

普通化学（甲）模拟试题

一、选择题(2分×15)

1. 已知 373K 时, 液体 A 的饱和蒸气压为 133.24kPa, 液体 B 的饱和蒸气压为 66.62kPa。设 A 和 B 形成理想液体混合物, 当 A 在溶液中的摩尔分数为 0.5 时, 在气相中 A 的摩尔分数为: (C)

A. 1 B. 1/2 C. 2/3 D. 1/3

2. 1mol 373K, 标准压力下的水, 经下列两个不同过程变成 373K, 标准压力下的水汽: (1) 等温等压可逆蒸发; (2) 真空蒸发。这两个过程中: (A)

A: $W_1 < W_2, Q_1 > Q_2$ B: $W_1 < W_2, Q_1 < Q_2$

C: $W_1 = W_2, Q_1 = Q_2$ D: $W_1 > W_2, Q_1 < Q_2$

3. 一定量的理想气体从同一始态出发, 分别经 (1) 等温压缩, (2) 绝热压缩到具有相同压力的终态, 以 H_1, H_2 分别表示两个终态的焓值, 则有: (C)

(A) $H_1 > H_2$ (B) $H_1 = H_2$

(C) $H_1 < H_2$ (D) $H_1 \geq H_2$

4. 室温 25°C 下, 1 mol 理想气体进行焦耳实验 (自由膨胀), 求得 $\Delta S = 19.16 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$, 则体系的吉布斯自由能变化为: (A)

(A) $\Delta G = -5709.7 \text{ J}$ (B) $\Delta G = 19.16 \text{ J}$

(C) $\Delta G = -479 \text{ J}$ (D) $\Delta G = 0$

5. 对原电池 $(-)\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} (m_1) || \text{Ag}^+ (m_2) | \text{Ag} (+)$, 欲使其电动势增加, 可采取的措施有 (B)

A、增大 Zn^{2+} 的浓度

B、增大 Ag^+ 的浓度

C、加大锌电极的面积

D、降低 Ag^+ 的浓度

6. 下列叙述中正确的是 (B)

A、因为电对 $\text{Ni}^{2+} + 2 \text{e}^- = \text{Ni}$ 的 $\varphi^\ominus = -0.23 \text{ V}$, 所以电对 $2 \text{Ni}^{2+} + 4 \text{e}^- = 2 \text{Ni}$ 的 $\varphi^\ominus = -0.46 \text{ V}$ 电极电势不随计量系数变化

B、含氧酸根的氧化能力通常随溶液的 pH 值减小而增强

C、因为 $\varphi^\ominus(\text{Cl}_2 / \text{Cl}) > \varphi^\ominus(\text{MnO}_2 / \text{Mn}^{2+})$, 所以不能用 MnO_2 与盐酸作用制取氯气

D、已知 $\varphi^\ominus(\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0.762 \text{ V}$, $\varphi^\ominus(\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}) = 0.347 \text{ V}$, 所以当铜锌原电池的电动势

大于 0 时, Cu^{2+} 的浓度必定大于 Zn^{2+} 的浓度

7. 近期, 新冠肺炎在全国蔓延, 患者多伴有发烧现象, 人体中某种酶催化反应的活化能是 $50.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 正常人体的温度为 37°C, 若病人发烧至 40°C, 则该酶催化反应的速率增加了 (D)

A、52%

B、47%

C、34%

D、21%

8. 气体反应 $A \rightarrow B + C$ 为一级反应，在某温度时当 A 的起始量分解一半时需 8.8 min。如果 A 的起始压力为 53.3 kPa，当 A 的分压降到 6.66 kPa 时所需时间为 (B)

A、32.0 min

B、26.5 min

C、17.0 min

D、23.0 min

9. 向原电池 $(-)\text{Zn} | \text{Zn}^{2+}(1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) || \text{Cu}^{2+}(1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}) | \text{Cu}(+)$ 的正极中通入 H_2S 气体，则电池的电动势将 (B)

A、增大； B、减小； C、不变； D、无法判断；

10. 氢原子中的原子轨道个数是 (D)

A. 1 个 B. 2 个 C. 3 个 D. 无穷多个

11. 下列分子或离子中含有不同长度共价键的是 (D)

A. NH_3

B. SO_3

C. I_3^-

D. SF_4

12. 已知： $K_a(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ ， $K_b(\text{NH}_3) = 1.8 \times 10^{-5}$ ，则在下列各对酸碱混合物中，能配制 pH

= 9 的缓冲溶液的是 (D)

A、HAc 和 NaAc

B、 NH_4Cl 和 HAc

C、HAc 和 NH_3

D、 NH_4Cl 和 NH_3

共轭酸碱对； $\text{pH} = \text{pK}_a - \lg([\text{HA}]/[\text{A}^-])$ ， pK_a 应在 9 附近；

13. 下列分子中，两个相邻共价键的夹角最小的是 (B)

A. BF_3

B. H_2S

C. NH_3

D. H_2O

14. pH 和体积都相同的 HAc 和 HCl 溶液，分别与足量的 Na_2CO_3 溶液反应，在相同条件下，放出 CO_2 的体积是 (C)

- A、一样多
 B、HCl 比 HAc 多
 C、HAc 比 HCl 多
 D、无法比较

15. 有一个 Π_4^6 键的分子或离子是 (C)
 A. SO_4^{2-} B. NO_2^- C. CO_3^{2-} D. 苯

二、填空题(35')

1. 理想气体等温 ($T = 300 \text{ K}$) 膨胀过程中从热源吸热 600 J , 所做的功仅是变到相同终态时最大功的 $1/10$, 则体系的熵变 $\Delta S = \underline{20} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ 。(2')

2. 对一封闭体系, $W_f = 0$ 时, 下列过程中体系的 ΔU , ΔS , ΔG 何者必为零?

- (1) 绝热密闭刚性容器中进行的化学反应过程 ΔU ____ ;
 (2) 某物质的恒温恒压可逆相变过程 ΔG ____ ;
 (3) 某物质经一循环恢复原状态 ΔU , ΔS , ΔG ____。(每空 1')

3. 在 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液中, 存在的配位平衡方程式是: _____(2')

分别向溶液中加入少量下列物质, 请判断上述平衡移动的方向。

- (1) 稀 H_2SO_4 溶液 (2) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (3) Na_2S 溶液 (4) KCN 溶液 (5) CuSO_4 溶液

- (1) 右 (2) 左 (3) 右 (4) 右 (5) 右 (每空 1')

4. 如果用反应 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6 \text{Fe}^{2+} + 14 \text{H}^+ = 2 \text{Cr}^{3+} + 6 \text{Fe}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$ 设计一个电池, 在该电池正极进行的反应为 ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14 \text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$) 负极进行的反应为 ($\text{Fe}^{2+} - \text{e}^- = \text{Fe}^{3+}$)。

由反应式 $2 \text{MnO}_4^- + 10 \text{Fe}^{2+} + 16 \text{H}^+ = 2 \text{Mn}^{2+} + 10 \text{Fe}^{3+} + 8 \text{H}_2\text{O}$, 安排为电池, 该电池的符号应是 ($\text{Pt} | \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+} || \text{MnO}_4^-, \text{Mn}^{2+}, \text{H}^+ | \text{Pt}$) (每空 2')

5. 填以下空白

	$\text{SO}_3(\text{g})$	$\text{SCl}_2(\text{g})$	XeF_2
分子几何构型	平面三角形	V 字形	直线形
中心原子杂化轨道类型 (注明等性或不等性)	等性 sp^2	不等性 sp^3	不等性 sp^3d
分子间存在哪些作用力	色散力	取向力、诱导力、色散力	色散力

(每空 1')

6. N_2O_3 的分解反应 $\text{N}_2\text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g})$ 是一级反应, 反应速率常数 $k = 3.2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ 。若初始浓度 $[\text{N}_2\text{O}_3] = 1.00 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 N_2O_3 浓度减至 $0.125 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 需要____小时。

(1.805) (2')

7. 某元素的最高化合价为+5，原子的最外层电子数为 2，原子半径是同族元素中最小的。则该元素基态原子的核外电子分布式为 $(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2)$ 原子的外围电子构型为 $(3d^3 4s^2)$ ，其+3 价离子的外层电子分布式为 $(3s^2 3p^6 3d^2)$ 。（每空 2'）

三、解答题（共 35 分）

1. 碳酸钙的分解反应： $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 请根据 25℃ 时的热力学数据：

	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	$\text{CaO}(\text{s})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / (\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$	-1206.9	-634.9	-393.5
$\Delta_f S_m^\ominus / (\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1})$	92.9	38.1	213.8

请计算说明(4分)：

- (1) 标准状态下此反应在室温下的 $\Delta_r G_m^\ominus$
- (2) 标准状态下，此反应能够自发进行需要的温度

解：(1) 标准状态下

$$\Delta H = \sum \Delta H (\text{生成物}) - \sum \Delta H (\text{反应物}) = [(-393.5) + (-634.9) - (-1206.9)] \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 178.5 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta S = \sum S (\text{生成物}) - \sum S (\text{反应物}) = (213.8 + 38.1 - 92.9) \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.159 \text{kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{所以室温下 } \Delta G = \Delta H - T \Delta S = (178.5 - 298.15 \times 0.159) \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 131 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2) 此反应的 $\Delta H > 0$ $\Delta S > 0$ ，是高温自发低温不自发的反应，

$$\text{其转变温度为：} T_c = \Delta H / \Delta S = (178.5 / 0.159) \text{K} = 1120 \text{K}$$

2. 有 1.0 L 0.10 mol · L⁻¹ 氨水，计（8分）：

- (1) 该氨水的 $[\text{H}^+]$ 是多少？
- (2) 加入 5.35 g $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 后， $[\text{H}^+]$ 又是多少？（忽略体积变化）
- (3) 加入 $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ 前后，氨水的电离度各为多少？

$$(K_b^\ominus = 1.8 \times 10^{-5}, \text{原子量：Cl } 35.5 \quad \text{N } 14)$$

$$\text{解：(1) } \because \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = K_b^\ominus_{\text{NH}_3} = 1.8 \times 10^{-5},$$

$$\therefore [\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C_{\text{碱}}} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.10} = 1.3 \times 10^{-3} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$\text{则 } [\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.3 \times 10^{-3}} = 7.7 \times 10^{-12} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

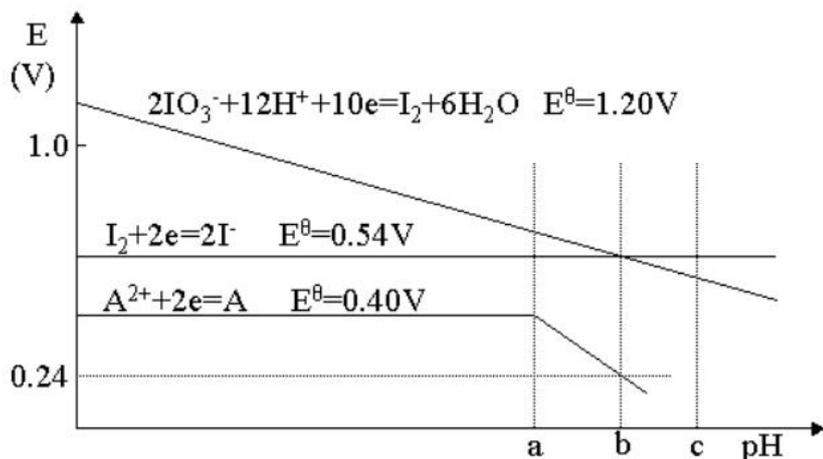
$$(2) \text{ 加入 } \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \text{ 的物质的量 } n = \frac{5.35}{53.5} = 0.10 (\text{mol}) \text{ 则 } [\text{NH}_4^+] = 0.10 (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

$$[\text{OH}^-] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.10}{0.10} = 1.8 \times 10^{-5} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}) \quad [\text{H}^+] = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10} (\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$$

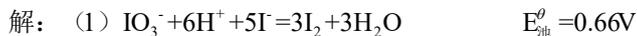
$$(3) \text{ 加入 } \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \text{ 前氨水的电离度 } \alpha = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.10} \times 100\% = 1.3\%$$

$$\text{加入 } \text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \text{ 后氨水的电离度 } \alpha' = \frac{1.8 \times 10^{-5}}{0.10} \times 100\% = 0.018\%$$

3. 看图回答问题（20分）



- (1) 写出由两电对 IO_3^-/I_2 , I_2/I^- 组成的氧化还原反应的方程式; (1')
- (2) 当 pH 为 a、b、c 时分别指出所写反应进行的方向; (3')
- (3) 计算上面所写反应的平衡常数 K^θ 和 ΔG^θ (298K 时) (2')
- (4) 计算 pH=b 时的 b 值。此时反应的 K 为多少? (3')
- (5) 所写反应中, 如起始的介质为 1 mol/L HF ($K_a=3.5 \times 10^{-4}$) 则反应的方向如何? (4')
- (6) 在图中用斜线条画出 IO_3^- 、 I^- 的共同稳定区。 (2')
- (7) 已知 $\text{pH} > a$ 时, 金属阳离子 A^{2+} 就会生成 $\text{A}(\text{OH})_2$ 沉淀, 根据图中的数据, 求 $\text{A}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} 。(5')



(2) pH=a, 正向; pH=b, 平衡; pH=c, 逆向

(3) $\Delta G^\theta = -nFE_{\text{池}}^\theta = -5 \times 96500 \times 0.66 = -3.2 \times 10^5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

$$K^\theta = 10^{\frac{nE_{\text{池}}^\theta}{0.0591}} = 10^{\frac{5 \times 0.66}{0.0591}} = 6.9 \times 10^{55}$$

(4) $0.54 = 1.20 - 0.071\text{pH}$, $\text{pH} = 9.30$, $K^\theta = 6.9 \times 10^{55}$

(5) $[\text{H}^+] = 0.019$, $\text{pH} = 1.72$

$$E_{\text{IO}_3^-/\text{I}_2} = 1.20 - 0.071 \times 1.72 = 1.08\text{V}$$

反应正向进行



(7) $0.24 = 0.40 + \frac{0.0591}{2} \lg[\text{A}^{2+}]$

$$[\text{A}^{2+}] = 10^{\frac{2(0.24-0.40)}{0.0591}} = 3.8 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$\text{pH}(b) = 9.30$, $[\text{OH}^-] = 2.0 \times 10^{-5}$

$$K_{\text{sp}} = [\text{A}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = 3.8 \times 10^{-6} \times (2.0 \times 10^{-5})^2 = 1.5 \times 10^{-15}$$

4. 请说明缓冲溶液为什么具有缓冲能力? (3分)

通过公式 $\text{pH} = \text{pK}_a - \lg([\text{HX}]/[\text{X}^-])$ 进行说明, 当 $[\text{HX}]$ 、 $[\text{X}^-]$ 浓度接近且较大时, 具有较好的缓冲作用。这时,

外加少量强酸或强碱，对[HX]或[X⁻]的改变量不大（外加酸碱的量相对于[HX]、[X⁻]的量而言很小），故[HX]/[X⁻]

的改变量较小，从而可以较好地维持 pH。