي كاتۇشكىسى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسىدىكى توك I_1 ، I_2 لەرنىڭ ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت بار؟ ترانسفورماتور ئىشلىگەندە، كىرگەن قۇۋۋەتنىڭ بىر قىسمى قوشۇمچە كاتۇشكىدىن چىقىدۇ، يەنە بىر قىسمى قىزىش جەريانىدا خورايدۇ. ئەمما خورىغان قۇۋۋەت ئادەتتە نەچچە پىرسەنتتىن ئېشىپ كەتمەيدۇ، بولۇپمۇ چوڭ تېپتكى ترانسفورماتورلارنىڭ ئىش ئۈنۈمى 97% ~ 99.5% كىچە يېتىپ بارىدۇ. شۇنىڭ ئۈچۈن، ئادەتتە ئۆلارنى ئىدېئال ترانسفورماتور دەپ قاراشقا بولىدۇ، ئۆلارنىڭ كىرىش قۇۋۋىتى I_1U_1 چىقىش قۇۋۋىتى I_2U_2 گە تەڭ بولىدۇ، يەنى

$$I_1U_1 = I_2U_2$$

دىن تۆۋەندىكىنى بىلىشكە بولىدۇ: $U_1 / U_2 = n_1 / n_2$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1} \qquad (2)$$

دېمەك، ترانسفورماتور ئىشلىگەندە، ئاساسي كاتۇشكىسى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسىدىكى توكلار ئۆلارنىڭ ئورام سانلىرىغا تەتۈر تاناسىپ بولىدۇ. ترانسفورماتورنىڭ يۈقىرى بېسىملىق كاتۇشكىسىنىڭ ئورام سانى كۆپ، ئەمما ئۇنىڭدىن ئۆتىدىغان توك كىچىك بولىدىغانلىقتىن، ئۇنى ئىنچىكىرەك ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ئوراش ئارقىلىق ياساشقا بولىدۇ؛ تۆۋەن بېسىملىق كاتۇشكىسىنىڭ ئورام سانى ئاز، ئۇنىڭدىن ئۆتىدىغان توك چوڭ بولىدىغانلىقتىن، ئۇنى تومراق ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ئوراش ئارقىلىق ياساش كېرەك.

دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىرنەچچە خىل ترانسفورماتور ترانسفورماتورنىڭ تۈرلىرى ناھايىتى كۆپ، بىز تۆۋەندە دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر نەچچە خىل ترانسفورماتورنى تونۇشتۇرىمىز.

17. 14 ـ رەسىمدە **ئۆز باغلىنىشلىق ترانسفورماتورنىڭ** سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. بۇ خىل ترانسفورماتورنىڭ ئالاھىدىلىكى شۇكى، ئۇنىڭ تۆمۈر ئۆزىكىگە پەقەت بىرلا كاتۇشكا ئورالغان بولىدۇ، ئەگەر پوتون كاتۇشكا ئاساسىي كاتۇشكا قىلىپ ئېلىنسا، ئۇنىڭ بىر قىسمى قوشۇمچە كاتۇشكا قىلىپ ئېلىنىدۇ، بۇ ئارقىلىق ئېلېكتر بېسىمىنى تۆۋەنلەتكىلى بولىدۇ (17. 14 ـ رەسىم A)؛ ئەگەر كاتۇشكىنىڭ بىر قىسمى ئاساسي كاتۇشكا

قىلىپ ئېلىنسا، پوتون كاتۇشكا قوشۇمچە كاتۇشكا قىلىپ ئېلىنىدۇ. بۇ ئارقىلىق ئېلېكتر بېسىمنى ئۆزگەرتكىلى بولىدۇ (17. 14 ـ رەسىم B).



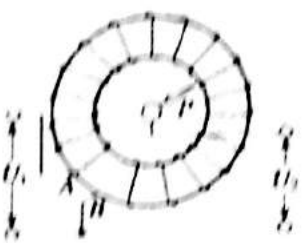
A



B

17. 14 - رەسىم

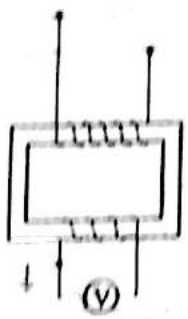
بېسىم تەڭشىگۈچى ترانسفورماتور بۇمۇ بىر خىل ئۆز باغلىنىشلىق ترانسفورماتور بولۇپ، ئۇنىڭ تۈزۈلۈشى 17. 15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلدى. ئۇنىڭدا AB كاتۇشكا دۆگىلەك ھالقا شەكىللىك تۆمۈر ئۆزەككە ئورىلىپ AB نىڭ ئارىسىغا كىرىش ئېلېكتر بېسىمى U_1 قوشۇلىدۇ، سىيرىلما تېگىشىش بېشى P نىڭ ئورنىنى يۆتكەش ئارقىلىق چىقىش ئېلېكتر بېسىمى U_2 نى تەڭشەشكە بولىدۇ.



17. 15 - رەسىم

ئۆزئارا ئىندۇكتور بۇمۇ بىر خىل ترانسفورماتوردىن ئىبارەت. ئۆزگىرىشچان توك ۋولتمېتىرى بىلەن ئامپېرمېتىرى بەلگىلىك ئۆلچەش دائىرىسىگە ئىگە بولۇپ، ئۇلار ئارقىلىق يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمى ۋە كۈچلۈك توكلارنى بىۋاستە ئۆلچىگىلى بولمايدۇ. ترانسفورماتور ئارقىلىق يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمنى تۆۋەن ئېلېكتر بېسىمغا ياكى كۈچلۈك (چوڭ) توكنى كىچىك (ئاجىز) توكقا ئايلاندۇرغاندا، بۇ مەسىلە ھەل بولىدۇ. بۇ خىل ترانسفورماتور ئۆزئارا ئىندۇكتور دەپ ئاتىلىدۇ. ئۆزئارا ئىندۇكتور بېسىم ئۆزئارا ئىندۇكتورى ۋە توك ئۆزئارا ئىندۇكتورى دەپ ئىككى خىلغا بۆلۈنىدۇ.

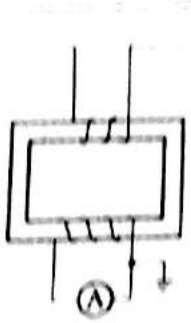
بېسىم ئۆزئارا ئىندۇكتورى (17. 16 ـ رەسىم) ئارقىلىق يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمنى تۆۋەن ئېلېكتر بېسىمغا ئايلاندۇرغىلى بولىدۇ، ئۇنىڭ ئاساسىي كا. تۇشكىسى يۇقىرى بېسىملىق ئېلېكتر زەنجىرىگە يانداش ئۇلىنىپ، قوشۇمچە كاتۇشكىسىغا ئۆزگىرىشچان توك ۋولتمېتىرى ئۇلىنىدۇ. ۋولتمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەنگەن ئېلېكتر بېسىمى U_2 بىلەن بېسىم ئۆزئارا ئىندۇكتورىنىڭ ماركا تاختىسىغا يېزىلغان بېسىم ئۆزگىرىش نىسبىتى (U_1 / U_2) گە ئاساسەن، بۇ. قىرى بېسىملىق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېلېكتر بېسىمنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. خىزمەت بىخەتەرلىكىگە كاپالەتلىك قىلىش ئۈچۈن، بېسىم ئۆزئارا ئىندۇكتورىنىڭ تۆمۈر قېپى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسى يەرگە ئۇلىنىشى لازىم.



(V)

17. 16 - رەسىم بېسىم ئۆزئارا ئىندۇكتورى

توك ئۆزئارا ئىندۇكتورى (17. 17 ـ رەسىم) ئارقىلىق چوڭ (كۈچلۈك) توك كىچىك (ئاجىز) توكقا ئايلاندۇرۇلىدۇ. ئۇنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى ئۇلانمىغان ئېلېكتر زەنجىرىگە ئارقىمۇئارقا ئۇلىنىدۇ، قوشۇمچە كاتۇشكىسىغا ئۆزگىرىشچان توك ئامپېرمېتىرى ئۇلىنىدۇ، ئامپېرمېتىر ئارقىلىق ئۆلچەنگەن توك I_1 بىلەن توك ئۆزئارا ئىندۇكتورىنىڭ ماركا تاختىسىغا يېزىلغان توك ئۆزگىرىش نىسبىتى (I_1 / I_2) گە ئاساسەن، ئۆلچىنىدىغان ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. ئەگەر ئۆلچىنىدىغان ئېلېكتر زەنجىرى يۇقىرى بېسىملىق ئېلېكتر زەنجىرى بولسا، خىزمەت بىخەتەرلىكىگە كاپالەتلىك قىلىش ئۈچۈن، ئوخشاشلا توك ئۆزئارا ئىندۇكتورىنىڭ سىرتقى قېپى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسى يەرگە ئۇلىنىشى لازىم.

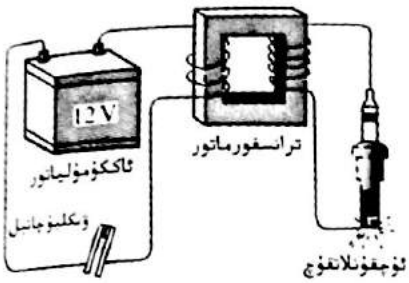


(A)

17. 17 - رەسىم توك ئۆزئارا ئىندۇكتورى

بېنزىن ماشىنىسىنىڭ ئوت ئالدۇرۇش قۇرۇلمىسى

بېنزىن ماشىنىسىنىڭ ئىشلەش ناكتى باشلاندا، بېنزىن سىلىندىرىدىكى بېنزىن ـــ ھاۋا ئارىلاشما گازى ئۇچقۇنلاتقۇچ (سۇيۇچ) ئارقىلىق ئوت ئالدۇرۇلىدۇ، ئەمما ئاپتوموبىلنىڭ ئاككۇمۇلياتورىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى ئارانلا 12V بولغاچقا، ئۇچقۇنلاتقۇچتا ئۇچقۇن ھاسىل قىلالمايدۇ. بۇنىڭ ئۈچۈن 17. 18 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئوت ئالدۇرۇش قۇرۇلمىسى ئىشلىتىلىشى لازىم. بۇ قۇرۇلمىنىڭ يادروسى بىر ترانسفورماتوردىن ئىبارەت بولۇپ، ئۇنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى ۋىكلیۇچاتېل ئارقىلىق ئاككۇمۇلياتورغا ئۇلىنىدۇ، قوشۇمچە كاتۇشكىسى ئۇچقۇنلاتقۇچنىڭ ئىككى ئۇچىغا ئۇلىنىدۇ. ۋىكلیۇچاتېل مېخانىزم ئارقىلىق ئاپتوماتىك كونترول قىلىنىدۇ. ئىش ئىشلەش تاكتى باشلانغاندا، ۋىكلیۇچاتېل ئۇلىنىش ھالىتىدىن ئۈزۈلۈش ھالىتىگە ئۆتۈپ، ئاساسىي كاتۇشكىدىكى توك جەددىي كېچىكلەيدۇ. قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانى ئاساسىي كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىدىن كۆپ بولغانلىقتىن، قوشۇمچە كاتۇشكا ئارقىلىق ناھايىتى يۇقىرى ئېلېكتر يۈرۈشلۈك ئېلېكتر بېسىمنى ئىندۇكسىيىلەپ چىقىرىشقا بولىدۇ، بۇ بېسىم 10 000V قا يېتەلەيدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئۇچقۇنلاتقۇچتا ئۇچقۇن ھاسىل قىلىشقا بولىدۇ.



17. 18 ـ رەسىم

ئاككۇمۇلياتوردا تەمىنلىنىدىغىنى تۇراقلىق توكتىن ئىبارەت، بۇ يەردە نېمە ئۈچۈن ترانسفورماتور ئارقىلىق يۇقىرى بېسىمغا ئېرىشكىلى بولىدۇ؟ ساۋاقداشلىرىڭىز بىلەن بىللە مۇھاكىمە قىلىڭ.

3 ـ مەشىق

(1) ترانسفورماتور نېمە ئۈچۈن تۇراقلىق توكنىڭ بېسىمىنى ئۆزگەرتەلمەيدۇ؟

(2) بىخەتەر بولۇشى ئۈچۈن، ئىستانوكلارنىڭ يورۇتۇش لامپىسى ئۈچۈن 36V لۇق ئېلېكتر بېسىمى ئىشلىتىلىدۇ. بۇ ئېلېكتر بېسىمىغا 220V لۇق ئېلېكتر بېسىمنى تۆۋەنلىتىش ئارقىلىق ئېرىشكىلى بولىدۇ. ئەگەر ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى 1140 ئورام بولسا، قوشۇمچە كاتۇشكىسى قانچە ئورام بولۇشى كېرەك؟ بۇ ترانسفورماتور ئارقىلىق 40W لىق لامپۇچكىنى توك بىلەن تەمىنلەش لازىم بولسا، ئۇنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسىدىكى توكلار ئايرىم ـ ئايرىم قانچىدىن بولۇشى كېرەك؟

(3) ترانسفورماتورنىڭ پرىنسىپىدىن پايدىلىنىپ كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى ئۆلچىگىلى بولىدۇ: ئۆلچەنمەكچى بولغان كاتۇشكىنى ئاساسىي كاتۇشكا، ئورام سانى مەلۇم بولغان بىر دانە كاتۇشكىنى قوشۇمچە كاتۇشكا قىلىپ، ئۇلاردىن ئۆزگىرىشچان توك ئۇتكۈزۈپ، ئاندىن ئىككى كاتۇشكىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆلچەپ چىقساق، ئۆلچەنمەكچى بولغان كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ. قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانى 400 ئورام ئىكەنلىكى بېرىلگەن، ئاساسىي كاتۇشكا 220V لۇق ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلانغاندا، قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى 55V بولىدىغانلىقى ئۆلچەپ چىقىرىلغان بولسا، ئاساسىي كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى تېپىڭ.

(4) 17. 16 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن بېسىم ئۆزگارا ئىندۇكتورى ئېلېكتر زەنجىرىدە، قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانى نېمە ئۈچۈن ئاساسىي كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىدىن ئاز؟ 17. 17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن توك ئۆزگارا ئىندۇكتورى ئېلېكتر زەنجىرىدە، قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانى نېمە ئۈچۈن ئاساسىي كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىدىن كۆپ؟ بۇ رەسىم «خالىغانچە» سىزىلغانمۇ ياكى چوقۇم شۇنداق بولۇشى كېرەكمۇ؟

(5) ترانسفورماتور كاتۇشكىسىدىكى توك قانچە چوڭ بولسا، شۇنچە توم بولغان ئۆتكۈزگۈچ سىمنى ئىشلىتىش لازىم. توك ئىشلەتكۈچىلەرگە توك ئۈزلىتىشتا ئىشلىتىلىدىغان ھەم كوچىلاردا كۆپ ئۇچرايدىغان ترانسفورماتورلار بېسىم تۆۋەنلەتكۈچى ترانسفورماتورلاردۇر. بۇ ترانسفورماتورلارنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى ۋە قوشۇمچە كاتۇشكىسىنىڭ قايسىسى ئۇچۇن تومراق ئۆتكۈزگۈچ سىم ئىشلىتىلىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن؟

§5 . ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئۇزىتىش

تەبىئىي بايلىقلاردىن مۇۋاپىق پايدىلىنىش ئۈچۈن، سۇ ئېلېكتر ئىستانسىلىرى دەريا ـ ئۆستەڭلەرنىڭ ئۆستىگە قۇرۇلىدۇ، ئوت ئېلېكتر ئىستانسىلىرى بەزىدە كۆمۈر كانلىرىنىڭ ئەتراپىغا قۇرۇلىدۇ. ئەمما توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلار تارقاق بولىدۇ، بەزى جايلار ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدىن ناھايىتى يىراق بولىدۇ، شۇڭلاشقا ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى يىراقلارغا ئۇزىتىشقا توغرا كېلىدۇ. ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى يوللاشقا ئەپلىك، توك مەنبەسى بىلەن توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەر توك ئۇزاتقۇچى ئۆتكۈزگۈچ سىملار ئارقىلىق تۇتاشتۇرۇلسىلا، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئۇزىتىشقا بولىدۇ. بۇ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ گەۋدىلىك بىر ئارتۇقچىلىقى ھېسابلىنىدۇ.

ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئۇزىتىشنىڭ ئاساسىي تەلىپى ئىشەنچىلىك، سۈپەتلىك، ئىقتىسادچىل بولۇشتىن ئىبارەت.

ئىشەنچىلىك دېگىنىمىز، توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئىشەنچىلىك ئىشلىشىگە كاپالەتلىك قىلىپ، كاشىلا چىقىش ۋە توك توختاپ قېلىشلارنىڭ ئازراق يۈز بېرىشىنى كۆرسىتىدۇ. سۈپەتلىك دېگىنىمىز، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ سۈپىتى — ئېلېكتر بېسىمى ۋە چاستوتىسىنىڭ مۇقىملىقىغا كاپالەتلىك قىلىشنى كۆرسىتىدۇ. ھەر خىل توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەرنىڭ ھەممىسى مۇئەييەن ئىشلەش ئېلېكتر بېسىمى (ئۆزگىرىشچان توك ئىشلىتىلىدىغان توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەر مۇئەييەن چاستوتا) بويىچە لايىھىلىنىپ ياسىلىدۇ. تەمىنلىگەن توك بەك تۆۋەن ياكى بەك يۇقىرى بولۇپ كەتسە، توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىلەر نورمال ئىشلىيەلمەيدۇ، ھەتتا بۇزۇلۇپ قالىدۇ. ئىقتىسادچىل دېگىنىمىز، توك ئۇزىتىش لىنىيىلىرىنىڭ ياسىلىش ۋە ئىشلەش راسخوتى تۆۋەن بولۇش، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ خورىشى ئاز، توك باھاسى تۆۋەن بولۇشنى كۆرسىتىدۇ.

توك ئۇزىتىلىدىغان ئۆتكۈزگۈچ سىملاردىكى قۇۋۋەتنىڭ خورىشى ھەرقانداق توك ئۇزىتىش لىنىيىسى قارشىلىققا ئىگە بولىدۇ، شۇڭا توك ئۇزىتىش جەريانىدا چوقۇم بىر قىسىم ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى ئىسسىقلىققا ئايلىنىپ خوراپ كېتىدۇ. ئۇزىتىلىدىغان توكنى I ، توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ قارشىلىقىنى R دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ھالدا قۇۋۋەتنىڭ خورىشى مۇنداق بولىدۇ:

$$\Delta P = I^2 R$$

توك ئۇزىتىش لىنىيىسىدىكى بۇ خىل خوراش روشەنكى بىر خىل ئىسراپچىلىق ھېسابلىنىدۇ، بۇنى ئىلاج قىلىپ ئازايتىش كېرەك. ئادەتتە بۇ خىل خوراشنىڭ ئۇزىتىلغان قۇۋۋەتنىڭ 10% تىن ئېشىپ كەتمەسلىكى تەلەپ قىلىنىدۇ.

قانداق قىلغاندا توك ئۇزىتىش جەريانىدىكى قۇۋۋەتنىڭ خورىشىنى ئازايتقىلى بولىدۇ؟ بۇنىڭ ئىككى خىل ئۇسۇلى بار.

بۇنىڭ بىر خىل ئۇسۇلى — توك ئۇزىتىش سىملىرىنىڭ قارشىلىقىنى كىچىكلىتىش. قارشىلىق قانۇنى $R = \rho \frac{l}{S}$ دىن بىلىش مۇمكىنكى، توك ئۇزىتىش سىمىنىڭ ئۇزۇنلۇقى l بەلگىلىك بولغان ئەھۋالدا، قارشىلىقنى كىچىكلىتىش ئۈچۈن، سىلىشتۇرما قارشىلىقى كىچىك ، توغرا كەسمە يۈزى چوڭ بولغان ئۆتكۈزگۈچ سىمنى تاللاپ ئىشلىتىش كېرەك. نۆۋەتتە ئومۇمەن سىلىشتۇرما قارشىلىقى كىچىكرەك بولغان مىس ياكى ئالۇمىنىلار ئۆتكۈزگۈچ سىم ماتېرىيالى قىلىنىدۇ. ئەمما ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنى چوڭايتقاندا،

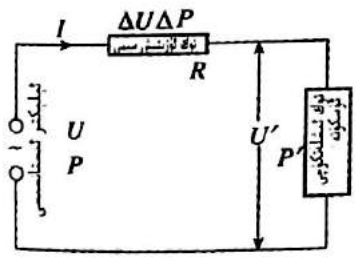
مېتال ماتېرىياللار كۆپ سەرپ قىلىنىدۇ، نەتىجىدە توك ئۆزىتىش لىنىيىسى بەك ئېغىرلاپ كېتىدۇ ـ دە، سىم تارتىش ئىشلىرىغا زور قىيىنچىلىقلارنى ئېلىپ كېلىدۇ. ئەمەلىيەتتە ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنى ھەيران قالارلىق دەرىجىدە، ھەتتا ئەمەلگە ئاشۇرغىلى بولمايدىغان دەرىجىدە چوڭايتقان ھالەتتىمۇ، قۇۋۋەتنىڭ خورىشىنى تەلەپ قىلغان دائىرىدە تۆۋەنلەتكىلى بولمايدۇ. ھېسابلاپ كۆرسەكلا بىلەلەيمىزكى، قۇۋۋىتى200kW بولغان ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى 10km يىراقلىقتىكى ئورۇنغا يوللاش ئۈچۈن، ئەگەر ئۇ 110V لۇق ئېلېكتر بېسىمى بىلەن يوللانسا ھەم ئېنېرگىيىنىڭ خورىشىنى يوللىنىدىغان قۇۋۋەتنىڭ 10% نېچىلىك قىلىش لازىم بولسا، توغرا كەسمە يۈزى تەخمىنەن $96000mm^2$ بولغان ئالىيۇمىن سىمنى ئىشلىتىشكە توغرا كېلىدۇ. روشەنكى، بۇ ئۆتكۈزگۈچ سىم بەك توم بولۇپ كېتىدۇ.

يەنە بىر خىل ئۇسۇلى — توك ئۆزىتىش سىمىدىكى توكنى كىچىكلىتىشتىن ئىبارەت. ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ قارشىلىقى ئۆزگەرمىگەن شەرت ئاستىدا، توك كىچىكلىتىلىپ ئەسلىدىكىسىنىڭ يۈزدىن بىرىنچىلىك قىلىنسا، قۇۋۋەتنىڭ خورىشى $\Delta P = I^2R$ كىچىكلەپ ئەسلىدىكىسىنىڭ ئون مىڭدىن بىرىنچىلىك بولىدۇ. ئۆزىتىش قۇۋۋىتىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى توك ئۆزىتىش ۋەزىپىسى تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. ئۇنى خالىغانچە ئۆزگەرتىشكە بولمايدۇ. $P = UI$ دىن مەلۇمكى، ئۆزىتىش قۇۋۋىتى P نىڭ ئۆزگەرمەسلىكىگە كاپالەتلىك قىلىش ئۈچۈن، ئۆزىتىلىدىغان توكنىڭ بېسىمى U نى يۇقىرى كۆتۈرۈش كېرەك. شۇنداق قىلغاندىلا ئاندىن توك I نى كىچىكلەتكىلى بولىدۇ. مانا بۇ يۇقىرى بېسىملىق توك ئۆزىتىشنىڭ پرىنسىپىدىن ئىبارەت.

يۇقىرىقى مىسالدا، ئەگەر باشقا شەرتلەر ئۆزگەرمىسە، ئۆزىتىلىدىغان توكنىڭ بېسىمىنى 100 ھەسسە يۇقىرى كۆتۈرسەك، يەنى 11kV لۇق ئېلېكتر بېسىمىدا توك ئۆزاتساق، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزى تەخمىنەن $9.6mm^2$ بولسىلا بولىدۇ، ئۆزىگىز ھېسابلاپ كۆرۈڭ.

توك ئۆزىتىش لىنىيىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى توك ئۆزىتىش سىملىرىنىڭ قارشىلىقى بولىدۇ، ئوم قانۇنى بىزگە شۇنى ئېيتىپ بېرىدۇكى، توك توك ئۆزىتىش سىملىرىدىن ئۆتكەندە، لىنىيىدە ئېلېكتر پوتېنسىيالىنىڭ تۆۋەنلىشى كېلىپ چىقىپ، توك ئۆزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئاخىرقى ئۇچى (يەنى توك ئىشلەتكۈچى ئۇسكۇنىنىڭ ئىككى ئۇچى) دىكى ئېلېكتر بېسىمى U' باشلىنىش ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U دىن تۆۋەن بولۇشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ (17. 19 ـ رەسىم). بۇ ئايرىما قىممەت $\Delta U = U - U'$ توك ئۆزىتىش لىنىيىسىدىكى **ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى** دېيىلىدۇ.

ئۆزگىرىشچان توك ئۆزىتىش لىنىيىسىگە نىسبەتەن ئېيتقاندا ھەم قارشىلىق كەلتۈرۈپ چىقارغان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى $\Delta U = IR$ ، ھەم ئىندۇكتىپلىق قارشىلىق بىلەن سىغىم قارشىلىق (ئومۇملاشتۇرۇلۇپ رېئاكتىپ قارشىلىق دېيىلىدۇ) كەلتۈرۈپ چىقارغان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى بولىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك ئۆزىتىش سىمىدىن ئۆتكەندە، ئۆز ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ توكنىڭ ئۆزگىرىشىگە توسقۇنلۇق قىلىدىغانلىقتىن، ئىندۇكتىپلىق قارشىلىقى پەيدا بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچ سىم بوشلۇققا تارتىلغاندا، يەر بىلەن بۇ ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارىسىدا كوندېنساتور تۈزۈلىدۇ؛ ئۆتكۈزگۈچ سىم يەرگە يانقۇزۇلغاندا، ئىزولياتور قەۋىتى ئارقىلىق ئۇنى يەردىن ئايرىشقا توغرا كېلىدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئۆتكۈزگۈچ سىم بىلەن يەرمۇ كوندېنساتورنى تۈزىدۇ. ئىندۇكتىپلىق قارشىلىقى بىلەن سىغىم قارشىلىقى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ. توك ئۆزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى يۇقىرىراق بولۇپ، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزى چوڭراق بولغاندا، رېئاكتىپ قارشىلىق كەلتۈرۈپ چىقارغان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى قارشىلىقنىڭ كەلتۈرۈپ چىقارغىنىدىن چوڭ بولىدۇ.



17. 19 ـ رەسىم. ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ ئۆزىتىش قۇۋۋىتى $P = UI$، ئۆزىتىش لىنىيىسىدىكى قۇۋۋەتنىڭ خورىشى $\Delta P = I^2R$. توك ئىشلەتكۈچى ئۇسكۇنىگە كىرىدىغان قۇۋۋەت

$$P' = U'I = (U - IR)I = UI - I^2R = P - \Delta P$$

لىنىيىدىكى ئېلېكتر بېسىمنىڭ خورىشى بەك چوڭ بولۇپ كەتسە، توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىگە يەتكۈزۈپ بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى بەك تۆۋەن بولۇپ كېتىدۇ، بۇنىڭ بىلەن توك ئىشلەتكۈچى ئۈسكۈنىنىڭ نورمال ئېلېكتر بېسىمىغا يەتمەي قالىدۇ ـ دە، ئۇنىڭ نورمال ئىشلىشىگە تەسىر يەتكۈزىدۇ. مەسىلەن، لامپۇچكا يورۇماسلىق، ئېلېكتروماتورنىڭ نورمال ئايلىنالماسلىقى ياكى ئايلانماسلىقى قاتارلىقلار. بۇنىڭ بىلەن ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنىڭ سۈپىتىنىڭ يۇقىرى بولماسلىقى كېلىپ چىقىدۇ، ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئىشلەتكۈچىلەرگە يەتكۈزۈپ بەرگەندىمۇ، تېخنىكىلىق جەھەتتىن تەلەپنى قانائەتلەندۈرەلمەي، ئىشلىتىشكە ئامال بولماي قالىدۇ. ئادەتتە لىنىيىدىكى ئېلېكتر بېسىمنىڭ خورىشى نورمال توك ئۇزىتىش ئېلېكتر بېسىمنىڭ 10% ~ 15%دىن ئېشىپ كەتمەسلىكى تەلەپ قىلىنىدۇ.

توك ئۇزىتىش لىنىيىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمنىڭ خورىشىنى كىچىكلىتىشنىڭمۇ ئىككى خىل ئۇسۇلى بار: بىر خىل ئۇسۇلى — ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ كەسمە يۈزىنى چوڭايتىپ قارشىلىقىنى كىچىكلىتىشتىن ئىبارەت. ئەمما بۇ خىل ئۇسۇل پەقەت تۆۋەن بېسىملىق يورۇتۇش ئېلېكتر زەنجىرلىرىدىلا ئۇنۇملۇك بولىدۇ. يۇقىرى بېسىملىق لىنىيىدە رېئاكتىپ قارشىلىق كەلتۈرۈپ چىقارغان ئېلېكتر بېسىمنىڭ تۆۋەنلىشى قارشىلىقنىڭ كەلتۈرۈپ چىقارغىنىدىن چوڭ بولىدۇ، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ كەسمە يۈزىنى چوڭايتىشنىڭ رېئاكتىپ قارشىلىقنى كىچىكلىتىشىگە قارىتا ئانچە چوڭ رولى بولمايدۇ. شۇڭلاشقا بۇنداق ئۇسۇلنىڭ ئۇنۇمى ياخشى بولمايدۇ. يەنە بىر خىل ئۇسۇل — ئۇزىتىش توكىنى كىچىكلىتىشتىن ئىبارەت. ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەتنى ئۆزگەرتمەسلىك شەرتى ئاستىدا، ئۇزىتىش توكىنىڭ بېسىمىنى يۇقىرى كۆتۈرۈش كېرەك.

يۇقىرىقى تەھلىللەردىن شۇنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇكى، مەيلى توك ئۇزىتىش جەريانىدىكى قۇۋۋەتنىڭ خوراشىنى كىچىكلىتىشتە بولسۇن، مەيلى ئېلېكتر بېسىمنىڭ خورىشىنى كىچىكلىتىش جەھەتتە بولسۇن، ھەممىسىدە ئۇزىتىلىدىغان توكنىڭ بېسىمىنى يۇقىرىلىتىپ، ئۇزىتىلىدىغان توكنى كىچىكلىتىش تەلەپ قىلىنىدۇ.

ئەمما ئۇزىتىش توكىنىڭ بېسىمى قانچە يۇقىرى بولسا شۇنچە ياخشى، ئېلېكتر بېسىمىنى چەكسىز يۇقىرىلىتىشقا بولىدۇ، دېگىلى بولمايدۇ. ئېلېكتر بېسىمى قانچە يۇقىرى بولسا، توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئىزولياتسىيىسىگە قويۇلىدىغان تەلىپى شۇنچە يۇقىرى بولىدۇ، لىنىيىنى قۇرۇش راسخوتىمۇ ئاشىدۇ. توك ئۇزىتىش ئېلېكتر بېسىمى قانچە يۇقىرى بولسا، ترانسفورماتورىدىكى ئېلېكتر بېسىمىمۇ شۇنچە يۇقىرى بولىدۇ ـ دە، ترانسفورماتورنى ياساشتىكى ئىزولياتور، قۇرۇلما قاتارلىق جەھەتلەردىكى تەلەپلەرمۇ ماس ھالدا يۇقىرى ئۆرلەيدۇ. ئەمەلىي ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئۇزىتىشلاردا ھەر خىل ئامىللار ، مەسىلەن، ئۇزىتىش قۇۋۋىتىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى، ئارىلىقنىڭ يىراق ـ يېقىنلىقى، تېخنىكا ۋە ئىقتىساد جەھەتتىكى تەلەپلەر قاتارلىقلارنى ئومۇملاشتۇرۇپ نەزەرگە ئېلىپ، ئوخشىمىغان ئەھۋاللارغا ئاساسەن مۇۋاپىق توك ئۇزىتىش توكى بېسىمىنى تاللاش كېرەك.

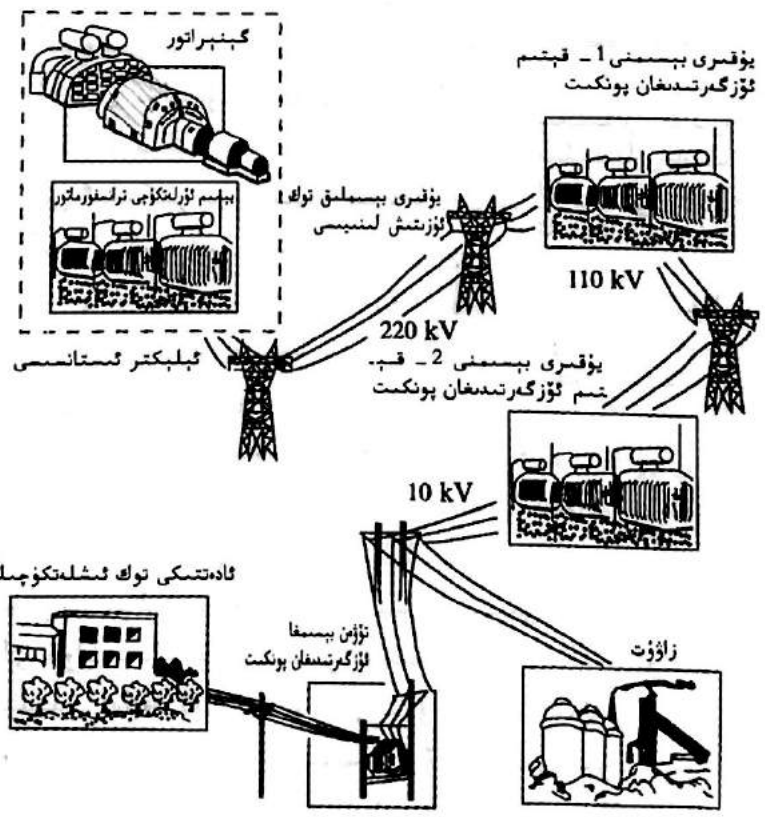
ئەگەر ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەت چوڭراق، توك ئۇزىتىلىش ئارىلىقى يىراقراق بولسا، يۇقىرىراق ئېلېكتر بېسىمدا توك ئۇزىتىش ئۈسۇلى قوللىنىلىدۇ. ئېلېكتر بېسىمى تۆۋەن بولسا، ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزىنى چوڭايتىشقا توغرا كېلىدۇ. ئەگەر ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەت ئانچە چوڭ بولماي، ئارىلىقمۇ ئانچە ئۇزۇن بولمىسا، بەك يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمدا توك ئۇزىتىشنىڭ زۆرۈرىيىتى يوق. ئېلېكتر بېسىمى يۇقىرى بولۇپ كەتسە، ئەكسىچە ئىزولياتورغا خەجلىنىدىغان خىراجەت ئېشىپ كېتىدۇ، ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەت 100kW تىن تۆۋەن، ئارىلىق نەچچە يۈز مېتىر ئىچىدە بولغاندا، ئومۇمەن 220V لۇق ئېلېكتر بېسىم بىلەن ئۇزىتىلىدۇ. مانا بۇ

ئوبېكتىپ شەيئىلەر مۇرەككەپ بولىدۇ، شەيئىلەرنىڭ تەرەققىيات ئۆزگىرىشىگە تەسىر قىلىدىغان ئامىللارمۇ كۆپ تەرەپلىمىلىك بولىدۇ. بىزنىڭ دائىم ھەرقايسى جەھەتلەردىكى ئامىللارنى بىرلەشتۈرۈپ نەزەرگە ئېلىپ، ئاساسلىق بىلەن ئىككىنچى ئورۇندا تۇرىدىغىنىنى ئايرىپ، مۇۋاپىق لايىھىلەرنى تېپىشىمىزغا توغرا كېلىدۇ. بىر تەرەپلىمىلىك ھالدا بىر جەھەتنىلا تەكتلىسەك مۇۋاپىق بولمايدۇ.

ئادەتتە ئىشلىتىلىدىغان تۆۋەن بېسىملىق توك لىنىيىسىدىن ئىبارەت. يوللىنىدىغان قۇۋۋەت بىرنەچچە مىڭ كىلوۋاتتىن بىر نەچچە ئون مىڭ كىلوۋاتقىچە، ئارىلىق بىرنەچچە ئون كىلومېتىردىن تارتىپ يۈز كىلومېتىردىن ئارتۇق بولغانغا قەدەر، ئومۇمەن 35kV ياكى 110kV لۇق ئېلېكتر بېسىمى بىلەن ئۇزىتىلىدۇ. مانا بۇ ئاتالمىش يۇقىرى بېسىملىق توك ئۇزىتىش ھېسابلىنىدۇ. ئەگەر ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەت يۈز مىڭ كىلوۋاتتىن يۇقىرى، ئارىلىق نەچچە يۈز كىلومېتىر بولسا، 220kV لۇق، ھەتتا ئۇنىڭدىنمۇ يۇقىرى بولغان ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توك ئۇزىتىلىدۇ. مانا بۇ ئاتالمىش ئالاھىدە يۇقىرى بېسىم ئارقىلىق توك ئۇزىتىش ھېسابلىنىدۇ.

مەملىكىتىمىزدە يېراق ئارىلىققا توك ئۇزىتىشتا قوللىنىلىدىغان ئېلېكتر بېسىمى 110kV ، 220kV ۋە 330kV بولۇپ، ئاز ساندىكى رايونلاردا 500kV لۇق ئالاھىدە يۇقىرى ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توك ئۇزىتىشنى قوللىنىشقا باشلىدى. ھازىر دۇنيادا سىناق قىلىنىۋاتقان ئەڭ يۇقىرى توك ئۇزىتىش ئېلېكتر بېسىمى 1150kV بولماقتا.

چوڭ تېپتىكى گېنېراتورلار چىقىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمى 10.5kV ، 13.8kV ، 15.75kV ۋە 18.0kV قاتارلىق بىرنەچچە دەرىجىگە بۆلۈنىدۇ. بۇلار يېراق ئارىلىققا توك ئۇزىتىش تەلىپىگە ماس كەلمەيدۇ. شۇڭلاشقا ئېلېكتر ئىستانسىلىرىدا بېسىم ئۆرلەتكۈچى ترانسفورماتور ئارقىلىق بېسىم ئۆرلىتىلگەندىن كېيىن، ئاندىن يېراق ئارىلىققا توك ئۇزىتىلىدۇ. ئەگەر ئۇزىتىلغان توكنىڭ بېسىمى 220kV ياكى 330kV بولسا، توك ئىشلەتىش رايونلىرىغا بارغاندا، ئېلېكتر بېسىمى ئالدى بىلەن يۇقىرى بېسىمنى 1 ـ قېتىم ئۆزگەرتىدىغان پونكىتتا 110kV قا چۈشۈرۈلىدۇ، ئاندىن يۇقىرى بېسىمنى 2 ـ قېتىم ئۆزگەرتىدىغان پونكىتتا 10kV قا چۈشۈرۈلىدۇ. بۇنىڭ بىر قىسمى يۇقىرى ئېلېكتر بېسىملىق توك ئىشلىتىلىدىغان زاۋۇتلارغا يوللىنىدۇ، يەنە بىر قىسمى تۆۋەن بېسىمغا ئۆزگەرتىدىغان پونكىتلارغا ئۇزىتىلىپ 380V / 220 قا چۈشۈرۈلگەندىن كېيىن، ئادەتتىكى توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلارغا ئۇزىتىپ بېرىلىدۇ. 17. 20 ـ رەسىمدە ئېلېكتر ئىستانسىسىدىن توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلارغىچە بولغان توك ئۇزىتىش لىنىيىسى كۆرسىتىلگەن.



17. 20 ـ رەسىم. توك ئۇزىتىش لىنىيىسى

تۆۋەندىكى ھەرقايسى مىسالالاردا رېئاكتىپ قارشىلىقنىڭ تەسىرى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ.

