

浙江海洋大学 2022 - 2023 学年第 二 学期

《物理化学 B》课程期末考试卷 (A)

(适用 班 级 2021 级 食 品 科 学 与 工 程 1 、 2 、 3 班)

考试时间: 120 分钟

课程目标	1	2	3	总分
分目标题号	1~3,11,12,21,22,31	4,5, 13~15,23~25 32~35	6~10,16~20,26~30 36,37	/
目标分值	20	40	40	100

考生注意: 按照课程教学大纲要求, 笔试测试内容对应课程目标 1 占 20 分; 对应目标 2 占 40 分; 对应目标 3 占 40 分。

一、填空题 (共 10 小题, 每题 2 分, 共 20 分)

1. 依据体系与环境之间有无能量和物质交换, 体系可分为: 敞开体系、封闭体系和 孤立体系。

2. 焦耳实验表明: 理想气体在自由膨胀过程中热力学能 保持不变。

3. 热力学基本关系式中, $dH = TdS + Vdp$ 。

4. 理想溶液的通性中, 理想溶液中任意组分的 偏摩尔体积 等于纯物质的摩尔体积。即由各组分混合形成理想溶液时, 混合前后体积不变。

5. 吉布斯提出的相律数学表达式中: $f = C - P + 2$, 式中“2”表示 T 和 P 两个强度变量。

6. 气相反应: $CO + H_2O = CO_2 + H_2$, $H_2 + 0.5O_2 = H_2O$, $CO + 0.5O_2 = CO_2$, 三个反应同时存在时, 独立的化学平衡数 $R = 2$ 。

7. 根据法拉第定律, 不同物质发生反应的物质的量与 电荷数 呈反比。

8. 摩尔电导率 Λ_m 表示两相距 1 m 平行电极间, 1 mol 电解质溶液所具有的电导。

9. 双电层 是金属-溶液界面产生电势差的主要原因。

10. 反应速率 r 值与反应计量方程式的书写方式 有关。

二、判断题 (共 10 小题, 每题 2 分, 共 20 分)

- (√) 11. Q 和 W 不是状态函数, 故 Q 和 W 均为过程量。变化过程中, Q 、 W 值与变化途径有关, 即使变化后始、终态相同, 若途径不同, 其 Q 、 W 值不一定相同。
- (×) 12. 不可逆循环的热温商之和等于零, 卡诺循环的热温商之和小于零。
- (√) 13. 偏摩尔量的集合公式表明: 定温定压下, 多组分体系中任意广度性质的值等于各组分的量与其偏摩尔量之积的加和。
- (×) 14. 化学反应自发进行的条件是: 反应物的化学势之和小于产物的化学势之和。
- (×) 15. 化学反应定温式表明: 决定反应自发方向的 ΔG_m 与物质决定的 $\Delta G_m^\ominus$ 有关, 与体系各组分的相对活度商 Q_a 无关。
- (×) 16. 水相图中, 三相点 (s、l、g 三相平衡共存) 处, 自由度 $f=1$ 。
- (√) 17. 电导率 κ 与电解质的种类、温度和浓度等因素有关。
- (√) 18. 光束通过胶体溶液会产生丁铎尔效应, 是因为发生了光的散射。
- (√) 19. 某反应的半衰期与反应物起始浓度无关, 则该反应为一级反应。
- (√) 20. 液接电势 $\varepsilon_{\text{扩散}}$ 是因各种不同离子的迁移速率不同而在界面处产生的电势差。

三、单选题 (共 10 小题, 每题 2 分, 共 20 分)

题号	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
答案	D	C	B	C	B	A	A	A	C	B

21. 在定温下、一定量理想气体在带有活塞的容器中, 经可逆膨胀, 体积从 V_1 膨胀到 V_2 , 则体积功 $W = (\quad)$

- A. 0
- B. $p dV$
- C. $-nRT \ln \frac{p_2}{p_1}$
- D. $-nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$

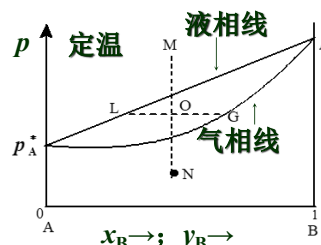
22. 下列物理量为广度性质的是 ()

- A. 温度 T

- B. 压力 P
- C. 热容 C
- D. 浓度 c

23. 右图理想完全互溶双液系的定温下蒸气压-组成图中，气、液两相平衡区的相数 P 和自由度 f 分别为 ()

- A. 1, 2
- B. 2, 1
- C. 2, 2
- D. 2, 3



24. 下列具有最低恒沸点的体系是? ()

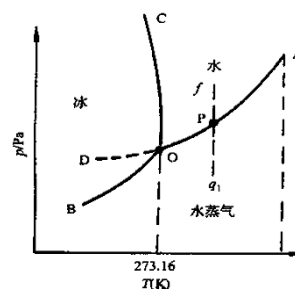
- A. $\text{H}_2\text{O} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- B. $\text{H}_2\text{O} - \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
- C. $\text{H}_2\text{O} - \text{HCl}$
- D. $\text{H}_2\text{O} - \text{三乙基胺}$