(1) 4800kW لىق قۇۋۋەتنى ئۇزىتىشتا 110kV لۇق يۇقىرى بېسىملىق توك ئۇزىتىش ئۈسۈلى قوللىنىلغان. توك ئۇزىتىش سىمىدىكى توك قانچە ئامپېر بولىدۇ؟ ئەگەر توك 110V لۇق بېسىمدا ئۇزىتىلىدىغان بولسا، ئۇزىتىش سىمىدىكى توك قانچىلىك بولىدۇ؟

$I = \frac{P}{U} = \frac{4800}{110} = 44kA = 44\times10^{-3}A = 4.4\times10^{-9}A$ $I_2 = 4.4A$.

(2) تۆۋەندىكى بىر ئابزاس بايانىنىڭ خاتالىقىنىڭ قەيەردە ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىڭ ھەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى ئېلېكتر ئىستانسىسىدىن توك ئىشلەتكۈچىلەرگە ئۇزىتىپ بېرىشتە، توك ئۇزىتىش لىنىيىسىدە بىر قىسىم قۇۋۋەت خورايدۇ. توك ئۇزىتىش بېسىمىنى U دەپ ئالساق، قۇۋۋەتنىڭ خورىشى مۇنداق بولىدۇ:

(1)

ھالبۇكى $P_{خوراش} = UI$

(2)

$U = IR$

ئىپادە (2) نى ئىپادە (1) دىكى ئورنىغا قويساق تۆۋەندىكى كېلىپ چىقىدۇ:

(3)

$P_{خوراش} = U^2 / R$

ئىپادە (3) دىن بىلىش مۇمكىنكى، قۇۋۋەتنىڭ خورىشى $P_{خوراش}$ نى كىچىك-لىتىش ئۈچۈن، تۆۋەن بېسىمدا توك ئۇزىتىش ۋە توك ئۇزىتىش سىمىنىڭ قارشىلىقى R نى چوڭايتىش كېرەك.

(3) ئېلېكتر ئىستانسىسىنىڭ چىقارغان قۇۋۋىتى 200kW ، توك ئۇزىتىش سىمىنىڭ ئومۇمىي قارشىلىقى 0.05Ω بولۇپ، 110V ۋە 11kV لۇق ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توك يوللانسا، توك ئۇزىتىش سىمىدا قارشى-لىقتىن كېلىپ چىقىدىغان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ خورىشى ھەرقايسىسىدا قانچە ۋولت بولىدۇ؟

(4) ئەگەر 220V ۋە 11kV لۇق ئىككى خىل ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توك يوللىنغاندا، يوللانغان قۇۋۋەت ئوخشاش، توك يوللاش ئۆتكۈزگۈچ سىمىدىكى خورىغان قۇۋۋەت ئوخشاش، ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ ئۇزۇنلۇقى ۋە سېلىشتۇرما قارشىلىقى ئوخشاش بولسا، ئۆتكۈزگۈچ سىملارنىڭ توغرا كەسمە يۈزلىرىنىڭ نىسبىتىنى تېپىڭ.

(5) چىقىش قۇۋۋىتى 20kW ، توك ئۇزىتىش ئېلېكتر بېسىمى 400V بولغان بىر كىچىك تېپتىكى سۇ ئېلېكتر ئىستان-سىسى بار. ئەگەر توك ئۇزىتىش ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئومۇمىي قارشىلىقى 0.5Ω بولسا، ئۆتكۈزگۈچ سىمدا خورىغان قۇۋۋەت قانچىلىك بولىدۇ؟ توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلار ئېرىشكەن قۇۋۋەت قانچىلىك بولىدۇ؟ ئەگەر 250V لۇق بېسىمدا توك ئۇزىتىلغان بولسا، توك ئۇزىتىش ئۆتكۈزگۈچ سىمدا خورىغان قۇۋۋەت بىلەن توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلار ئېرىشكەن قۇۋۋەت ئايرىم-ئايرىم قانچىلىك بولىدۇ؟

(1) مىسالنى تولۇقسىز ئوتتۇرا مەكتەپتە ئىشلەپ بولغاندىن، ئۇ چاغدا تۇراقلىق توك ھەققىدىكى بىلىمدىن پايدىلىنىپ بىر تەرەپ قىلىنغان. ساپ قارشىلىقلىق ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىدە ئوخشاشلا $U = IR$ ۋە $P = UI$ بولىدۇ، ئويلاپ كۆرۈڭ: بۇ يەردىكى U ، I لارنىڭ مەنىسىنىڭ تولۇقسىز ئوتتۇرىدىكىسى بىلەن قانداق ئوخشىماسلىقلىرى بار؟

$4. R = \rho\frac{l}{S} \Rightarrow S = \frac{\rho l}{R}$ $\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2^2}{U_1^2} = \frac{(11\times10^3)^2}{220^2} = \frac{2500}{1}$

$S_1 = \frac{\rho l}{R_1}$ $S_2 = \frac{\rho l}{R_2}$ $\frac{S_1}{S_2} = \frac{2500}{1}$

$\frac{S_1}{S_2} = \frac{R_2}{R_1}$ $\Delta P = I^2R = (\frac{P}{U})^2R$

$R = \frac{U^2\Delta P}{P^2}$ $R_1 = \frac{U_1^2\Delta P}{P^2}$ $R_2 = \frac{U_2^2\Delta P}{P^2}$



تۇراقلىق توك ئۇزىتىش

ئىنسانىيەت تارىخىدا ئەڭ بالدۇر توك ئۇزىتىش لىنىيىسى ئارقىلىق تۇراقلىق توك ئۇزۇ-تىلغان. دەسلەپ باشلانغاندا توك ئۇزىتىش بېسىمى 100V بولغان، كېيىن تەدرىجىي يۇقىرى كۆتۈرۈلگەن. 1885 - يىلىغا كەلگەندە يۇقىرى كۆتۈرۈلۈپ 6kV قا يەتكەن. لېكىن ئۇنىڭدىن كېيىن توك ئۇزىتىش تېخنىكىسىدا زور ئۆزگىرىشلەر بولدى.

بىر تەرەپتىن، يۇقىرى بېسىملىق چوڭ قۇۋۋەتلىك تۇراقلىق توك گېنېراتورىنى ياساش ناھايىتى تەس، ئۇنىڭ ئۈستىگە تۇراقلىق توكنىڭ بېسىمىنى بىۋاستە يۇقىرى كۆتۈرگىلى بولمايدۇ. ئەمما يېراق ئارىلىققا توك ئۇزىتىش

ئۇچۇن يۇقىرى بېسىم لازىم بولىدۇ. يەنە بىر تەرەپتىن، 19 ـ ئەسىرنىڭ 80 ـ يىللىرىنىڭ ئاخىرىغا كەلگەندە ئۇچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى ۋە ترانسفورماتور كەشپ قىلىندى، بولۇپمۇ تۇرۇلۇشى ئاددىي، ئايلىنىشى ئۈشەنچىلىك، باھاسى ئەرزان بولغان ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورى كەشپ قىلىنىپ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ قوللىنىلىشى يەنمۇ ئىلگىرىلىگەن ھالدا تەرەققىي قىلدۇرۇلدى. بۇنىڭ بىلەن بۇ خىل ئەھۋالغا ماسلاشقان ھالدا، توك ئۇزىتىش تېخنىكىسى ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىشنى تەرەققىي قىلدۇرۇشقا ئالماشتى.

ئەمما، ئېلېكتر كۇچى سىستېمىسىنىڭ كېڭىيىشى، ئۇزىتىلىدىغان قۇۋۋەتنىڭ ئېشىشى ۋە توك ئۇزىتىش ئارىلىقىنىڭ ئېشىشىغا ئەگىشىپ، ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىش بەزى تېخنىكىلىق قىيىنچىلىقلارغا دۇچ كەلدى. ھازىر تۇراقلىق توك ئۇزىتىش بولسا توك ئۇزىتىش تېخنىكىسىدىكى قىيىنچىلىقنى ھەل قىلىش يۆنىلىشىنىڭ بىرى بولۇش تەرىقىسىدە يەنە قايتىدىن ئەھمىيەت بېرىلىشكە باشلىدى.

ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىش ئىشلىرى قانداق قىيىنچىلىقلارغا دۇچ كەلدى ۋە تۇراقلىق توك ئۇزىتىشنىڭ يەنە قانداق ئەۋزەللىكلىرى بار؟

ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىشتا، ئۆتكۈزگۈچ سىم قارشىلىقىغا ئېگە بولۇپلا قالماستىن، يەنە ئىندۇكتېپلىقىمۇ ئېگە. ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىشتا، ئۆتكۈزگۈچ سىم قارشىلىقىغا ئېگە بولۇپلا قالماستىن، يەنە ئىندۇكتېپلىقىمۇ ئېگە. ئۇزىتىلىدىغان توك ئىنچىكىرەك ئۆتكۈزگۈچ سىملاردا قارشىلىقنىڭ رولى ئىندۇكتېپلىقنىڭ رولىدىن ئېشىپ كېتىدۇ. ئۇزىتىلىدىغان توك قۇۋۋەتلىك چوڭ، توك ئۇزىتىش ئۆتكۈزگۈچ سىمنىڭ توغرا كەسمە يۈزى چوڭ بولغان ئەھۋالدا، ئۆزگىرىشچان توكقا نىسبەتەن ئېيتقاندا، ئىندۇكتېپ قارشىلىقنىڭ رولى قارشىلىقتىن ئېشىپ كېتىدۇ. لېكىن مۇقىم بولغان تۇراقلىق توكقا نىسبەتەن ئېيتقاندا، پەقەت قارشىلىقلا مەۋجۇت بولۇپ، ئىندۇكتېپ قارشىلىق مەۋجۇت ئەمەس.

توك ئۇزىتىش سىملىرى ھاۋا بوشلۇقىغا تارتىلىدۇ، لېكىن دېگىزدىكى ئاراللارغا توك ئۇزىتىشتا دېگىز ئاستىغا ئورنىتىلغان كابېللاردىن پايدىلىنىشقا، ئاھالە زىچ ئولتۇراقلاشقان شەھەرلەرنى كېسىپ ئۆتۈپ توك ئۇزىتىش لازىم بولغاندا يەر ئاستىغا ئورۇنلاشتۇرۇلغان كابېللاردىن پايدىلىنىشقا توغرا كېلىدۇ. كابېلدا مېتال ئۆزەك سىمنىڭ سىرتىغا بىر قەۋەت ئىزولياتور قاپلانغان بولىدۇ، سۇ ۋە يەرنىڭ ھەر ئىككىسى ئۆتكۈزگۈچ بولغانلىقتىن، ئىزولياتور قاپ ئارقىلىق ئايرىلىپ تۇرغان مېتال سىم ئۆزەك بىلەن سۇ (ياكى يەر) كوندېنساتورنى ھاسىل قىلىدۇ. ئۆزگىرىشچان توك ئۇزاتقان ئەھۋالدا، بۇ كوندېنساتور توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئاخىرقى ئۇچى (توكقا ئۇچرىغان ئۇچى) يان زەنجىر كوندېنساتورىلىق رول ئويناپ، ئۇ تاكى ئۆزگىرىشچان توكنى يوللىغىلى بولمىغۇدەك دەرىجىگىچە چوڭىيىدۇ. بۇ چاغدا ئۆزگىرىشچان توك ئۇزىتىشنىڭ ئەھمىيىتى قالمايدۇ، پەقەت تۇراقلىق توكنى ئۇزىتىشقىلا توغرا كېلىدۇ. چۈنكى كوندېنساتور (ئېلېكتر سىغىمى) مۇقىم بولغان تۇراقلىق توكقا ھېچقانداق تەسىر يەتكۈزەلمەيدۇ.

ئەگەر، A، B دىن ئىبارەت ئىككى ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى ئوخشاش بىر ئېلېكتر زەنجىرىنى توك بىلەن تەمىنلىسە ھەمدە A دىن چىققان توك مۇسبەت ئەڭ چوڭ قىممەتكە يەتكەندە، B دىن چىققان توك دەل مەنپىي ئەڭ چوڭ قىممەتكە يەتسە، ئۇلاردىن چىققان توكلار ئېلېكتر زەنجىرىدە دەلمۇدەل يېيىشىپ كېتىپ، ئېلېكتر زەنجىرى ئىشلەيدىغان توكنىڭ قىممىتى نۆلگە يېقىن بولىدۇ. شۇڭا ئېلېكتر زەنجىرى نورمال ئىشلىشى ئۈچۈن، ئوخشاش بىر ئېلېكتر زەنجىرىنى توك بىلەن تەمىنلەيدىغان بارلىق گېنېراتورلار ماس (ئوخشاش) قەدەم بويىچە ئايلىنىشى لازىم، يەنى ئۇلاردىن چىققان توكلار بىرلا ۋاقىتتا مۇسبەت ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتىشى، بىرلا ۋاقىتتا مەنپىي ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتىشى لازىم. ھازىرقى زامان توك بىلەن تەمىنلەش سىستېمىلىرىدا نۇرغۇن ئېلېكتر ئىستانسىلىرى ئۆزئارا تۇتاشتۇرۇلۇپ بىر ئېلېكتر ئېنېرگىيە تورى ھاسىل قىلىنىدۇ، ئېلېكتر ئېنېرگىيە تورىدىكى نۇرغۇن گېنېراتورلارنى ماس قەدەمدە ئايلاندۇرۇش (يۈرگۈزۈش) تېخنىكا جەھەتتە ناھايىتى قىيىن. تۇراقلىق توك ئۇزىتىشتا ماس قەدەملىك مەسىلىسى مەۋجۇت ئەمەس.

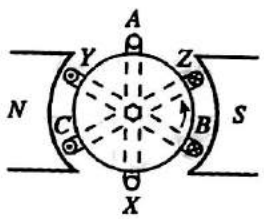
ھازىرقى زامانىدىكى تۇراقلىق توك ئۇزىتىشنىڭ پەقەت توك ئۇزىتىش ھالقىسىلا تۇراقلىق توك، تارقىتىلىدىغىنى يەنىلا ئۆزگىرىشچان توك. توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ باشلىنىش ئۇچىدا مەخسۇس ئىشلىتىلىدىغان توك ئالماشتۇرۇش ئەسۋابى بار بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق ئۆزگىرىشچان توك تۇراقلىق توكقا ئايلاندۇرۇلىدۇ، توك ئۇزىتىش لىنىيىسىنىڭ ئاخىرقى ئۇچى (توك قوبۇل قىلىش ئۇچى) دىمۇ مەخسۇس ئىشلىتىلىدىغان توك ئالماشتۇرۇش ئەسۋابى بار بولۇپ، ئۇ

ئارقىلىق تۇراقلىق توك ئۆزگىرىشچان توكقا ئايلاندۇرۇلىدۇ. ھازىر توك ئالماشتۇرۇش ئەسۋابىدا ياساش تەس، باھاسى قىممەت بولۇش قاتارلىق قىيىنچىلىقلار مەۋجۇت بولغاچقا، تەتقىق قىلىپ ھەل قىلىشقا تېگىشلىك ئىش بولۇپ تۇرمافتا.

يۇقىرى بېسىملىق تۇراقلىق توك ئۆزىتىش ئاساسەن يېراق ئارىلىققا چوڭ قۇۋۋەتلىك توك ئۆزىتىش، دېگىز ئاستىدىكى كابېل ئارقىلىق توك ئۆزىتىش، ماس قەدەملىك بولمىغان ئۆزگىرىشچان توك سىستېمىلىرى ئارىسىدىكى باغلىنىش قاتارلىق جەھەتلەردە ئىشلىتىلىدۇ. چوڭ تېپتىكى سۇ ئېلېكتر ئىستانسىلىرىنىڭ ئېچىلىشى ۋە شاختا ئېلېكتر ئىستانسىلىرىنىڭ قۇرۇلۇشى ھەمدە چوڭ ئېلېكتر تورلىرىنىڭ ئۆزئارا تۇتاشتۇرۇلۇشىغا ئەگىشىپ، يېراق ئارىلىققا چوڭ قۇۋۋەتلىك تۇراقلىق توك ئۆزىتىش مەملىكىتىمىزدە تەرەققىي قىلغۇسى.

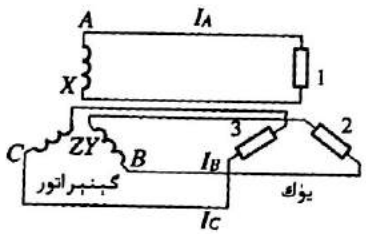
*§6 . ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك

ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى 2.17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، پەقەت بىرلا كاتۇشكا ماگنىت مەيدانىدا ئايلانسا، ئېلېكتر زەنجىرىدە پەقەت بىرلا ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدۇ. مۇشۇنداق گېنېراتور بىر فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ چىقارغان توك بىر فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك دەپ ئاتىلىدۇ. ئەگەر ماگنىت مەيدانىدا ئۆزئارا 120° بۇلۇڭ ھاسىل قىلغان ئۈچ دانە كاتۇشكا بىرلا ۋاقىتتا ئايلانسا، ئېلېكتر زەنجىرىدە ئۈچ دانە ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدۇ، مۇشۇنداق گېنېراتور ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورى دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ چىقارغان توك **ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك** دەپ ئاتىلىدۇ.



17. 21 ـ رەسىم

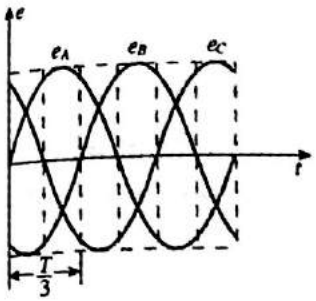
21.17 ـ رەسىمدە ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك گېنېراتورىنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. ئۇنىڭدا تۆمۈر ئۆزەككە ئوخشاش ئۈچ دانە كاتۇشكا AX، BY، CZ ئورنىتىلغان بولۇپ، ئۇلارنىڭ باشلىنىش ئۇچى A، B، C، ئاخىرقى ئۇچى X، Y، Z بولىدۇ، كاتۇشكىلار تەكشىلىكى ئۆزئارا 120° بۇلۇڭ ھاسىل قىلىدۇ. تۆمۈر ئۆزەك تەكشى تېزلىكتە ئايلانغاندا، ئۈچ كاتۇشكا ماگنىت مەيدانىدا تەكشى ئايلىنىدۇ. بۇ ئۈچ كاتۇشكا ئۆزئارا ئوخشاش بولغاچقا، ئۇلارنىڭ ئەڭ چوڭ قىممەتلىرى ۋە دەۋرلىرى ئوخشاش بولغان ئۈچ دانە ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنى ھاسىل قىلىدۇ. ئەگەر 17. 22 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك قىلىپ، ھەربىر كاتۇشكىنى ئايرىم ـ ئايرىم يۇك 1 ، 2 ، 3 لەرگە ئۇلىساق، بۇ ئۈچ فازىلىق گېنېراتور بىرلا ۋاقىتتا توك بىلەن تەمىنلەيدىغان ئۈچ دانە مۇستەقىل توك مەنبەسىگە تەڭداش كېلىدۇ.



17. 22 ـ رەسىم

بۇ ئۈچ كاتۇشكىدىكى ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچلەرنىڭ ئەڭ چوڭ قىممەتلىرى ۋە دەۋرلىرى ئوخشاش بولسىمۇ، ئەمما ئۇلار بىرلا ۋاقىتتا نۆل بولالمايدۇ ياكى بىرلا ۋاقىتتا ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتەلمەيدۇ. بۇ ئۈچ كاتۇشكىنىڭ تەكشىلىكى تەرتىپ بويىچە 120° بۇلۇڭ پەرقلىنىدىغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ نۆل قىممەت (يەنى نېيترال تەكشىلىكتىن ئۆتكەن) ۋە ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتىش ۋاقتى تەرتىپ بويىچە 1 / 3 دەۋر كېيىن قالىدۇ. ئەگەر 21.17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن پەيت ۋاقىتنىڭ باشلىنىش نۇقتىسى قىلىپ

ئېلىنسا، يەنى $t = 0$ بولغاندا، كاتۇشكا AX نېيترال تەكشىلىككە جايلاشقان بولىدۇ ـ دە، ئۈچ كاتۇشكىدىكى ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچنى 17. 23 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئۈچ تال سىنۇس ئەگرى سىزىقى ئارقىلىق ئىپادىلەشكە بولىدۇ.



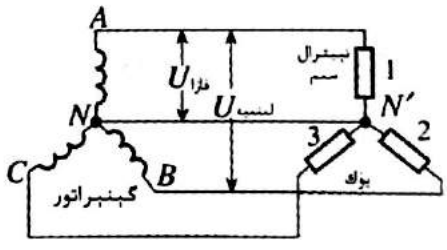
17. 23 ـ رەسىم

ئەمەلىي قوللىنىش جەريانىدا، ئۈچ فازىلىق گېنېراتور بىلەن يۈك 17. 22 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئالتە تال ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق ئۇلانماستىن، بەلكى ئۈچ تال ياكى تۆت تال ئۆتكۈزگۈچ سىم بىلەن ئۇلىنىدۇ.

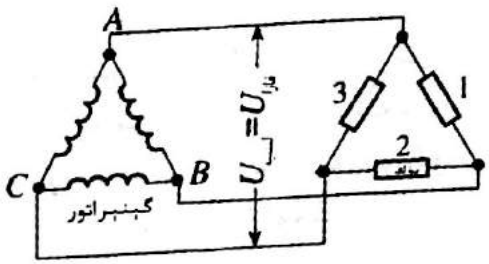
يۇلتۇز شەكلىدە ئۇلاش ئەگەر 17. 22 ـ رەسىمدىكى كاتۇشكىلارنى ئاخىرقى ئۈچى بىلەن يۈك ئاپپاراتىدىكى ئۈچ تال ئۆتكۈزگۈچ سىمنى بىرلەشتۈرۈپ 17. 24 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك قىلىپ بىر تال ئۆتكۈزگۈچ سىم بىلەن تۇتاشتۇرساق، ھەربىر فازا يۈكتىكى ئېلېكتر بېسىمى ئۆزگەرمەيدۇ، ئۇنىڭ ئۈستىگە ئىككى تال ئۆتكۈزگۈچ سىم تېجەپ قېلىنىدۇ. بۇ خىل ئۇلاش ئۇسۇلى يۇلتۇز شەكلىدە ئۇلاش دەپ ئاتىلىدۇ (بەلگىسى Y)، ھەربىر كاتۇشكىنىڭ باشلىنىش ئۇچىدىن چىقىرىلغان ئۆتكۈزگۈچ سىم ئۈچ سىم دەپ ئاتىلىدۇ، ئۇ فازا سىمى دەپمۇ ئاتىلىدۇ، يورۇتۇش ئېلېكتر زەنجىرلىرىدە ئادەت بويىچە ئوت سىمى دەپ ئاتىلىدۇ. ئورتاق نۇقتىدىن چىقىرىلغان ئۆتكۈزگۈچ نېيترال سىم دەپ ئاتىلىدۇ، يورۇتۇش ئېلېكتر زەنجىرلىرىدە نېيترال سىم يەرگە ئۇلىنىدىغانلىقتىن، نۆل سىم دەپ ئاتىلىدۇ.

ئۈچ فازىلىق ئېلېكتر زەنجىرىدە، ھەربىر كاتۇشكىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى فازا بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ. ئىككى تال ئۈچ سىم (فازا سىمى) ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى لىنىيە بېسىمى دەپ ئاتىلىدۇ. يۇلتۇز شەكلىدە ئۇلاشتىكى ئۈچ سىم بىلەن نېيترال سىم ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى فازا بېسىمى بولىدۇ. مەملىكىتىمىزدە كۇندىلىك تۇرمۇشتا ئىشلىتىلىۋاتقان ئېلېكتر زەنجىرلىرىدە فازا بېسىمى220V ، لىنىيە بېسىمى 380V بولىدۇ.

ئۈچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلاش ئەگەر گېنېراتورنىڭ ئۈچ دانە كاتۇشكىسىنىڭ باشلىنىش ئۇچلىرى بىلەن ئاخىرلىشىش ئۇچلىرىنى تەرتىپ بويىچە تۇتاشتۇرۇپ، ئاندىن 17. 25 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك يۈككە ئۇلىساق، بۇ خىل ئۇلاش ئۇسۇلى ئۈچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلاش دەپ ئاتىلىدۇ (بەلگىسى △). ئۈچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلاشتىكى ھەر ئىككى تال ئۈچ سىم ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى بۇلارنىڭ ئىچىدىكى بىر كاتۇشكىنىڭ فازا بېسىمى بولىدۇ، شۇڭا بۇنىڭدا لىنىيە بېسىمى فازا بېسىمىغا تەڭ بولىدۇ.



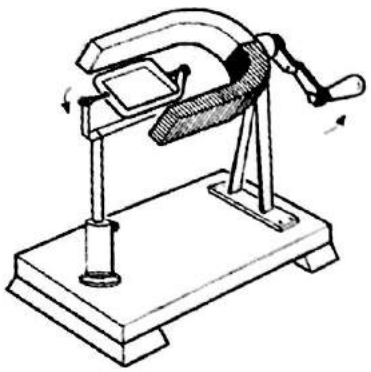
17. 24 ـ رەسىم



17. 25 ـ رەسىم. ئۈچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلاش

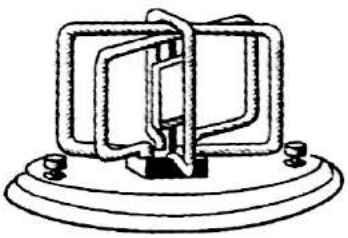
ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتور

17. 26 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ماگنىت ئوتتۇرىسىغا بىر ئاليۇمىن رامكىنى قويۇپ، ماگنىتنى ئايلاندۇرۇش ئارقىلىق بىر ئايلانما ماگنىت مەيدانى هاسىل قىلىنسا، ئاليۇمىن رامكا ئۇنىڭغا ئەگىشىپ ئايلىنىدۇ. بۇ خىل ئېلېكتروماگنىت ئارقىلىق قوزغىتىش هادىسىسى ئالدىنقى بابتىكى كۆنۈكمىدە سۆزلەپ ئۆتۈلدى. ئايلانما هەرىكەت قىلغان ماگنىتلا ئايلانما ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلىپلا قالماستىن، ئۇچ فازلىق ئۆزگىرىشچان توكمۇ ئايلانما ماگنىت مەيدانىنى هاسىل قىلالايدۇ. 17. 27 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ، ئوخشاش ئۇچ دانە كاتۇشكىنىڭ تەكشىلىكلىرىنى ئۆزئارا 120° بۇلۇڭ هاسىل قىلدۇرۇپ هەم ئۇلارنى ئۇچ فازلىق ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىگە ئۇلاپ، ئۇلاردىن توك ئۆتكۈزگەندە، كاتۇشكىلار ئارىسىدىكى ئاليۇمىن رامكىنىڭ ئايلىنىشقا باشلىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتور مۇشۇ پرىنسىپقا ئاساسەن ياسىلىدۇ.



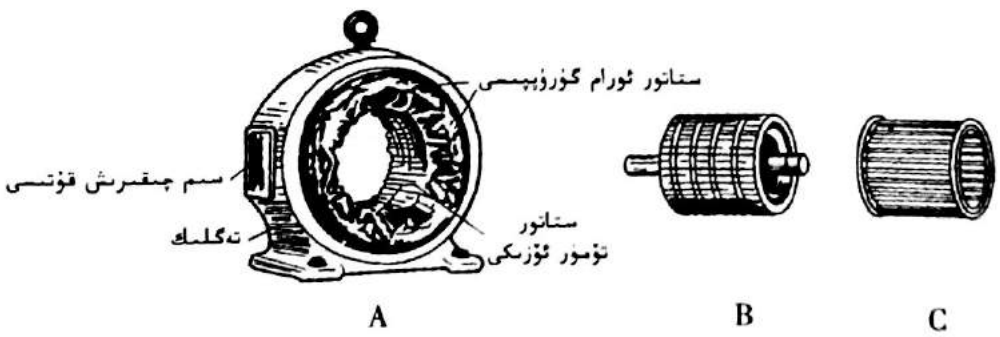
17. 26 ـ رەسىم. ماگنىتنىڭ ئايلانما ماگنىت مەيدانى ئاليۇمىن رامكىنى بىللە ئايلاندۇرىدۇ

ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنىڭ بىر ستاتورى (17. 28 ـ رەسىم A) ۋە بىر روتورى (17. 28 ـ رەسىم B) بولىدۇ. ستاتورنىڭ ئىچكى يېقىدىكى ئېرىقچىلار ئىچىگە ئۆزئارا 120° بۇلۇڭ هاسىل قىلىدىغان ئۇچ گۇرۇپپا كاتۇشكا (ستاتور ئورام گۇرۇپپىسى) قىستۇرۇلۇپ ئورنىتىلىدۇ. بۇ ئۇچ گۇرۇپپا كاتۇشكىنى ئۇچ فازلىق ئېلېكتر زەنجىرىگە يۇلتۇز شەكلىدە ياكى ئۇچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلىساق، ئايلانما ماگنىت مەيدانى هاسىل بولىدۇ.



17. 27 ـ رەسىم. ئۇچ فازلىق توكنىڭ ئايلانما ماگنىت مەيدانى

ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنىڭ روتورى تۆمۇر ئۆزەك بىلەن تۆمۇر ئۆزەككە قىستۇرۇلغان تۆيۇق ئۆتكۈزگۈچتىن تۈزۈلىدۇ. تۆيۇق ئۆتكۈزگۈچ تۆمۇر ئۆزەكنىڭ ئېرىقچىلىرىغا قىستۇرۇلغان مىس تاياقچە (ياكى ئاليۇمىن تاياقچە) بىلەن ئىككى دانە مىس هالقا (ياكى ئاليۇمىن هالقا) نىڭ بىللە تۆتاشتۇرۇلۇشىدىن ياسىلىدۇ، ئۇنىڭ شەكلى چاشقان قەپەسكە ئوخشاپ كېتىدىغانلىقتىن (17. 28 ـ رەسىم C)، بۇ خىل ئېلېكتروماتور قەپەس شەكىللىك ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتور دەپ ئاتىلىدۇ. بۇ تۆيۇق ئۆتكۈزگۈچ 17. 27 ـ رەسىمدىكى ئاليۇمىن رامكىغا تەڭداش بولۇپ، ئايلانما ماگنىت مەيدانى بولسىلا ، ئۇ ئايلىنىشقا باشلايدۇ.



17. 28 ـ رەسىم. ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنىڭ ستاتورى بىلەن روتورى

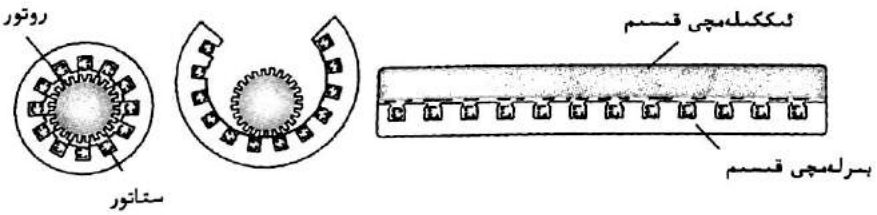
ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنىڭ تۇزۇلۇشى ئاددىي بولۇپ، ئۇنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتمەكچى بولساق، ستاتوردىكى خالىغان ئىككى گۇرۇپپا كاتۇشكىنىڭ توكىنى ئۆزئارا ئالماشتۇرۇپ قويساقلا بولىدۇ. بۇ خىل ئېلېكتروماتورنى ياساش، ئىشلىتىش ۋە ئاسراش نىسبەتەن ئاددىي بولغاچقا، سانائەت، يېزا ئىگىلىك ئىشلەپچىقىرىشىدا كەڭ قوللىنىلىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنى ئىشلىتىشكە بولىدىغانلىقى ئۈچ فازلىق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ يەنە بىر گەۋدىلىك ئارتۇقچىلىقى ھېسابلىنىدۇ.



تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ۋە ماگنىتلىق لەيلىمە پويىز

ئادەتتىكى ئېلېكتروماتورلارنىڭ ھەممىسى ئىشلىگەندە ئايلىنىدۇ. ئەمما ئايلانما ئېلېكتروماتورى ئارقىلىق ھەرىكەتلەندۈرۈلىدىغان قاتناش قوراللىرى (مەسىلەن، ئېلېكتروۋوز ۋە شەھەرلەردىكى تراموۋاي قاتارلىقلار) تۇز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلىدۇ. ئايلانما ئېلېكتروماتورى ئارقىلىق ھەرىكەتلەندۈرۈلىدىغان ماشىنىلارنىڭ بەزى قىسىملىرىمۇ تۇز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلىدۇ. بۇنىڭ ئۈچۈن ئايلانما ھەرىكەتنى تۇز سىزىقلىق ھەرىكەتكە ئايلاندۇرىدىغان بىر يۈرۈش قۇرۇلما بولۇشى لازىم. تۇز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلىدىغان ئېلېكتر ماشىنىلىرىنى بىۋاستە ئىشلىتىپ، بۇ بىر يۈرۈش قۇرۇلمىنى چىقىرىپ تاشلاشقا بولامدۇ ـ يوق؟ بىرنەچچە ئون يىلدىن ئىلگىرى كىشىلەر بۇ مەسىلىنى ئوتتۇرىغا قويغان ئىدى. ھازىر تۇز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلىدىغان ئېلېكتروماتور، يەنى تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ياسىلىپ چىقتى.

تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورنىڭ پرىنسىپى ئانچە مۇرەككەپ ئەمەس، ئەگەر ئايلانما ھەرىكەت قىلىدىغان بىر ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورنى رادىئۇس بويىچە يېرىپ، ئاندىن ئۇنى يايساق، ئۇ بىر تۇز سىزىقلىق ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتروماتورغا ئايلىنىدۇ (17. 29 ـ رەسىم). تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورنىڭ ئايلانما ئېلېكتروماتورنىڭ ستاتورغا تەڭداش بولغان قىسمى بىرلەمچى قىسىم دەپ ئاتىلىدۇ؛ ئايلانما ئېلېكتروماتورنىڭ روتورغا تەڭداش بولغان قىسمى ئىككىلەمچى قىسىم دەپ ئاتىلىدۇ. بىرلەمچى قىسىمدىن ئۆزگىرىشچان توك ئۆتكەندە، ئىككىلەمچى قىسىم ئېلېكتروماگنىت كۈچىنىڭ تەسىرىدە بىرلەمچى قىسمىنى بويلاپ تۇز سىزىقلىق ھەرىكەت قىلىدۇ. بۇ چاغدا بىرلەمچى قىسىم ناھايىتى ئۇزۇن قىلىنىپ، ھەرىكەت يېتىپ بېرىشقا تېگىشلىك بولغان جايغا قەدەر داۋاملىشىدىغان قىلىپ ياسىلىدۇ، ئىككىلەمچى قىسمىنىڭ ئۇنچىۋالا ئۇزۇن بولۇشىنىڭ ھاجىتى يوق. ئەمەلىيەتتە تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورنىڭ ھەم بىرلەمچى قىسمىنى ئۇزۇن قىلىپ ياساشقا بولىدۇ، ھەم ئىككىلەمچى قىسمىنى ئۇزۇن قىلىپ ياساشقا بولىدۇ. يەنى بىرلەمچى قىسمىنى مۇقىم، ئىككىلەمچى قىسمىنى يۆتكىلىدىغان قىلىشقىمۇ بولىدۇ ياكى ئىككىلەمچى قىسمىنى مۇقىم، بىرلەمچى قىسمىنى يۆتكىلىدىغان قىلىشقىمۇ بولىدۇ.



17. 29 ـ رەسىم. ئايلانما ئېلېكتروماتوردىن تۇز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورغىچە

تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى بىر خىل يېڭى تېپتىكى ئېلېكتروماتورى بولۇپ، ئۇنىڭ ئىشلىتىلىشى يېقىنقى يىللاردىن بۇيان كۆندىن ـ كۈنگە كېڭەيمەكتە. ماگنىتلىق لەيلىمە پويىز ئەنە شۇ تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ئارقىلىق ھەرىكەتلەندۈرۈلىدۇ.

ماگنىتلىق لەيلىمە پويىز بىر خىل يېڭى تېپتىكى پويىز . ئادەتتىكى پويىزلاردا چاقلار بىلەن رېلىس ئارىسىدا سۈركىلىش مەۋجۇت بولىدىغانلىقتىن، تېزلىكنى يۇقىرى كۆتۈرۈشتە چەكلىمىگە ئۇچرايدۇ، ئۇنىڭ يېتەلەيدىغان ئەڭ يۇقىرى تېزلىكى ئومۇمەن 300km / h تىن ئېشىپ كەتمەيدۇ. ماگنىتلىق لەيلىمە پويىزدا، پويىز ماگنىت كۈچى ئارقىلىق لەيلىتىلىپ، پويىز بىلەن رېلىس تېگىشمەيدىغان قىلىنىپ، سۈركىلىش ئازايتىلىپ، تېزلىكى يۇقىرى كۆتۈرۈلىدۇ. پويىز تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ئارقىلىق ھەرىكەتلەندۈرۈلىدۇ. تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورىنىڭ بىر قىسمى يەرگە مۇقىم ئورنىتىلىپ ، رېلىس بىلەن بىرلىكتە يېراقتا سوزۇلۇپ كېتىدۇ؛ يەنە بىر قىسمى پويىزغا ئورنىتىلىدۇ. بىرلەمچى قىسمىدىن ئۆزگىرىشچان توك ئۆتكەندە، پويىز رېلىسنى بويلاپ ئالغا ئىلگىرىلەيدۇ. پويىزغا ماگنىت ئورنىتىلغان (بەزىلىرىدە ماگنىت ئورنىدا تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورىنىڭ كاتۇشكىسى ئىشلىتىلىدۇ) بولۇپ، ماگنىت پويىز بىلەن بىرلىكتە ھەرىكەت قىلغاندا، يەر يۈزىگە ئورنىتىلغان كاتۇشكا (ياكى مېتال تاختا) دا ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ، بۇ ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ماگنىت مەيدانى بىلەن پويىزدىكى ماگنىت (ياكى كاتۇشكا) ئارىسىدىكى ئېلېكتروماگنىت كۈچى پويىزنى لەيلىتىپ تۇرىدۇ. لەيلىمە پويىزنىڭ ئارتۇقچىلىقى شۇكى، ئۇنىڭ مېڭىشى سىلىق بولىدۇ، سىلكىنمەيدۇ، شاۋقۇن ئاۋازلار كىچىك بولىدۇ، كېرەكلىك بولىدىغان تارتىش كۈچى ناھايىتى كىچىك بولۇپ، نەچچە مىڭ كىلوۋاتلىق قۇۋۋەت ئارقىلىق ماگنىتلىق لەيلىمە پويىزنىڭ تېزلىكىنى 550km / h غا يەتكۈزگىلى بولىدۇ. ماگنىتلىق لەيلىمە پويىز تېزلىكىنى كېمەيتكەندە، ماگنىت مەيدانىنىڭ ئۆزگىرىشى كىچىكلەپ، ئىندۇكسىيىلىك توكمۇ كىچىكلەيدۇ، بۇنىڭ بىلەن ماگنىت مەيدانى ئاجىزلاپ، لەيلىتىش كۈچىنىڭ تۆۋەنلىشى كېلىپ چىقىدۇ. ماگنىتلىق لەيلىمە پويىزدىمۇ چاق قۇرۇلمىلىرى بولىدۇ، ئۇنىڭ چاقلىرى ئايروپىلاننىڭكىگە ئوخشاش بولۇپ، ماگنىتلىق ھالدا پويىزغا يېغىلىۋالىدۇ، توختىغاندا قويۇپ بېرىلىدۇ ـ دە، پويىزنى تەرەپ تۇرىدۇ.

ماسسىسى غايەت زور بولغان پويىزنى ماگنىت كۈچى ئارقىلىق لەيلىتىش ئۈچۈن ناھايىتى كۈچلۈك ماگنىت مەيدانى بولۇشى كېرەك، ئەمەلىي قوللىنىلىشتا يۇقىرى تېمپېراتۇرىلىق ئالاھىدە ئۆتكۈزگۈچ كاتۇشكىدىن پايدىلىنىپ كۈچلۈك ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىشقا توغرا كېلىدۇ.

تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى ماگنىتلىق لەيلىمە پويىزدا ئىشلىتىلگەندىن سىرت، يەنە باشقا تەرەپلەردىمۇ ئىشلىتىلىدۇ، مەسىلەن، ئۇزىتىش سىستېمىسى، توك بازغىنى، ئېلېكتروماگنىتلىق قوچۇغۇچ قاتارلىقلاردا ئىشلىتىلىدۇ. مەملىكىتىمىزدىمۇ تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورى تەدرىجىي ئىشلىتىلىپ كېڭەيتىلىشكە باشلىدى. تۆز سىزىقلىق ئېلېكتروماتورىنىڭ پرىنسىپى گەرچە مۇرەككەپ بولمىسىمۇ، لېكىن ئۇنى لايىھىلەش ۋە ياساش جەھەتتە ئۆزىگە خاس ئالاھىدىلىككە ئىگە، مەھسۇلاتى تېخى ئايلانما ئېلېكتروماتورلىرىدەك مۇكەممەللەشمىدى. ئۇ يەنىمۇ ئىلگىرىلىگەن ھالدا تەتقىق قىلىش ۋە ئىسلاھ قىلىشنى كۈتمەكتە.

6 ـ رەڭلىك رەسىمدە مەملىكىتىمىز تەتقىق قىلىپ ياسىغان ماگنىتلىق لەيلىمە پويىزنىڭ ئەۋرىشكىسى كۆرسىتىلگەن.

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ھاسىل بولۇشى ۋە ئۇنىڭ ئالاھىدىلىكىنى ئۆگەندۇق. ئۇنىڭ مۇشۇنداق ئالاھىدىلىكلىرى تۆۋەندىن، ئۇ ئىشلەپچىقىرىش ۋە تۇرمۇشتا كەڭ قوللىنىلماقتا. بىز ئۆزگىرىشچان توكنىڭ تۇراقلىق توكقا ئوخشىمايدىغان ئالاھىدىلىكلىرىنى ئىگىلىۋېلىشىمىز، ئۇنىڭ كەڭ قوللىنىلىشىنى بىلىۋېلىشىمىز لازىم.

1. ئۆزگىرىشچان توك دېگەن نېمە؟ سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك دېگەن نېمە؟ ئۇ قانداق ھاسىل بولىدۇ؟ نېيترال تەكشىلىك دېگەن نېمە؟

2. سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۆچى، توكى ۋە بىر بۆلەك ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ پەيتلىك قىممەتلىرىنىڭ ئىپادىلىنىش فورمۇلىسى قانداق بولىدۇ؟

3. ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئالاھىدىلىكىنى ئىپادىلەپ بېرىدىغان فىزىكىلىق مىقدارلار قايسىلار؟ ئۆزگىرىشچان توكنىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى ۋە ئۈنۈملۈك قىممىتى دېگەنلەر نېمىدىن ئىبارەت؟ ئۇلارنىڭ مۇناسىۋىت فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. ئادەتتە ئېيتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ بېسىمى ۋە ئۆزگىرىشچان توك دېگەنلەر قايسى قىممەتلەرنى كۆرسىتىدۇ؟ دەۋر بىلەن چاستوتىنىڭ مۇناسىۋىت فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ. مەملىكىتىمىزدە ئىشلەپچىقىرىش ۋە تۇرمۇشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسىنىڭ ھەرقايسىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

4. ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىدە، توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ مۇناسىۋىتىگە تەسىر قىلىدىغىنى قارشىلىقتىن باشقا، يەنە كوندېنساتور (ئېلېكتر سىغىمى) بىلەن ئىندۇكتىپلىق بار. بۇ، ئۆزگىرىشچان توك بىلەن تۇراقلىق توكنىڭ چوڭ پەرقلىرىنىڭ بىرى. كوندېنساتور بىلەن ئىندۇكتىپلىقنىڭ ھەرقايسىسىنىڭ ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىگە قانداق تەسىرى بولىدۇ؟ ئۇلارنىڭ ئالاھىدىلىكلىرى نېمىدىن ئىبارەت؟

5. تېكىستتە سۆزلەنگەن ترانسفورماتور ئىدېئاللاشتۇرۇلغان بىر خىل مودېلدىن ئىبارەت بولۇپ، ئىدېئال ترانسفورماتور دەپ ئاتىلىدۇ. ترانسفورماتور قانداق پرىنسىپقا ئاساسەن ياسىلىدۇ؟ ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلىرىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى U_1 بىلەن U_2 ئارىسىدا، توكى I_1 بىلەن I_2 ئارىسىدا قانداق مۇناسىۋەت بار؟

6. يېراق ئارىلىققا توك ئۇزىتىشتا قانداق تەلەپلەر قويۇلىدۇ؟ نېمە ئۈچۈن يۇقىرى بېسىملىق توك ئۇزىتىش ئۇسۇلى قوللىنىلىدۇ؟

7. ئۈچ فازىلىق ئۆزگىرىشچان توك دېگەن نېمە؟ ئۇ قانداق ھاسىل بولىدۇ؟ يۇلتۇز شەكلىدە ئۇلاش دېگەن نېمە؟ ئۈچبۇلۇڭ شەكلىدە ئۇلاش دېگەن نېمە؟

كۆنۈكمە

(1) ئۈنۈملۈك قىممىتى 220V بولغان ئۆزگىرىشچان توك زەنجىرىگە 50Ω لۇق قارشىلىق ئۇلانسا، توكنىڭ ئۈنۈملۈك قىممىتى ۋە ئەڭ چوڭ قىممىتى ئايرىم-ئايرىم قانچىلىك بولىدۇ؟ بۇ چاغدا سەرپ بولغان قۇۋۋەت قانچە ۋات بولىدۇ؟

(2) كەچلىك مەركەز زالىغا 120 دانە كىچىك رەڭلىك لامپۇچكا ئورنىتىلغان، ھەربىر لامپۇچكىنىڭ ئېلېكتر بېسىمى 4V، ئىشلەش توكى 0.1A. بۇلارنىڭ ھەممىسى يانداش ئۇلانغان بولۇپ، بىر دانە ترانسفورماتور ئارقىلىق توك بىلەن تەمىنلىنىدۇ.

man bu fizika malim bidam folimmu hoxumyok disa . fowa .

ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى 220V لۇق يورۇتۇش زەنجىرىگە ئۇلانغان بولسا، ئاساسىي كاتۇشكىدىن ئۆتكەن توكنى تېپىڭ.

(3) بىر دانە كۆچلۈك ماگنىتتىن پايدىلىنىپ لامپۇچكىدىكى توكنىڭ ئۆزگىرىشچان توك ياكى تۇراقلىق توك ئىكەنلىكىگە هۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ، قانداق هۆكۈم قىلىنىدىغانلىقىنى ۆە هۆكۈم قىلىشنىڭ چۈشەندۈرۈڭ.

(4) تۆۋەندىكى هەرقايسى ئابزاس سۆزدىكى يەككە بىر جۈملە سۆز كۆپ ئەهۋاللاردا خاتا بولمايدۇ، ئەمما بىر پۈتۈن كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان يەكۈندە روشەن خاتالىق بار. سىز خاتالىقلارنى كۆرسىتىڭ هەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ.

① ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلىرى ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق تۇتاشتۇرۇلمىغان بولۇپ، كاتۇشكىلار-دىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە تايىنىپ قۇۋۋەت ئۆزىتىلىدۇ. شۇڭا ئېنېرگىيە ئۆزىتىش جەريانىدا خورىمايدۇ. ت-رانسفورماتورمۇ قىزىمايدۇ.

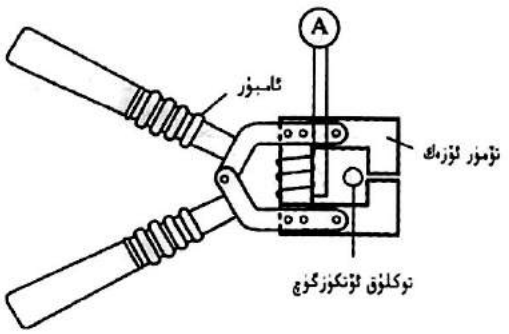
② توك ئۆزىتىش ئېلېكتر بېسىمىنى هەرقايسى توك ئىشلەتكۈچى ئورۇنلارغا مۇۋاپىق كېلىدىغان يۇك ئېلېكتر بېسىمىغا ئايلاندۇرۇش ئۈچۈن، ترانسفورماتور ئىشلىتىلىدۇ. ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسىدىكى توكنىڭ ئۆزگىرىشى تۆمۇر ئۆزەكتىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، تۆمۇر ئۆزەكتىكى ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشى قوشۇمچە كاتۇشكىنى تېشىپ ئۆتىدىغان ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كەلتۈرۈپ چىقىرىدۇ، شۇنىڭ بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ هاسىل بولىدۇ. فارادېينىڭ ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە قانۇنىغا ئاساسەن، قوشۇمچە كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە ئوك تاناسىپ بولىدۇ، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، ماگنىت ئېقىمىنىڭ ئۆزگىرىشچانلىقى شۇنچە چوڭ بولىدۇ، شۇنىڭ ئۈچۈن ئوخشاش ئەسلىدىكى ئېلېكتر بېسىمى U_1 غا نىسبەتەن، ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى قانچە يۇقىرى بولسا، قوشۇمچە كاتۇشكىدىكى ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ بىلەن ئۇچ ئېلېكتر بېسىمى U_2 مۇ شۇنچە يۇقىرى بولىدۇ. يەنى بېسىم ئۆزگەرتىش نىسبىتى U_1 / U_2 ئورامىلار سانى نىسبىتى بىلەن مۇناسىۋەتلىك بولۇپلا قالماستىن، يەنە ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسى بىلەنمۇ مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ.

③ ئىدېئال ترانسفورماتوردىكى ئاساسىي كاتۇشكا بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكا ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىملىرىنىڭ مۇناسىۋىتى $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ بولۇپ، ئۇنىڭدىكى U_1 ، U_2 لەر ئارىسىدا ئايرىم ـ ئايرىم n_1، n_2 لەر ئايرىم ـ ئايرىم ئاساسىي كاتۇشكا بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىدىن ئىبارەت. بېسىم ئۆزگەرتكۈچى ترانسفورماتورغا نىسبەتەن $\frac{n_2}{n_1} > 1$ بولىدۇ. ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلاردىن ئوخشاش ماگنىت ئېقىمى ئۆتىدىغانلىقتىن، ئۇلارنىڭ توكلىرى ئوخشاش ، يەنى $I_1 = I_2$ بولىدۇ. قۇۋۋەت $P_2 = U_2 I_2$ ، $P_1 = U_1 I_1$ بولغاندىن $P_1 / P_2 = U_1 / U_2$ كېلىپ چىقىدۇ، يەنى $P_2 = \frac{n_2}{n_1} P_1$. دېمەك بېسىم ئۆزگەرتكۈچى ترانسفورماتور ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆزگىرىتىش بىلەن بىر ۋاقىتتا، قۇۋۋەتنىمۇ چوڭايتىدۇ.

ya fizika quxan misam imtihanni kondumu bitarman

B گۇرۇپپا *

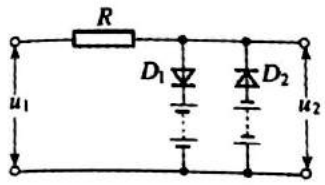
(1) 30.17 ـ رەسىمدە ئامبۇر شەكىللىك ئۆلچەش ئەسۋابىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. كۆرسىتىلگەن ئامبۇر شەكىللىك ئۆلچەش ئەسۋابىدىن پايدىلىنىپ ئۆتكۈزگۈچ سىمنى كېسىپ ئۈزۈۋەتمىگەن ئەهۋالدا، ئامپېرمېتىر A ئارقىلىق ئۆتكۈزگۈچ سىمدىكى توكنى ئۆلچەشكە بولىدۇ. ئۇنداق بولسا، ئۆتكۈزگۈچ سىمدىكى توك ئۆزگىرىشچان توكمۇ ياكى



30. 17 ـ رەسىم. ئامبۇر شەكىللىك ئۆلچەش ئەسۋابىنىڭ پرىنسىپ سخېمىسى. ئىككى پارچە تۆمۈر ئۆزەك ئامبۇرغا مۇقىملاشتۇرۇلىدۇ، تۆمۈر ئۆزەككە كاتۇشكا ئورىلىدۇ هەم ئامپېرمېتىر A بىلەن تۇيۇق ئېلېكتر زەنجىرى هاسىل قىلىنىدۇ. ئۆلچىگەندە ئامبۇرنىڭ ئاغزىنى ئېچىپ، ئۆلچىنىدىغان توكلۇق ئۆتكۈزگۈچنى ئامبۇر ئاغزىنىڭ ئوتتۇرىسىغا قويسا بولىدۇ

تۇراقلىق توكمۇ؟ بۇ ئەسۇابنىڭ ئىشلەش پرىنسىپىنى چۈشەندۈرۈڭ.

(2) 17. 31 ـ رەسىمدە ئېلېكترون تېخنىكىسىدا ئىشلىتىلىدىغان ئامپلىتۇدا چەكلەش ئېلېكتر زەنجىرى كۆرسىتىلگەن. باتارېيىلەر گۇرۇپپىسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى ئوخشاشلا E ، سول ئۇچتىن كىرىدىغىنى سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توك، ئېلېكتر بېسىمى U_1 نىڭ ئەڭ چوڭ قىممىتى $2E$ بولسا، ئوڭ ئۇچتىن چىقىدىغان ئېلېكتر بېسىمى U_2 نىڭ گرافىكىنى سىزىڭ ھەم سەۋەبىنى چۈشەندۈرۈڭ (باتارېيىلەر گۈرۇپپىسىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى ئېتىبارغا ئېلىنمايدۇ).



17. 31 ـ رەسىم . ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىلىق ئامپلىتۇدا چەكلەش ئېلېكتر زەنجىرى (ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا بىر يۆنىلىشلىك توك ئۆتكۈزۈش خۇسۇسىيىتىگە ئىگە.

چۈشەندۈرۈش: ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپى (+) ۋە مەنپىي قۇتۇپى (−) تىن ئىبارەت ئىككى قۇتۇپى بار . مۇسبەت قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالى مەنپىي قۇتۇپ-نىڭكىدىن يۇقىرى بولغاندا، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا توك ئۆتكۈزىدۇ. مۇسبەت قۇتۇپىنىڭ ئېلېكتر پوتېنسىيالى مەنپىي قۇتۇپىنىڭكىدىن تۆۋەن بولغاندا، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا توك ئۆتكۈزمەيدۇ، يەنى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا بىر يۆنىلىشلىك توك ئۆتكۈزۈش خۇسۇسىيىتىگە ئىگە.

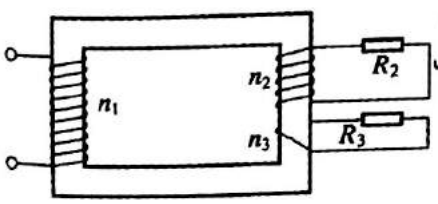
(3) ئۇقۇتۇشتا ئىشلىتىلىدىغان چۈڭغىلى بولىدىغان بىر ترانسفورماتورنىڭ ئاساسىي كاتۇشكىسى بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىسىنىڭ سىرتىغا يەنە سىم ئورىغىلى بولىدۇ. ھازىر ئاساسىي كاتۇشكا بىلەن قوشۇمچە كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى ئۆلچەپ چىقىش تەلەپ قىلىنغان. ئەگەر بىزدە يېتەرلىك ئۆزۈنلۇقتىكى ئىزولياتسىيىلەنگەن بىر تال ئۆتكۈزگۈچ سىم بار بولسا، يەنە قانداق ئەسۇاب ۋە ماتېرىياللار لازىم بولىدۇ؟ تەجرىبە پرىنسىپىنى قىسقىچە چۈشەندۈرۈڭ.

(4) ئىش ئۈنۈمى 55% بولغان مەركەزدىن قاچما بىر سۇ پومپىسى سېكۇنتىغا 0.03m^3 سۇنى 20m ئېگىزلىككە چىقىرالايدۇ. بىر دانە ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكروماتوردىن پايدىلىنىپ تاسما ئارقىلىق ھەربىرىكەت ئۈزىتىپ سۇ پومپىسىنى ئايلاندۇرغاندا، تاسمىنىڭ ھەربىرىكەت ئۈزىتىش ئۈنۈمى 80% بولغان بولسا، قۇۋۋەتلىرى ئايرىم-ئايرىم 14kW ، 20kW ، 28kW بولغان ئۈچ دانە ئېلېكتروماتور-دىن قايسىسىنى تاللاپ ئىشلەتكەندە نىسبەتەن مۇۋاپىق بولىدۇ؟

ئىش ئۈنۈمى ناھايىتى مۇھىم بىر ئۇقۇم بولۇپ، ھەر خىل قۇرۇلۇش تېخنىكىسى مەسىلىلىرىنىڭ ھەممىسىدە ئىش ئۈنۈمى نەزەرگە ئېلىنىدۇ. ئوخشىمىغان سورۇنلاردا ئىش ئۈنۈمىنىڭ كونكرېت مەنىسى ئوخشاپ كەتمەسمۇ، لېكىن ئۈنۈمنىڭ ئاساسىي مەنىسى چوقۇم چۈشىنىۋېلىشىڭىز لازىم.

(5) ئېلېكتر ئىستانسىسىدىن تارقىتىلغان توك توك ئىشلىتىش يۇقىرى پەللىگە كۆتۈرۈلگەندە يېتىشمەيدۇ، يېرىم كېچىدە تارقىتىلغان توكتىن يەنە تولۇق پايدىلانغىلى بولمايدۇ. بۇ مەسىلىنى ھەل قىلىش ئۈچۈن، كىشىلەر سۇ كۈچى ئېنېرگىيە ساقلاش پونكىتىنى قۇرىدى. يېرىم كېچىدە، سۇ پومپىسى ئوشۇقچە ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىدىن پايدىلىنىپ سۇنى ئېگىز ئورۇندىكى سۇ ساقلاش كۆلچىكىگە چىقىرىدۇ، توك ئىشلىتىش يۇقىرى پەللىگە يەتكەندە، يەنە سۇ ساقلاش كۆلچىكىدىكى سۇ ئارقىلىق سۇ تۇربىنىسى ھەربىرىكەتلەندۈرۈلۈپ توك تارقىتىلىدۇ. بىر سۇ كۈچى ئېنېرگىيە ساقلاش پونكىتى بار، تۆت دانە سۇ پومپىسى 6 سائەتتە تارتىپ چىقارغان سۇ يەتتە دانە سۇ تۇربىنىسىنىڭ 3h ئىشلىشىگە يېتىدۇ، ئەگەر ھەربىر سۇ پومپىسىنىڭ قۇۋۋىتى 45 000kW، ھەربىر سۇ تۇربىنىسىنىڭ قۇۋۋىتى 36 000kW بولسا، بۇ سۇ كۈچى ئېنېرگىيىسىنى ساقلاش پونكىتىنىڭ ئىش ئۈنۈمىنى تېپىڭ.

(6) 17. 32 ـ رەسىمدە بىر ئىدېئال ترانسفورماتورنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن. ئۇنىڭ تۆمۈر ئۆزىكىگە ئۈچ دانە كاتۇشكا ئورالغان بولۇپ، بۇلارنىڭ ئىككىسى قوشۇمچە كاتۇشكا. ئاساسىي، قوشۇمچە كاتۇشكىلىرىنىڭ ئورام سانلىرىنىڭ نىسبىتى: $n_1 : n_2 : n_3 = 10 : 5 : 1$ ، يۈك قارشىلىقى $R_2 = 110\Omega$ ، $R_3 = 11\Omega$ ئىكەنلىكى مەلۇم. ئاساسىي كاتۇشكا n_1 غا $220V$ لۇق ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەندە، n_1 ، n_2 ، n_3 لەردىن ئۆتكەن توك I_1 ، I_2 ، I_3 لەر ئايرىم-ئايرىم قانچە ئامپېر بولىدۇ؟



17. 32 ـ رەسىم

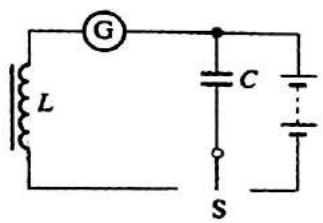
ئۇچۇر تېخنىكىسى يۇقىرى سۈرئەتتە تەرەققىي قىلىۋاتقان بۈگۈنكى كۈندە، ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنى بىزگە نىسبەتەن بارغانسېرى مۇھىم بولماقتا. مەسىلەن، رادىئو ئاڭلىتىش، تېلېۋىزىيە يوللاشلاردا ئېلېكتر ماگنىت دولقۇنىدىن پايدىلىنىشقا توغرا كېلىدۇ، رادىئو ئالاقىلىشىشتا ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىدىن پايدىلىنىشقا توغرا كېلىدۇ، ئاۋىئاتسىيە، ئالەم ئۇچۇشتىكى ئاپتوماتىك كونترول قىلىش ۋە ئالاقىلىشىش مۇناسىۋەتلىرىنىڭ ھەممىسىدە ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنىدىن پايدىلىنىشقا توغرا كېلىدۇ. ئۇنداقتا، ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنى قانداق ھاسىل بولىدۇ؟ ئۇ قانداق خۇسۇسىيەتلەرگە ئىگە؟ دولقۇنلارنىڭ ئورتاق خۇسۇسىيىتىگە ئىگىمۇ ـ يوق؟ ئۇنىڭدىن قانداق پايدىلىنىش ئارقىلىق ھەر خىل ئۇچۇرلار تارقىتىلىدۇ؟ بۇ بابتا بىز بۇ مىسىلەرنى ئۆگىنىمىز.

§1. ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى

مېخانىك دولقۇنىنىڭ مېخانىك تەۋرىنىشتىن ھاسىل بولىدىغانلىقى بىزگە مەلۇم. بۇنىڭغا ئوخشاشلا، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىمۇ ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشىدىن ھاسىل بولىدۇ. تۆۋەندە دائىم قوللىنىلىدىغان ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشىنى ھاسىل قىلىدىغان بىر خىل ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۆگىنىمىز.

ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشىنىڭ ھاسىل بولۇشى تۆۋەندىكى تەجرىبىنى كۆزىتەيلى.

تەجرىبە



1.18 ـ رەسىم

ئۆز ئىندۇكسىيە كاتۇشكىسى، كوندېنساتور، گالۋانومېتىر ، باتارېيىلەر گۇرۇپپىسى ۋە بىر تەغلىق قوش ئايرىملىق ۋىكلىيۇچاتېلنى 1.18 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئۇلاپ ئېلېكتر زەنجىرىنى ھاسىل قىلىمىز. ۋىكلىيۇچاتېلنى ئالدى بىلەن باتارېيىلەر گۇرۇپپىسى تەرەپكە ئۇلاپ، كوندېنساتورنى زەرەتلەيمىز. بىرئاز ۋاقىتتىن كېيىن، ۋىكلىيۇچاتېلنى كاتۇشكا تەرەپكە ئۇلاپ، كوندېنساتورنى كاتۇشكا ئارقىلىق زەرەت قويۇپ بېرىدىغان قىلىمىز.

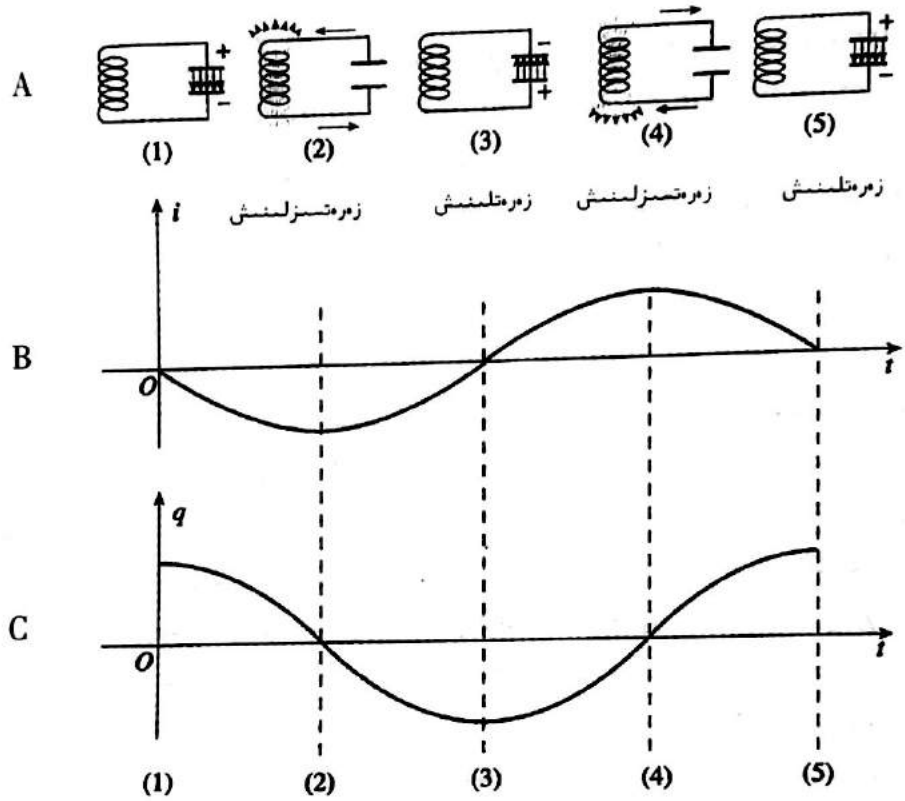
گالۋانومېتىر ئىسترېلكىسىنىڭ ئوڭ ـ سولغا ئېغىشقانلىقىنى كۆرەلەيمىز. بۇ، ئېلېكتر زەنجىرىدە چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدىغان توكنىڭ ھاسىل بولغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ. مۇشۇنداق ھاسىل قىلىنغان، چوڭ ـ كىچىكلىكى ۋە يۆنىلىشى دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدىغان توك **تەۋرەنمە توك** دەپ ئاتىلىدۇ. تەۋرەنمە توكنى ھاسىل قىلالايدىغان ئېلېكتر زەنجىرى **تەۋرىتىش زەنجىرى** دەپ ئاتىلىدۇ. 1.18 ـ رەسىمدىكى ئۆز ئىندۇكسىيە كاتۇشكىسى بىلەن كوندېنساتوردىن تەشكىل تاپقان ئېلېكتر زەنجىرى ئاددىي بولغان بىر خىل تەۋرىتىش زەنجىرى بولۇپ، LC كونتۇرى دەپ ئاتىلىدۇ.

LC كونتۇرى ھاسىل قىلغان تەۋرەنمە توكمۇ بىر خىل ئۆزگىرىشچان توك بولۇپ، پەقەت ئۇنىڭ چاستوتىسى يورۇتۇشتا ئىشلىتىلىدىغان ئۆزگىرىشچان توكنىڭ چاستوتىسىدىن كۆپ يۇقىرى بولىدۇ. دولقۇن كۆرسەتكۈچ ئارقىلىق تەۋرەنمە توكنى كۆزەتكەندە، LC كونتۇرىدا ھاسىل بولغان تەۋرەنمە توكنىڭ سىنۇسلۇق ئۆزگىرىشچان توكقا ئوخشاشلا سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدىغانلىقىنى بايقاشقا بولىدۇ.

LC كونتۇرىدىكى تەۋرەنمە توك قانداق ھاسىل بولىدۇ؟

ۋىكلىيۇچاتېلنى كاتۇشكا تەرەپكە ئۇلىغان پەيتتە [1.18. 2 ـ رەسىم A(1)]، يەنى زەرەتلەنگەن كوندېنساتور

ئەمدىلا زەرەت قويۇپ بېرىشكە باشلىغان پەيتتە، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك بولمايدۇ ـ دە، كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىسىدىكى زەرەتلەر ئەڭ كۆپ بولىدۇ. مەيدان نۇقتىئىنەزىرىدىن قارىغاندا، ئېلېكتر مەيدانى ئېنېرگىيىسىگە، ماگنىت مەيدانى ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ. بۇ چاغدا كوندېنسا- تورىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئەڭ كۈچلۈك بولۇپ، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېنېرگىيىنىڭ ھەممىسى كوندېنساتوردا ساقلىنىۋاتقان ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىدىن ئىبارەت بولىدۇ.



A: ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىش جەريانى B : توكنىڭ دەۋرىي ئۆزگىرىشى
C: كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەتلەرنىڭ دەۋرىي ئۆزگىرىشى
18. 2 ـ رەسىم

كوندېنساتور زەرەت قويۇپ بېرىش (زەرەتسىزلىنىش) كە باشلىغاندىن كېيىن، كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكـ سىيە تەسىرى تۆپەيلىدىن، زەرەت قويۇپ بېرىش توكى دەرھال ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتەلمەيدۇ، بەلكى نۆلدىن تەدرىجىي چوڭىيىپ بارىدۇ، بۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىسىدىكى زەرەتلەر تەدرىجىي ئازىيىدۇ. زەرەت قويۇپ بېرىش تامامىلانغان پەيتتە، كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىلىرىدا زەرەت قالمايدۇ ـ دە، زەرەت قويۇپ بېرىش توكى ئەڭ چوڭ قىممەتكە يېتىدۇ [18. 2 ـ رەسىم A (2)]. بۇ جەريانداكوندېنساتورىدىكى ئېلېكتر مەيدانى تەدرىجىي ئاجىزلاپ، كاتۇشكىنىڭ ماگنىت مەيدانى تەدرىجىي كۈچىيىپ، ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى تەدرىجىي ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. زەرەت قويۇپ بېرىش تامامىلانغان پەيتتە، ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسىنىڭ ھەممىسى ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ.

كوندېنساتور زەرەت قويۇپ بېرىپ بولغان پەيتتە، كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە تەسىرى تۆپەيلىدىن، توك دەرھال كېمەيىپ نۆل بولمايدۇ، بەلكى ئەسلىدىكى يۆنىلىشىنى ساقلاپ داۋاملىق ئېقىپ، تەدرىجىي كىچىكلەيدۇ. شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، كوندېنساتور ئەكس يۆنىلىشتە قايتىدىن زەرەتلىنىپ، كوندېنساتورنىڭ ئىككى قوتۇپ تاختىلىرى ئەكس زەرەتلەر بىلەن زەرەتلىنىدۇ ھەم زەرەتلەر تەدرىجىي ئاشىدۇ. ئەكس يۆنىلىشتە زەرەتلىنىش تامامىلانغان پەيتتە، توك كىچىكلەپ نۆل بولۇپ، كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەتلەر ئەڭ چوڭ

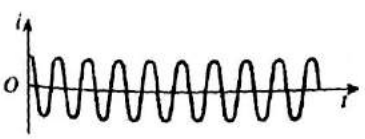
قىممەتكە يېتىدۇ [18. 2 ـ رەسىم A (3)]. بۇ جەريانداﻫ، كاتۇشكىنىڭ ماگنىت مەيدانى تەدرىجىي ئاجىزلاپ، كون-دېنساتوردىكى ئېلېكتر مەيدانى تەدرىجىي كۈچىيىپ، ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى تەدرىجىي ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ. ئەكس يۆنىلىشتە زەرەتلىنىش تامامىلانغان پەيتتە، ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسىنىڭ ھەممىسى ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسىگە ئايلىنىدۇ.

شۇنىڭدىن كېيىن كوندېنساتور يەنە زەرەت قويۇپ بېرىدۇ، يەنە زەرەتلىنىدۇ [18. 2 ـ رەسىم A (4)، (5)] ، مۇشۇنداق ئۇزلۇكسىز زەرەتلىنىش ۋە زەرەت قويۇپ بېرىش نەتىجىسىدە، ئېلېكتر زەنجىرىدە تەۋرەنمە توك ھاسىل بولىدۇ. بۇ جەريانداﻫ، كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەت q ، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك i ، كوندېنساتوردىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ مەيدان كۈچىنىشى E ۋە كاتۇشكىدىكى ماگنىت مەيدانىنىڭ ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B لارنىڭ ھەممىسى دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ. بۇنداق ھادىسە **ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشى** دەپ ئاتىلىدۇ. ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى جەريانداﻫ، ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى بىلەن ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى بىرلا ۋاقىتتا دەۋرىي ھالدا ئايلىنىدۇ. 18. 2 ـ رەسىم B ، C لار ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى جەريانىدا، كونتۇردىكى توك i بىلەن كوندېنساتورنىڭ قوتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەت q نىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ دەۋرىي ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەپ بېرىدۇ.

مېخانىك تەۋرىنىش بىلەن ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىش ماھىيەت جەھەتتىن ئوخشىمايدۇ، ئەمما ئۇلار ئورتاق ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىگە ئىگە. مېخانىك تەۋرىنىشتە، مەسىلەن، ئاددىي مايائىنىكنىڭ تەۋرىنىشىدە يۆتكىلىش s ، تېزلىك v ۋە تېزلىنىش a دىن ئىبارەت بۇ بىرنەچچە فىزىكىلىق مىقدار ۋاقىتقا ئەگىشىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ، ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشىدە زەرەت q ، توك i ، ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E ۋە ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B دىن ئىبارەت بۇ بىرنەچچە فىزىكىلىق مىقدار ۋاقىتقا ئەگىشىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ. مېخانىك تەۋرىنىشتە ھەرىكەت ئېنېرگىيىسى بىلەن پوتېنسىئال ئېنېرگىيە دەۋرىي ھالدا بىر ـ بىرىگە ئايلىنىدۇ. ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشىدە، ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى بىلەن ئېلېكترمەيدان ئېنېرگىيىسى دەۋرىي ھالدا بىر ـ بىرىگە ئايلىنىدۇ.

ئۇچەر تەۋرىنىش ۋە ئۇچمەس تەۋرىنىش ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشىدە، ئەگەر ئېنېرگىيە خورىمىسا، تەۋرىنىش مەڭگۈ داۋاملىشىپ ، تەۋرەنمە توكنىڭ ئامپلىتۇدىسى مەڭگۈ ئۆزگەرمەسلىكى كېرەك (18 . 3 ـ رەسىم A). بۇنداق تەۋرىنىش **ئۇچمەس تەۋرىنىش** دەپ ئاتىلىدۇ.

لېكىن ھەرقانداق ئېلېكتر زەنجىرى قارشىلىققا ئىگە بولغانلىقتىن، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېنېرگىيىنىڭ بىر قىسمى ئىچكى ئېنېرگىيىگە ئايلىنىدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا، يەنە بىر قىسىم ئېنېرگىيە ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنى شەكلىدە ئەتراپتىكى بوشلۇققا رادىئاتسىيەلىنىپ (تارقىلىپ) كېتىدۇ. شۇنداق قىلىپ، 18. 3 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك، تەۋرىنىش ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېنېرگىيە تەدرىجىي خوراپ، تەۋرەنمە توكنىڭ ئامپلىتۇدىسى تەدرىجىي كىچىكلەپ، ئەڭ ئاخىرىدا تەۋرىنىشتىن توختايدۇ. بۇنداق تەۋرىنىش **ئۇچەر تەۋرىنىش** دەپ ئاتىلىدۇ.



A: ئۇچمەس تەۋرىنىش



B: ئۇچەر تەۋرىنىش

18. 3 ـ رەسىم

ئەگەر ئېنېرگىيىنى دەل ۋاقىتىدا تەۋرىنىش زەنجىرىگە يەتكۈزۈپ بېرىش ئارقىلىق، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئېنېرگىيە خورىشىنى تولۇقلىغىلى بولسا، تەۋرىنىش ئېلېكتر زەنجىرىدە ئامپلىتۇدىسى ئۆزگەرمەيدىغان تەڭ ئامپلىتۇدىلىق تەۋرىنىشكە ئېرىشكىلى بولىدۇ. ئەمەلىيەتتە ئېھتىياجلىق

بولغان تەك ئامپلىتۇدىلىق تەۋرىنىش تەۋرەتكۈچ (ۈبىراتور) ئارقىلىق ھاسىل قىلىنىدۇ، تەۋرەتكۈچ ئۈزلۈكسىز ھالدا توك مەنبەسىنىڭ ئېنېرگىيىسىنى تەۋرىتىش زەنجىرىگە تولۇقلاپ بېرىپ، ئۇنىڭدا ئۈزلۈكسىز بولغان تەك ئامپلىتۇدىلىق تەۋرىنىش ھاسىل قىلىنىدۇ.

§2 . ئېلېكترومagnىت تەۋرىنىشىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى

ئېلېكترومagnىت تەۋرىنىشىنىڭ بىر قېتىملىق دەۋرىي ئۆزگىرىشىنى تاماملىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت دەۋر دەپ ئاتىلىدۇ. بىر سېكۇنت ئىچىدە تاماملانغان دەۋرىي ئۆزگىرىشنىڭ قېتىم سانى چاستوتا دەپ ئاتىلىدۇ.

تەۋرىتىش زەنجىرىدە ئېلېكترومagnىت تەۋرىنىشى يۈز بەرگەندە، ئەگەر ئېنېرگىيە خورىمىسا، شۇنداقلا ئۇنىڭدىن باشقا سىرتقى مۇھىتنىڭ تەسىرى بولمىسا، بۇ چاغدا ئېلېكترومagnىت تەۋرىنىشىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ خاس دەۋرى ۋە خاس چاستوتىسى دەپ ئاتىلىدۇ، قىسقارتىلىپ تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى دەپمۇ ئاتىلىدۇ.

LCكونتۇرىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك؟

18. 1 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن تەجرىبىدە، ئەگەر كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمى C نى يا كى كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى L نىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى ئۆزگەرتسەك، گالۋانومېتىر ئىسترېلكىسىنىڭ ئوڭ ـ سولغا بىر قېتىم ئېغىش ۋاقتى ئۆزگىرىدۇ. بۇ، تەۋرەنمە توكنىڭ دەۋرى بىلەن تەۋرىتىش زەنجىرىدىكى ئېلېكتر سىغىمى ۋە ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتىنىڭ ئۆزگىرىشىگە مۇناسىۋەتلىك ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرىدۇ. شۇنى كۆرۈشكە بولىدۇكى، ئېلېكتر سىغىمى يا كى ئىندۇكتىپلىق ئاشقاندا، دەۋر ئۇزىراپ، چاستوتا تۆۋەنلەيدۇ؛ ئېلېكتر سىغىمى يا كى ئىندۇكتىپلىق كىچىكلىگەندە، دەۋر قىسقىراپ، چاستوتا يۇقىرىلايدۇ.

يەنمۇ ئىلگىرىلەپ ئېلىپ بېرىلغان تەتقىقاتلار شۇنى ئىسپاتلىدىكى، دەۋر T بىلەن چاستوتا f ۋە ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى L بىلەن ئېلېكتر سىغىمى C نىڭ ئارىسىدا تۆۋەندىكىدەك مۇناسىۋەت مەۋجۇت.

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

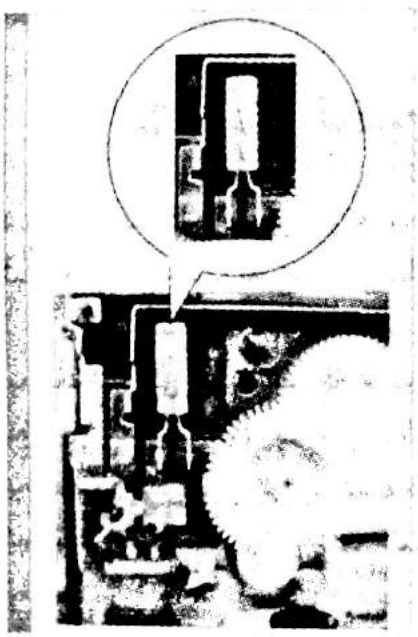
$$C = \frac{T^2}{4\pi^2 L} \qquad L = \frac{T^2}{4\pi^2 C}$$

$$f^2 \quad C = \frac{1}{4\pi^2 f^2}$$

فورمۇلىلاردىكى T، L، C، f لارنىڭ بىرلىكلىرى ئايرىم ـ ئايرىم سېكۇنت (s) ، ھېنرى (H) ، فارادا (F) ، ھېرتس (Hz) بولىدۇ.

يۇقىرىدا سۆزلەنگەن فورمۇلىلاردىن مەلۇمكى، كوندېنساتور بىلەن كاتۇشكىنى مۇڭاپىق تاللىساقلا، تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ دەۋرى بىلەن چاستوتىسىنى ئۆزىمىزنىڭ ئېھتىياجىغا مۇڭاپىقلاشتۇرالايمىز. تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ دەۋرى بىلەن چاستوتىسىنى ئۆزگەرتىشكە توغرا كەلگەندە، ئۆزگىرىشچان كوندېنساتور بىلەن كاتۇشكىدىن ئېلېكتر زەنجىرى تۈزۈپ، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنى ئۆزگەرتسەك، تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ دەۋرى بىلەن چاستوتىسى بۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ.

ئەمەلىي ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىشلىتىلىدىغان تەۋرەتكۈچلەرنىڭ كۆپىنچىسى كرىستاللىق تەۋرەتكۈچتىن ئىبارەت (18. 4 ـ رەسىم) بولۇپ، كرىستالنىڭ ئۆزىنىڭ ئېلېكتر سىغىمى، ئىندۇكتىپلىق قىممىتى ئېلېكترو ماگنىتلىق تەۋرەتكۈچنىڭ چاستوتىسىنى بەلگىلەيدۇ، ئۇنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى يۇقىرىدا ئۆگەنگەن LC تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ پرىنسىپىغا ئوخشاش بولىدۇ.



18. 4 ـ رەسىم. كۋارتس ئېلېكترونلۇق سائەتتىكى كرىستال تەۋرەتكۈچ

1 ـ مەشىق

(1) ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىش جەريانىدا، LC كونتۇرىدىكى كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەتلەر ۋە قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ كاتۇشكىدىكى توك بىلەن كاتۇشكىدىكى ماگنىت مەيدانى قانداق ئۆزگىرىدۇ؟ 18. 2 ـ رەسىمگە بىرلەشتۈرۈپ چۈشەندۈرۈڭ.

(2) LC تەۋرىنىش زەنجىرىدە، كوندېنساتورنىڭ زەرەتلىنىشى تامامىلىنىپ زەرەت قويۇپ بېرىشى تېخى باشلانمىغان پەيتتە، بۇ ھەقتىكى تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسى:

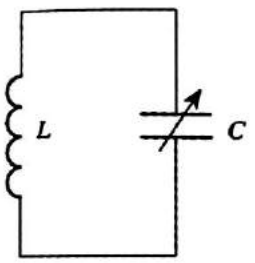
① كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىدىكى زەرەتلەر ئەڭ كۆپ بولىدۇ.

② كاتۇشكىدىكى توك ئەڭ چوڭ بولىدۇ.

③ كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ئەڭ كۈچلۈك بولىدۇ.

④ كاتۇشكىنىڭ ماگنىت مەيدانى ئەڭ كۈچلۈك بولىدۇ.

(3) LC تەۋرىنىش زەنجىرىدىكى كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى 2 μH بولسا، 7.5MHz لىق تەۋرەنمە توك ھاسىل قىلىش ئۈچۈن، ئېلېكتر سىغىمى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولغان كوندېنساتورنى تاللاپ ئىشلىتىش كېرەك؟



18. 5 ـ رەسىم

(4) 18. 5 ـ رەسىمدىكى ئېلېكتر زەنجىرىدە ئۆزگىرىشچان كوندېنساتورنىڭ ئەڭ چوڭ ئېلېكتر سىغىمى 300pF. ئەگەر ئەڭ تۆۋەن چاستوتىسى 550kHz بولغان تەۋرەنمە توكقا ئېرىشمەكچى بولساق، كاتۇشكىنىڭ ئۆز ئىندۇكسىيە كوئېففىتسېنتى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولۇشى كېرەك؟ ئەگەر ئۆزگەرمەس كوندېنساتورنىڭ ھەرىكەتچان پلاستىنكىسى تولۇق ئايلىنىپ چىقىپ بولغان چاغدا ئېلېكتر سىغىمى ئۆزگىرىپ 30pF بولۇپ قالغان بولسا، بۇ چاغدا چاستوتىسى قانچىلىك چوڭلۇقتا بولغان تەۋرەنمە توكنى ھاسىل قىلغىلى بولىدۇ؟

(5) LC كونتۇرىدىكى ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشى بىلەن ئاددىي مايانتنىكنىڭ ئاددىي گارمونىك ھەرىكىتىنى سېلىشتۇرۇپ، ئۇلارنىڭ ئوخشاش جايلىرى بىلەن ئوخشىمايدىغان جايلىرىنى چۈشەندۈرۈڭ.

§3. ئېلېكترماگنىت مەيدانى

ماگنىتلىنىش ئېلېكترماگنىت دولقۇنىدىكى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلامدۇ؟

بىز بىرىنچى پاراگرافتا، تەۋرىنىش زەنجىرىدىكى ئېنېرگىيىنىڭ بىر قىسمى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى شەكلىدە ئېتراپتىكى بوشلۇققا رادىئاتسىيەلىنىپ چىقىپ كېتىدىغانلىقىنى سۆزلەپ ئۆتتۇق. نېمە ئۈچۈن ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى ھاسىل قىلىدۇ؟

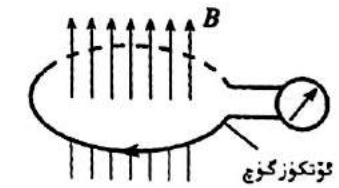
19 ـ ئەسىرنىڭ 60 ـ يىللىرىدا، ئەنگلىيە فىزىكا ئالىمى ماكسۋېل (1831 ـ 1879) ئالدىنقىلارنىڭ تەتقىقات نەتىجىلىرىنى يەكۈنلەش ئاساسىدا، مۇكەممەل بولغان ئېلېكتروماگنىت مەيدانى ھەققىدىكى نەزەرىيىنى تىكلىدى. بۇ نەزەرىيە شۇ چاغلاردا مەلۇم بولغان ئېلېكتروماگنىت ھادىسىسىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىپلا قالماستىن، يەنە يېڭى بىر خىل ئېنېرگىيە ئۆزىتىش شەكلىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئالدىن مۆلچەرلىگەن ئىدى، مانا بۇ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىدىن ئىبارەت. بۇ پاراگرافتا ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتروماگنىت مەيدانى ھەققىدىكى نەزەرىيىسىنى تونۇشتۇرۇپ، كېيىنكى پاراگرافتا ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ھاسىل بولۇشىنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانىغا

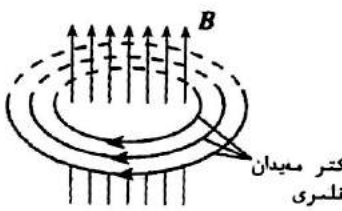
ھامان تۆرە قارا باغلاملىق بۇلۇڭ، قايىل ملاغا بىرىڭلار

290 ھەيرانى مەسىلىنى ئۆزگەرتىش، ماقالىنى تەلەتتىر ماگنىت ھەيرانى.

بىر تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىنى قويساق، ئۇ ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل قىلىدۇ (18. 6 ـ رەسىم A)، بۇ بىز ئۆگىنىپ ئۆتكەن ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىدىن ئىبارەت. ماكسۇېل مەيدان نۇقتىئىنەزىرىدىن چىقىپ ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى تەتقىق قىلىپ، مۇنداق دەپ قارىغان: ئېلېكتر زەنجىرىدە ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ ھاسىل بولۇشىنىڭ سەۋەبى شۇكى، ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانى بىرئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ، بۇ ئېلېكتر مەيدانى ئۆتكۈزگۈچتىكى ئەركىن زەرەتلەرنى يۆنىلىشلىك سىلجىشقا مەجبۇرلايدۇ. ماكسۇېل يەنە مەيدان ئارقىلىق ئېلېكترومagnىت ئىندۇكسىيە ھادىسىسىنى تەسۋىرلەيدىغان بۇ خىل نۇقتىئىنەزىرنى تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرى مەۋجۇت بولمىغان ئەھۋالغا كېڭەيتكەن. ئۇ مۇنداق دەپ قارىغان: ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت ئەتراپىدا ئېلېكتر مەيدانىنىڭ ھاسىل بولىدىغانلىقى ئومۇميۈزلۈك مەۋجۇت بىر خىل ھادىسە بولۇپ، ئۇ تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ مەۋجۇت بولۇش ـ بولماسلىقى بىلەن مۇناسىۋەتسىز (18. 6 ـ رەسىم B).



A

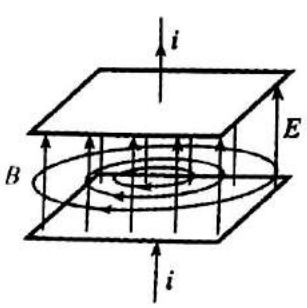


B

18. 6 ـ رەسىم. ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ (ماگنىت مەيدانى كۆچەيگەندە)

ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانى ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ

ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلالايدىكەن، ئۇنداقتا ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانمۇ ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلالامدۇ؟ تىنچ ھالەتتە تۇرغان بىر دانە زەرەتنىڭ ھاسىل قىلغىنى تىنچ ئېلېكتر مەيدانى (ئېلېكتروستاتىك مەيدان) دىن ئىبارەت بولىدۇ، يەنى بوشلۇقتىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگەرمەيدۇ. بۇ زەرەت ھەرىكەت قىلىدىكەن، ئېلېكتر مەيدانىدا ئۆزگىرىش بولىدۇ، يەنى بوشلۇقتىكى ھەرقايسى نۇقتىلاردىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدۇ. يەنە بىر جەھەتتىن، ھەرىكەتتىكى زەرەت بوشلۇقتا ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ. مەيدان نۇقتىئىنەزىرى بويىچە بۇ مەسىلىنى تەھلىل قىلىپ، مۇنداق دېيىشكە بولىدۇ: بۇ ماگنىت مەيدانى ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانىدىن ھاسىل بولىدۇ. مەسىلەن، كوندېنساتور زەرەتلەنگەن ۋە زەرەت قويۇپ بەرگەندە، ئۆتكۈزگۈچتىكى توك ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىپلا قالماي، يەنە كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدا دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانمۇ ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ (18. 7 ـ رەسىم) .



18. 7 ـ رەسىم. ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانى ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ

ئۆزگىرىۋاتقان ماگنىت مەيدانى ئېلېكتر مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ، مانا بۇ ماكسۇېل نەزەرىيىسىنىڭ ئىككى چوڭ تۈۋرۈكىدىن ئىبارەت. بۇ نەزەرىيىگە ئاساسەن، ئۆزگىرىۋاتقان ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى ھامان ئۆزئارا باغلىنىشلىق بولۇپ، ئايرىۋەتكىلى بولمايدىغان بىرلىككە كەلگەن مەيدانىنى شەكىللەندۈرىدۇ. مانا بۇ **ئېلېكترومagnىت مەيدانىدىن** ئىبارەت. ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى بىرلىككە كەلگەن بۇ ئېلېكترو ماگنىت مەيدانىنىڭ ئىككى خىل كونكرېت ئىپادىلىنىشىدۇر.

§4 . ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى

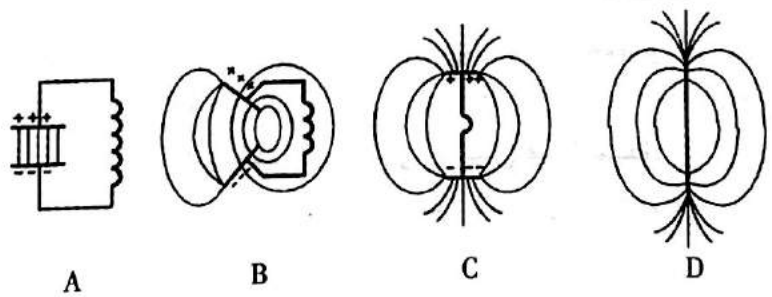
ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ھاسىل بولۇشى ماكسۋېللنىڭ ئېلېكتروماگنىت مەيدانى ھەققىدىكى نەزە-رىيىسىدىن بىلىش مۇمكىنكى، ئەگەر بوشلۇقتىكى مەلۇم بىر ئورۇندا ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر مەيدانى ھاسىل بولسا، ئۇ بوشلۇقتا ئۆزگىرىدىغان ماگنىت مەيدانىنى ھاسىل قىلىدۇ، بۇ ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى يەنە سەل يىراقتىكى بوشلۇقتا ئۆزگىرىدىغان يېڭى ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانىنى بارلىققا كەلتۈرىدۇ. شۇنداق قىلىپ، ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى بوشلۇقتىكى بىر دائىرىدىلا چەكلىنىپ قالماستىن، بەلكى يېقىندىن يىراققا قاراپ ئەتراپتىكى بوشلۇققا تارقىلىدۇ. ئېلېكتر ماگنىت مەيدانىنىڭ مۇشۇنداق يېقىندىن يىراققا تارقىلىشىدىن ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنى شەكىللىنىدۇ.

ئادەتتىكى LC تەۋرىتىش ئېلېكتر زەنجىرىدە، ئېلېكتر مەيدانى ئاساسەن كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىغا توپلىنىدۇ، ماگنىت مەيدانى ئاساسەن كاتۇشكىنىڭ ئىچكى قىسمىغا توپلىنىدۇ. ئېلېكترو ماگنىت تەۋرىنىشى جەريانىدا، ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى بىلەن ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى ئاساسەن ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئىچىدە بىر ـ بىرىگە ئايلىنىدۇ، شۇڭا رادىئاتسىيىلىنىپ چىقىپ كېتىدىغان ئېنېرگىيىسى ناھايىتى ئاز بولغاچقا، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى ئۇنۇملۇك تارقاتقىلى بولمايدۇ.

تەتقىقاتلار شۇنى كۆرسىتىپ بەردىكى، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى سىرتقا ئۇنۇملۇك تارقىتىش ئۈچۈن، تەۋرىتىش زەنجىرى چوقۇم تۆۋەندىكى ئالاھىدىلىكلەرگە ئىگە بولۇشى كېرەك:

بىرىنچى، يېتەرلىك يۇقىرى چاستوتىغا ئىگە بولۇشى كېرەك. نەزەرىيىۋى تەتقىقاتلار شۇنى ئىسپاتلىدىكى، تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ سىرتقا ئېنېرگىيىنى رادىئاتسىيىلەش (تارقىتىش) ئىقتىدارى، يەنى بىرلىك ۋاقىت ئىچىدە رادىئاتسىيىلەپ چىقارغان ئېنېرگىيىسى تەۋرىنىش چاستوتىسىنىڭ تۆتىنچى دەرىجىسىگە ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ. تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ ئېنېرگىيىسى قانچە يۇقىرى بولسا، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى تارقىتىش ئىقتىدارى شۇنچە يۇقىرى بولىدۇ.

ئىككىنچى، تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى ئىمكانقەدەر چوڭراق بوشلۇققا تارقىتىلسا، ئاندىن ئېلېكتروماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى ئۇنۇملۇك ھالدا تارقىتىلىدۇ.



18. 8 ـ رەسىم. تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرىنى ئوچۇق زەنجىرگە ئايلاندۇرۇش

شۇڭلاشقا، رادىئو دولقۇنىنى تارقىتىش ئۈچۈن، 18. 8 ـ رەسىم A دىكى LC تەۋرىتىش زەنجىرىنى ئۆزگەر-تىش كېرەك. رەسىم B ، C لاردا كۆرسىتىلگەندەك، كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرى ئارىسىدىكى ئارىلىقنى چوڭايتىپ، قۇتۇپ تاختىلىرىنىڭ يۈزىنى كىچىكلىتىش، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئۆز ئىندۇكسىيە كاتۇش-كىسىنىڭ ئورام سانىنى ئازايتىش كېرەك، مۇشۇنداق قىلغاندا، L ، C لارنىڭ قىممىتىنى كىچىكلىتىپ، تەۋ-رىنىش چاستوتىسىنى چوڭايتقىلى، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانىنى

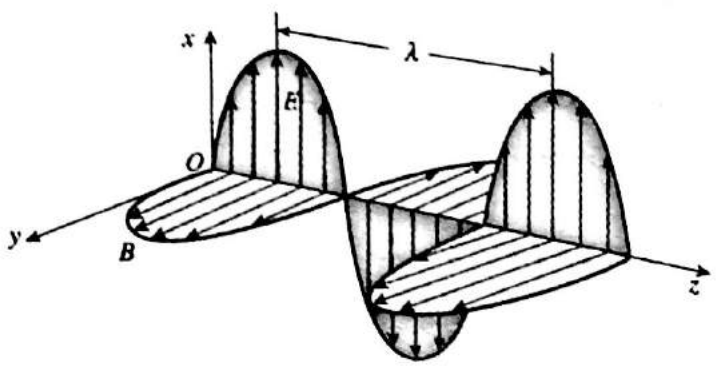
سىرتتىكى بوشلۇققا كېڭەيتىپ چىقارغىلى بولىدۇ. بۇنداق تەۋرىنىش زەنجىرى ئۇچۇق ئېلېكتر زەنجىرى (يەنى ئۇچۇق زەنجىر) دەپ ئاتىلىدۇ. ئەڭ ئاخىرىدا ئۇچۇق زەنجىرنى ئۇزگەرتىپ بىر تال ئۇتكۈزگۈچ سىمغا ئايلاندۇرۇشقا بولىدۇ (رەسىم D). ئۇچۇق زەنجىردىن ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى ئونۇملۇك تارقىتىپ چىقارغىلى بولىدۇ.

تولۇقسىز ئونتۇرا مەكتەپتە ئىشلەنگەن 18. 9 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك تەجرىبىدە، ئۇتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇچىنى ئىككىنىڭ يۇزىدە سىيرىلدۇرغاندا، رادىئو قوبۇللىغۇچتا «گاز ـ گاز» قىلغان ئاۋاز چىقىدىغانلىقى كۆپچىلىكنىڭ ئېسىدە بولۇشى مۇمكىن. باتارىيە، ئۇتكۈزگۈچ سىم ۋە ئىككىنچى تۈزۈلگەن ئېلېكتر زەنجىرىنى بىر تەۋرىنىش زەنجىرى دەپ قاراشقا بولىدۇ. ئۇتكۈزگۈچ سىمنىڭ ئۇچى ئىككىنىڭ يۇزىدە سىيرىلغاندا، ئېلېكتر زەنجىرىدە تەۋرەنمە توك ھاسىل بولۇپ، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى تارقىتىدۇ، بۇ، رادىئو قوبۇللىغۇچ تەرىپىدىن قوبۇل قىلىنىپ ئاۋاز بولۇپ چىقىدۇ.



18. 9 ـ رەسىم

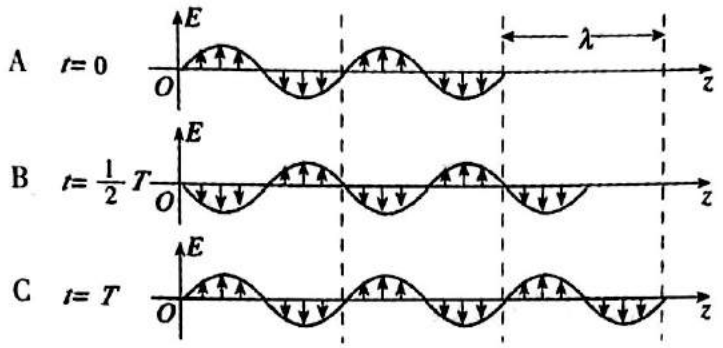
ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ئالاھىدىلىكى ماكسۋېلنىڭ ئېلېكترو ماگنىت مەيدانى ھەققىدىكى نەزەرىيىسىگە ئاساسەن، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىدىكى ئېلېكتر مەيدانى بىلەن ماگنىت مەيدانى ئۆزئارا تىك بولۇپ، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بۇ ئىككىسىگە تىك يۆنىلىشتە تارقىلىدۇ. 18. 10 ـ رەسىمدە سىنۇس شەكلىدە ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر مەيدانى ياكى ماگنىت مەيدانى كەلتۈرۈپ چىقارغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى دولقۇن گرافىكى كۆرسىتىلگەن. دولقۇن چوققىسى شۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E ياكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B نىڭ ئوڭ يۆنىلىشتىكى ئەڭ چوڭ قىممىتىنى ئىپادىلەيدۇ، دولقۇن ئويمىنى شۇ نۇقتىدىكى ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى E ياكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى B نىڭ تەتۈر يۆنىلىشتىكى ئەڭ چوڭ قىممىتىنى ئىپادىلەيدۇ. قوشنا ئىككى دولقۇن چوققىسى (ياكى دولقۇن ئويمىنى) ئارىسىدىكى ئارىلىق ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقىغا تەڭ بولىدۇ. تارقىلىش يۆنىلىشىدىكى خالىغان بىر نۇقتىدا، E بىلەن B ۋاقىتقا ئەگىشىپ سىنۇس شەكلىدە ئۆزگىرىش قىلىدۇ، E نىڭ يۆنىلىشى x ئوقىغا پاراللېل، B نىڭ يۆنىلىشى y ئوقىغا پاراللېل بولۇپ، ئۈلار بىر ـ بىرىگە تىك بولىدۇ ھەم دولقۇنىنىڭ تارقىلىش يۆنىلىشىگە تىك بولىدۇ. شۇڭلاشقا ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى توغرا دولقۇن بولۇپ ھېسابلىنىدۇ.



18. 10 ـ رەسىم. ۋ ئوقىنى بويلاپ تارقالغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ مەلۇم بىر پەيتتىكى دولقۇن گرافىكى

ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بوشلۇقتا مۇئەييەن تېزلىكتە تارقىلىدۇ، ئۇنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ ، چاستوتىسى f (ياكى دەۋرى T) ۋە دولقۇن تېزلىكى v لار ئارىسىدىكى مۇناسىۋەت دولقۇنىنىڭ ئومۇمىي مۇناسىۋىتىگە بويسۇنىدۇ، يەنى $v = \lambda / T = \lambda f$ بولىدۇ. 18. 11 ـ رەسىم بىر دەۋر T ئۆتكەندىكى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ

ئالدىغا تارقىلىش ئەھۋالىنى ئىپادىلەيدۇ. بىر دەۋر T ئۆتكەندە، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ تارقىلىش ئارىلىقى دولقۇن ئۇزۇنلۇقى λ غا تەڭ بولىدۇ.



18. 11 ـ رەسىم. ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ مۇئەييەن تېزلىكتە بوشلۇقتا تارقىلىشى (ئاددىي بولسۇن ئۈچۈن پەقەت E ۋېكتورىلا سىزىلدى)

ماكسۋېل ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ۋاكۇئۇم (ھەقىقىي بوشلۇق) دىكى تارقىلىش تېزلىكى يورۇقلۇق-نىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكىگە تەڭ، يەنى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى $c = 3.0 \times 10^{8} \mathrm{m/s}$ بولىدىغانلىقىنى نەزەرىيە جەھەتتىن ئالدىن مۆلچەرلىگەنىدى. بۇ ھۆكۈم كېيىن ئىسپاتلاندى.

مەيدان نۇقتىسىنەزىرى بويىچە قارىغاندا، ئېلېكتر مەيدانى ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىگە ئىگە، ماگنىت مەيدانى ماگنىت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ، ئېلېكتروماگنىت مەيدانى ئېلېكتروماگنىت ئېنېرگىيىسىگە ئىگە بولىدۇ. ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى تارقىتىش جەريانى ئېنېرگىيىنى رادىئاتسىيىلەپ چىقىرىش جەريانىدىن ئىبارەت بولىدۇ. ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بوشلۇقتا تارقالغاچقا، ئېلېكتروماگنىت ئېنېرگىيىسىمۇ بىللە تارقىلىدۇ.

مېخانىك دولقۇندا تەۋرىنىشنىڭ تارقىلىشى ئۈچۈن ئېلاستىكلىققا ئىگە ۋاستە (مۇھىت) كېرەك بولىدۇ؛ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىغا ھېچقانداق ۋاستە كېرەك بولمايدۇ، ئۇ ۋاكۇئۇمدىمۇ تارقىلالايدۇ. بۇ، ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنى ھاسىل قىلغان مېخانىزم تەرىپىدىن بەلگىلىنىدۇ. چۈنكى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى تارقىلىشتا مۇھىتنىڭ مېخانىكىلىق ئۇزىتىشىغا تايانماي ، بەلكى ئېلېكتر بىلەن ماگنىتنىڭ ئۆزئارا « ئىندۇكسىيىلىنىشى» گە تايىنىدۇ.

ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتروماگنىت مەيدان نەزەرىيىسى ھەم يېڭى، ھەم چوڭقۇر بولۇپ، ئەينى چاغلاردا مەيدان نۇقتىسىنەزىرىدىن پايدىلىنىپ مەسىلىلەرنى ئويلاشقا ئادەتلەنمىگەن كۆپلىگەن فىزىكا ئالىملىرى گۇمانلىنىش پوزىتسىيىسىدە بولغان . ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتروماگنىت مەيدانى نەزەرىيىسىنىڭ ئومۇميۈزلۈك قوبۇل قىلىنىش ـ قىلىنماسلىقى تەجرىبىنىڭ تەكشۈرۈشىگە باغلىق ئىدى. 1887 ـ يىلى، يەنى ماكسۋېل ئېلېكتروماگنىت مەيدانى نەزەرىيىسىنى بايقاپ 20 يىل ئۆتكەندىن كېيىن، گېرمانىيە فىزىكا ئالىمى ھېرتس (1894 ـ1857) تەجرىبە ئارقىلىق تۇنجى بولۇپ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ مەۋجۇتلۇقىنى ئىسپاتلىدى. ھېرتس يەنە ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىلەن چاستوتىسىنى ئۆلچەپ چىقتى ھەم ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنىنىڭ تارقىلىش تېزلىكىگە ئېرىشىپ، بۇ تېزلىكنىڭ يورۇقلۇق تېزلىكىگە تەڭ ئىكەنلىكىنى ئىسپاتلىدى، ھېرتس يەنە تەجرىبە ئارقىلىق، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىمۇ باشقا دولقۇنلارغا ئوخشاشلا قايتىش، سۇنۇش،

دىفراكسىيە، ئىنتېرفېرېنسىيە قاتارلىق ھادىسىلەرنى ھاسىل قىلالايدىغانلىقىنى ئىسپاتلاپ، ماكسۋېلنىڭ ئېلېكترو ماگنىت نەزەرىيىسىنى تولۇق ئىسپاتلىدى، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، يەنە شۇنىڭدىن كېيىنكى تېز سۈرئەتتە تەرەققىي قىلغان رادىئو تېخنىكىسىنىڭ قوللىنىلىشى ئۈچۈن تەجرىبە ئاساسىنى سېلىپ بەردى. ئەپسۇس، ھېرتس تەجرىبە ئارقىلىق ماكسۋېل ئالدىن ھۆكۈم قىلغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى مۇۋەپپەقىيەتلىك ھالدا ئىسپاتلىغاندا، تالانتلىق فىزىكا ئالىمى ماكسۋېل 9 يىل ئىلگىرىلا ئالەمدىن ئۆتكەن ئىدى.

ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بىلەن مېخانىك دولقۇن ماھىيەت جەھەتتىن ئوخشاشمايدۇ، ئالدىنقىسى ئېلېكترو ماگنىت ھادىسىسى، كېيىنكىسى مېخانىكا ھادىسىسىدىن ئىبارەت. مېخانىك دولقۇن ۋاستىگە تايىنىپ تارقىلىدۇ، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى تارقالغاندا باشقا ماددىلارنى ۋاستە قىلمايدۇ، ئۇ ۋاكۇئۇمدىمۇ تارقىلالايدۇ. ئەمما ئىككىسى دولقۇننىڭ ئورتاق خۇسۇسىيىتىگە ئىگە. مېخانىك دولقۇن يۆتكىلىشتىن ئىبارەت بۇ فىزىكىلىق مىقدار سۈپىتىدە ۋاقىت ۋە بوشلۇققا بېقىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بولسا E ۋە B دىن ئىبارەت بۇ فىزىكىلىق مىقدارلار سۈپىتىدە ۋاقىت ۋە بوشلۇققا بېقىپ دەۋرىي ھالدا ئۆزگىرىدۇ، ئۇلارنىڭ ھەر ئىككىسى قايتىش، سۇنۇش، دىفراكسىيە ۋە ئىنتېرفېرېنسىيە قاتارلىق ھادىسىلەرنى ھاسىل قىلالايدۇ.

2 ـ مەشىق

(1) يەرشارىدىن ئاي شارىغا قارىتا ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى تارقىتىلسا، قايتقان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى قانچىلىك ۋاقىت ئۆتكەندىن كېيىن يەر شارىدا قوبۇل قىلىۋالغىلى بولىدۇ؟ (يەر شارىدىن ئاي شارىغىچە بولغان ئارىلىق $3.84\times10^{5}\,\mathrm{km}$)

(2) مەملىكىتىمىزنىڭ تۇنجى يەر شارى سۈنئىي ھەمراھى 20.009MHz ۋە 19.995MHz لىق چاستوتىلاردا رادىئو سىگنالىنى تارقىتىدۇ. بۇ ئىككى خىل چاستوتىلىق ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ ھەربىرىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچىلىك؟ (يورۇقلۇق تېزلىكى $2.9979\times10^{8}\,\mathrm{m/s}$)

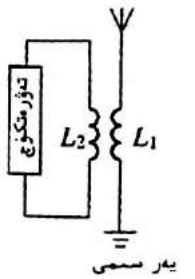
(3) بىر رادىئو قوبۇللىغۇچنىڭ ئوتتۇرا دولقۇن بۆلىكىدە قوبۇل قىلىش دولقۇن ئۇزۇنلۇق دائىرىسى 560.7m دىن 186.9m غىچە بولسا، ئۇ قوبۇل قىلالايدىغان چاستوتا دائىرىسى قانچىلىك بولىدۇ؟

§5. رادىئو دولقۇنىنى تارقىتىش ۋە قوبۇل قىلىش

رادىئو تېخنىكىسىدا ئىشلىتىلىدىغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى **رادىئو دولقۇنى** دەپ ئاتىلىدۇ. رادىئو دولقۇنىنىڭ دولقۇن ئۇزۇنلۇقى بىرنەچچە مىللىمېتىردىن نەچچە ئون كىلومېتىرغىچە بولىدۇ. ئادەتتە دولقۇن ئۇزۇنلۇقى ياكى چاستوتىغا ئاساسەن رادىئو دولقۇنلىرى بىرقانچە دولقۇن بۆلىكىگە بۆلۈنىدۇ. بۇ تۆۋەندىكى جەدۋەلدە كۆرسىتىلدى.

دولقۇن بۆلىكى		دولقۇن ئۇزۇنلۇقى	چاستوتا	تارقىتىش شەكلى	ئاساسلىق ئىشلىتىلىدىغان ئورنى
ئۇزۇن دولقۇن		30000m ~ 3000m	10kHz ~ 100kHz	يەر دولقۇنى	ئالاھىدە بىراق مۇساپىلىك رادىئو ئالاقىلىشىش ئۈچۈن بولىدۇ
ئوتتۇرا دولقۇن		3000m ~ 200m	100kHz ~ 1500kHz	يەر دولقۇنى ۋە ئاسمان دولقۇنى	ئامپلىتۇدىسى مۇدۇلياتسىيىلەنگەن (AM) رادىئو ئالاقىلىشىش ۋە تېلېگىراممىلارنى ئالاقىلىشىش
ئوتتۇرا قىسقا دولقۇن		200m ~ 50m	1500kHz ~ 6000kHz		
قىسقا دولقۇن		50m ~ 10m	6MHz ~ 30MHz	ئاسمان دولقۇنى	
مىكرو دولقۇن	مېتىر دولقۇن (VHF)	10m ~ 1m	30MHz ~ 300MHz	تەخمىنەن تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ	چاستوتىسى مۇدۇلياتسىيىلەنگەن (FM) رادىئو ئالاقىلىشىش تېلېۋىزىيە، يول باشلاش
	دېتسىمېتىر دولقۇن (UHF)	1m ~ 0. 1m	300MHz ~ 3000MHz	تۈز سىزىق بويىچە تارقىلىدۇ	تېلېۋىزىيە، رادار، يول باشلاش
	سانتىمېتىر دولقۇن	10cm ~ 1cm	3000MHz ~ 30000MHz		
	مىللىمېتىر دولقۇن	10mm ~ 1mm	30000MHz ~ 300000MHz		

رادىئو دولقۇنىنى تارقىتىش ئەمەلىي قوللىنىلىشلاردا ئوچۇق زەنجىرده كاتۇشكىنىڭ تۆۋەنكى قىسمى ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارقىلىق يەرگە ئۇلىنىدۇ، بۇ ئۆتكۈزگۈچ سىم يەر سىمى دەپ ئاتىلىدۇ؛ كاتۇشكىنىڭ ئۈستۈنكى قىسمى نىسبەتەن ئېگىز ئۆتكۈزگۈچ سىمغا ئۇلىنىدۇ، بۇ ئۆتكۈزگۈچ سىم ئانتېننا دەپ ئاتىلىدۇ (19. 12 ـ رەسىمنىڭ ئوڭ تەرىپى). رادىئو دولقۇنلىرى مۇشۇنداق ئوچۇق زەنجىردىن تارقىتىلىدۇ. تېلېۋىزىيە تارقىتىش مۇنارىنىڭ ئېگىز ياسالىشى رادىئو دولقۇنلىرىنى يىراقراق جايلارغا تارقىتىش ئۈچۈندۇر.



18. 12 ـ رەسىم

ئەمەلىي رادىئو دولقۇنلىرىنى تارقىتىش قۇرۇلمىسىدا، يۇقىرىدا سۆزلەنگەن ئوچۇق زەنجىرنىڭ يېنىغا بىر تەۋرەتكۈچ ئېلېكتر زەنجىرىنى قوشۇپ، ئۇنىڭ بىلەن باغلىنىش ھاسىل قىلدۇرۇشقا توغرا كېلىدۇ (18. 12 ـ رەسىمنىڭ سول قىسمى). LC تەۋرىتىش زەنجىرى ھاسىل قىلغان يۇقىرى چاستوتىلىق تەۋرەنمە توك L_2 بىلەن L_1 نىڭ ئۆزئارا ئىندۇكسىيە تەسىرى ئارقىلىق، L_1 دىمۇ ئوخشاش چاستوتىلىق تەۋرەنمە توك ھاسىل قىلىنىدۇ، بۇ تەۋرەنمە توك ئوچۇق زەنجىرده رادىئو دولقۇنلىرىنى قوزغىتىپ چىقىرىپ، ئەتراپقا تارقىلىدۇ .

ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى تارقىتىشتىن مەقسەت، ئۇلاردىن پايدىلىنىپ ھەر خىل سىگناللارنى يولالاشتىن ئىبارەت. مەسىلەن، رادىئو تېلېگراممىدا يوللىنىدىغىنى كود بەلگىلەر، رادىئو ئاڭلىتىشىدا يوللىنىدىغىنى ئاۋاز، تېلېۋىزىيە ئۇزىتىشتا يوللىنىدىغىنى ئاۋاز بولۇپلا قالماستىن، يەنە تەسۋىرمۇ بار. بۇلاردا تارقىتىلىدىغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنىڭ سىگنالغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىشى تەلەپ قىلىنىدۇ. ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنلىرىنى تارقىتىش تېخنىكىسىدا، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى ھەر خىل سىگناللارغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان قىلىش **مودۇلياتسىيىلەش** (تىزگىنلەش) دەپ ئاتىلىدۇ. يۇقىرى چاستوتىلىق تەۋرىنىشنىڭ ئامپلىتۇدىسىنى سىگنالغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان قىلىش **ئامپلىتۇدىنى مودۇلياتسىيىلەش** دەپ ئاتىلىدۇ. ئامپلىتۇدىسى مودۇلياتسىيىلەنگەن رادىئو ئاڭلىتىش (AM) دا ئومۇمەن ئوتتۇرا دولقۇن ۋە قىسقا دولقۇن بۆلىكى قوللىنىلىدۇ. يۇقىرى چاستوتىلىق تەۋرىنىشنىڭ چاستوتىسىنى سىگنالغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغان قىلىش

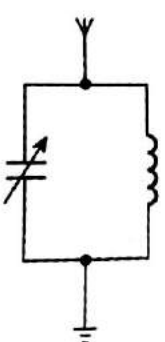
چاستوتىنى مودۇلياتسىيىلەش دەپ ئاتىلىدۇ. چاستوتىسى مودۇلياتسىيىلەنگەن رادىئو ئاڭلىتىش (FM) دا ۋە تېلېۋىزىيە يوللاشتا چاستوتىنى مودۇلياتسىيىلەش ئۈسۈلى ئارقىلىق مودۇلياتسىيىلەش ئېلىپ بېرىلىدۇ، ئا-دەتتە مىكرو دولقۇنلار ئىچىدىكى ئەڭ يۇقىرى چاستوتىلىق (VHF) بىلەن ئۇلترا يۇقىرى چاستوتىلىق (UHF) دولقۇن بۆلىكى ئىشلىتىلىدۇ.

رادىئو دولقۇنلىرىنى قوبۇل قىلىش ئەگەر ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بوشلۇقتا تارقالغاندا ئۆتكۈزگۈچكە يولۇقسا، ئۆتكۈزگۈچتە ئىندۇكسىيىلىك توك ھاسىل بولىدۇ. ئىندۇكسىيىلىك توكنىڭ چاستوتىسى ئۇنى قوزغىغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسىغا ئوخشاش بولىدۇ. شۇڭلاشقا، ئېلېكترو ماگنىت دولقۇن-لىرى تارقالغان بوشلۇققا قويۇلغان ئۆتكۈزگۈچتىن پايدىلىنىپ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى قوبۇل قىلىشقا بولىدۇ. رادىئو تېخنىكىسىدا، ئانتېننا (ئاسمان سىمى) بىلەن يەر سىممىدىن تەشكىل تاپقان قوبۇل قىلىش ئې-لېكتر زەنجىرىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرى قوبۇل قىلىنىدۇ.

دۇنيادا نۇرغۇن رادىئو ئىستانسىلىرى، تېلېۋىزىيە ئىستانسىلىرى ۋە ھەر خىل رادىئو ئالاقىلىشىش ئۈس-كۈنىلىرى بار بولۇپ، ئۇلار بوشلۇققا ئوخشىمىغان چاستوتىلىق ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى ئۈزلۈكسىز ھالدا تارقىتىدۇ، بۇ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرى كۈچلۈك - ئاجىزلىقى ئوخشىمىغان ھالدا ئەتراپىمىزنى قاپ-لاپ تارقىلىپ يۈرگەن بولىدۇ. ئەگەر تاللانماستىنلا بۇلارنىڭ ھەممىسى قوبۇل قىلىنسا، چوقۇم سىگناللار قالا-يمىقانلىشىپ، ئايرىغىلى بولمايدۇ، بۇنىڭ بىلەن ئۇچۇرلارنى يوللاش مەقسىتىگە يەتكىلى بولمايدۇ.

شۇنىڭ ئۈچۈن، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىنى قوبۇل قىلىشتا، ئالدى بىلەن نۇرغۇن ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرىدىن بىزگە ئېھتىياجلىق بولغىنىنى تاللىۋالىمىز، بۇ ئادەتتە ئىستانسا تاللاش دەپ ئاتىلىدۇ. بۇنىڭ ئۈچۈن، ئىلاج قىلىپ ئۆزىمىزگە ئېھتىياجلىق بولغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ قوبۇل قىلىش ئانتېننا-سىدا قوزغىغان ئىندۇكسىيىلىك توكنى ئەڭ كۈچلۈك قىلىشىمىز لازىم. رادىئو تېخنىكىسىدا ئېلېكتر رېزو-نانس ھادىسىسىدىن پايدىلىنىش ئارقىلىق بۇ مەقسەت ئەملگە ئاشۇرۇلىدۇ. قوبۇل قىلغۇچى ئېلېكتر زەنجىر-نىڭ خاس چاستوتىسىنى قوبۇل قىلىنغان ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسىغا ئوخشاش قىلغاندا، قوبۇل قىلىش ئېلېكتر زەنجىرىدە ھاسىل بولغان تەۋرەنمە توك ئەڭ كۈچلۈك بولىدۇ. بۇنداق ھادىسە **ئېلېكتر رېزونانسى** دەپ ئاتىلىدۇ، بۇ مېخانىك تەۋرىنىشتىكى رېزونانسقا توغرا كېلىدۇ.

قوبۇل قىلىش ئېلېكتر زەنجىرىنىڭ ئېلېكتر رېزونانسىنى ھاسىل قىلىش جەريانى **سازلاش** دەپ ئاتىلىدۇ. سازلاش ئېلىپ بارالايدىغان قوبۇل قىلىش ئېلېكتر زەنجىرى سازلاش زەنجىرى دەپ ئاتىلىدۇ. 18. 13 - رەسىمدە رادىئو قوبۇللىغۇچنىڭ سازلاش زەنجىرى كۆرسىتىلگەن. ئۆزگىرىشچان كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر سىغىمىنى تەڭشەش ئارقىلىق سازلاش زەنجىرىنىڭ چاستوتىسىنى ئۆزگەرتىپ، ئۇنى بىز قوبۇل قىلماقچى بولغان ئىستانسا تارقاتقان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ چاستوتىسىغا ئوخشاش قىلساق، مۇشۇ چاستوتىدىكى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى سازلاش زەنجىرىدە كۈچلۈكرەك ئىندۇكسىيىلىك توكنى قوزغايدۇ، بۇنىڭ بىلەن بۇ ئىستانسا تاللىنىپ چىققان بولىدۇ.



18. 13 - رەسىم. سازلاش زەنجىرى

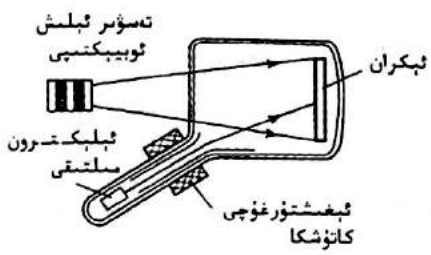
سازلاش زەنجىرىدىن قوبۇل قىلىنغان ئىندۇكسىيىلىك توك مودۇلياتسىيىلەنگەن يۇقە-رى چاستوتىلىق تەۋرەنمە توك بولىدىغانلىقتىن، ئۇ يەنىلا بىزگە كېرەكلىك بولغان سىگنالنى بۆلۈستە ھېس قىلدۇرالمايدۇ. مەسىلەن، رادىئو قوبۇللىغۇچتا، بۇ خىل يۇقىرى چاستوتىلىق تەۋرەنمە توك تېڭشىغۇچ ياكى ئاۋاز كانىيىنىڭ تەۋرەنمە پلاستىنكىسىنى تەۋرىتىپ ئاۋاز ھا-سىل قىلالمايدۇ. ئاۋازنى ئاڭلاش ئۈچۈن، چوقۇم يۇقىرى چاستوتىلىق تەۋرەنمە توكتىن ئاۋاز سىگنالىنى «تاسقاپ» ئېلىپ، ئاۋاز كانىيى (ياكى تېڭشىغۇچ) نىڭ تەۋرىنىش پلاستىنكىسىنى ئاۋاز سىگنالىغا ئەگىشىپ تەۋرىنىدىغان قىلىش كېرەك. قوبۇل قىلىنغان يۇقىرى چاستوتە-لىق تەۋرىنىشتىن ئېلىپ كەلگەن سىگنالنى «تاسقاپ» ئېلىش **دولقۇن تاسقاش** (دېتېكتىرلەش) دەپ ئاتىلىدۇ. دولقۇن تاسقاش مودۇلياتسىيىلەشنىڭ ئەكس جەريانىدىن ئىبارەت، شۇڭا ئۇ

مودۇلياتسيىنى يېشىش (دېمودۇلياتسىيە) دەپمۇ ئاتىلىدۇ. دولقۇن تاسقاشتىن كېيىنكى سىگنالنى يەنە كۈچەيتىش، قايتا ھاسىل قىلىش ئارقىلىق ئاڭلاشقا ۋە كۆرۈشكە بولىدۇ.

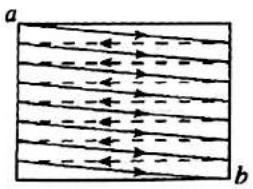
§6 . تېلېۋىزىيە ۋە رادار

كىشىلەرنىڭ ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى تونۇشىدىن تارتىپ تا ھازىرغىچە پەقەت 100 يىلچە ۋاقىت ئۆتكەن بولسىمۇ، لېكىن ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى پەن ـ تېخنىكىدا ئىنتايىن كەڭ ئىشلىتىلىشكە ئېرىشتى. بۇ يەردە بىز رادىئو دولقۇنلىرىنىڭ ھازىرقى زامانىدىكى قوللىنىلىشى ـــ تېلېۋىزىيە ۋە رادارلارنى تونۇشتۇرىمىز.

تېلېۋىزىيە تېلېۋىزىيە تارقىتىش ئۇچىدا، تەسۋىر ئېلىش تۇرۇپكىسى (لامپىسى) ئارقىلىق ئېلىنغان مەنزىرە ۋە مەنزىرىدىن قايتقان يورۇقلۇق ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرۇلىدۇ (18. 14 ـ رەسىم). تەسۋىر ئېلىش ئوبيېكتىپى ئېلىنىدىغان مەنزىرىنىڭ تەسۋىرىنى تەسۋىر ئېلىش تۇرۇپكىسىنىڭ ئېكرانىدا شەكىللەندۈرىدۇ. ئېلېكترون مىلتىقى (پروژېكتورى) چىقارغان ئېلېكترونلار دەستىسى بەلگىلىك قانۇنىيەت بويىچە ئېغىپ، ئېكراندىكى تەسۋىرنى يايىدۇ. تەسۋىر يېيىش لىنىيىسى 18. 15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، a دىن باشلاپ تەدرىجىي يېيىپ، b غىچە داۋاملىشىدۇ. بىر پارچە تەسۋىرنىڭ ھەرقايسى قىسىملىرىنىڭ يورۇق ـ خىرەلىك ئەھۋالى چېكىتلەر بويىچە كۆچلۈك ـ ئاجىزلىقى ئوخشاش بولمىغان سىگنال توكىغا ئايلاندۇرۇلۇپ، ئاندىن ئاندىنا ئارقىلىق سىگنالغا ئىگە ئېلېكتروماگنىت دولقۇنلىرى تارقىتىپ چىقىرىلىدۇ.

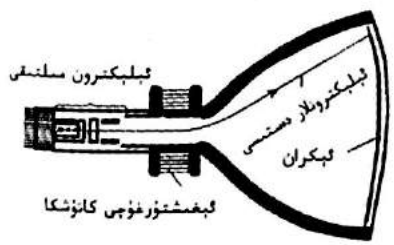


18. 14 ـ رەسىم. تەسۋىر ئېلىش تۇرۇپكىسى



18. 15 ـ رەسىم

تېلېۋىزىيە قوبۇل قىلىش ئۇچىدا، تېلېۋىزورنىڭ قوبۇل قىلىش ئاپپاراتىدىكى كىنېسكوپ (18. 16 ـ رەسىم) ئېلېكتر سىگنالىنى مەنزىرىنىڭ تەسۋىرىگە ئايلاندۇرىدۇ. تېلېۋىزورنىڭ قوبۇل قىلىش ئانتېننىسى قوبۇل قىلغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى سازلىنىپ تاسقىلىدۇ، ئېرىشىلگەن ئېلېكتر سىگنالى كىنېسكوپقا يوللاپ بېرىلىدۇ. كىنېسكوپنىڭ ئىچىدىكى ئېلېكترون مىلتىقى چىقارغان ئېلېكترونلار دەستىسىنىڭ كۆچلۈك ـ ئاجىزلىقى ئېلېكتر سىگنالىنىڭ تىزگىنلىشىگە ئۇچرايدۇ ھەمدە تەسۋىر ئېلىش تۇرۇپكىسىنىڭ ئېلېكترون مىلتىقىغا ئوخشاش شەكىل ۋە قەدەم بويىچە تەسۋىر يايىدۇ. شۇنداق قىلىپ، ئېلېكترونلار دەستىسى كىنېسكوپنىڭ يالتىراق ئېكرانىغا چۈشكەندە، ئېكراندا تەسۋىر ئېلىش تۇرۇپكىسىنىڭ ئېكرانىدىكىگە ئوخشاش سۈرەت (تەسۋىر) كۆرۈنىدۇ.

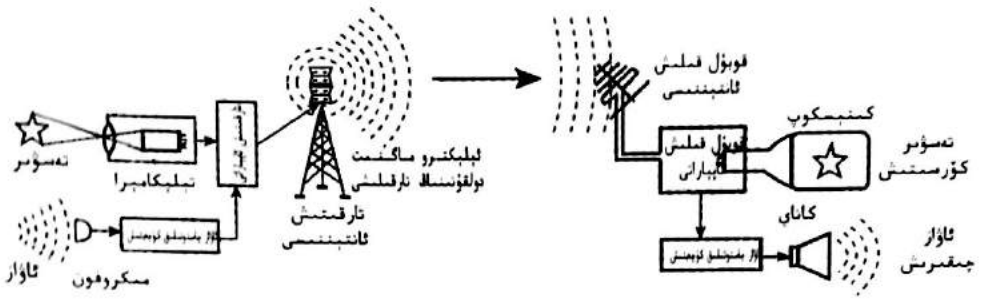


18. 16 ـ رەسىم. كىنېسكوپ

تېلېكامېرا (تەسۋىر ئېلىش ئاپپاراتى) بىر سېكۇنت ئىچىدە 25 پارچە سۈرەت يوللايدۇ، تېلېۋىزورمۇ ئوخشاش سۈرئەتتە يالتىراق ئېكراندا مۇشۇ سۈرەتلەرنى كۆرسىتىدۇ. سۈرەتلەرنىڭ ئالمىشىشى ناھايىتى تېز بولغانلىقى ھەمدە كۆرۈش سېزىمىنىڭ ئىنېرتسىيىسى تۈپەيلىدىن، بىزگە ھەرىكەت قىلىۋاتقان تەسۋىر بولۇپ كۆرۈنىدۇ.

تېلېۋىزورنىڭ ئانتېننىسى قوبۇل قىلغان ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى تەسۋىر سىگنالىغا ئىگە بولغاندىن سىرت، يەنە جور ئاۋاز سىگنالىغىمۇ ئىگە بولىدۇ. جور ئاۋاز سىگنالى تاسقاپ ئايرىۋېلىنغاندىن كېيىن، ئاۋاز

كانىيغا يوللاپ بېرىلىدۇ، ئاۋاز كانىيى تېلېۋىزور ئېكرانىدىكى تەسۋىرگە ئەگىشىپ ئاۋاز چىقىرىدۇ. 18 . 17 ـ رەسىمدە تېلېۋىزىيە خەۋەرلىرىنىڭ تارقىتىلىشى ۋە قوبۇل قىلىنىشىنىڭ سخېمىسى كۆرسىتىلگەن.



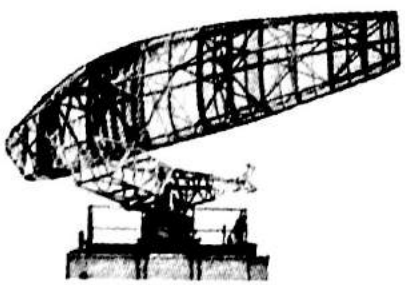
A: تېلېۋىزىيە سىگنالى ۋە ئۇنىڭ جور ئاۋازىنىڭ تارقىتىلىشى

B: تېلېۋىزىيە سىگنالى ۋە جور ئاۋازىنىڭ قوبۇل قىلىنىشى

18. 17 ـ رەسىم

تېلېۋىزىيىنىڭ قوللىنىلىشى كۆندىن ـ كۆنگە كېڭەيمەكتە. مەسىلەن، ئاپتوماتلاشقان كارخانىلارنى كونترول قىلىش مەركىزىدە تېلېۋىزىيىدىن پايدىلىنىپ ھەرقايسى ئىشلەپچىقىرىش لىنىيىلىرىنىڭ ئىشلەش ئەھۋالىنى كۆزىتىشكە بولىدۇ. بۇ‌ئاستە كۆزىتىشكە ئېپسىز بولغان ئورۇنلار. مەسىلەن، زەھەرلىك گاز ياكى كۆچلۈك رادىئوئاكتىپ نۇرلار بار ئورۇنلاردا، تېلېۋىزىيە ئارقىلىق ۋاستىلىك كۆزىتىشكە بولىدۇ. ھازىر تېلېۋىزىيە تېخنىكىسى سانائەت، قاتناش، مەدەنىيەت ـ مائارىپ، دۆلەت مۇداپىئەسى ۋە پەن تەتقىقاتى قاتارلىق ھەر‌قايسى جەھەتلەردە قوللىنىلماقتا.

رادار رادار بولسا رادىئو دولقۇنىدىن پايدىلىنىپ جىسىملارنىڭ ئورنىنى ئۆلچەپ ئېنىقلايدىغان رادىئو ئۇسكۇنىسىدىن ئىبارەت.



18. 18 ـ رەسىم. رادار ئانتېننىسى

ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى توسالغۇ جىسىمغا يولۇققاندا قايتىدۇ، رادار ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنىڭ مۇشۇ ئالاھىدىلىكىدىن پايدىلىنىش ئاساسىدا ئىشلەيدۇ. دولقۇن ئۇزۇنلۇقى قانچىكى قىسقا بولغان ئېلېكترو ماگنىت دولقۇنىنىڭ تارقىلىشىنىڭ توز سىزىقلىقى شۇنچە ياخشى بولۇپ، قايتىش ئىقتىدارى شۇنچە كۆچلۈك بولىدۇ. شۇڭا رادارda مىكرو دولقۇن بۆلىكىدىكى رادىئو دولقۇنى ئىشلىتىلىدۇ.

رادارda ئالاھىدە ياسالغان ئايلىنالايدىغان بىرئانتېننا (18. 18 ـ رەسىم) بار بولۇپ، ئۇ بەلگىلىك يۆنىلىشكە قارىتا تۇتاش (ئۇزلۇكسىز) بولمىغان رادىئو دولقۇنلىرىنى تارقىتالايدۇ. ھەر قېتىملىق تارقىتىش ۋاقتى تەخمىنەن مىليوندىن بىر سېكۇنت بولۇپ، ئىككى قېتىملىق تارقىتىشنىڭ ۋاقىت ئارىلىقى تەخمىنەن 10 مىڭدىن بىر سېكۇنت بولىدۇ. شۇنداق قىلىپ تارقىتۇېتىلگەن رادىئو دولقۇنى توسالغۇ جىسىمغا يولۇقسا، مۇشۇ ۋاقىت ئارىلىقى ئىچىدە قايتىپ كېلىپ، ئانتېننا تەرىپىدىن قوبۇل قىلىنىدۇ.

رادىئو دولقۇنىنىڭ تارقىلىش تېزلىكى c بولغاچقا، رادىئو دولقۇنىنى تارقاتقاندىن تارتىپ قايتىپ كەلگەن رادىئو دولقۇنىنى قوبۇل قىلغىچە كەتكەن ۋاقىت t نى ئۆلچەپ چىقساقلا، فورمۇلا $2s = ct$ گە ئاساسەن توسالغۇ جىسىمنىڭ ئارىلىقى s نى ئېنىقلاشقا بولىدۇ. ئاندىن تارقىتىلغان رادىئو دولقۇنىنىڭ يۆنىلىشى بىلەن كۆرۈش بۇلۇڭىغا ئاساسەن توسالغۇ جىسىمنىڭ ئورنىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ.

ئەمەلىيەتتە، توسالغۇ جىسىمنىڭ ئارىلىقى قاتارلىق ئەھۋاللارنى رادارنىڭ كۆرسەتكۈچىسى بۇ‌ئاستە كۆر‌

سىتىپ بېرىدۇ. رادار نىشانغا رادىئو دولقۇنىنى تارقاتقاندا، كۆرسەتكۈچنىڭ يالتىراق ئېكرانىدا بىر ئۆچلۈق دولقۇن كۆرۈنىدۇ؛ قايتىپ كەلگەن رادىئو دولقۇنىنى قوبۇل قىلىغاندا، يالتىراق ئېكراندا ئىككىنچى ئۆچلۈق دولقۇن كۆرۈنىدۇ (18. 19 ـ رەسىم). ئىككى دولقۇننىڭ ئارىلىقىغا ئاساسەن، يالتىراق ئېكراندىكى شكالىلاردىن توسالغۇ جىسمىنىڭ ئارىلىقىنى بىۋاستىلا كۆرۈۋالغىلى بولىدۇ.

18. 19 ـ رەسىم

رادارىدىن پايدىلىنىپ ئايروپىلان، ھەربىي پاراخوت، باشقۇرۇلىدىغان بومبا ۋە ھەربىي نىشانلارنى چارلىغىلى بولىدۇ. رادار ھەربىي ئىشلارىدا ئىشلىتىلگەندىن تاشقىرى، يەنە قاتناش ـ تىرانسپورت ئىشلىرىدا ئايروپىلان، پاراخوتلارغا يول باشلاش، ئاستىرونومىيىدە يۇلتۇزلارنى تەتقىق قىلىش، ھاۋارايىدا تەيفېڭ بورىنى، قاتتىق يامغۇر ۋە بۇلۇتلارنى چارلاش قاتارلىقلارىدىمۇ ئىشلىتىلىدۇ.

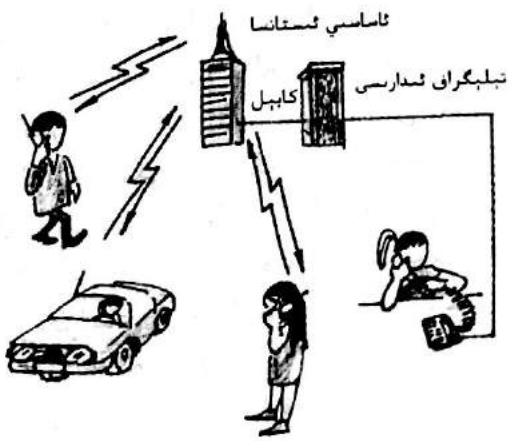


كۆچمە تېلېفون

ھازىر كۆچمە تېلېفوننىڭ ئىشلىتىلىشى ئىنتايىن ئومۇملىشىپ كەتتى، يانفون (قول تېلېفونى) دىن بىرنى ئېلىپ يۇرسە، شەھەرنىڭ ھەرقانداق جايىدىن سۆزلىشىشكە بولىدۇ. مەملىكىتىمىزنىڭ بەزى يولۇچىلار پويىزلىرى ۋە پۇقرالار ئاۋىئاتسىيە نۆۋەتچى ئايروپىلانىدا ئاممىۋى كۆچمە تېلېفون بارلىققا كەلدى.

ئاممىۋى كۆچمە تېلېفون سىستېمىسى شەھەردىكى تېلېفون تورىنىڭ بىر قىسمىغا تەۋە. ھەربىر كۆچمە تېلېفون بىر رادىئو ئىستانسىسى بولۇپ، ئۇ ئىشلەتكۈچىنىڭ ئاۋازىنى يۇقىرى چاستوتىلىق ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرۇپ بوشلۇققا تارقىتىپ بېرىدۇ؛ شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، ئۇ يەنە بىر رادىئو قوبۇللىغۇچقا توغرا كېلىدۇ، ئۇ بوشلۇقتىكى ئېلېكتروماگنىت دولقۇنىنى قوبۇل قىلىۋېلىپ، ئىشلەتكۈچىگە تېلېفون ئارقىلىق قارشى تەرەپتىن كەلگەن ئۇچۇرلار (سۆزلەر) نى ئاڭلىتىدۇ.

كۆچمە تېلېفوننىڭ ھەجمى ناھايىتى كىچىك بولۇپ، تارقىتىش قۇۋۋىتى ئانچە چوڭ بولمايدۇ. ئۇنىڭ ئانتېننىسىمۇ ناھايىتى ئاددىي بولىدۇ، سەزگۈرلۈكى يۇقىرى بولمايدۇ. شۇڭلاشقا، ئۇنىڭ بىلەن باشقا ئىشلەتكۈچىلەرنىڭ تېلېفوندا ئالاقىلىشىشى مۇقىم ئورنىتىلغان چوڭراق رادىئو ئىستانسىسى ئارقىلىق ئارىلىقتا ئۇلاپ بېرىلىدۇ



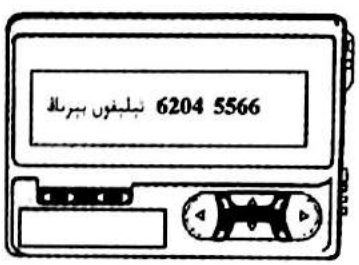
18. 20 ـ رەسىم. كۆچمە تېلېفوننىڭ ئىشلىشى

(18. 20 ـ رەسىم). بۇنداق مۇقىم ئورنىتىلغان ئىستانسا ئاساسىي ئىستانسا دەپ ئاتىلىدۇ. كۆچمە ئالاقىلىشىلارنىكى ئاساسىي ئىستانسىنىڭ ئانتېننىسى ئېگىز بىنالارنىڭ ئۈستىگە ئورۇنلاشتۇرۇلىدۇ.

سىمسىز تېلېفونمۇ بىللە ئېلىپ يۈرۈشكە بولىدىغان تېلېفون بولۇپ، قارىماققا ئادەتتىكى تېلېفونغا ئوخشاپ كېتىدۇ، بىراق ئانا تېلېفون بىلەن بالا تېلېفون تېلېفون سىمى ئارقىلىق تۇتاشمايدۇ (18. 21 ـ رەسىم). ئانا تېلېفون بىلەن بالا تېلېفوندا بىردىن ئانتېننا بولۇپ، ئۇلار رادىئو دولقۇنى ئارقىلىق تۇتاشقان بولىدۇ. ئانا تېلېفون شەھەر تېلېفون تورىغا ئۇلانغان بولۇپ، بىر كىچىك ئاساسىي ئىستانسىغا تەگداش كېلىدۇ. بالا تېلېفوننىڭ ئىشلەش دائىرىسى نەچچە ئون مېتىردىن نەچچە يۈز مېتىرغىچە بولىدۇ.



18. 21 ـ رەسىم. سىمسىز تېلېفون



18. 22 ـ رەسىم. سىمسىز چاقىرغۇ

سىمسىز چاقىرغۇ BP ئاپپاراتى دەپمۇ ئاتىلىدۇ. چاقىرىش ئىستانسىسىدا بىر كونترول قىلىش مەركىزى ۋە بىرنەچچە تارقىتىش ئىستانسىسى بولىدۇ. چاقىرغۇچى كونترول قىلىش مەركىزىگە تېلېفون بېرىپ، چاقىرماقچى بولغان نومۇرنى ئېيتىپ بېرىدۇ، ئاندىن چاقىرىش مەركىزى تارقىتىش ئىستانسىسى ئارقىلىق چاقىرىش سىگنالىنى تارقىتىدۇ. چاقىرىلغۇچىنىڭ BP ئاپپاراتى سىگنالنى قوبۇل قىلغاندىن كېيىن جىرىلدىغان ئاۋاز چىقىرىدۇ، شۇنىڭ بىلەن بىر ۋاقىتتا، چاقىرغۇچىنىڭ تېلېفون نومۇرىنى كۆرسىتىپ بېرىدۇ (18. 22 ـ رەسىم).

بۇ بابتىن قىسقىچە خۇلاسە

بۇ بابتا بىز ئېلېكتروماگنىت تەۋرىنىشى ۋە ماكسۋېلنىڭ ئېلېكتروماگنىت مەيدانى نەزەريىسىنىڭ ئاساسىي ئىدىيىسىنى ئۆگىنىپ ئۆتۈپ، ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى ۋە ئۇنىڭ قوللىنىلىشىنى تونۇشتۇردۇق.

ئېلېكتروماگنىت دولقۇنى بىلەن مېخانىك دولقۇنىنىڭ ھەم ئوخشاش جايلىرى بار، ھەم ماھىيەتلىك پەرقىمۇ بار، بىز ئۇلارنىڭ ئورتاق جايلىرىغا ۋە ئوخشىمايدىغان جايلىرىغا دىققەت قىلىشىمىز لازىم.

1. LC كونتۇرنىڭ ئېلېكترومagnىت تەۋرىنىشىنى ھاسىل قىلىش جەريانى قانداق بولىدۇ؟ بۇنى مېخانىك تەۋرىنىش بىلەن سېلىشتۇرۇپ چىقىپ، ئۇلارنىڭ ئوخشاش جايلىرىنى ۋە ئوخشىمايدىغان جايلىرىنى چۈشەندۈرۈڭ.

2. LC تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ دەۋرى ۋە چاستوتىسى قايسى ئامىللارغا مۇناسىۋەتلىك؟ دەۋر بىلەن چاستوتىنىڭ ئېپادىلىنىش فورمۇلىسىنى يېزىپ چىقىڭ.

3. ماكسۋېلنىڭ ئېلېكترومagnىت مەيدانى نەزەريىسىنىڭ ئاساسىي ئىدىيىسى نېمىدىن ئىبارەت؟ ئېلېكترومagnىت مەيدانى دېگەن نېمە؟

4. ئېلېكترومagnىت دولقۇنى دېگەن نېمە؟ ئېلېكترومagnىت دولقۇنى قانداق ھاسىل بولىدۇ؟ قانداق ئالاھىدىلىكى بار؟ ئېلېكترومagnىت دولقۇنىنىڭ ۋاكۇئۇمدىكى تارقىلىش تېزلىكى قانچىلىك؟

5. ئېلېكترومagnىت دولقۇنى بىلەن مېخانىك دولقۇنىنىڭ قانداق ئوخشاشلىق ۋە ئوخشىماسلىقلىرى بار؟ ساۋاقداشلار بىرلىكتە مۇھاكىمە قىلسا بولىدۇ.

6. رادىئو دولقۇنىنى تارقىتىش ۋە قوبۇل قىلىشتا قانداق جەريانلارنى بېسىپ ئۆتۈشكە توغرا كېلىدۇ؟

7. رادىئو دولقۇنلىرىنىڭ نەچچە خىل تارقىلىش شەكلى بار؟ ھەرقايسىسى قايسى دولقۇن بۆلىكىگە مۇۋاپىق كېلىدۇ؟

8. تېلېۋىزىيە ۋە رادارنىڭ ئىشلەش پرىنسىپىنى ئېيتىپ بېرەلەمسىز؟

كۆنۈكمە

(1) LC تەۋرىتىش زەنجىرىنىڭ چاستوتىسىنى چوڭايتىشتا، تۆۋەندىكى ئۇسۇللارنىڭ قايسىسىنى قوللىنىش لازىم؟

① كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسى ئارىسىدىكى ئارىلىقنى چوڭايتىش كېرەك.

② كوندېنساتورنىڭ ئىككى قۇتۇپ تاختىسىنىڭ ئۈدۈل يۈزلىرىنى چوڭايتىش لازىم.

③ كاتۇشكا ئىچىگە تۆمۈر ئۆزەك سېلىش كېرەك.

④ كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى ئازايتىش لازىم.

(2) بىر رادىئو قوبۇللىغۇچنىڭ قىسقا دولقۇن بۆلىكىنىڭ چاستوتا دائىرىسى 4MHz تىن 12MHz قىچە بولسا، مۇشۇ دولقۇن بۆلىكىنىڭ ئەڭ يۇقىرى چاستوتىلىق ئېلېكتر سىغىمى ئەڭ تۆۋەن چاستوتىلىق ئېلېكتر سىغىمىنىڭ نەچچە ھەسسىسىگە تەڭ بولىدىغانلىقىنى تېپىپ چىقىڭ.

(3) سازلاش زەنجىرىدىكى ئۆزگىرىشچان كوندېنساتورنىڭ ھەربىر كەتچان پلاستىنكىسىنى بۇراپ پوتۇنلەي ئىچىگە كىرگۈزۈۋەتسىمۇ ۋە پوتۇنلەي تېشىغا چىقىرىۋەتسىمۇ، ئۇ يەنىلا مەلۇم بىر يۇقىرى چاستوتىلىق رادىئو ئىستانسىسىنىڭ سىگنالىنى قوبۇل قىلالمىسا، بۇ رادىئو ئىستانسىسىنىڭ سىگنالىنى قوبۇل قىلىش ئۈچۈن قانداق قىلىش كېرەك؟

① سازلاش زەنجىرىدىكى كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى ئاشۇرۇش.

② توك مەنبەسىنىڭ بېسىمىنى ئاشۇرۇش.

③ سازلاش زەنجىرىدىكى كاتۇشكىنىڭ ئورام سانىنى ئازايتىش.

④ توك مەنبەسىنىڭ بېسىمىنى كىچىكلىتىش.

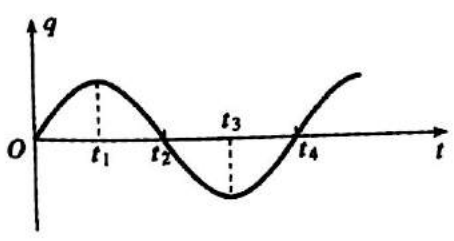
(4) 18. 23 ـ رەسىم LC تەۋرىتىش زەنجىرىدىكى كوندېنساتورنىڭ قۇتۇپ تاختىلىرىدىكى زەرەت مىقدارى q نىڭ ۋاقىت t غا ئەگىشىپ ئۆزگىرىشىنىڭ گرافىكىنى ئېپادىلەيدۇ. گرافىكتىن تۆۋەندىكى ئېيتىلىشلاردىن توغرىسىغا ھۆكۈم قىلىڭ.

① يەيت t_1 دە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ماگنىت مەيدان ئېنېرگىيىسى ئەڭ كىچىك بولىدۇ.

② t_1 يەيتتىن t_2 يەيتكىچە، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنىڭ قىممىتى ئۆزلۈكسىز كىچىكلەيدۇ.

③ t_2 يەيتتىن t_3 يەيتكىچە، كوندېنساتور ئۆزلۈكسىز زەرەتلىنىدۇ.

④ t_4 يەيتتە، كوندېنساتورنىڭ ئېلېكتر مەيدان ئېنېرگىيىسى ئەڭ كىچىك بولىدۇ.



23.18 ـ رەسىم

* (5) ئايلانما تېزلەتكۈچتىكى ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىڭ B، تېزلىتىلگەن زەررىچىنىڭ زەرەت مىقدارى q، ماسسىسى m بولۇپ، LC تەۋرەتكۈچ يۇقىرى چاستوتىلىق توك مەنبەسى قىلىنسا، ئىندۇكتىپلىق L بىلەن كوندېنساتور C نىڭ سانلىق قىممەتلىرى قانائەتلەندۈرۈشى كېرەك؟

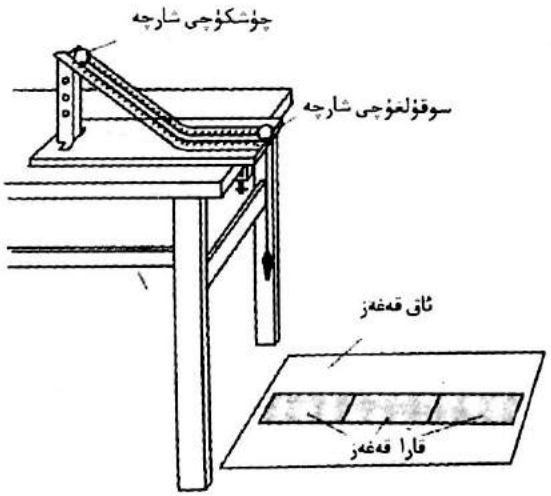
ئوقۇغۇچىلار تەجرىبىسى

1. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلاش

تەجرىبە پرىنسىپى

بۇ تەجرىبىدە چوڭلۇقى ئوخشاش، ئەمما ماسسىلىرى ئوخشاش بولمىغان ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشى ئارقىلىق ھەرىكەت مىقدارىنىڭ قانۇنىنى ئىسپاتلايمىز. تەجرىبە قۇرۇلمىسى 1 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك. ماسسىسى چوڭراق بولغان شارچىنى يانتۇ ئوقۇردىن دومىلىتىپ چۈشۈرسەك، ئوقۇرنىڭ ئاخىرقى ئۇچىدىكى كىچىك تىرەك ئۈستىگە قويۇلغان ماسسىسى كىچىكرەك بولغان يەنە بىر شارچىغا سوقۇلىدۇ (ئۇدۇل سوقۇلىدۇ). ئىككى شارچىنىڭ ماسسىلىرىنى ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا m_1 ۋە m_2 دەپ پەرەز قىلساق، سوقۇلۇشتىن ئىلگىرى، ماسسىسى m_1 بولغان چۈشكۈچى (يۇقىرىدىن چۈشكۈچى) شارچىنىڭ تېزلىكى v_1 ، ماسسىسى m_2 بولغان سوقۇلغۇچى شارچە تىنچ تۇرىدۇ. سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ئىككى شارچىنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $m_1 v_1$ بولىدۇ. سوقۇلغاندىن كېيىن چۈشكۈچى شارچىنىڭ تېزلىكى v'_1 ، سوقۇلغۇچى شارچىنىڭ تېزلىكى v'_2 بولۇپ، سوقۇلغاندىن كېيىنكى ئىككى شارچىنىڭ ئومۇمىي ھەرىكەت مىقدارى $m_1 v'_1 + m_2 v'_2$ بولىدۇ. ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىغا ئاساسەن تۆۋەندىكىدەك بولىدۇ:

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$



1 ـ رەسىم

ئەگەر ئىككى شارچىنىڭ ماسسىلىرى ۋە ئۇلارنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى تېزلىكلىرىنى ئۆلچەپ چىقىپ، بۇلارنى يۇقىرىدىكى فورمۇلىغا كىرگۈزسەك، ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى ھەرىكەت مىقدارلىرىنىڭ ساقلىنىدىغان ياكى ساقلانمايدىغانلىقىنى ئىسپاتلاشقا بولىدۇ.

شارچىنىڭ ماسسىسىنى تارازا ئارقىلىق ئۆلچەشكە بولىدۇ. ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى تېزلىكلىرىنى قانداق قىلىپ ئاددىي ھالدا ئۆلچەشكە بولىدۇ؟ ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى تېزلىكلىرىنىڭ يۆنىلىشى گورىزونتال بولىدۇ، شۇڭا ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشتىن ئىلگىرىكى ۋە كېيىنكى تېزلىكلىرىنى گورىزونتال ئېتىلىش ھەرىكىتى ھەققىدىكى بىلىملەردىن پايدىلىنىپ تېپىشقا بولىدۇ. بۇ تەجرىبىدە گورىزونتال ئېتىلىش ھەرىكىتى قىلغان شارچىلار يەر يۈزىگە چۈشكەندە، ئۇلارنىڭ چۈشۈش ئېگىزلىكى ئوخشاش بولسىلا، ئۇلارنىڭ ئۇچقان ۋاقتى t مۇ ئوخشاش بولىدۇ، ئۇلارنىڭ ئۇچقان گورىزونتال ئارىلىقى $s = vt$ شارچىنىڭ گورىزونتال ئېتىلىش ھەرىكىتى قىلىشقا باشلىغان چاغدىكى گورىزونتال تېزلىكى v بىلەن ئوڭ تاناسىپ بولىدۇ.

شارچىنىڭ چۈشكەن چاغدىكى ۋاقتىنى t دەپ پەرەز قىلساق، ئۇ ھالدا 2 ـ رەسىمگە ئاساسەن مۇناسىۋەت بولىدۇ:

$$OP = v_1 t \quad (1)$$
$$OM = v'_1 t \quad (2)$$
$$ON = v'_2 t \quad (3)$$

ئەگەر تەجرىبىدە ئۆلچەنگەن m_1 ، m_2 ، OP ، OM ، ON لار

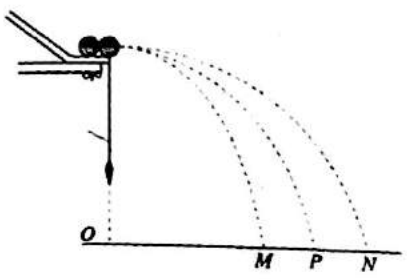
$$m_1 OP = m_1 OM + m_2 ON \quad (4)$$

مۇناسىۋەتنى قانائەتلەندۈرسە، فورمۇلا (1) ، (2) ، (3) لارنى يۇقىرىدىكى فورمۇلىغا كىرگۈزۈپ ھەم t نى يوقاتساق، تۆۋەندىكىدەك بولىدىغانلىقىنى كۆرىمىز.

$$m_1 v_1 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2$$

بۇنىڭ بىلەن ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنى ئىسپاتلانغان بولىدۇ.

تەجرىبە



2 ـ رەسىم

تارازا ئارقىلىق ئىككى شارچىنىڭ ماسسىسىنى ئۆلچەۋېلىپ، 1 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك قىلىپ تەجرىبىنى قۇراشتۇرىمىز. يانتۇ ئوقۇرنى ئۇستەل قىرىغا مۇقىملاشتۇرۇپ، ئوقۇرنىڭ ئاخىرقى ئۇچ نۇقتىسىنىڭ ئۇرۇنمىسىنى گورىزوتال قىلىمىز. سوقۇلغۇچى شارچىنى يانتۇ ئوقۇرنىڭ ئالدى كىرۇبكىگە قويىمىز. شارچىنىڭ ئۇچقان گورىزونتال ئارىلىقىنى خاتىرىلەۋېلىش ئۈچۈن، يەرگە بىر تاختا ئاق قەغەز سېلىپ، ئۇنىڭ ئۈستىگە قارا قەغەز قويىمىز. شارچە قارا قەغەز ئۈستىگە چۈشكەندە، ئۇ چۈشكەن ئورۇننىڭ ئىزى ئاق قەغەزگە چۈشىدۇ. ئاق قەغەز ئۈستىگە ئاسما كۆرسەتكەن ئورۇن O نى خاتىرىلەۋالىمىز (2 ـ رەسىم).

ئالدى بىلەن سوقۇلغۇچى شارچىنى قويماي تۇرۇپ، چۈشكۈچى شارچىنى يانتۇ ئوقۇرنىڭ مەلۇم بىر ئېگىزلىكىدىن دومىلىتىمىز، بۇنداق دومىلىتىشنى 10 قېتىم تەكرارلاپ، ئىمكانىيەتنىڭ بارىچە كىچىك بولغان چەمبەر ئارقىلىق شارچە چۈشكەن بارلىق نۇقتىلارنى شۇ چەمبەر ئىچىگە ئالىمىز. چەمبەر مەركىزى P شارچە چۈشكەن نۇقتىلارنىڭ ئوتتۇرىچە ئورنى بولىدۇ.

سوقۇلغۇچى شارچىنى يانتۇ ئوقۇرنىڭ ئالدى ئۇچ گىرۇبكىگە قويۇپ، چۈشكۈچى شارچىنى ئەسلىدىكى ئېگىزلىكتىن دومىلىتىپ، ئۇلارنى سوقۇلدۇرىمىز، تەكرار 10 قېتىم تەجرىبە ئىشلەپ، ئوخشاش ئۇسۇل ئارقىلىق سوقۇلغاندىن كېيىنكى چۈشكۈچى شارچە چۈشكەن نۇقتىلارنىڭ ئورنى M نى ۋە سوقۇلغۇچى شارچە چۈشكەن نۇقتىلارنىڭ ئوتتۇرىچە ئورنى N نى بەلگىلەپ قويىمىز.

كېسىك ON نىڭ ئۇزۇنلۇقى سوقۇلغۇچى شارچىنىڭ ئۇچۇپ چىققان ئوتتۇرىچە ئارىلىقى بولىدۇ؛ OM سوقۇلغاندىن كېيىنكى شارچە m_1 نىڭ ئۇچقان ئارىلىقى بولىدۇ؛ OP بولسا سوقۇلۇش يۈز بەرمىگەن چاغدىكى m_1 نىڭ ئۇچقان ئارىلىقى بولىدۇ.

شكاللىق گەز ئارقىلىق كېسىك OM ، OP ، ON لارنىڭ ئۇزۇنلۇقلىرىنى ئۆلچەۋېلىپ، ئىككى شارچىنىڭ ماسسىسى ۋە ماس بولغان تېزلىكلىرىنىڭ قىممەتلىرىنى فورمۇلا (4) نىڭ ئوڭ، سول تەرەپلىرىگە قويساق، ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنىڭ قۇرۇلمايدىغانلىقىنى ئىسپاتلىيالايمىز.

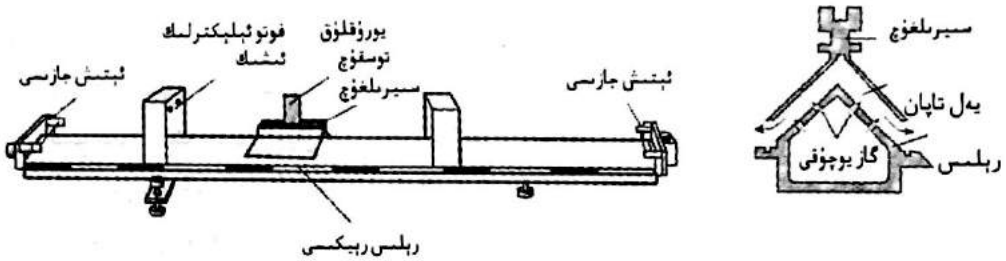
* 2. يەل تاپانلىق رېلىس ئارقىلىق ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلاش

يۇقىرىقى تەجرىبىدە ئىككى شارچىنىڭ سوقۇلۇشى ئارقىلىق ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلىدۇق. بۇ تەجرىبىدە يەل تاپانلىق رېلىسنى ئىشلىتىشنى ئۆگىنىمىز ھەمدە ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلايمىز [بۇ پاراگرافقا مۇناسىۋەتلىك مەزمۇنلارنى تۆۋەندە

بەرىلگەن تېما (1) دىن پايدىلىنىڭ.

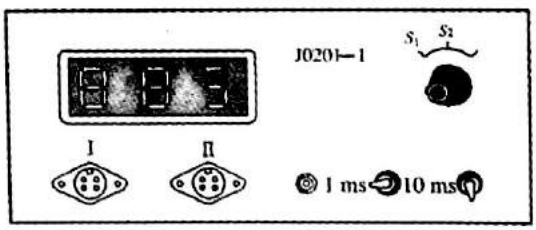
يەل تاپانلىق رېلىسنىڭ ئىشلەش پرىنسىپى

(1) يەل تاپانلىق رېلىسنىڭ قۇراشتۇرۇلۇشى 3 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك رېلىس، سىيرىلغۇچ، يورۇقلۇق توسقۇچ، فوتو ئىشىك قاتارلىقلاردىن تۈزۈلگەن. بوش رېلىسنىڭ ئىككى ئىشلەش يۈزىگە بەلگىلىك سانلىق مىقداردىكى كىچىك تۆشۈكچىلەر جايلاشقان. رېلىس بوشلۇقىغا ئۈزلۈكسىز تۈرده قىسىلغان ھاۋانى بەرسەك، قىسىلغان ھاۋا كىچىك تۆشۈكچىلەردىن پۈركۈلۈپ چىقىدۇ، بۇنىڭ بىلەن سىيرىلغۇچ رېلىستا مۇقىم لەيلىتىلىدۇ (3 ـ رەسىم B)، بۇنىڭ بىلەن سۈركىلىشتىن كېلىپ چىقىدىغان خاتالىق پەرقى زور دەرىجىده كىچىكلىتىلىدۇ.

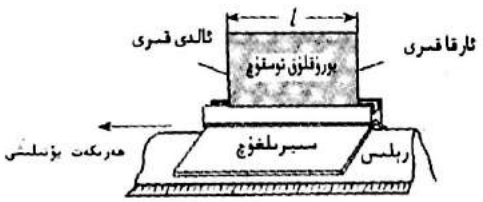


3 ـ رەسىم. يەل تاپانلىق رېلىس

(2) رەقەملىك ۋاقىت ھېسابلىغۇچتىن پايدىلىنىپ سىيرىلغۇچنىڭ فوتو ئېلېكترلىك ئىشىكتىن ئۆتكەن ۋاقتىنى ئۆلچەش، بۇ ئارقىلىق سىيرىلغۇچنىڭ فوتو ئېلېكترلىك ئىشىكتىن ئۆتكەندىكى تېزلىكى ھېسابلىنىدۇ. J0201 تىپلىق رەقەملىك ۋاقىت ھېسابلىغۇچنىڭ تىزگىنلەش يۈز تاختىسى 4 ـ رەسىمده كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ.



4 ـ رەسىم



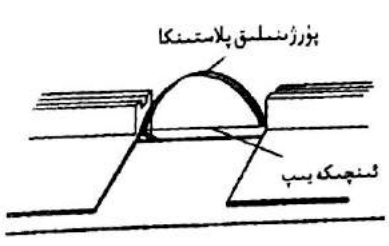
5 ـ رەسىم

خىزمەت تاللاش ئېكلىيۇچاتېلى S_1 خوتقا كەلتۈرۈلىدۇ. ئۆلچىگەنده سىيرىلغۇچقا بىر پارچە يورۇقلۇق توسقۇچ قىستۇرۇلىدۇ (5 ـ رەسىمده كۆرسىتىلگەندەك). يورۇقلۇق توسقۇچنىڭ ئالدى قىرى فوتو ئېلېكترلىك ئىشىكتىن ئۆتكەندىن كېيىن ۋاقىت خاتىرىلەش توختايدۇ، يەنى ۋاقىت خاتىرىلىگۈچته كۆرسىتىلگىنى سىيرىلغۇچتا/ يۆتكىلىشنىڭ يۈز بېرىشى ئۈچۈن كەتكەن ۋاقىت بولىدۇ.

ھەرىكەت مىقدارىنىڭ ساقلىنىش قانۇنىنى ئىسپاتلاش

(1) ئەسلىده تىنچ تۇرغان جىسىملارنىڭ ئۆزئارا تەسىرى

تەجرىبە قۇرۇلمىسى 6 ـ رەسىمده كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ، بۇنىڭدىكى بىر سىيرىلغۇچنىڭ بىر ئۇچى پۈرژىنىلىق پلاستىنكىغا ئورنىتىلغان ھەمده ئىنچىكه يېپ ئارقىلىق پۈرژىنىلىق پلاستىنكىنىڭ ئىككى ئۇچى چېتىلىپ ياي ھاسىل قىلىنغان، يەنه بىر سىيرىلغۇچ ئۇنىڭغا تەرەپ قويۇلغان. بۇ ئىككى سىيرىلغۇچ فوتو ئېلېكترلىك ئىشىك ئارىسىغا جايلاشتۇرۇلغان ھەمده ئۇلار تىنچ تۇرغۇزۇلغان. ئاندىن كېيىن پۈرژىنىلىق



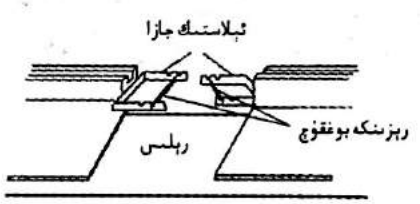
6 ـ رەسىم

پلاستىنكا باغلانغان يىپنى كۆيدۈرۈپ ئۈزۈۋەتكەندە، پۈرژىنسلىق پلاستىنكا قاتقىپ، ئىككى سىيرىلغۇچنى قارىمۇقارشى يۆنىلىشلەرگە ھەرىكەت قىلدۇرىدۇ. ئىككى سىيرىلغۇچنىڭ ماسسىلىرى بىلەن تېزلىكلىرىنى ئۆلچەپ چىقىپ، ئىككى سىيرىلغۇچنىڭ ھەرىكەت مىقدارلىرى يىغىندىلىرىنىڭ نۆلگە تەڭ بولىدىغان ياكى بولمايدىغانلىقىنى ھېسابلايمىز.

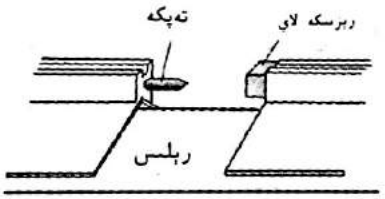
(2) ئېلاستىك سوقۇلۇش

ئەگەر ئىككى جىسىمنىڭ ماتېرىياللىرىنىڭ ئېلاستىكلىقى ناھايىتى ياخشى بولسا، سوقۇلۇش جەريانىدا ھەرىكەت مىقدارى ساقلىنىپلا قالماي، ھەرىكەت ئېنېرگىيىلىرىمۇ ئۆزگەرمەيدۇ. بۇ ئېلاستىك سوقۇلۇش دەپ ئاتىلىدۇ.

تەجرىبە ئىشلىگەندە، سىيرىلغۇچنىڭ سوقۇلۇش ئۈچىغا رېزىنكە بوغقۇچ ئورالغان ئېلاستىك سوقۇلۇش جازىسىنى ئورنىتىپ، جازىدىكى رېزىنكە بوغقۇچ ئۆزئارا سوقۇلىدىغان قىلىپ چىڭ كېرىپ قويۇلىدۇ، ئۇلار ئېلاستىك سوقۇلۇشقا ئىنتايىن يېقىنلاشتۇرۇلىدۇ. 7 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئېلاستىك جازىلارنى مەلۇم بۇلۇڭ ھاسىل قىلىپ ئېچىپ، جازىلارنىڭ ئۆزئارا سوقۇلۇپ كېتىشىنىڭ ئالدى ئېلىنىدۇ. رېزىنكە بوغقۇچلارنى ئېلاستىك جازىغا ئورىغاندا جازىغا تەك قىلىش كېرەك، مۇشۇنداق قىلغاندا سوقۇلغان چاغدىكى سىيرىلىشتىن ساقلانغىلى بولىدۇ.



7 ـ رەسىم



8 ـ رەسىم

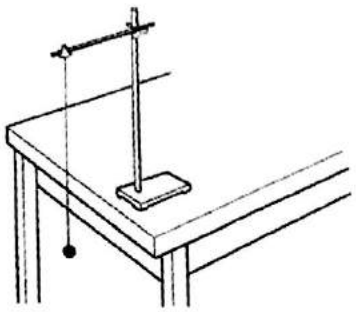
(3) پۈتۈنلەي ئېلاستىك بولمىغان سوقۇلۇش

پۈتۈنلەي ئېلاستىك بولمىغان سوقۇلۇش بولغاندا، جىسىملاردا دېفورماتسىيە يۈز بېرىپ ئەسلىگە قايتالمايدۇ، يەنى سوقۇلغاندىن كېيىن بىر ـ بىرىگە چاپلىشىپ قېلىپ، بىرلىكتە ھەرىكەت قىلىدۇ. 8 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئىككى سىيرىلغۇچنىڭ سوقۇلۇش ئۈچلىرىغا ئايرىم ـ ئايرىم ھالدا تەپكە ۋە رېزىنكە لاينى ئورنىتىپ قويغاندا، ئۆزئارا سوقۇلۇش بولغاندا، تەپكە رېزىنكە لايغا سانجىلىپ قالىدۇ ـ دە، ئىككى سىيرىلغۇچ بىر ـ بىرىگە چاپلىشىپ قالىدۇ (سىيرىلغۇچنىڭ بىر ئۈچىغا تەپكە ياكى رېزىنكە لاينى ئورناتقاندا، سىيرىلغۇچنىڭ ئېغىرلىق مەركەزلىرىنىڭ ئورنىنىڭ ئۆزگىرىپ كېتىشىنىڭ ئالدىنى ئېلىش ئۈچۈن، ئۇنىڭ يەنە بىر ئۈچىغا تەڭشىگۈچ قوشۇش كېرەك).

3. ئاددىي مايىاتنىكتىن پايدىلىنىپ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى ئۆلچەش

ئاددىي مايىاتنىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسى $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ دىن $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ گە ئېرىشكىلى بولىدۇ. دېمەك ئاددىي مايىاتنىكنىڭ مايىاتنىك ئۇزۇنلۇقى l بىلەن دەۋرى T نى ئۆلچەپ چىقساقلا، ئۆزىمىز تۇرۇشلۇق جايىنىڭ ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى g نى تېپىپ چىقالايمىز.

ئۇزۇنلۇقى تەخمىنەن 1 m كېلىدىغان بىر تال يىپ تەييارلاپ، يىپنى شارچىنىڭ تۆشۈكىدىن ئۆتكۈزۈپ، ئاندىن يىپقا شارچە تۆشۈكىدىن چوڭراق بىر تۈگۈن تۈگۈپ قويىمىز. يىپنىڭ ئۈستۈنكى ئۇچىنى تۆمۈر قىسقۇچ ئارقىلىق تۆمۈر جازىغا مۇقىملاشتۇرۇپ، تۆمۈر جازىنى تەجرىبە ئۈستىلىنىڭ قىرغىقىغا قويۇپ، تۆمۈر قىسقۇچنى ئۈستەل يۈزىنىڭ سىرتىغا چىقىپ تۇرىدىغان قىلىپ، مايا-



9 - رەسىم

نىك شارچىسىنى ئەركىن ھالدا تۆۋەنگە ساڭگىلىتىپ قويىمىز (9 - رەسىم). مېتىرلىق گەز ئارقىلىق ئېسىلغان يىپنىڭ ئۇزۇنلۇقى l' نى ئۆلچەيمىز، بۇ مىللىمېتىرغىچە ئېنىقلىقتا ئېلىنىدۇ؛ نونىئۈسلۇق شتانگېن سىركۇل ئارقىلىق مايانىڭ شارچىسىنىڭ دىئامېتىرىنى ئۆلچەپ، ئاندىن ئۇنىڭ را-دىئۇسى r نى ھېسابلاپ چىقىمىز، بۇمۇ مىللىمېتىرغىچە ئېنىقلىقتا ئېلىنىدۇ. $r + l'$ بولسا ئاددىي مايانىكنىڭ مايانىڭ ئۇزۇنلۇقى بولىدۇ.

ئاددىي مايانىكنى تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ناھايىتى كىچىك بىر بۇلۇڭ ھاسىل بولغۇچە تارتىپ (مەسىلەن، بۇلۇڭ $10°$ تىن ئېشىپ كەتمەسلىكى لازىم)، ئاندىن ئۇنى قويۇۋېتىپ مايانىڭ شارچىسىنى ھەرىكەتلەندۈرۈپ، سېكۇندومېر بىلەن ئاددىي مايانىكنىڭ 30 ~ 50 قېتىم تولۇق تەۋرىنىش قىلغاندا كەتكەن ۋاقىتنى ئۆلچەپ چىقىمىز. بىر قېتىم تەۋرىنىشى ئۇچۇن كەتكەن ئوتتۇرىچە ۋاقىتنى ھېسابلاپ چىقساق، بۇ ۋاقىت دەل ئاددىي مايانىكنىڭ تەۋرىنىش دەۋرى بولىدۇ.

ئاددىي مايانىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىغا ئاساسەن ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى ھېسابلاپ چىقىمىز. مايا-نىك ئۇزۇنلۇقىنى ئۆزگەرتىپ، تەجرىبىنى بىرنەچچە قېتىم قايتىلاپ ئىشلەپ، ھەر قېتىملىق تەجرىبىدىكى ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنى ھېسابلاپ چىقىمىز. ئاخىردا بىرنەچچە قېتىمدا ئېرىشكەن ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشىنىڭ ئوتتۇرىچە قىممىتىنى تېپىپ چىقساق، ئۆزىمىز تۇرۇشلۇق رايونىنىڭ ئېغىرلىق كۈچ تېز-لىنىشى بولىدۇ.

بىر جەدۋەل تۈزۈپ، ئۆلچەۋالغان سانلىق مەلۇماتلار ۋە ھېسابلاش نەتىجىسىنى جەدۋەلگە تولدۇرىمىز.

تەجرىبىدە ئېرىشكەن سانلىق مەلۇماتلاردىن پايدىلىنىپ يەنە دەۋر بىلەن مايانىڭ ئۇزۇنلۇقىنىڭ مۇناسىۋىتىنى مۇھاكىمە قىلىشقا بولىدۇ. ئاددىي مايانىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىدىن ئېغىرلىق كۈچ تېزلىنىشى بەلگىلىك بولغاندا، دەۋر بىلەن مايانىڭ ئۇزۇنلۇقىنىڭ كۋادرات يىلتىزىنىڭ ئوڭ تاناسىپ بولىدىغانلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ. مايانىڭ ئۇزۇنلۇقلىرى ئوخشاش بولمىغاندىكى دەۋرنىڭ ماس ھالدىكى مايانىڭ ئۇزۇنلۇ-قىنىڭ كۋادرات يىلتىزىغا بولغان نىسبەت قىممەتلىرىنى ھېسابلاپ چىقىپ، بۇ نىسبەت قىممەتلەرنىڭ ئۆزئارا تەڭ بولىدىغان ياكى بولمايدىغانلىقىنى كۆرىمىز.

ئاددىي مايانىكنىڭ دەۋر فورمۇلىسىدىن بىلىشكە بولىدۇكى، دەۋر ئېغىش بۇلۇڭىنىڭ چوڭ - كىچىكلىكى، مايانىڭ شارچىسىنىڭ ماسسىسىغا مۇناسىۋەتسىز بولىدۇ. تەجرىبە ئارقىلىق بۇ خۇلاسىنى ئىسپاتلايمىز.

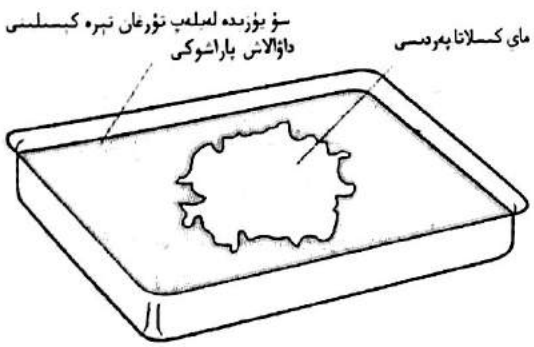
مۇھاكىمە

دەۋرنى ئۆلچىگەندە، مايانىڭ شارچىسى تەڭپۇڭلۇق ئورنىدىن ئۆتكەن چاغدىن باشلاپ ۋاقىت خاتىرىلەشكىمۇ، مايانىڭ شارچىسى ئەڭ چوڭ ئامپلىتۇدىغا يەتكەن چاغدىن باشلاپ ۋاقىت خاتىرىلەشكىمۇ بولىدۇ، سىزچە قايسى ئۇسۇل ياخشى؟ نېمە ئۈچۈن؟

4. ماي پەردىسى ئۈسۈلىدىن پايدىلىنىپ مولېكۇلىنىڭ چوڭ-كىچىكلىكىنى مۆلچەر بىلەن ئۆلچەش

بۇ تەجرىبە ئارقىلىق مولېكۇلىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى مۆلچەر بىلەن ئۆلچەشنىڭ بىر خىل ئۈسۈلىنى ئۆگىنىمىز.

تەجرىبىدە ماي كىسلاتاسى ئارقىلىق سۇ يۈزىدە يەككە مولېكۇلىلىق بىر قەۋەت ماي پەردىسى شەكىللەندۈرۈش ئۈسۈلى قوللىنىلىپ مولېكۇلىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكى مۆلچەر بىلەن ئۆلچىنىدۇ. ماي كىسلاتاسىنىڭ مولېكۇلا فورمۇلىسى $C_{17}H_{33}COOH$ بولۇپ، ئۇنىڭ بىر مولېكۇلىسىنى بىر قىسمى — $C_{17}H_{33}$ ، يەنە بىر قىسمى COOH —دىن ئىبارەت ئىككى قىسىمدىن تەشكىل تاپقان دەپ قاراشقا بولىدۇ. COOH — سۇغا نىسبەتەن كۈچلۈك بىرىكىش كۈچىگە ئىگە بولغاچقا، ئىسپىرتتا سۇيۇقلاندۇرۇلغان بىر تامچە ماي كىسلاتاسى تامچىسىنى سۇ يۈزىگە تېمىتقاندا، ماي كىسلاتاسى سۇ يۈزىدە يېيىلىپ، ئۇنىڭدىكى ئىسپىرت سۇدا ئېرىيدۇ ھەم تېزلا ئۇچۇپ كېتىپ، سۇ يۈزىدە 10 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن شەكىلدىكى بىر قەۋەت ساپ ماي كىسلاتا نېپىز پەردىسى شەكىللىنىدۇ. بۇنىڭدىكى $C_{17}H_{33}$ قىسمى سۇ يۈزىگە چىقىپ تۇرىدۇ، COOH — قىسمى سۇ ئىچىدە قالىدۇ. ماي كىسلاتاسىنىڭ مولېكۇلىلىرى سۇ يۈزىدە تەك تۇرۇپ، بىر يەككە مولېكۇلىلىق قەۋەتلىك ماي پەردىسىنى ھاسىل قىلىدۇ. تەجرىبىدە مۇئەييەن ھەجىمدىكى ماي كىسلاتاسىنىڭ سۇ يۈزىدە شەكىللەندۈرگەن يەككە مولېكۇلىلىق ماي پەردىسىنىڭ يۈزىنى ھېسابلاپ چىقىپ، ماي كىسلاتا مولېكۇلىسىنىڭ چوڭ ـ كىچىكلىكىنى مۆلچەر بىلەن ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ.



10 ـ رەسىم

شىپىرىس ياكى تېمىتقۇچ ئارقىلىق ئوقۇتقۇچى ئالدىن تەڭشەپ قويغان ئىسپىرت ـ ماي كىسلاتاسى ئېرىتمىسىنى مېنىزۇركىغا بىر تامچە ـ بىر تامچىدىن تېمىتىپ، مېنىزۇركا ئىچىدە مۇئەييەن ھەجىم ئاشقان (مەسىلەن، 1mL بولغان) چاغدىكى تامچە سانىنى خاتىرىلەڭ.

تەجرىبە ئۈشۈگەندە ئالدى بىلەن تەرەپ ئۇزۇنلۇقى تەخمىنەن 30cm ~ 40cm بولغان تېپىز تەختىگە 2cm چوڭقۇرلۇقتا سۇ قۇيۇپ، ئاندىن تېرە كېسىلىنى داۋالاش پاراشوكى ياكى گىپىس پاراشوكىنى سۇ يۈزىگە تەكشى سېپىپ، ئاندىن شىپىرىس ياكى تېمىتقۇچ ئارقىلىق ئوقۇتقۇچى ئالدىن تەڭشەپ قويغان ئىسپىرت ـ ماي كىسلاتاسى ئېرىتمىسىنى سۇ يۈزىگە بىر تامچە تېمىتساق، 10 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك شەكىل ھاسىل بولىدۇ، ماي كىسلاتاسى نېپىز پەردىسىنىڭ شەكلى مۇقىملاشقاندىن كېيىن، ئالدىن تەييارلاپ قويۇلغان ئەينەك تاختا (ياكى ئورگانىك ئەينەك تاختا) نى تېپىز تەختىگە ئۈستىگە قويۇپ، ئۇنىڭدىن كېيىن ماي كىسلاتاسى پەردىسىنىڭ شەكلىنى رەڭلىك قەلەم بىلەن ئەينەك تاختىغا سىزىۋالساق بولىدۇ.

ماي كىسلاتاسى نېپىز پەردىسىنىڭ دائىرىسى سىزىۋېلىنغان ئەينەك تاختىنى كوئوردىنات قەغىزى ئۈستىگە قويۇپ، ماي كىسلاتاسى نېپىز پەردىسىنىڭ يۈزى S نى ھېسابلاپ چىقىش كېرەك. يۈزنى تېپىشتا، كوئوردىنات قەغىزىدە تەرەپ ئۇزۇنلۇقى 1cm بولغان كۈادرات شەكىلنى بىرلىك قىلىپ ئېلىپ، دائىرە ئىچىدىكى كۈادرات

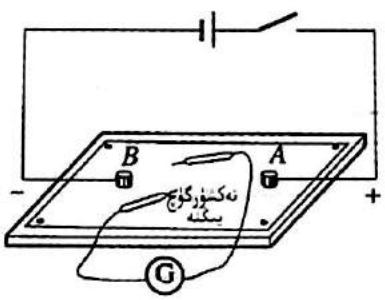
شەكىلىنىڭ دانە سانىنى ھېسابلايمىز، بۇنىڭدا يېرىمىغا توشمىغانلىرىنى تاشلىۋېتىپ، يېرىمىدىن كۆپرەك بولغانلىرىنى بىر دانە دەپ ھېسابلىساق بولىدۇ.

ئوقۇتقۇچى ئالدىن تەڭشەپ قويغان ئىسپېرت ـ ماي كىسلاتاسى ئېرىتمىسىنىڭ قويۇقلۇق دەرىجىسىگە ئاساسەن، ھەر بىر تامچە ئېرىتمىدىكى ساپ ماي كىسلاتاسىنىڭ ھەجمى V نى ھېسابلاپ چىقساق بولىدۇ. بىر تامچە ماي كىسلاتاسىنىڭ ھەجمى V بىلەن نېپىز پەردىنىڭ يۈزى S كە ئاساسەن ماي كىسلاتاسى نېپىز پەردىسىنىڭ قېلىنلىقى $L = \frac{V}{S}$ نى ھېسابلاپ چىقىشقا بولىدۇ. بۇ، ماي كىسلاتاسى مولېكۇلىسىنىڭ چوڭلۇقىدىن ئىبارەت بولىدۇ.

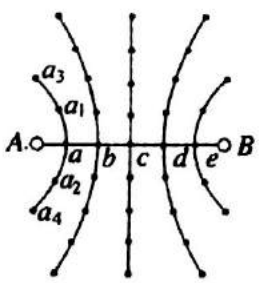
5. تەسۋىرلەش ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر مەيدانى تەكشىلىكىدىكى تەك پوتېنسىئاللىق سىزىقنى سىزىش

بۇ تەجرىبە ئارقىلىق ئېلېكتر مەيدانىدىكى تەك پوتېنسىئاللىق سىزىقنى سىزىش ئۇسۇلىنى ئۆگىنىمىز.

11 ـ رەسىم Aدا كۆرسىتىلگەندەك، تەكشى قويۇلغان سۇلياۋ تاختىدا ئىككى دانە مۇقىملاشتۇرغۇچى بولت بار. ئاق قەغەز، قارا قەغەز (كۆپەيتىپ بېسىش قەغىزى) ۋە توك ئۆتكۈزىدىغان قەغەزنى تەرتىپ بويىچە بولتتىن ئۆتكۈزىمىز ھەم سۇلياۋ تاختىغا يۆلەپ قويىمىز، سىلىندىر شەكىللىك مىس ئېلېكتر قۇتۇپى A ، B لارنى ئايرىم ـ ئايرىم بولتقا قاپلاپ قويىمىز ھەم گايگا بىلەن چېكىتىپ قويىمىز، توك ئۆتكۈزىدىغان قەغەزدىكى توك ئۆتكۈزگۈچى ماددىسى بار بىر تەرىپىنى يۇقىرىغا قارىتا قىلىمىز ھەمدە سىلىندىر شەكىللىك ئېلېكتر قۇتۇپى بىلەن توك ئۆتكۈزىدىغان قەغەزنى ياخشى تېگىشتۇرىمىز. ئېلېكتر قۇتۇپى A توك مەنبەسىنىڭ مۇسبەت قۇتۇپىغا ئۇلىنىپ مۇسبەت قۇتۇپ قىلىنىدۇ؛ ئېلېكتر قۇتۇپى B توك مەنبەسىنىڭ مەنپىي قۇتۇپىغا ئۇلىنىپ، مەنپىي قۇتۇپ قىلىنىدۇ ① . ئىككى ئېلېكتر قۇتۇپىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى تەخمىنەن 10cm، ئېلېكتر بېسىمى تەخمىنەن 6V .



A



B

11 ـ رەسىم

بىر سەزگۈر گالۋانومېتىرنىڭ ئىككى سىم ئۇلاش كلېممىسىدىن ئىككى تەكشۈرگۈچ يېكىنىنى چىقىرىپ، بۇ ئىككى تەكشۈرگۈچ يېكىنىنى ئايرىم ـ ئايرىم توك ئۆتكۈزىدىغان قەغەزدىكى ئىككى نۇقتىغا تېگىشتۈرىمىز. ئەگەر سەزگۈر گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشسا، بۇ، بۇ ئىككى نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ تەڭ ئەمەسلىكىنى كۆرسىتىدۇ؛ ئەگەر ئىسترېلكىسى ئېغىشمىسا، بۇ، بۇ ئىككى نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ تەڭ ئىكەنلىكىنى كۆرسىتىدۇ.

ئىككى ئېلېكتر قۇتۇپىنى تۇتاشتۇرغۇچى سىزىق ئۇستىدىن ئۆزئارا ئارىلىقى ئاساسەن تەڭ بولغان a ، b ، c ، d ، e دىن ئىبارەت بەش نۇقتىنى ئۆلچەملىك نۇقتا قىلىپ تاللىۋالىمىز ھەم تەكشۈرگۈچ يېكىنە ئارقىلىق ئۇلارنىڭ ئورنىنى ئاق قەغەزگە بېسىپ چىقىرىمىز (11 ـ رەسىم B). سول قولىمىزدا تۇتۇپ تۇرغان تەكشۈرگۈچ

---

① ئېلېكتروستاتىك مەيدانىدىكى تەك پوتېنسىئاللىق سىزىقنى بىۋاستە ئېپادىلەش تەس. ئېلېكتروستاتىك مەيدان بىلەن مۇقىم توكنىڭ ئېلېكتر مەيدانى ئوخشاش كېتىدىغانلىقى ئۈچۈن، تەجرىبىدە مۇقىم توكنىڭ ئېلېكتر مەيدانى ئارقىلىق ئېلېكتروستاتىك مەيدان تەقلىد قىلىنغان.

يېڭىنى a نۇقتىغا بېسىپ، ئىككى ئېلېكتر قۇتۇپىنىڭ تۇتاشتۇرغۇچى سىزىقىنىڭ مەلۇم بىر يېقىدىكى مۇشۇ ئۆلچەملىك نۇقتىدىن تەخمىنەن 1cm يىراقلىقتا ياتقان يەنە بىر نۇقتىنى تاللىۋېلىپ، بۇ نۇقتىدا ئوك قولىمىزغا ئالغان تەكشۈرگۈچ يېڭىنى توك ئۆتكۈزگۈچ قەغەزگە تەگكۈزىمىز. بۇ چاغدا، ئومۇمەن سەزگۈر گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشىدۇ. لېكىن تەكشۈرگۈچ يېڭىنىڭ ئورنىنى يۇقىرى - تۆۋەن، ئوڭ - سولغا يۆتكەش ئارقىلىق گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسى ئېغىشمايدىغان شۇنداق بىر نۇقتا a_1 نى تېپىشقا بولىدۇ، بۇ، a_1 نۇقتىدىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالى بىلەن ئۆلچەملىك نۇقتا a دىكى ئېلېكتر پوتېنسىئالىنىڭ ئۆزئارا تەڭ بولىدىغانلىقىنى چۈشەندۈرىدۇ، تەكشۈرگۈچ يېڭىنە ئارقىلىق بۇ نۇقتىنىڭ ئورنىنى ئاق قەغەزگە بېسىپ چىقىرىمىز. يۇقىرىقى ئۇسۇل بويىچە، بۇ ئۆلچەملىك نۇقتىنىڭ ئىككى يېنىدىن جەمئىي 4~8 دانە تەڭ پوتېنسىئاللىق نۇقتىنى تەكشۈرۈپ چىقىمىز، ھەربىر تەڭ پوتېنسىئاللىق نۇقتىنىڭ ئۆزئارا ئارىلىقى تەخمىنەن 1cm بولىدۇ.

ئوخشاش ئۇسۇل بويىچە، يەنە b ، c ، d ، e دىن ئىبارەت تۆت دانە ئۆلچەملىك نۇقتىنىڭ تەڭ پوتېنسىئاللىق نۇقتىلىرىنىمۇ تەكشۈرۈپ چىقىمىز. ئەڭ ئاخىرىدا، ئاق قەغەزنى چىقىرىۋېلىپ، بۇ بەش ئۆلچەملىك نۇقتىنىڭ تەڭ پوتېنسىئاللىق نۇقتىلىرىغا ئاساسەن، بەش تال سىلىق ئەگرى سىزىقنى سىزىپ چىقىمىز. بۇلار بەش تال تەڭ پوتېنسىئاللىق سىزىقتىن ئىبارەت بولىدۇ.

سىز مۇشۇ تەڭ پوتېنسىئاللىق سىزىقلارغا ئاساسەن، ئاق قەغەزگە ئىككى دانە ئوخشىمىغان خىلدىكى زەرەتنىڭ ئېلېكتر مەيدان سىزىقلىرىنى سىزىپ چىقالامسىز؟ سىزىپ بېقىڭ.

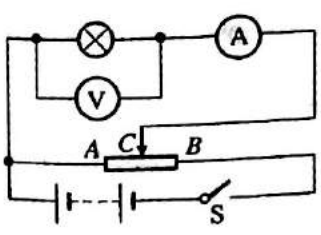
بۇ تەجرىبىنى سىرتقى يۇزىگە بىر قەۋەت مېتال نېپىز پەردە يالىتىلغان ھەم كوئوردىنات كاتەكچىلىرى سىزىلغان ئەينەك تاختا ئۈستىدە ئىشلەشكىمۇ بولىدۇ، ئۇسۇلى ئاساسەن ئوخشاش. تەجرىبە ئىشلىگەندە، تەڭ پوتېنسىئاللىق نۇقتىلارنى سۇ بويىق قەلەم بىلەن ئەينەك تاختىغا سىزىپ، ئەڭ ئاخىرىدا بىر ۋاراق ئاق قەغەزنى ئەينەك تاختىغا يېپىپ، سىياھ ئىزلىرىنى قەغەزگە بېسىپ چىقارساق بولىدۇ ياكى ھەرقايسى نۇقتىلارنى سۇزۇك ئاق قەغەزگە تەسۋىرلەپ (سىزىپ) چىقساق بولىدۇ.

مۇلاھىزە

مۇشۇ تەجرىبىنىڭ پرىنسىپى بويىچە، بىر تەجرىبە لايىھىلەپ، زەرەتلىك پارالىل تاختىلار ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانى ياكى زەرەتلىك ئوقداش سىلىندىر سىرتى ئارىسىدىكى ئېلېكتر مەيدانىنىڭ تەڭ پوتېنسىئاللىق سىزىقىنى تەسۋىرلەپ چىقىڭ.

6. كىچىك لامپۇچكىنىڭ ۋولت - ئامپېر خۇسۇسىيىتىنى ئەگرى سىزىقىنى سىزىش

بىزگە مەلۇم، ساپ قارشىلىقلىق ئېلېكتر زەنجىرىدە، قارشىلىقىنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمى قارشىلىقتىن ئۆتكەن توك بىلەن سىزىقلىق مۇناسىۋەتتىنى ئىپادىلەيدۇ، يەنى $U-I$ ئەگرى سىزىقى كوئوردىنات بېشىدىن ئۆتكەن توز سىزىق بولىدۇ. ئەمما ئەمەلىي ئېلېكتر زەنجىرلىرىدە ھەر خىل ئامىللارنىڭ تەسىرى تۈپەيلىدىن، $U-I$ ئەگرى سىزىقى توز سىزىق بولماسلىقى مۇمكىن. تۆۋەندە تەجرىبە ئارقىلىق كىچىك لامپۇچكىنىڭ ۋولت - ئامپېر خۇسۇسىيىتى ئەگرى سىزىقىنى تەسۋىرلەپ چىقىمىز ھەم ئەگرى سىزىقنىڭ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى تەھلىل قىلىمىز.



12 - رەسىم

تەجرىبە ئېلېكتر زەنجىرى 12 - رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. تەجرىبە

ئەسۋابلىرىدىن « 0.7A ، 4V » ياكى «3.8V ، 0.3A» لىق كىچىك لامپۇچكا، 4V ~ 6V لۇق ئوقۇغۇچىلار توك مەنبەسى ھەم ئۇلارغا ماس سىيرىلما رېئوستات قاتارلىقلار بار. سىيرىلما رېئوستاتنىڭ سىيرىلما پلاستىنكىسى C نى A دىن B غا قارىتا تەدرىجىي يۆتكەش ئارقىلىق، ۋولتمېتىرنىڭ 0 ~ 4V ياكى 0 ~ 3.8V دائىرىسى ئىچىدە 12 گۇرۇپپا ئەتراپىدىكى ئوخشاش بولمىغان ئېلېكتر بېسىم قىممىتى U بىلەن توك قىممىتى I نى ئوقۇپ چىقىمىز ھەم خاتىرىلىۋالىمىز. كوئوردىنات قەغىزىگە U نى ئابسىسسا ئوقى، I نى ئوردىنات ئوقى قىلىپ، $U-I$ ئەگرى سىزىقىنى سىزىپ چىقىپ، ئەگرى سىزىقنىڭ ئۆزگىرىش قانۇنىيىتىنى تەھلىل قىلىمىز. ئويلاپ كۆرۈڭ، كىچىك لامپۇچكىنىڭ قارشىلىقى تۇراقلىق بولامدۇ ـ يوق؟ ئەگرى سىزىقنىڭ تۈز سىزىق بولماسلىقىنىڭ سەۋەبىنى كۆرسىتىپ بېرىڭ.

مۇلاھىزە

بۇ تەجرىبىدە نېمە ئۈچۈن ئامپېرمېتىرنى سىرتقا ئۇلاش ئۇسۇلى قوللىنىلىدۇ؟

7. مېتاللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقىنى ئۆلچەش

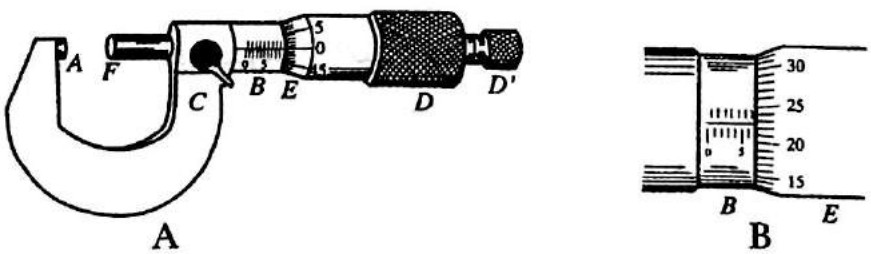
قارشىلىق قانۇنىدىن مەلۇمكى، مېتاللارنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى مۇنداق بولىدۇ:

$$\rho = R\frac{S}{l}$$

شۇڭا مېتال ئۆتكۈزگۈچنىڭ ئۇزۇنلۇقى l ، توغرا كەسمە يۈزى S ۋە ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى R لارنى ئۆلچەپ چىقساقلا، مۇشۇ ئۆتكۈزگۈچ ياسالغان مېتالنىڭ سېلىشتۇرما قارشىلىقى ρ نى تېپىشقا بولىدۇ.

ئۆتكۈزگۈچنىڭ قارشىلىقى R نى (ۋولت ـ ئامپېر ئۇسۇلى ئارقىلىق ئۆلچەشكە بولىدۇ. ئۇزۇنلۇق l نى مېتىرلىق گەز(مېتىرلىق سىزغۇچ) ئارقىلىق ئۆلچەشكە بولىدۇ؛ توغرا كەسمە يۈز S نى ئۆتكۈزگۈچنىڭ دىئامېتىرى dدىن پايدىلىنىپ ھېسابلاشقا بولىدۇ. ئۆتكۈزگۈچنىڭ دىئامېتىرىنى بىرقەدەر نازۇك بولغان ئۇزۇنلۇقنى ئۆلچەش ئەسۋابى — ۋېنتىلىق مىكرومېتىر ئارقىلىق ئۆلچەشكە توغرا كېلىدۇ.

ۋېنتىلىق مىكرومېتىر شتانگېن سىركۇلدىنمۇ نازۇك بولغان بىرخىل ئۇزۇنلۇق ئۆلچەش ئەسۋابىدىن ئىبارەت. 13 ـ رەسىم A دا دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل ۋېنتىلىق مىكرومېتىرکۆرسىتىلگەن بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق ئۇزۇنلۇقنى ئۆلچىگەندە ئېنىقلىق دەرىجىسى 0.01mm غا يېتىدۇ. ئۇنىڭ ئۆلچەش سەندىلى A بىلەن مۇقىم شكالىسى B گەز جازىسى C غا مۇقىم ئورنىتىلغان. ھەرىكەتچان شكالا E ، بۇرىغۇچ D ، ئىنچىكە (ـ نازۇك) تەڭشەش بۇرىغۇچى D' ، ئىنچىكە ئۆلچەش بولتى F لار ئۆزئارا تۇتاشتۇرۇلۇپ، نازۇك رېزبا ئارقىلىق B غا قاپلانغان. نازۇك رېزبا ئارىلىقى 0.5mm ، يەنى D ھەربىر دەۋر (قېتىم) ئايلانغاندا، F بولسا 0.5mm ئىلگىرىلەيدۇ ياكى 0.5mm چېكىنىدۇ. ھەرىكەتچان شكالا E دىكى شكالىلار تەڭ 50 بۆلەككە بۆلۈنگەن بولۇپ، ھەربىر بۆلىكى 0.01mm غا ۋەكىللىك قىلىدۇ.



13 ـ رەسىم

A بىلەن F تۇتاشقاندا، ھەربىرىتچان شكالا E دىكى نۆللۈك نۇقتا دەل مۇقىم شكالا B دىكى نۆللۈك نۇقتا بىلەن ئۇستىمۇئۇست چۈشۈشى كېرەك. بۇرغۇچ D نى سائەت ئىستىرىلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىشتە بۇراپ ئىنچىكە تەڭشەش بولتىسى F نى بۇراپ چىقىرىپ، ئۆلچىنىدىغان مېتال سىمنى A بىلەن F نىڭ ئارىسىدىكى تار يوچۇققا قويۇپ، يەنە بۇرغۇچ D نى سائەت ئىستىرىلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە بۇراپ، A، F لارنى دەل ئۆلچىنىدىغان مېتال سىمنىڭ دىئامېتىرىنىڭ ئىككى ئۇچىغا تەگكۈزىمىز. ئىشلەتكەندە، F ئۆلچىنىدىغان جىسىمغا يېقىنلاشتۇرۇپ قالغاندا، بۇرغۇچ D نى ئىشلىتىشتىن توختىتىپ، ئىنچىكە تەڭشەش بۇرغۇچى D' نى ئىشلىتىش كېرەك. بۇنداق قىلغاندا، F بىلەن ئۆلچىنىدىغان جىسىم ئارىسىدا ئارتۇق بېسىم كۈچى ھاسىل بولۇشتىن ساقلانغىلى ھەم ئەسۋابنى ئاسرىغىلى، ھەم ئۆلچەش نەتىجىسىنىڭ توغرا بولۇشىغا كاپالەتلىك قىلغىلى بولىدۇ.

ئۆلچىگەندە، ئۆلچىنىدىغان جىسىمنىڭ ئۇزۇنلۇقىنىڭ پۈتۈن مىللىمېتىرلىق سانىنى مۇقىم شكالىدىن، ئونلۇق كەسىرسان قىسمىنى ھەربىرىتچان شكالا E دىن كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. سان ئوقۇشتا، مۇقىم شكالىدىكى يېرىم مىللىمېتىرنى ئىپادىلەيدىغان شكالا سىزىقنىڭ چىققان ـ چىقمىغانلىقىغا دىققەت قىلىش كېرەك. مەسىلەن، 13 ـ رەسىم B داكۆرسىتىلگەن سان 6. 725mm (بىر خانىنى مۆلچەر بىلەن ئوقۇش كېرەك، ئەڭ ئاخىرقى بىر خانا 5 بولسا مۆلچەر بىلەن ئوقۇلغان) بولۇپ، 6. 225mm ئەمەس. كونا شەكىلدىكى ۋېنتىلىق مىكرومېتىرلاردا يېرىم مىللىمېتىرنى ئىپادىلەيدىغان شكالا سىزىقى بولمايدۇ، شۇڭا سان ئوقۇغاندا تېخىمۇ ئېھتىيات قىلىش كېرەك.

يۇقىرىدىكى تونۇشتۇرۇشلارغا ئاساسەن، بۇ تەجرىبىنىڭ قانداق ئېلىپ بېرىلىدىغانلىقىنى ئويلاپ كۆرۈڭ. قانداق تەجرىبە ئەسۋاب ـ ماتېرىياللارنى ئىشلىتىش، قانداق ئۆلچەمدىكى ئەسۋابنى تاللاپ ئىشلىتىش كېرەك؟ تەجرىبىدە ئېرىشكەن سانلىق مەلۇماتلارنى قانداق بىر تەرەپ قىلىش كېرەك؟ شۇنىڭغا دىققەت قىلىش كېرەككى، ئۆتكۈزگۈچكە توك بەرگەندە، توك بەك چوڭ بولۇپ كەتمەسلىكى لازىم. ئويلاپ كۆرۈڭ، بۇ نېمە ئۈچۈن؟

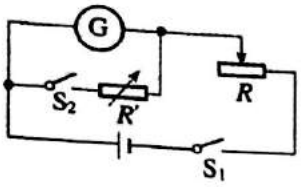
8. گالۋانومېتىرنى ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىش

گالۋانومېتىرنى ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇشتا، ئۇنىڭ تولۇق ئېغىش توكى I_g ، تولۇق ئېغىش ئېلىكتر بېسىمى U_g ۋە ئىچكى قارشىلىقى r_g دىن ئىبارەت ئۇچ سانلىق قىممەتنى بىلىۋېلىشىمىزغا توغرا كېلىدۇ. I_g نى شكالا دىسكىسىدىن بىۋاستە ئوقۇۋالغىلى بولىدۇ، r_g نى تەجرىبە ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچەپ چىققىلى بولىدۇ، U_g نى $U_g = I_g r_g$ دىن پايدىلىنىپ ھېسابلاپ چىققىلى بولىدۇ.

ئەمدى 14 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەن ئېلىكتر زەنجىرىدىن پايدىلىنىپ گالۋانومېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى r_g نى ئۆلچەپ چىقىمىز. رەسىمدىكى R ئۇچۇن پوتېنسىئومېتىرنى ، R' ئۇچۇن قارشىلىق ساندۇقىنى ئىشلىتىشكە بولىدۇ. ۋىكلیۇچاتېل S_1 نى ئۇلاپ، R نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى تەڭشەش ئارقىلىق، گالۋانومېتىرنىڭ ئىستىرىلكىسىنى ئېغىشتۇرۇپ، تولۇق شكالىغا يەتكۈزىمىز (شۇنىڭغا دىققەت قىلىش كېرەككى، گالۋانومېتىرنىڭ كۆيۈپ كېتىشىدىن ساقلىنىش ئۈچۈن، گالۋانومېتىردىن ئۆتىدىغان توكنى ئۇنىڭ تولۇق شكالىلىق ئېغىش توك قىممىتىدىن ئاشۇرۇۋەتمەسلىك كېرەك). ئاندىن كېيىن ۋىكلیۇچاتېل S_2 نى ئۇلاپ، R' نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى تەڭشەش ئارقىلىق، گالۋانومېتىرنىڭ ئىستىرىلكىسىنى ئېغىشتۇرۇپ تولۇق شكالىنىڭ دەل يېرىمىغا كەلتۈرىمىز. R نىڭ قىممىتى R' نىڭكىدىن كۆپ چوڭ بولغاندا، $r_g = R'$ دەپ قاراشقا بولىدۇ.

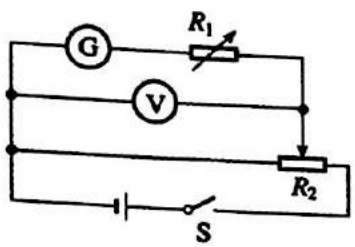
گالۋانومېتىرنىڭ ئىچكى قارشىلىقى r_g نى ئۆلچەپ چىققاندىن كېيىن، گالۋانومېتىرنىڭ تولۇق ئېغىش ئېلىكتر بېسىمى U_g نى ھېسابلاپ چىقىمىز. ئۇنىڭدىن كېيىن ئۇنى ئۆلچەش دائىرىسى 2V بولغان ۋولتمېتىرغا ئۆزگەرتىشتە، قانچىلىك چوڭلۇقتىكى قارشىلىق R_1 نى ئارقىمۇئارقا ئۇلاش كېرەكلىكىنى ھېسابلاپ چىقىمىز.

قارشىلىق ساندۇقىدىن قارشىلىق قىممىتى R_1 بولغان قارشىلىقنى تەييارلىۋالغاندىن كېيىن، گالۋانومېتىر بىلەن قارشىلىق ساندۇقىنى ئارقىمۇئارقا ئۇلىساق، بۇ، ئۆلچەش دائىرىسى2V بولغان بىر ۋولتمېتىرغا ئايلىنىدۇ.



14 ـ رەسىم

ئاندىن ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇلغان ۋولتمېتىرنى ئۆلچەملىك ۋولتمېتىرغا سېلىشتۇرۇپ چىقىمىز. تەجرىبە زەنجىرى 15 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ. Vبولسا ئۆلچەملىك ۋولتمېتىر. رېئوستات R_2 نىڭ سىيرىلما پلاستىنكىسىنىڭ ئورنىنى ئۆزگەرتىش ئارقىلىق V نىڭ كۆرسىتىدىغان سانلىرىنى ئايرىم ـ ئايرىم 0. 5V ، 1V ، 1. 5V ، 2V قا كەلتۈرىمىز ھەمدە بۇلار ئارقىلىق ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇلغان ۋولتمېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانلىرىنىڭ توغرا ياكى توغرا ئەمەسلىكىنى سېلىشتۇرىمىز. سېلىشتۇرغاندا، ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇلغاندىن كېيىنكى گالۋانومېتىرنىڭ شكالا دىسكىسىدىكى ھەربىر كىچىك كاتەكچىنىڭ قانچىلىك چوڭلۇقتىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئىپادىلەيدىغانلىقىنى ئېنىقلىۋېلىشقا دىققەت قىلىش كېرەك. ئەڭ ئاخىردا ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇلغان ۋولتمېتىرنىڭ تولۇق شكالىلىق بولغاندىكى پىرسەنتلىك خاتالىق پەرقىنى ھېسابلاپ چىقىمىز. مەسىلەن، ئۆزگەرتىپ قۇراشتۇرۇلغان ۋولتمېتىرنىڭ تولۇق شكالىسى2Vبولغاندا، ئۆلچەملىك ۋولتمېتىرنىڭ كۆرسەتكەن سانى 2. 1V بولسا، تولۇق شكالىلىق بولغان چاغدىكى پىرسەنتلىك خاتالىق پەرقى $|2.1-2|/2.1=4.8\%$ بولىدۇ.



15 ـ رەسىم

مۇلاھىزە

1. بۇ تەجرىبىدە، ئەگەر قارشىلىق R قارشىلىق R' دىن كۆپ چوڭ بولسا، R' نى ئۇلىغاندىن كېيىن، R' نى تەڭشەش ئارقىلىق گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسىنى ئېغىتىپ دەل تولۇق شكالىنىڭ يېرىمىغا كەلتۈرگەندە، $r_g=R'$ بولىدۇ دەپ قاراشقا بولىدۇ. نېمە ئۈچۈن R نىڭ R' دىن كۆپ چوڭ بولۇشىدىن ئىبارەت بۇ شەرت لازىم بولىدۇ؟

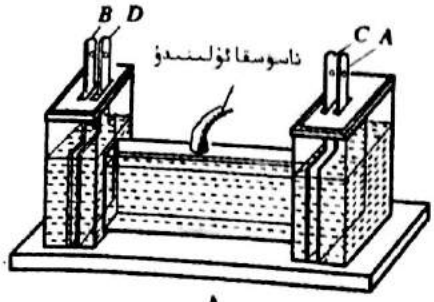
2. R' نى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلىغاندىن كېيىن، ئەگەر پوتېنسىئومېتىر R نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى ئۆزگەرتىپ، گالۋانومېتىرنىڭ ئىسترېلكىسىنى ئېغىشتۇرۇپ دەل تولۇق شكالىنىڭ يېرىمىغا كەلتۈرسەك، بۇ چاغدا يەنىلا $r_g=R'$ بولىدۇ دەپ قارامسىز؟

*9. تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىنى تەتقىق قىلىش

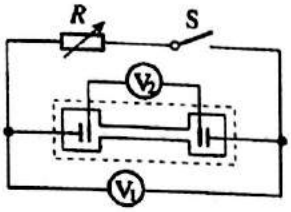
بۇ تەجرىبىدە ئىچكى قارشىلىقنى تەڭشەشكە بولىدىغان باتارېيىدىن پايدىلىنىپ تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرىدىكى ئىچكى ئېلېكتر بېسىمى بىلەن سىرتقى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ يىغىندىسى توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭ بولىدىغانلىقى ئىسپاتلىنىدۇ، يەنى تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى ئىسپاتلىنىدۇ.

ئوقۇغۇچىلار ئىشلىتىدىغان ئىچكى قارشىلىقنى تەڭشەشكە بولىدىغان باتارېيە 16 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، بۇ بىر خىل خىمىيىلىك باتارېيىدىن ئىبارەت. بۇنىڭدىكى A، Bلار باتارېيىنىڭ مۇسبەت، مەنپىي قۇتۇپلىرى، C ، D لار بولسا مۇسبەت، مەنپىي قۇتۇپ تاختىلارغا يېقىن تۇرغان ئىككى تەكشۈرۈش قۇتۇپى بولۇپ، مەقسەت باتارېيىنىڭ ئىچكى قىسمىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆلچەشتىن ئىبارەت. باتارېيىنىڭ ئىچكە

يەل (ھاۋا) بېرىش ئارقىلىق، ئېلېكتىرولىت ئېرىتمىسى سۇيۇقلۇق يۈزىنىڭ يۈقىرى ـ تۆۋەنلىكىنى ئۆزگەرتىپ، بۇ ئارقىلىق باتارېيىنىڭ ئىچكى قارشىلىقىنى ئۆزگەرتىشكە بولىدۇ. ئىچكى قارشىلىقىنى تەڭشەشكە بولىدىغان باتارېيىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى چوڭراق ھەم تۇزۇلۇش جەھەتتە ئىچكى، سىرتقى ئېلېكتر بېسىملىرىنى ئۆلچەشكە قولاي بولغاچقا، تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى ھەققىدىكى تەجرىبىنى ئىشلەشكە مۇۋاپىق كېلىدۇ.



A



B: ئۇزۇك سىزىقلىق رامكا ئىچىدىكىسى ئىچكى قارشىلىقىنى تەڭشەشكە بولىدىغان باتارېيىدىن ئىبارەت

16 ـ رەسىم

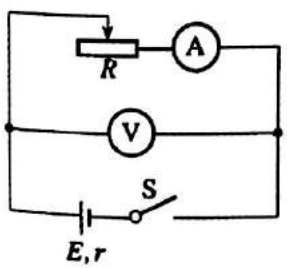
تەجرىبە ئىشلىگەندە 16 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرى بويىچە ئېلېكتر زەنجىرىنى تۇتاشتۇرىمىز. ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇزۇپ، ۋولتمېتىر V_1، V_2 لەرنىڭ كۆرسەتكەن سانلىق قىممەتلىرىنى خاتىرىلەيمىز؛ ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇلاپ، قارشىلىق ساندۇقى R نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى تەڭشەپ، ئوخشاش بولمىغان قارشىلىقلاردىكى V_1، V_2 لەرنىڭ كۆرسەتكەن سانلىق قىممەتلىرىنى ئايرىم ـ ئايرىم خاتىرىلۇالىممىز. ئاندىن كېيىن، $U_{سىرتقى} + U_{ئىچكى}$ نىڭ توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى E غا تەڭ ياكى تەڭ ئەمەسلىكىنى ئىسپاتلايمىز. ئەگەر $E = U_{سىرتقى} + U_{ئىچكى} = IR + Ir$ كۈچكە ئىگە بولسا، تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى $I = \frac{E}{R + r}$ كۈچكە ئىگە بولىدۇ.

مۇلاھىزە

بۇ تەجرىبىدىكى سانلىق مەلۇماتلاردىن پايدىلىنىپ باتارېيىنىڭ ئىچكى قارشىلىقىنى قانداق ئۆلچەشكە بولىدۇ؟

10. توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى ھەم ئىچكى قارشىلىقىنى ئۆلچەش

بۇ تەجرىبىدە سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك بىلەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ بىرقانچە گۇرۇپپا قىممىتىنى ئۆلچەيمىز. ئاندىن يەنە تۆيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنىدىن پايدىلىنىپ باتارېيىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچى بىلەن ئىچكى قارشىلىقىنى ئۆلچەيمىز.



17 ـ رەسىم

تەجرىبە ئېلېكتر زەنجىرى 17 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولىدۇ.

بىزگە مەلۇم، پەقەت R نىڭ قارشىلىق قىممىتىنى ئۆزگەرتىپ، ئىككى گۇرۇپپا I، Uلارنىڭ سانلىق قىممىتىنى ئۆلچەپ چىقىپ، ئۇلارنى تەڭلىمىلەر سىستېمىسى

$$E = U_1 + I_1 r$$

$$E = U_2 + I_2 r$$

دىكى ئورنىغا قويساقلا، ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E بىلەن ئىچكى قارشىلىق r نى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ. مۇنداق قىلغاندا، گەرچە ئاددىي بولسىمۇ، ئەمما خاتالىق پەرقى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ.

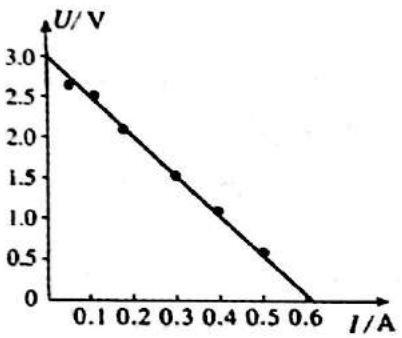
خاتالىق پەرقىنى كىچىكلىتىش ئۈچۈن، I ، U لارنىڭ بىرقانچە گۇرۇپپا سانلىق قىممەتلىرىنى كۆپ قېتىملاپ ئۆلچەپ، بىرقانچە گۇرۇپپا E ، r لارنىڭ قىممەتلىرىنى تېپىپ چىقىپ، ئەڭ ئاخىرىدا ئۇلارنىڭ ئوتتۇرىچە

پايدىلىنىپ سانلىق مەلۇماتلارنى بىر تەرەپ قىلىپ، E ، r لارنىڭ قىممەتلىرىنى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ. تۆۋەندە گرافىك سىزىش ئۇسۇلىدىن پايدىلىنىپ بۇ تەجرىبىدىكى سانلىق مەلۇماتلارنى قانداق بىر تەرەپ قىلىش ئۇسۇلىنى تونۇشتۇرۇپ ئۆتىمىز.

كۆئوردىنات قەغىزىدە I نى ئابسىسسا ئوقى، U نى ئوردىنات ئوقى قىلىپ، ئۆلچەپ چىققان بىرنەچچە گۇرۇپپا U، I لارنىڭ قىممەتلىرىدىن پايدىلىنىپ $U-I$ گرافىكىنى سىزىپ چىقىمىز. تۈيۈق ئېلېكتر زەنجىرى ئۈچۈن ئوم قانۇنى بويىچە $U=E-Ir$ ، شۇڭا U بولسا I نىڭ بىرىنچى دەرىجىلىك فۇنكسىيىسى بولىدۇ، بۇ گرافىك بىر تۈز سىزىقتىن ئىبارەت بولۇشى كېرەك. تەجرىبىدىكى خاتالىق پەرقى تۈپەيلىدىن، ئەمەلىي ئۆلچەنگەن سانلىق مەلۇماتلارغا ئاساسەن سىزىلغان نۇقتىلار قاتتىق تەلەپ بويىچە بىر تۈز سىزىقتا ياتمايدۇ. 18 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، تۈز گەز (سىزغۇچ) ئارقىلىق بىر تال تۈز سىزىق سىزىپ، بۇ تۈز سىزىقنىڭ ئىككى يېقىندىكى نۇقتىلارنىڭ سانىنى ئاساسەن تەڭ قىلساق، بۇ تۈز سىزىق خاتالىق پەرقى يوق ياكى خاتالىق پەرقى كىچىك بولغاندىكى ئېلېكتر بېسىمى بىلەن توكنىڭ مۇناسىۋىتىگە ۋەكىللىك قىلالايدۇ. بۇ تۈز سىزىقنىڭ ئوردىنات ئوقى بىلەن كېسىشكەن نۇقتىسى $I=0$ نى ئىپادىلەيدۇ، بۇ، ئۈزۈك زەنجىر بولغان ئەھۋالغا تەۋە، بۇ چاغدىكى ئېلېكتر بېسىمى U توك مەنبەسىنىڭ ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچىگە تەڭ بولىدۇ. بۇ تۈز سىزىقنىڭ ئابسىسسا ئوقى بىلەن كېسىشكەن نۇقتىسى ئېلېكتر بېسىمىنىڭ $U=0$ بولىدىغانلىقىنى ئىپادىلەيدۇ، بۇ، قىسقا تۇتىشىش ئەھۋالىغا تەۋە، قىسقا تۇتىشىش توكى $I_{قىسقا}$ بىلەن ئىچكى قارشىلىق r ۋە ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ E لارنىڭ مۇناسىۋىتى

$$r=\frac{E}{I_{قىسقا}}$$

غا ئاساسەن توك مەنبەسىنىڭ ئىچكى قارشىلىقى r نى تاپالايمىز.



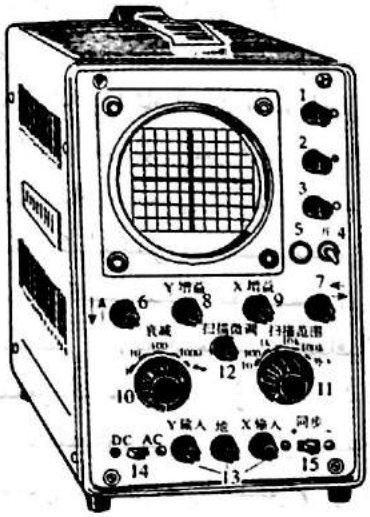
18 ـ رەسىم

مۇلاھىزە

1. 18 ـ رەسىمدىكى $U-I$ گرافىكىنىڭ يانتۇلۇق دەرىجىسىنىڭ فىزىكىلىق مەنىسى نېمىدىن ئىبارەت؟

2. گرافىك سىزغاندا ئابسىسسا، ئوردىناتلارنىڭ نىسبىتىنى ۋە كۆئوردىناتنىڭ باشلىنىش نۇقتىسىنى مۇۋاپىق تاللاپ ئېلىپ، تەجرىبە سانلىق مەلۇماتلىرىنى ئاساسەن پۈتۈن قەغەزگە تارقىلىدىغان قىلىپ، ئۇلارنى بىر تەرەپكە ياكى بىر بۇلۇڭغا يىغىلىپ قالىدىغان قىلماسلىق لازىم. ئەگەر بۇ تەجرىبىدە ئوردىنات U نىڭ باشلىنىش نۇقتىسى نۆل بولماستىن، بەلكى ئۆلچەنگەن سانلىق مەلۇماتتىكى ئەڭ كىچىك ئېلېكتر بېسىمىدىن ئازراق كىچىك بولغان مەلۇم بىر ئېلېكتر بېسىم قىممىتى U_0 دىن ئىبارەت بولسا، ئابسىسسا I ئۈچۈن يەنىلا نۆل باشلىنىش نۇقتىسى قىلىنسا، گرافىك بىلەن ئوردىنات ئوقىنىڭ كېسىشىش نۇقتىسى، ئابسىسسا ئوقى بىلەن كېسىشىش نۇقتىسى ۋە يانتۇلۇق دەرىجىسىنىڭ فىزىكىلىق مەنىسىنىڭ ئايرىم ـ ئايرىم قانداق بولىدىغانلىقىنى تەھلىل قىلىپ كۆرۈڭ.

11. دولقۇن كۆرسەتكۈچنى ئىشلىتىشنى مەشىق قىلىش



19 ـ رەسىم

دولقۇن كۆرسەتكۈچ دائىم ئىشلىتىلىدىغان بىر خىل ئېلېكترونلۇق ئەسۋاب بولۇپ، ئۇنىڭ ئېچكى قىسمىدا دولقۇن كۆرسەتكۈچ لامپىدىن ئىبارەت بۇ يادرو قىسمىدىن باشقا، يەنە بىر قەدەر مۇرەككەپ ئېلېكترونلۇق زەنجىر بار، بىز بۇلارنى كونكرېت مۇھاكىمە قىلمايمىز. دولقۇن كۆرسەتكۈچ ئارقىلىق ئېلېكتر سىگناللىرىنىڭ ۋاقىتقا ئەگىشىپ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى بىۋاستە كۆزىتىشكە بولىدۇ. تەۋرىنىش، تېمپېراتۇرا، يورۇقلۇق قاتارلىقلارنىڭ ئۆزگىرىشىنى ھەر خىل سېنزورلار ئارقىلىق ئېلېكتر بېسىمىنىڭ ئۆزگىرىشىگە ئايلاندۇرۇپ، ئاندىن دولقۇن كۆرسەتكۈچتىن پايدىلىنىپ تەتقىق قىلىشقا بولىدۇ. دولقۇن كۆرسەتكۈچ ھەر خىل ئېلېكترونلۇق ئەسۋابلارنى تەكشۈرۈش ۋە رېمونت قىلىش، شۇنداقلا ئىلمىي تەتقىقاتلاردا كەم بولسا بولمايدىغان سايمانغا ئايلىنىپ قالدى.

دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ پرىنسىپىنى بىلگەندىن كېيىن، دولقۇن كۆرسەتكۈچنى سىرلىق ھېس قىلمايسىز ھەم ئۇنىڭدىن پايدىلىنىپ ھەر خىل تەجرىبىلەرنى ئېلىپ بارالايسىز.

دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ يۈز تاختىسى بىلەن تونۇشۇش

19 ـ رەسىمدە J2459 تىپلىق دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ يۈز تاختىسى كۆرسىتىلگەن بولۇپ، ئۇنىڭدىكى ھەرقايسى بۆرىگۈچ ۋە ئېكلىيۇچاتېللارنىڭ نامى ھەم رولى تۆۋەندىكىچە:

1: يورۇقلۇق دەرىجىسىنى تەڭشەش بۆرىگۈچ ☼ — بۇ ئارقىلىق تەسۋىرنىڭ يورۇقلۇق دەرىجىسى تەڭشىلىدۇ.

2: فوكۇسنى تەڭشەش بۆرىگۈچ ⊙ .

3: فوكۇسنى يارىمچى تەڭشەش بۆرىگۈچ ○ —فوكۇسنى تەڭشەش بۆرىگۈچ بىلەن فوكۇسنى قوشۇمچە تەڭشەش بۆرىگۈچنى ماسلاشتۇرۇپ ئىشلەتكەندە، ئېلېكترونلار دەستىسىنى يىغىپ بىر ئىنچىكە دەستىگە كەلتۈرۈپ، ئېكراندا كىچىك يورۇق داغ (ئىز) نى بارلىققا كەلتۈرۈپ، گرافىك سىزىقلىرىنى ئېنىق كۆرسەتكىلى بولىدۇ.

4: مەنبە ئېكلىيۇچاتېلى.

5: كۆرسەتكۈچ چىراغ — توك مەنبەسى ئۇلانغاندا، كۆرسەتكۈچ چىراغ يانىدۇ.

6: ۋېرتىكال يۆتكەش بۆرىگۈچى ↑ ↓ ؛ 7: گورىزونتال يۆتكەش بۆرىگۈچى ⇆ . بۇلار ئارقىلىق ئايرىم ـ ئايرىم تەسۋىرنىڭ ۋېرتىكال (تىك) ۋە گورىزونتال يۆنىلىشلەردىكى ئورنى تەڭشىلىدۇ.

8: Y ئېشىش بۆرىگۈچ ؛ 9: X ئېشىش بۆرىگۈچ — ئۇلار ئارقىلىق ئايرىم ـ ئايرىم تەسۋىرنىڭ ۋېرتىكال ۋە گورىزونتال يۆنىلىشلەردىكى ئامپلىتۇدىسى (كەڭلىكى) تەڭشىلىدۇ.

10: ئاجىزلىتىشنى تەڭشەش بۆرىگۈچ — ئۇنىڭ 1 ، 10 ، 100 ، 1000 دىن ئىبارەت تۆت پەللىسى (خوتى) بار. « 1 » پەللىسى ئاجىزلاتمايدۇ، قالغان ھەرقايسى پەللىلىرى ئايرىم ـ ئايرىم ۋېرتىكال ئايلىنىش ئېلېكتر قۇتۇپىغا بېرىلگەن سىگنال ئېلېكتر بېسىمىنى يۇقىرىدا ئېيتىلغان ھەسسىلىك سانلار بويىچە ئاجىزلىتىپ، تەسۋىرنىڭ ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى ئامپلىتۇدىسىنى تەرتىپ بويىچە ئاجىزلىتىپ ئالدىنقى بىر پەللىدىكىنىڭ ئوندىن بىرى قىلىدۇ. ئەڭ ئوڭ تەرەپتىكى سىنۇس بەلگىسى «∽» بەلگىسى قويۇلغان پەللە ئاجىزلاتمايدۇ، بەلكى دولقۇن كۆرسەتكۈچنىڭ ئىچكى قىسمى ئۆزلۈكىدىن ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدىغان

ئۆزگىرىشچان ئېلېكتر بېسىمنى تەمىنلەپ بېرىدۇ.

11: تەسۋىر يېيىش دائىرىسى بۇرغۇچى. بۇ ئارقىلىق تەسۋىر يايغۇچى ئېلېكتر بېسىمنىڭ چاستوتا دائىرىسىنى ئۆزگەرتىشكە بولىدۇ. ئۇنىڭ تۆت پەللىسى بار، سول تەرەپتىكى بىرىنچى پەللە 10Hz ~ 100Hz بولۇپ، ئۇنى ئوڭغا قارىتا ھەربىر پەللە يۇقىرىلىتىپ بۇرىغاندا، تەسۋىر يېيىش چاستوتىسى ئون ھەسسە ئاشىدۇ. ئەڭ ئوڭ تەرەپتىكى پەللە « X سىرت » بولۇپ، بۇ پەللە ئىشلىتىلگەندە، ئەسۋابنىڭ ئىچكى قىسمىدا تەسۋىر يېيىش ئېلېكتر بېسىمى بولماي، گورىزونتال يۆنىلىشتىكى ئېلېكتر بېسىمى سىرتتىن كىرگۈزۈلىدۇ.

12: تەسۋىر يېيىشنى ئىنچىكە تەڭشەش بۇرىغۇچى. ئۇ ئارقىلىق تەسۋىر يېيىش ئېلېكتر بېسىمنىڭ چاستوتىسىنى تاللىۋالغان دائىرە ئىچىدە ئۆزلۇكسىز ئۆزگەرتىشكە بولىدۇ.

13: « Y كىرىش » ، « X كىرىش » ، « يەر» . بۇلار ئايرىم ـ ئايرىم ماس يۆنىلىشتىكى سىگنالنىڭ كىرىش ئېلېكتر بېسىمنىڭ سىم ئۇلاش كلېممىسى ۋە ئورتاق يەرگە ئۇلاش كلېممىسىدىن ئىبارەت.

14: ئۆزگىرىشچان، تۇراقلىق توكلارنى تاللاش ۋىكلىيۇچاتېلى. ۋىكلىيۇچاتېل « DC » ئورۇنغا كەلگەندە، قوشۇلغان سىگنالنىڭ ئېلېكتر بېسىمى بىۋاستە كىرگەن بولىدۇ؛ « AC » ئورۇنغا كەلگەندە، قوشۇلغان سىگنالنىڭ ئېلېكتر بېسىمى بىر كوندېنساتور ئارقىلىق كىرگۈزۈلۈپ، ئۆزگىرىشچان توك سىگنالى ئۆتكۈزۈۋېتىلىپ، تۇراقلىق توك تەركىبى ئۆزۈۋېتىلىدۇ (ئايرىۋېتىلىدۇ) .

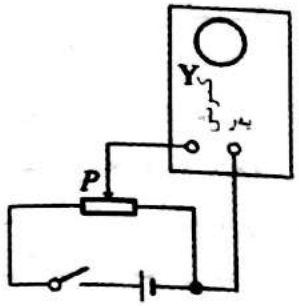
15: ماس قەدەم قۇتۇپلۇقىنى تاللاش ۋىكلىيۇچاتېلى. بۇنىڭ رولى تۆۋەندە سۆزلىنىدۇ.

يالتىراق ئېكراندىكى يورۇق داغنى كۆزىتىش ۋە تەڭشەش ئېلىپ بېرىش

ئالدى بىلەن يورۇقلۇق دەرىجىسىنى تەڭشەش بۇرىغۇچنى سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىش بويىچە ئاخىرغىچە بۇراپ، ۋېرتىكال ۋە گورىزونتال يۆتكەش بۇرىغۇچنى ئوتتۇرىدىكى ئورۇنغا بۇراپ، ئاجىزلىتىش بۇرىغۇچنى ئەڭ يوقىرى پەللىگە، تەسۋىر يېيىش دائىرىسى بۇرىغۇچنى « X سىرت» پەللىگە كەلتۈرىمىز. توك مەنبەسى ۋىكلىيۇچاتېلىنى ئۇلىغاندا، كۆرسەتكۈچ چىراغ يانىدۇ. بىر ـ ئىككى مىنۇت ئالدىن قىزىتقاندىن كېيىن، يورۇقلۇق دەرىجىسىنى تەڭشەش بۇرىغۇچنى سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە بۇرىساق، ئېكراندا بىر يورۇق داغ شەكىللىنىدۇ. يورۇق داغنىڭ يورۇقلۇق دەرىجىسىنى مۇۋاپىق قىلىپ، بەك يورۇق قىلمۇتەسلىك كېرەك، بولۇپمۇ يورۇق داغ ئېكراندا ئۇزاق ۋاقىت تىنچ تۇرغاندا، ئېكرانىنىڭ بۇزۇلۇپ كېتىشىدىن ھەم دولقۇن كۆرسەتكۈچ لامپىنىڭ ئىشلىتىلىش ئۆمرىنىڭ قىسقىراپ كېتىشىدىن ساقلىنىش ئۈچۈن، ئۇنىڭ يورۇقلۇق دەرىجىسىنى ئاجىزلىتىشقا دىققەت قىلىش لازىم. فوكۇسنى تەڭشەش ۋە فوكۇسنى قوشۇمچە تەڭشەش، بۇرىغۇچلىرىنى تەڭشەش ئارقىلىق، يورۇق داغنىڭ ئۆزگىرىشىنى كۆزىتىپ، ئۇنى ئەڭ دۇگىلەك ھەم ئەڭ كىچىك ھالەتكە كەلتۈرىمىز. ۋېرتىكال يۆتكەش بۇرىغۇچنى بۇراش ئارقىلىق، يورۇق داغنىڭ يۇقىرى ـ تۆۋەن يۆتكىلىشىنى كۆزىتىمىز. گورىزونتال يۆتكەش بۇرىغۇچنى بۇراش ئارقىلىق، يورۇق داغنىڭ ئوڭ ـ سولغا يۆتكىلىشىنى كۆزىتىمىز.

تەسۋىر يېيىشنى كۆزىتىش ۋە تەڭشەش ئېلىپ بېرىش

X ئېشىش بۇرىغۇچنى سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە ئۆچتىن بىر ئورۇنغىچە بۇراپ تەسۋىر يېيىشنى ئىنچىكە تەڭشەش بۇرىغۇچنى سائەت ئىسترېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشىگە قارشى يۆنىلىش بويىچە ئاخىرغىچە بۇراپ، تەسۋىر يېيىش دائىرىسى بۇرىغۇچنى ئەڭ تۆۋەن پەللىگە كەلتۈرسەك، تەسۋىرنىڭ يېيىلىش ئەھۋالىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ: يورۇق داغ سولدىن ئوڭغا قارىتا يۆتكىلىپ، ئوڭ ئۆچقا بارغاندىن كېيىن يەنە تېزلا سول ئۆچقا قايتىپ كېلىدۇ. تەسۋىر يېيىشنى ئىنچىكە تەڭشەش بۇرىغۇچنى سائەت ئىستىرېلكىسىنىڭ ئايلىنىش يۆنىلىشى بويىچە بۇراش ئارقىلىق تەسۋىر يېيىش چاستوتىسىنى ئاشۇرساق، يورۇق داغ تېزلىكتە يۆتكىلىپ بىر تال توز سىزىقنى شەكىللەندۈرىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. X ئېشىش بۇرىغۇچنى تەڭشەش ئارقىلىق، يورۇق سىزىقنىڭ ئۇزۇنلۇقىنىڭ ئۆزگىرىشىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ.

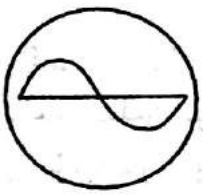


20 ـ رەسىم. رېئوستاتنىڭ سىيرىلما پلاستىنكىسى P نى سولغا سۈرگەندە، سىيرىلما پلاستىنكا بىلەن باتارېيىنىڭ مەنپىي قۇتۇپى ئارىسىدىكى ئېلېكتر بېسىمى چوڭىيىدۇ، يەنى كىرىش ئېلېكتر بېسىمى چوڭىيىدۇ

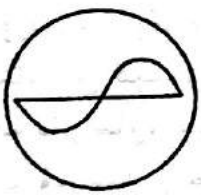
يورۇق داغنىڭ ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى ئېغىشىنى كۆزىتىش ۋە تەڭشەش ئېلىپ بېرىش

ئەمدى ۋېرتىكال يۆنىلىشكە بىر تۇراقلىق توك بېسىمى قوشىمىز. ئالدى بىلەن تەسۋىر يېيىش دائىرىسى بۇرىغۇچىنى « X سىرت » پەللىگە بۇراپ، يورۇق داغنى ئېكراننىڭ مەركىزىدە تۇرىدىغان قىلىمىز ھەمدە « DC ، AC » ئۇكلىۋچاتېللارنى «DC» ئورۇنغا كەلتۈرىمىز. ئاندىن 20 ـ رەسىم بويىچە ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇلايمىز. تۇراقلىق توك مەنبەسى ئۈچۈن بىر ياكى ئىككى تال قۇرغاق باتارېيە ئىشلىتىلسە بولىدۇ. ئاجىزلىتىش پەللىسىنى تەدرىجىي كىچىكلىتىپ، يورۇق داغنىڭ يۇقىرىغا قارىتا يۆتكىلىشىنى كۆزىتىمىز ھەمدە Y ئېغىش بۇرىغۇچىنى تەڭشەش ئارقىلىق يورۇق داغنى مۇۋاپىق بىر بۆلەك ئارىلىق يۆتكەيمىز. رېئوستاتنى تەڭشەش ئارقىلىق كىرگەن ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆزگەرتسەك، يورۇق داغنىڭ يۆتكىلىشىمۇ ئۇنىڭغا ئەگىشىپ ئۆزگىرىدىغانلىقى، ئېلېكتر بېسىمى قانچە چوڭ بولسا، يۆتكىلىشىمۇ شۇنچە چوڭ بولىدىغانلىقىنى كۆرۈۋېلىشقا بولىدۇ. باتارېيىنىڭ مۇسبەت، مەنپىي قۇتۇپلىرىنى ئۆزگەرتىش ئارقىلىق كىرگەن ئېلېكتر بېسىمىنىڭ يۆنىلىشىنى ئۆزگەرتسەك، يورۇق داغنىڭ تۇرۇشىنى قارىتا يۆتكىلىدىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ.

سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمىنىڭ گرافىكىنى كۆزىتىش



A



B

21 ـ رەسىم

تەسۋىر يېيىش دائىرىسى بۇرىغۇچىنى بىرىنچى پەللە (10Hz ~ 100Hz) گە كەلتۈرىمىز. ئاجىزلىتىشنى تەڭشەش بۇرىغۇچىنى « ≂ » پەللىگە كەلتۈرىمىز، يەنى ئەسۋاب ئىچىدىن ۋېرتىكال يۆنىلىشتىكى سىنۇس قانۇنىيىتى بويىچە ئۆزگىرىدىغان ئېلېكتر بېسىمىنى تەمىنلەپ بېرىدىغان قىلىمىز. تەسۋىر يېيىشنى ئىنچىكە تەڭشەش بۇرىغۇچىنى تەڭشەش ئارقىلىق، ئېكراندا مۇكەممەل بولغان سىنۇس ئەگرى سىزىقىنى بارلىققا كەلتۈرىمىز. Y ئېغىش بىلەن X ئېغىشنى تەڭشەپ، ئەگرى سىزىقنىڭ شەكلىنى ۋېرتىكال ياكى گورىزونتال يۆنىلىشتە ئۆزگىرىدىغان قىلىمىز.

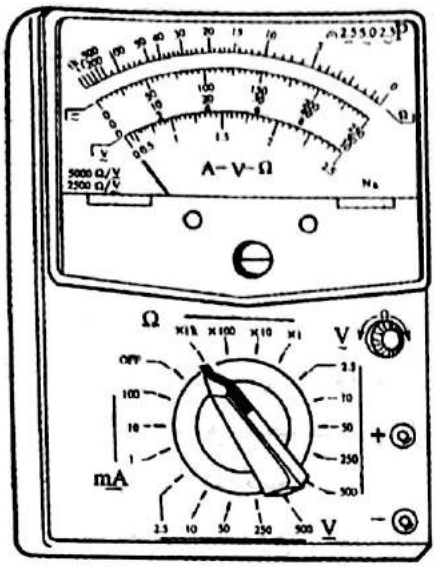
ماس قەدەم قۇتۇپلۇقىنى تاللاش ئۇكلىۋچاتېلىنى « + » ئورۇنغا كەلتۈرسەك، سىنۇس ئەگرى سىزىقى مۇسبەت يېرىم دەۋردىن باشلىنىدۇ (21 ـ رەسىم A)؛ « ـ » ئورۇنغا كەلتۈرسەك، سىنۇس ئەگرى سىزىقى مەنپىي يېرىم دەۋردىن باشلىنىدۇ (21 ـ رەسىم B) .

12. مۇلتىمېتىر ئارقىلىق قارا سانداۋقتىكى ئېلېكتر دېتاللىرىنى تەكشۈرۈش

I مۇلتىمېتىرنىڭ ئىشلىتىلىشى

بىزگە مەلۇم، قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىدىكى ئېلېكتر بېسىمىنى ئۆلچەشتە ۋولتمېتىر ئىشلىتىلىدۇ، ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توكنى ئۆلچەشتە ئامپېرمېتىر ئىشلىتىلىدۇ. ئۇنىڭدىن باشقا يەنە قارشىلىقنى يۈزەكى ئۆلچەشتە ئىشلىتىلىدىغان ئوممېتىرمۇ بار. ئەمەلىيەت جەريانىدا ئىشلىتىشكە قولايلىق بولۇشى ئۈچۈن، بۇ ئۈچ خىل ئەسۋابنى

بىرلەشتۈرۈپ ئىشلىتىشكە توغرا كېلىدۇ. مانا بۇ دائىم ئىشلىتىلىدىغان مۇلتىمېتىر بولۇپ، ئىلگىرى ئۇنىۋېرسالمېتىر دەپ ئاتالاتتى (22 ـ رەسىم) .



22 ـ رەسىم

مۇلتىمېتىرنىڭ ئۈستۈنكى يېرىم قىسمى ئەسۋاب بېشى، تۆۋەنكى يېرىم قىسمى تاللاش ۋىكلىيۇچاتېلىدىن ئىبارەت بولۇپ، ئەتراپىدا ئۆلچەش رولى ئېپادىلەپ قويۇلغان رايونى ۋە ئۆلچەش دائىرىسى بار. مۇلتىمېتىرنىڭ تاللاش ۋىكلىيۇچاتېلى ئايلاندۇرۇلۇپ توك پەللىسىگە كەلتۈرۈلسە، مۇلتىمېتىرنىڭ ئىچىدىكى ئامپېرمېتىر ئېلېكتر زەنجىرى ئۇلىنىدۇ؛ مۇلتىمېتىرنىڭ تاللاش ۋىكلىيۇچاتېلى ئايلاندۇرۇلۇپ قارشىلىق خوتىغا كەلتۈرۈلسە، مۇلتىمېتىرنىڭ ئىچىدىكى ئومېمېتىرنىڭ ئېلېكتر زەنجىرى ئۇلىنىدۇ.

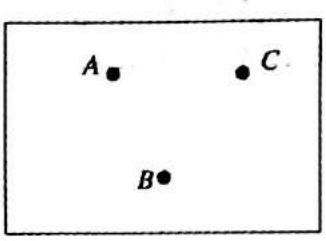
مۇلتىمېتىرنىڭ توك ۋە ئېلېكتر بېسىمى پەللىلىرىنى ئىشلەتكەندە، ئۆلچەشتىن ئىلگىرى ئىستىرېلكىنىڭ سول تەرەپتىكى « 0 » ئورۇندا توغىنان ياكى توختىمىغانلىقىنى تەكشۈرۈپ چىقىش كېرەك. ئەگەر « 0 » ئورۇندا بولمىسا، كىچىك ئەتۈركە ئارقىلىق شكالا تاختىسىنىڭ ئاستىنقى تەرەپ ئوتتۇرا قىسمىدىكى نۆلگە تەڭشەش ۋىنتىنى ئاستا ـ ئاستا ئايلاندۇرۇش ئارقىلىق، ئىستىرېلكىنى نۆلنى كۆرسىتىدىغان قىلىش كېرەك. ئوم پەللىسىنى ئىشلەتكەندە، ئالدى بىلەن قىزىل چوكىسىنى تېگىشتۈرۈپ، ئىستىرېلكىنىڭ ئوڭ تەرەپتىكى « 0 » ئورۇنىنى كۆرسەتكەن ياكى كۆرسەتمىگەنلىكىگە قاراش كېرەك. ئەگەر « 0 » ئورۇنىنى كۆرسەتمىگەن بولسا، بۇرىغۇچنى بۇراپ ئومنىڭ نۆل تۇقتىسىغا تەڭشەپ كەلتۈرۈش كېرەك.

II مۇلتىمېتىردىن پايدىلىنىپ قارا سانداۋقتىكى ئېلېكتر دېتاللىرىنى تەكشۈرۈش

بۇ تەجرىبىدە مۇلتىمېتىر ئارقىلىق قارا سانداۋق ئىچىدە قانداق ئېلېكتر دېتاللىرىنىڭ بارلىقى، ئۇلارنىڭ قانداق ئۇلانغانلىقى تەكشۈرۈلىدۇ ۋە بۇلارغا ھۆكۈم قىلىنىدۇ.

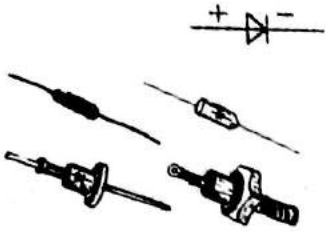
بۇ تەجرىبىدىكى قارا سانداۋقتا ئۇچ دانە ئۇلاش نۇقتىسى بار (23 ـ رەسىم) بولۇپ، ئىككى ئۇلاش نۇقتىسى ئارىسىغا كۆپ بولغاندا، بىرلا دېتالنى ئۇلاشقا بولىدۇ، مۇمكىنچىلىكى بار دېتاللاردىن باتارېيە، قارشىلىق ۋە ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا بولۇشى مۇمكىن. تەجرىبىنىڭ بەك مۇرەككەپ بولۇپ كەتمەسلىكى ئۈچۈن، بۇ تەجرىبىدە ئوقۇتقۇچى تەجرىبىدىن ئىلگىرى قارا سانداۋق ئىچىگە ئۇلاپ قويىدىغان دېتالنىڭ ئىككىدىن ئېشىپ كەتمەسلىكى كېرەك دەپ بېكىتىپ قويۇشى كېرەك. تەجرىبىدىن ئىلگىرى، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ توك ئۆتكۈزۈش ئالاھىدىلىكىنى ئۆگىنىۋېلىشىمىز لازىم.

ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ تولۇق نامى ئىككى قۇتۇپلۇق كرىستال لامپا بولۇپ، ئۇ يېرىم ئۆتكۈزگۈچ ماتېرىيالدىن ياسالغان ئېلېكترونلۇق دېتالدىن ئىبارەت. ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئىككى تال چىقىرىلىش سىمى بار بولۇپ، بىرى مۇسبەت قۇتۇپ، يەنە بىرى مەنپىي قۇتۇپ دەپ ئاتىلىدۇ (24 ـ رەسىم) . ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا بىلەن كىچىك لامپۇچكىنى 25 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەن ئېلېكتر زەنجىرىدەك تۇتاشتۇرۇپ، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىغا ئوك يۆنىلىشلىك ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، كىچىك لامپۇچكىنىڭ نورمال يانغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ؛ ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئىككى قۇتۇپىنى ئالماشتۇرۇپ، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىغا ئەكس يۆنىلىشتىكى ئېلېكتر بېسىمى بېرىلسە، كىچىك لامپۇچكىنىڭ يانمىغانلىقىنى كۆرۈشكە بولىدۇ (25 ـ رەسىم B). بۇ، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ بىر يۆنىلىشلىك توك ئۆتكۈزۈش خۇسۇسىيىتىگە ئىگە ئىكەنلىكىنى چۈشەندۈرۈپ بېرىدۇ. ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىغا ئوك يۆنىلىشتىكى بەلگىلىك ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەندە، ئۇنىڭ قارشىلىق قىممىتى



23 ـ رەسىم

ناھايىتى كىچىك بولۇپ، خۇددى ئۇلانغان ھالەتتىكى ۋىكلىيۇچاتېلغا ئوخشاپ قالىدۇ؛ ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىغا ئەكس يۆنىلىشلىك ئېلېكتر بېسىمى بېرىلگەندە، ئۇنىڭ قارشىلىق قىممىتى ناھايىتى چوڭ بولۇپ، خۇددى ئۇزۇۋېتىلگەن ھالەتتىكى ۋىكلىيۇچاتېلغا ئوخشاپ قالىدۇ. ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ بۇنداق بىر يۆنىلىشلىك توك ئۆتكۈزۈش خۇسۇسىيىتى ئەمەلىيەت جەريانىدا كۆپ قوللىنىلىدۇ.



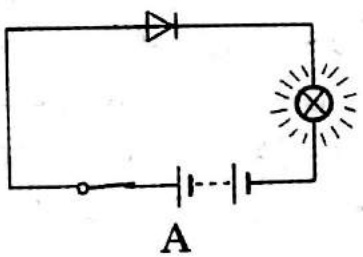
24 ـ رەسىم. ئىككى قۇتۇپلۇق كىرىستال لامپا ۋە ئۇنىڭ بەلگىسى. بەلگىدىكى ئىستىرېلكىنىڭ كۆرسەتكەن يۆنىلىشى توك ئۆتۈشكە يول قويۇلىدىغان يۆنىلىشنى ئىپادىلەيدۇ

تۆۋەندە بىر ئەمەلىي مىسال كەلتۈرۈش ئارقىلىق ئوقۇغۇچىلارغا بۇ تەجرىبىنى ئىشلەش ئۇسۇلىنى ئېنىق چۈشەندۈرۈپ ئۆتىمىز.

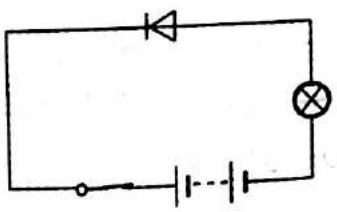
قارا ساندۇق سخېمىسى 26 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك بولۇپ، ئۆلچەش نەتىجىسى تۆۋەندىكىچە :

بىرىنچى باسقۇچ : تۈراقلىق توك بېسىمى پەللىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچىگەندە، A ، B ، C دىن ئىبارەت ئۇچ نۇقتا ئارىسىدا ئېلېكتر بېسىمى بولمىسا، بۇ نېمىنى چۈشەندۈرىدۇ؟

ئىككىنچى باسقۇچ : ئوم پەللىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچىگەندە، A ، C لار ئارىسىغا ئوك، تەتۈر ئۇلىغاندا قارشىلىق قىممەتلىرى ئۆزگەرمىسە، بۇ نېمىنى چۈشەندۈرىدۇ؟



A



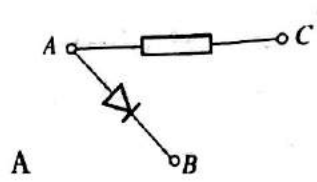
B

25 ـ رەسىم. ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئالاھىدىلىكى ھەققىدىكى تەجرىبە

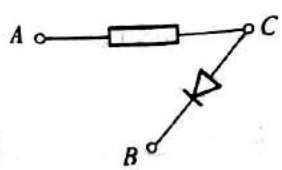
ئۆچىنچى باسقۇچ : ئوم پەللىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچىگەندە قارا چوكنى A نۇقتىغا، قىزىل چوكنى B نۇقتىغا ئۇلىساق، قارشىلىق قىممىتى بولىدۇ؛ تەتۈر ئۇلىغاندا قارشىلىق قىممىتى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ، بۇ نېمىنى چۈشەندۈرىدۇ؟

تۆتىنچى باسقۇچ : ئوم پەللىسىدىن پايدىلىنىپ ئۆلچىگەندە، قارا چوكنى C نۇقتىغا، قىزىل چوكنى B نۇقتىغا ئۇلىساق، قارشىلىق قىممىتى بار بولۇپ، قارشىلىق قىممىتى ئىككىنچى باسقۇچتا ئۆلچىگەندىكىدىن چوڭ بولىدۇ؛ تەتۈر ئۇلىساق، قارشىلىق قىممىتى ناھايىتى چوڭ بولىدۇ، بۇ نېمىنى چۈشەندۈرىدۇ؟

تەھلىل : بىرىنچى باسقۇچ ئىچىدە توك مەنبەسى يوقلۇقىنى چۈشەندۈرىدۇ؛ ئىككىنچى باسقۇچتىن A ، C لار ئارىسىدا بىر قارشىلىقنىڭ بارلىقىنى بىلىشكە بولىدۇ؛ يەنە ئۇچىنچى باسقۇچتىكى ئۆلچەش نەتىجىسىدىن ساندۇق ئىچىدىكى ئىككى دېتالنىڭ ئۇلىنىش ئۇسۇلىدا 26 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك ئىككى خىل ئەھۋالنىڭ بولىدىغانلىقىغا ھۆكۈم قىلىشقا بولىدۇ؛ ئەڭ ئاخىردا تۆتىنچى باسقۇچتىكى ئۆلچەش نەتىجىسىدىن ساندۇق ئىچىدىكى ئىككى دېتالنىڭ ئۇلىنىش ئۇسۇلى پەقەتلا 26 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەكلا بولىدىغانلىقىنى ئېنىقلاشقا بولىدۇ.



A



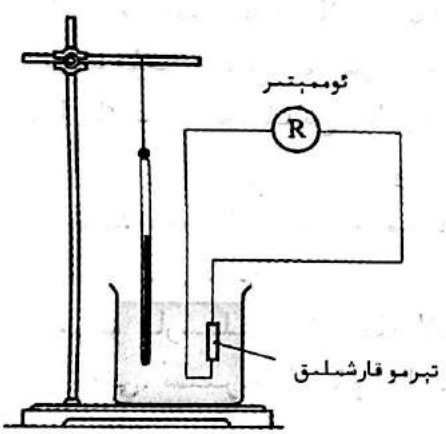
B

13. سېنزورنىڭ ئاددىي قوللىنىلىشى

ئۇچۇر (ئىنفورماتسىيە) تېخنىكىسى تېز سۈرئەتتە تەرەققىي قىلىۋاتقان، كومپيۇتېرلار كەڭ قوللىنىلىۋاتقان بۈگۈنكى كۈندە، ئۇچۇرلارنى يىغىش ۋەزىپىسىنى ئۆتەۋاتقان سېنزور ئاپتوماتىك كونترول قىلىش، ئۇچۇرلارنى بىر تەرەپ قىلىش تېخنىكىسىدا بارغانسېرى مۇھىم رول ئوينىماقتا. مەسىلەن، دائىم ئىشلىتىلىدىغان ئاپتوماتىك سىگنال گۈدۈكى، تېلېۋىزورنى كونتروللىغۇچ ئارقىلىق يىراقتىن تىزگىنلىگۈچ، ئىنفىرا قىزىل نۇرلۇق تەكشۈرۈش ئەسۋابى قاتارلىقلارنىڭ هەممىسى سېنزوردىن ئايرىلالمايدۇ. سېنزور سېزىشقا بولىدىغان فىزىكىلىق مىقدار (مەسىلەن، كۈچ، ئىسسىقلىق، يورۇقلۇق، ئاۋاز قاتارلىق) لارنى ئۆلچەشكە قۇلاي بولغان مىقدار (ئومۇمەن ئېلېكتر مىقدارلىرى) لارغا ئايلاندۇرىدىغان بىر تۈرلۈك دېتال. ئۇنىڭ ئىشلەش جەريانى مەلۇم بىر فىزىكىلىق مىقدارغا سەزگۈر بولغان دېتال ئارقىلىق سېزىۋېلىنغان سىگنالنى مۇئەييەن قانۇنىيەت بويىچە ئىشلىتىشكە قۇلاي بولغان سىگنالغا ئايلاندۇرۇشتىن ئىبارەت. مەسىلەن، فوتو ئېلېكترلىك سېنزور فوتو قارشىلىق (يورۇقلۇق سەزگۈچى قارشىلىق) تىن پايدىلىنىش ئارقىلىق يورۇقلۇق سىگنالىنى ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرىدۇ؛ تېرمو ئېلېكترلىك سېنزور تېرمو قارشىلىق (ئىسسىقلىققا سەزگۈر قارشىلىق) تىن پايدىلىنىش ئارقىلىق ئىسسىقلىق سىگنالىنى ئېلېكتر سىگنالىغا ئايلاندۇرىدۇ. ئايلاندۇرۇلغاندىن كېيىنكى سىگنال ماس ئەسۋابلار ئارقىلىق بىر تەرەپ قىلىنىپ، ئاپتوماتىك كونترول قىلىش قاتارلىق هەرخىل مەقسەتلەرگە يېتىشكە بولىدۇ. تۆۋەندە بىز ئالدى بىلەن ئىككى تەجرىبە ئىشلەپ، تېرمو قارشىلىق بىلەن فوتو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنىڭ ئىسسىقلىق سىگنالى بىلەن يورۇقلۇق سىگنالىغا ئەگىشىپ قانداق ئۆزگىرىدىغانلىقىغا قاراپ باقايلى.

I ئىسسىقلىق سېزىش ئالاهىدىلىكى هەققىدىكى تەجرىبە

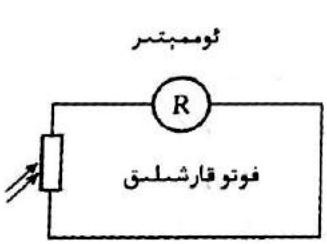
27 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى بويىچە بىر تېرمو قارشىلىقنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلايمىز. مۇلتىمېتىرنىڭ تاللاش ئۆكلىيۇچاتېلىنى « ئوم » پەللىسىگە كەلتۈرۈپ، ئۇنىڭ ئىككى چوكىسىنى تېرمو قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىغا تۇتاشتۇرىمىز. تېرمو قارشىلىقنى ئازراق سوغۇق سۇ قاچىلانغان هەم تېرمومېتىر سېلىنغان كولبىغا قويۇپ، ئوم پەللىسىدە مۇڭاپىق هەسسىلىك سانىنى تاللاپ، ئەسۋاب تاختىسىدا كۆرسىتىلگەن تېرمو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنى كۆزىتىمىز؛ يەنە كولبىغا نەچچە قېتىم قايناق سۇ قۇيۇپ، ئوخشىمىغان تېمپېراتۇرىلاردىكى تېرمو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممەتلىرىنى كۆزىتىپ، بۇ تېرمو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنىڭ تېمپېراتۇرىغا ئەگىشىپ قانداق ئۆزگىرىدىغانلىقىغا قارايمىز.



27 ـ رەسىم

II يورۇقلۇق سېزىش ئالاهىدىلىكى هەققىدىكى تەجرىبە

28 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگىنى بويىچە فوتو قارشىلىقنى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلاپ، مۇلتىمېتىرنىڭ تاللاش ئۆكلىيۇچاتېلىنى ئوم پەللىسىگە كەلتۈرۈپ، ئاندىن ئۇنىڭ ئىككى چوكىسىنى فوتو قارشىلىقنىڭ ئىككى ئۇچىغا تۇتاشتۇرىمىز. ئوم پەللىسىدە مۇڭاپىق هەسسىلىك سانىنى تاللاپ، ئەسۋاب تاختىسىدا كۆرسىتىلگەن فوتو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنى كۆزىتىمىز؛ قولىمىزنى ئېچىپ فوتو قارشىلىقنىڭ ئۈستىگە قويۇپ، بىر قىسىم يورۇقلۇقنى توسۇپ، ئەسۋاب تاختىسىدا كۆرسىتىلگەن فوتو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنى كۆزىتىمىز؛ ئالمىنىمىزنى يۇقىرى ـ تۆۋەن يۆتكەپ، ئەسۋاب تاختىسىدا كۆرسىتىلگەن فوتو قارشىلىقنىڭ

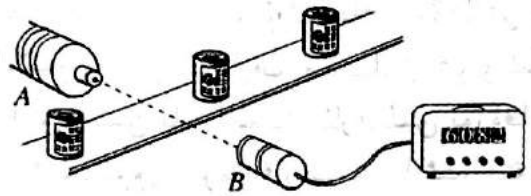


28 ـ رەسىم

قارشىلىق قىممىتىنى كۆزىتىمىز. فوتو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتىنىڭ يورۇقلۇققا ئەگىشىپ قانداق ئۆزگىرىدىغانلىقىنى خۇلاسىلەپ كۆرۈڭ.

III فوتو ئېلېكترلىك سان ھېسابلاشنىڭ ئاساسىي پرىنسىپى

29 ـ رەسىم فوتو قارشىلىقتىن پايدىلىنىپ ئاپتوماتىك سان ھېسابلاش (ساناش) نىڭ سخېمىسى بولۇپ، بۇنىڭدىكى A يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئەسۋاب، B يورۇقلۇق سىگنالىنى قوبۇل قىلغۇچى ئەسۋاب. B دىكى ئاساسلىق دېتال فوتو ئېلېكترلىك سېزىزور ـ فوتو قارشىلىقتىن ئىبارەت. ئۆزىتىش تاسمىسىدا، A دىن B غا چۈشۈرۈلگەن يورۇقلۇق سىگنالىنى توسۇۋالىدىغان بۇيۇم بولمىغان چاغدا، فوتو قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتى كىچىكلەپ، سىگنالنى بىر تەرەپ قىلغۇچى سىستېمىغا تەمىنلەپ بېرىلىدىغان ئېلېكتر بېسىمى تۆۋەنلەيدۇ، ئۆزىتىش تاسمىسىدىكى بۇيۇم A دىن B غا چۈشۈرۈلگەن يورۇقلۇق سىگنالىنى توسۇۋالغاندا،



29 ـ رەسىم

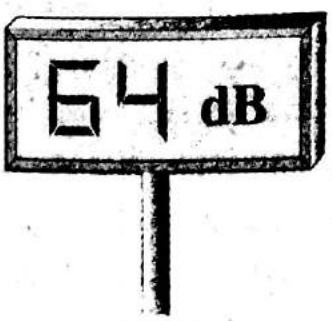
قارشىلىقنىڭ قارشىلىق قىممىتى چوڭىيىپ، سىگنالنى بىر تەرەپ قىلغۇچى سىستېمىغا تەمىنلەپ بېرىلىدىغان ئېلېكتر بېسىمى يۇقىرىلايدۇ، يۇقىرى ـ تۆۋەنلىكى نۆۋەتلىشىپ ئۆزگىرىدىغان بۇنداق سىگنالالار سىگنالنى بىر تەرەپ قىلغۇچى سىستېما ئارقىلىق بىر تەرەپ قىلىنىپ، ئۇلار ئاپتوماتىك ھالدا ماس رەقەملەرگە ئايلاندۇرۇلۇپ، ئاپتوماتىك سان ھېسابلاش رولى ئەملگە ئاشۇرۇلىدۇ.

IV تېمپېراتۇرىنى ئاپتوماتىك كونترول قىلىش ھەققىدىكى ئاددىي تەجرىبە

ساۋاقداشلار ئۆزۈڭلار تېرمو قارشىلىق سېزىزور قىلىنغان ئاپتوماتىك كونترول قىلىش ھەققىدىكى ئاددىي بىر تەجرىبىنى لايىھىلەپ چىقىڭلار. تاللاپ ئىشلىتىشكە بېرىلىدىغان ئەسۋابلار تۆۋەندىكىچە :

تېرمو قارشىلىق، كىچىك لامپۇچكا (ياكى ئىشىك قوڭغۇرىقى) ، ئوقۇغۇچىلار ئىشلىتىدىغان توك مەنبەسى، رېلې، سىيرىلما رېئوستات، ۋىكلىيۇچاتېل، ئۆتكۈزگۈچ سىم.

مۇلاھىزە



30 ـ رەسىم

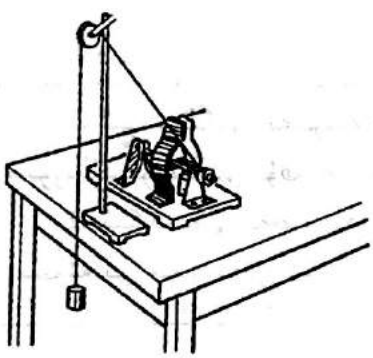
بەزى چوڭ شەھەرلەرنىڭ ئاساسلىق قاتناش يول ئېغىزلىرىدا شاۋقۇن ئاۋازلارنىڭ كۈچلۈكلۈكىنى ئۆلچەيدىغان ئەسۋاب بار (30 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك) بولۇپ، ئۇ ئارقىلىق ئوخشىمىغان جىسىملار چىقارغان ئاۋازلارنىڭ بەلگىلىك كۈچلۈكلۈككە يەتكەندىكى دەرىجىسىنى ئۆلچەپ چىقىشقا بولىدۇ؛ ئاۋاز ئارقىلىق كونترول قىلىنىدىغان بەزى ۋىكلىيۇچاتېللارنىڭ ئۇلىنىپ ـ ئۇزۇلۇشى ئالاھىدە بەلگىلەنگەن مەلۇم بىر ئاۋازغا مۇناسىۋەتلىك بولىدۇ. ئويلاپ كۆرۈڭ، بۇ نېمە ئۈچۈن؟

14. ئويۇنچۇق ئېلېكترو ماتورىنىڭ ئىشلەش پرىنسىپىنى ئايلىنىشنى مۇھاكىمە قىلىش

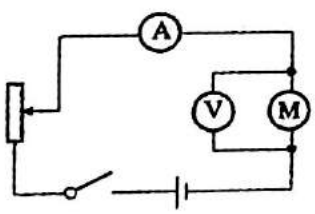
ئېلېكترومات‌ور ئېلېكتر ئېنېرگىيىسىنى مېخانىك ئېنېرگىيىگە ئايلاندۇرىدىغان قۇرۇلما. ئەكسىچە، ئېلېكترومات‌ورنى گېنېراتور ئورنىدا ئىشلەتسەكمۇ بولىدۇ. بۇ تەجرىبىدە ئويۇنچۇق ئېلېكترومات‌ورىدىن پايدىلىنىپ ئېلېكتر ئېنېرگىيىسى بىلەن مېخانىك ئېنېرگىيىنىڭ ئۆزئارا ئايلىنىشىنى مۇھاكىمە قىلىمىز.

I ئېلېكترومات‌ورنىڭ كىرىش قۇۋۋىتى، چىقىش قۇۋۋىتى ۋە ئىش ئۈنۈمىنى ئۆلچەش

31 ـ رەسىم A دا كۆرسىتىلگەندەك، ئويۇنچۇق ئېلېكترومات‌ورنى ئوستەلنىڭ چېتىگە مۇقىملاشتۇرۇپ، ئېلېكترومات‌ورنىڭ ئايلىنىش ئوقىدىكى چاق ئېنېرگىيىسىغا يىپنى ئورايمىز ھەم يىپنىڭ تۆۋەنكى ئۇچىغا بىر جىسىمنى ئېسىپ قويىمىز. توك مەنبەسى، سىيرىلما رېئوستات، ئامپېرمېتىر، ۋولتمېتىر، ئېلېكترومات‌ور ۋە ئۇكلىيۇچاتېللارنى 31 ـ رەسىم B دا كۆرسىتىلگەندەك تۇتاشتۇرىمىز.



A



B

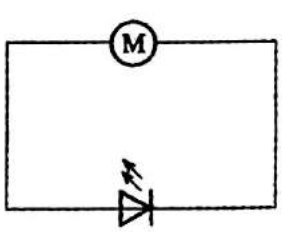
31 ـ رەسىم

ئالدى بىلەن توك مەنبەسىنى تۇتاشتۇرۇپ، سىيرىلما رېئوستاتنىڭ قارشىلىق قىممىتى بىلەن جىسىمنىڭ ماسسىسىنى تەڭشەپ، ئېلېكترومات‌ورنى ئاستىراق ئايلىنىش تېزلىكى بويىچە جىسىمنى تەقرىبىي تەكشى تېزلىكتە بەلگىلىك ئېگىزلىككە ئۆرلىتەلەيدىغان قىلىمىز. تەجرىبە ئىشلىگەندە ئېلېكتر زەنجىرىدىكى توك I بىلەن ئېلېكترومات‌ور كاتۇشكىسىنىڭ ئىككى ئۇچىغا بېرىلگەن ئېلېكتر بېسىمى U نى ھەم كۆتۈرۈلگەن جىسىمنىڭ ماسسىسى m، h ئېگىزلىككە ئۆرلىگۈچە كەتكەن ۋاقىت t لارنى ئۆلچەپ چىقىمىز. بۇ سانلىق مەلۇماتلاردىن بۇنداق ئەھۋالدىكى ئېلېكترومات‌ورنىڭ چىقىش قۇۋۋىتى، كىرىش قۇۋۋىتى ۋە ئىش ئۈنۈمىنى تېپىپ چىقىشقا بولىدۇ.

II ئويۇنچۇق ئېلېكترومات‌ورنى گېنېراتور ئورنىدا ئىشلىتىش

كۆپلىگەن ئويۇنچۇق ئېلېكترومات‌ورلارنىڭ ئىچكى قىسمىدا تۈراقلىق ماگنىت بولىدۇ، شۇڭا ئۇنىڭ (ئېلېكترومات‌ورنىڭ) ئايلىنىش ئوقىنى ئايلاندۇرغاندا، كاتۇشكىدا ئىندۇكسىيىلىك ئېلېكتر يۈرگۈزگۈچى كۈچ ھاسىل بولىدۇ. بۇ چاغدا ئەگەر ئېلېكترومات‌ورنىڭ چىقىرىلىش (تارتىلىش) سىممىنى سىرتقى ئېلېكتر زەنجىرىگە ئۇلىغاندا، ئېلېكتر زەنجىرىدە توك ھاسىل بولىدۇ ـ دە، ئېلېكترومات‌ورنى گېنېراتور ئورنىدا ئىشلىتىشكە بولىدۇ. تۆۋەندە ئېلېكترومات‌ورىدىكى ئېنېرگىيە ئايلىنىشىنى خۇسۇسىيىتىنى ئېنىقلاش جەھەتتىن مۇھاكىمە قىلىمىز.

32 ـ رەسىمدە كۆرسىتىلگەندەك، ئويۇنچۇق ئېلېكترومات‌ورغا يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنى ئۇلاپ، ئېلېكترومات‌ورنىڭ ئايلىنىش ئوقىدىكى چاق ئېنېرگىيىسىغا يىپ ئورايمىز ھەم يىپنىڭ بىر ئۇچىغا مۇڭاپىق بىر جىسىمنى ئاسىمىز. جىسىمنى تۆۋەنگە چۈشۈرۈپ ئايلىنىش ئوقىنى ئايلاندۇرۇپ، يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ يورۇش دەرىجىسىنىڭ ئۆزگىرىش ئەھۋالىنى كۆزىتىمىز. جىسىمنى ئوخشىمىغان ئېگىزلىكلەردىن تۆۋەنگە چۈشۈرۈپ، يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ يورۇش دەرىجىسىدە قانداق ئۆزگىرىشلەرنىڭ بولىدىغانلىقىنى كۆزىتىمىز. ئەگەر ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا يورىمىسا، ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئىككى ئۇلىنىش



32 ـ رەسىم

سىمىنى ئالماشتۇرۇپ ئۇلىساق بولىدۇ (يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئوڭ - تەتۈر يۆنىلىشلەردىكى قارشىلىقلىرى ئوخشاش بولمايدۇ، ئوڭ يۆنىلىشتە ئۇلانغاندىلا، ئاندىن ئىككى قۇتۇپلۇق لامپا توك ئۆتكۈزۈپ يورۇشى مۇمكىن).

يورۇقلۇق چىقارغۇچى ئىككى قۇتۇپلۇق لامپىنىڭ ئېلېكتر زەنجىرىنى ئۇزۇۋېتىپ، جىسمىنى ئوخشاش ئېگىزلىكتىن تۆۋەنگە چۈشۈرۈپ، ئىككى خىل ئەھۋالدىكى تۆۋەنگە چۈشۈش ۋاقتىنى سېلىشتۇرىمىز.

ئەسكەرتىش: ھەر قېتىم توك ئۆتكۈزگەندە، ئېلېكترومагнит ئەگەر قوزغىيالمىسا (ھەرىكەتكە كەلمىسە)، قول ئارقىلىق ئېلېكترومагнитنىڭ قوزغىلىشىغا دەل ۋاقتىدا ياردەم بەرسە بولىدۇ. ھەر قېتىملىق توك ئۆتكۈزۈش ۋاقتى بەك ئۇزاق بولۇپ كەتمەسلىكى لازىم.

مۇلاھىزە

1. ئېرىشىلگەن تەجرىبە سانلىق مەلۇماتلىرىغا ئاساسەن، سىزچە قايسى يوللار ئارقىلىق ئويۇنچۇق ئېلېكترومагнитنىڭ ئۇنۇمىنى يۇقىرى كۆتۈرگىلى بولىدۇ؟

2. ئىككىنچى تەجرىبىدە، ئېنېرگىيىنىڭ ئايلىنىش ۋە ساقلىنىش نۇقتىسىدىن پايدىلىنىپ كۆزىتىلگەن ھادىسىلەرنى چۈشەندۈرۈڭ.

I دائىم قوللىنىلىدىغان ئېلېكترو ماگنىتزم مىقدارلىرىنىڭ خەلقئارا بىرلىكلەر سىستېمىسىدىكى بىرلىكلىرى

ئېلېكتروماگنىتزم ھەققىدىكى بىرلىكلەر سىستېمىسى نىسبەتەن مۇرەككەپ بىر مەسىلە بولۇپ، ئۇزاقتىن بېرى كۆپ خىل بىرلىكلەر سىستېمىسى مەۋجۇت بولۇپ كەلدى، شۇنداقلا ئوخشاش بولمىغان بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، ئېلېكتروماگنىتزم مىقدارلىرى ۋە ئېلېكتروماگنىتزم فورمۇلىلىرىمۇ ئوخشاش بولمىدى. بۇ كىتابتا بىز پەقەت خەلقئارالىق بىرلىكلەر سىستېمىسىدىكى بىرلىكلەرنى تونۇشتۇرىمىز.

خەلقئارالىق بىرلىكلەر سىستېمىسىدا، بارلىق ئېلېكتروماگنىتزم مىقدارلىرىنىڭ بىرلىكلىرى ئۇزۇنلۇق، ماسسا، ۋاقىت ۋە توكتىن ئىبارەت بۇ تۆت ئاساسىي مىقداردىن كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان. شۇڭا مېتىر (m) ، كىلوگرام (kg) ، سېكۇنت (s) ۋە ئامپېر (A) ئېلېكتروماگنىتزمدىكى ئاساسىي بىرلىكلەردۇر. بۇنىڭدىكى توكنىڭ بىرلىكى ئامپېرنىڭ ئېنىقلىمىسى ئۇزۇنلۇقى پارالىلىل ئىككى تال ئۆتكۈزگۈچتىن ئۆتكەن تۇرمىزىقلىق توكلارنىڭ ماگنىتلىق ئۇزۇنلۇقا تەسىر كۈچىگە ئاساسەن كەلتۈرۈپ چىقىرىلغان : ۋاكۇئۇمدا توغرا كەسمە يۇزىنى ئېتىبارغا ئالمىسىمۇ بولىدىغان ئۇزۇنلۇقا ئارىلىقى 1m كېلىدىغان ئىككى تال پارالىلىل چەكسىز ئۇزۇن دۆگىلەك تۇز ئۆتكۈزگۈچتىن تەڭ مىقدارىدىكى مۇقىم توك ئۆتكەندە، ئەگەر بۇ ئىككى تال ئۆتكۈزگۈچ سىم ئارىسىدىكى ئۇزۇنلۇقا تەسىر كۈچ ھەربىر مېتىر ئۇزۇنلۇقتا $2\times10^{-7}N$ بولسا، ھەربىر تال ئۆتكۈزگۈچتىكى توك كۈچى 1 ئامپېر بولىدۇ.

تۆۋەندىكى جەدۋەلدە بۇ كىتابتا كۆپ قوللىنىلغان ئېلېكتروماگنىتزم مىقدارلىرىنىڭ خەلقئارالىق بىرلىكلەر سىستېمىسىدىكى بىرلىكلىرى بېرىلدى.

فىزىكىلىق مىقدارلار		بىرلىكلەر		ئىزاھات
نامى	بەلگىسى	نامى	خەلقئاراچە بەلگىسى	
توك	I	ئامپېر	A	
زەرەت مىقدارى	Q	كۇلون	C	
ئېلېكتر مەيدان كۈچىنىشى	E	ۋولت ھەر مېتىر	V / m	
ئېلېكتر پوتېنسىئاللار ئايرىمىسى، ئېلېكتر بېسىمى	$U,(V)$	ۋولت	V	1V=1W / A
ئېلېكتر سىغىمى	C	فارادا	F	1F=1C / V
قارشىلىق	R	ئوم	Ω	1Ω=1V / A
سېلىشتۇرما قارشىلىق	ρ	ئوم · مېتىر	Ω · m	
ماگنىت ئىندۇكسىيە كۈچىنىشى	B	تېسلا	T	$1T=1Wb/m^2$
ماگنىت ئېقىمى	Φ	ۋېبېر	Wb	1Wb=1V · s
ئىندۇكتىپلىق	L	ھېنرى	H	1H=1Wb / A

Ⅱ دائىم قوللىنىلىدىغان فىزىكىلىق تۇراقلىق مىقدارلار

ستاتىك ئېلېكتر كۇچ تۇراقلىقى	$k = 9.0 \times 10^{9}\mathrm{N \cdot m^2/C^2}$
ئېلېمېنتار زەرەت	$e = 1.60 \times 10^{-19}\mathrm{C}$
ئېلېكترونىنىڭ ماسسىسى	$m_e = 0.91 \times 10^{-30}\mathrm{kg}$
پروتونىنىڭ ماسسىسى	$m_p = 1.67 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$
نېيترونىنىڭ ماسسىسى	$m_n = 1.67 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$
α زەررىچىنىڭ ماسسىسى	$m_\alpha = 6.64 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$
ئاتوم ماسسىسىنىڭ بىرلىكى	$1\,u = 1.66 \times 10^{-27}\mathrm{kg}$
ۋاكۇئۇمدىكى يورۇقلۇق تېزلىكى	$c = 3.00 \times 10^{8}\mathrm{m/s}$
ھىدروگېن ئاتومىنىڭ رادىئۇسى	$a_0 = 0.53 \times 10^{-10}\mathrm{m}$
پىلانىك تۇراقلىقى	$h = 6.63 \times 10^{-34}\mathrm{J \cdot s}$