25. 无限稀释时，电解质的摩尔电导率 Λ_m^∞ 是组成该电解质的正、负离子的无限稀释摩尔电导率的 ()

- A. 代数差
- B. 代数和
- C. 乘积
- D. 不确定

26. 右图水的相图中，两相平衡线上的自由度 $f =$ ()

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 0



27. 在电导滴定中，强碱滴定弱酸，电导率 κ 与加入碱体积 V 的关系为 ()

- A. $V \uparrow$, κ 先略 $\uparrow$ 后剧 $\uparrow$
- B. $V \uparrow$, κ 先略 $\downarrow$ 后剧 $\downarrow$
- C. V 对 κ 影响不大
- D. V 与 κ 无关

28. 当水受到杂质离子的污染，会引起电导率 κ ()；电导率值 ()，表明污染越严重。

- A. 增加；越大
- B. 增加；越小
- C. 减少；越大
- D. 减少；越小

29. 标准电池由正极、负极两个电极组成，正极电势_____，发生_____反应
负极电势_____，发生_____反应。

- A. 较低，氧化，较高，还原
- B. 较低，还原，较高，还原
- C. 较高，还原，较低，氧化
- D. 较高，氧化，较低，氧化

30. 某化学反应可表示为： $aA + bB = dD$ ，化学反应速率 r 可表示为 ()

- A. $r = \frac{1}{a} \frac{dc(A)}{dt}$
- B. $r = -\frac{1}{b} \frac{dc(B)}{dt}$
- C. $r = \frac{1}{d} \frac{dc(D)}{dt}$
- D. $r = kc(A)c(B)$

四、解答与计算题 (共 7 小题，共 40 分)

31. 在 110°C 、 10^5Pa 下使 1mol 液态水 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 蒸发为水蒸气 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，计算这一过程体系和环境的熵变。已知 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的热容分别为 $1.866 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ 和 $4.181 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ，在 100°C 、 10^5Pa 下 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的汽化热 $\Delta_v H_m = 2255.176 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ 。(6 分)

答：

$$\begin{array}{ccc}
 \text{H}_2\text{O}(\text{l}, 383.15\text{K}, 10^5\text{Pa}) & \xrightarrow{\Delta S} & \text{H}_2\text{O}(\text{g}, 383.15\text{K}, 10^5\text{Pa}) \\
 \downarrow \Delta S_1 & & \uparrow \Delta S_3 \\
 \text{H}_2\text{O}(\text{l}, 373.15\text{K}, 10^5\text{Pa}) & \xrightarrow{\Delta S_2} & \text{H}_2\text{O}(\text{g}, 373.15\text{K}, 10^5\text{Pa})
 \end{array}$$

答：(1) $\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{n C_{p,m}(\text{l}) dT}{T} = -1.99 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

$\Delta S_2 = \frac{\Delta_v H_m}{T} = (2255.176 \times 18) / 373.15 = 108.79 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

$\Delta S_3 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{n C_{p,m}(\text{g}) dT}{T} = 0.89 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

因此， $\Delta S_{\text{总}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3 = 107.69 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

(2) $\Delta H_1 = \int_{T_1}^{T_2} n C_{p,m}(\text{l}) dT = 1 \times 4.184 \times 18 \times (373.15 - 383.15) = -753.1 \text{ J}$

$\Delta H_2 = n \Delta_v H_m = 1 \times 2255.176 \times 18 = 40593 \text{ J}$

$\Delta H_3 = \int_{T_1}^{T_2} n C_{p,m}(\text{g}) dT = 1 \times 1.866 \times 18 \times (383.15 - 373.15) = 335.9 \text{ J}$

$\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 40176 \text{ J}$ $\Delta S_{\text{总}} = -\Delta H/T = -104.86 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

$\Delta S_{\text{总}} = \Delta S_{\text{总}} + \Delta S_{\text{总}} = 2.83 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} > 0$

32. 298K, $P^\ominus$ 下, 金刚石、石墨的有关数据如下:

(6分)

物质	$\Delta_c H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	$S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	$\rho / (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$
金刚石	-395.40	2.377	3513
石墨	-393.51	5.740	2260

讨论: (1) 298K, $P^\ominus$ 下, 石墨能否转变为金刚石?

(2) 用加热或加压的方法能否使石墨转变为金刚石, 并计算转变条件。

答: (1) $\text{C (石墨)} \longrightarrow \text{C (金刚石)}$

$\Delta_c H_m^\ominus$	-393.51	-395.40
$S_m^\ominus$	5.740	2.377
ρ	2260	3513

$$\Delta_r H_m^\ominus = -\sum \nu_B \Delta_c H_m^\ominus = -393.51 - (-395.40) = 1.89 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S_m^\ominus = \sum \nu_B S_m^\ominus = 2.377 - 5.740 = -3.363 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta S_{\text{环}} = \frac{-\Delta H}{T_{\text{环}}} = -1.89/298 = -6.34 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta S_{\text{总}} = \Delta S_{\text{体}} + \Delta S_{\text{环}} = -3.363 - 6.34 = -9.70 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} < 0$$

所以298K, $P^\ominus$ 下, 石墨不能否转变为金刚石

答: (2) 要想使石墨转变为金刚石, 定压下应有

$$\Delta_r G_m^\ominus \leq 0, \text{ 即 } \Delta_r H_m^\ominus - T \Delta_r S_m^\ominus \leq 0, \text{ 推导出 } T \leq -562 \text{ K}$$

这样的温度不能实现, 故不能改变温度使石墨转变为金刚石。

$$298\text{K}, \left(\frac{\partial \Delta G_m}{\partial P}\right)_T = \Delta V_m, \text{ 所以}$$

$$\Delta G_{P_2} - \Delta G_{P^\ominus} = \int_{P^\ominus}^{P_2} \Delta V dP = (V_{\text{金刚石}} - V_{\text{石墨}})(P_2 - P^\ominus)$$

$$\text{即: } 0 - 2892.17 \leq (12 \times 10^{-3}/3513 - 12 \times 10^{-3}/2260) \times (P_2 - 10^5)$$

所以, $P_2 \geq 1.5 \times 10^9 \text{ Pa}$, 298K, 必须在高压下才能进行

33. 308K 时, 丙酮的饱和蒸气压为 $4.3 \times 10^4 \text{ Pa}$, 今测得 $x_{\text{氯仿}} = 0.3$ 的氯仿-丙酮

溶液蒸气中丙酮蒸气的分压为 $2.7 \times 10^4 \text{ Pa}$, 问此溶液是否为理想溶液? (6分)

答:

定温定压下, 理想溶液中任一组分在全部溶液范

围内服从拉乌尔定律: $P_{\text{丙}} = P_{\text{丙}}^* x_{\text{丙}}$

$$x_{\text{丙}} = P_{\text{丙}}/P_{\text{丙}}^* = 2.7 \times 10^4 / 4.3 \times 10^4 = 0.63$$

氯仿-丙酮溶液中, $x_{\text{丙}} = 1 - 0.3 = 0.7$, 可见不是理想溶液

34. 反应 $\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{(g)} + \text{CO(g)}$ 若在 1000K 及 1200K 时的 $K^\ominus$ 分别

为 2.472 及 37.58。试计算在此温度范围内的平均反应热, 及在 1100K 时的标准

平衡常数 $K^\ominus$ 。

(6分)

答: $\ln \frac{K^0(T_2)}{K^0(T_1)} = \frac{\Delta_r H_m^0}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

(1) $\ln \frac{K_{1200}^0}{K_{1000}^0} = \frac{\Delta_r H_m^0}{8.314} \left(\frac{1}{1000} - \frac{1}{1200} \right)$ 求得 $\Delta_r H_m^0 = 135.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) $\ln \frac{K_{1100}^0}{K_{1000}^0} = \frac{135800}{8.314} \left(\frac{1}{1000} - \frac{1}{1100} \right)$ 求得 $K^0 = 11.26$

35. 为什么说化学反应的平衡态是反应进行的最大限度? (6分)

答:

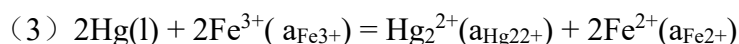
反应达到平衡之前, $\Delta_r G_m = \left(\frac{\partial G}{\partial \xi} \right)_{T,p} = \sum_B \nu_B \mu_B$, 当反应达到平衡前, $\Delta_r G_m = \left(\frac{\partial G}{\partial \xi} \right)_{T,p} = \sum_B \nu_B \mu_B < 0$; 当反应平衡时 $\Delta_r G_m = 0$; 如果反应要继续向正反应方向进行, 则 $\Delta_r G_m > 0$ 。在定温定压、不做非体积功的条件下, $\Delta_r G_m > 0$ 的反应是不能自发进行的。所以化学反应的平衡态是反应进行的最大限度。

36. 某反应为 A 的一级反应, 当物质 A 与等质量的物质 B 混合, 反应至 10 min A 消耗了 50%, 问反应至 20 min 时, A 的剩余量。 (4分)

答: $t_{1/2} = \ln 2/k$; $k = \ln 2/t_{1/2} = 0.693/10 = 0.0693$;

$$\ln a/(a-x) = kt; \text{ 令 } a-x = b, \ln 100\%/b = 0.0693 \times 20, b=25\%.$$

37. 写出 (1) 和 (2) 电池的电极反应和电池反应; 写出总反应为 (3) 的电池符号。 (6分)



答:

