

普通化学（乙）模拟试卷参考答案

课程号： 771T0090 ，开课学院： 化学系

考试试卷：A 卷√、B 卷（请在选定项上打√）

考试形式：闭√、开卷（请在选定项上打√），允许带 科学计算器 入场

考试日期： 年 月 日，考试时间： 120 分钟

诚信考试，沉着应考，杜绝违纪。

考生姓名： 学号： 所属院系： 任课教师：

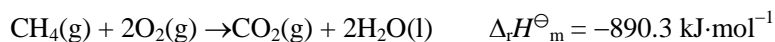
题序	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
评卷人								

本试卷可能用到的数据： $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ； $F = 96500 \text{ C mol}^{-1}$ ；标准压力 $p^\ominus = 100 \text{ kPa}$

一、选择题（单选，每小题 2 分，共 30 分）

- (C) 1. CaCl_2 、 P_2O_5 等物质常用作固体干燥剂，这是利用了其水溶液的____性质。
(A) 凝固点下降 (B) 沸点上升 (C) 蒸气压下降 (D) 渗透压
- (C) 2. 反应 $\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} = \text{Ca(OH)}_2\text{(l)}$ 在 25°C 、标准状态时为自发反应，高温时逆反应为自发反应，表明该反应____。
(A) $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$ (B) $\Delta_r H_m^\ominus > 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$
(C) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus < 0$ (D) $\Delta_r H_m^\ominus < 0$, $\Delta_r S_m^\ominus > 0$
- (B) 3. 下列反应中，熵值增加最多的反应是____。
(A) $4\text{Al(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} = 2\text{Al}_2\text{O}_3\text{(s)}$ (B) $\text{Ni(CO)}_4\text{(s)} = \text{Ni(s)} + 4\text{CO(g)}$
(C) $\text{S(s)} + \text{H}_2\text{(g)} = \text{H}_2\text{S(g)}$ (D) $\text{MgCO}_3\text{(s)} = \text{MgO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$
- (B) 4. 已知下列反应在 1362 K 时的标准平衡常数：
 $\text{H}_2\text{(g)} + (1/2)\text{S}_2\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{S(g)} \quad K^\ominus_1 = 0.80$
 $3\text{H}_2\text{(g)} + \text{SO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{H}_2\text{S(g)} + 2\text{H}_2\text{O(g)} \quad K^\ominus_2 = 1.8 \times 10^4$
则反应 $4\text{H}_2\text{(g)} + 2\text{SO}_2\text{(g)} \rightarrow \text{S}_2\text{(g)} + 4\text{H}_2\text{O(g)}$ 在 1362 K 的 $K^\ominus =$ ____。
(A) 2.3×10^4 (B) 5.1×10^8 (C) 4.3×10^{-5} (D) 2.0×10^{-9}
- (A) 5. 基元反应 $\text{CaCO}_3\text{(s)} \rightarrow \text{CaO(s)} + \text{CO}_2\text{(g)}$ 的反应速率方程式为 ____。
(A) $v = k$ (B) $v = k c(\text{CaCO}_3)$ (C) $v = k^{-1}$ (D) $v = k c(\text{CO}_2)$

(D) 6. 在 298.15K, 由下列三个反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 数据可求 $\Delta_r H_m^\ominus(\text{CH}_4, \text{g})$, 其值为_____。



(A) $211.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (B) 无法确定 (C) $890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (D) $-74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(A) 7. 在一恒压容器中, 在 $T \text{ K}$ 、 100 kPa 条件下, 将 1.00 mol A 和 2.00 mol B 混合, 按下式反应: $\text{A}(\text{g}) + 2\text{B}(\text{g}) \rightarrow \text{C}(\text{g})$ 。达到平衡时, B 消耗了 20.0% , 则反应的 $K^\ominus =$ _____。

(A) 0.660 (B) 0.375 (C) 9.77×10^{-2} (D) 1.21

(A) 8. 反应 $2\text{A} + 2\text{B} \rightarrow 3\text{D}$ 的 $E_a(\text{正}) = m \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $E_a(\text{逆}) = n \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应的 $\Delta_r H_m^\ominus =$ _____。

(A) $(m-n) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (B) $(n-m) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (C) $(2m-3n) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (D) $(3n-2m) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(C) 9. 当化学反应速率常数的自然对数 $\ln k$ 与热力学温度的倒数 $1/T$ 作图时, 直接影响直线斜率的因素是_____。

(A) $\Delta_r G_m^\ominus$ (B) $\Delta_r H_m^\ominus$ (C) E_a (D) 以上三项都有影响

(A) 10. 某反应的速率常数为 $0.01 \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$, 反应的初始浓度为 0.5 mol dm^{-3} , 则反应的半衰期为_____。

(A) 25 s (B) 69.3 s (C) 200 s (D) 50 s

(B) 11. OF_2 分子的中心原子采取的杂化轨道为_____。

(A) sp^2 (B) sp^3 (C) sp (D) dsp^2

(D) 12. 下列各浓度相同的溶液, 其 pH 值由大到小排列次序正确的是_____。

(A) HAc, (HAc+NaAc 且 $\text{HAc}:\text{NaAc}=1:1$), NH_4Ac , NaAc

(B) NaAc, (HAc+NaAc 且 $\text{HAc}:\text{NaAc}=1:1$), NH_4Ac , HAc

(C) NH_4Ac , NaAc, (HAc+NaAc 且 $\text{HAc}:\text{NaAc}=1:1$), HAc

(D) NaAc, NH_4Ac , (HAc+NaAc 且 $\text{HAc}:\text{NaAc}=1:1$), HAc

(D) 13. 浓度为 $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液的质子平衡方程式是_____。

(A) $c(\text{Na}^+) = a - c(\text{H}^+)$ (B) $c(\text{HS}^-) + 2c(\text{H}_2\text{S}) + c(\text{OH}^-) = a - c(\text{H}^+)$

(C) $c(\text{H}^+) = c(\text{HS}^-) + c(\text{OH}^-) + 2c(\text{S}^{2-})$ (D) $c(\text{OH}^-) = c(\text{HS}^-) + c(\text{H}^+) + 2c(\text{H}_2\text{S})$

(D) 14. 某金属离子生成的两种八面体配合物的磁距分别为 $\mu = 4.90 \text{ B.M}$ 和 $\mu = 0 \text{ B.M}$, 则该金属离子可能是_____。

(A) Cr^{3+} (B) Mn^{2+} (C) Fe^{3+} (D) Fe^{2+}

(B) 15. $\text{ZnS}(\text{s}) + 4\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} + \text{S}^{2-}$ 的标准平衡常数 $K^\ominus =$ _____。

(A) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{ZnS})/K_{\text{f}}^\ominus([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-})$ (B) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{ZnS}) \cdot K_{\text{f}}^\ominus([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-})$

(C) $K_{\text{f}}^\ominus([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-})/K_{\text{sp}}^\ominus(\text{ZnS})$ (D) $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{ZnS}) \cdot K_{\text{f}}^\ominus([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}) \cdot K_{\text{sp}}^\ominus(\text{Zn}(\text{OH})_2)$

二、简答题（20 分）

1. （4 分）已知 $E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}) = 0.15\text{V}$, $E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771\text{V}$, $E^\ominus(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$, $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23\text{V}$, 解释下列现象, 并写出有关离子反应方程式。

(1) SnCl_2 溶液长时间放置后, 可失去还原性。

(2) 淡绿色 FeSO_4 溶液存放后会变色。

解: (1) 由于 $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) > E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+})$, SnCl_2 溶液长期放置易被空气氧化成 SnCl_4 , 从而失去还原性。 $\text{O}_2 + 2\text{Sn}^{2+} + 4\text{H}^+ = 2\text{Sn}^{4+} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 由于 $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) > E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$, FeSO_4 溶液存放后易被空气氧化成 Fe^{3+} , 溶液由淡绿色变为 Fe^{3+} 浅黄色。 $\text{O}_2 + 4\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

2. （10 分）用价键理论和晶体场理论完成下表:

配合物		CoF_6^{3-}	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$
磁矩 $\mu / \text{B.M.}$		4.9	0
未成对电子数 n		4	0
价键理论	中心原子杂化轨道类型	sp^3d^2	d^2sp^3
	配合物类型	外轨型	内轨型
晶体场理论	t_{2g} 、 e_g 轨道电子排布	$(t_{2g})^4(e_g)^2$	$(t_{2g})^6(e_g)^0$
	配合物类型	高自旋	低自旋

3. （6 分）在下列空格中填入 “>、=或<” 符号:

键能: N_2 <u>></u> O_2	磁矩: O_2 <u>></u> O_2^{2-}
沸点: HF <u>></u> HCl	标准熵 $S^\ominus_{298\text{K}}$: $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <u><</u> $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
键角: NH_3 <u>></u> H_2O	渗透压(等浓度): HAc <u>></u> 葡萄糖

三、(10 分) 在一定温度下 Ag_2CO_3 的分解反应为 $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ 。假定反应焓变和反应熵变均不随温度的变化而改变。

(1) 估算 $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 在标准状态下的最低分解温度；

(2) 计算上述分解反应在 700 K 时的标准平衡常数。

已知 298.15 K 时相关物质的热力学数据如下所示：

	$\text{Ag}_2\text{O}(\text{s})$	$\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$	$\text{CO}_2(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\theta / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-31.05	-505.8	-393.5
$S_m^\theta / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	121.3	167.4	213.7

解：

(a) $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

$$\Delta_r H_m^\theta = \Delta_f H_m^\theta(\text{Ag}_2\text{O}) + \Delta_f H_m^\theta(\text{CO}_2) - \Delta_f H_m^\theta(\text{Ag}_2\text{CO}_3)$$

$$= -31.05 - 393.5 + 505.8 = 81.25 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\Delta_r S_m^\theta = S_m^\theta(\text{Ag}_2\text{O}) + S_m^\theta(\text{CO}_2) - S_m^\theta(\text{Ag}_2\text{CO}_3)$$

$$= 121.3 + 213.7 - 167.4 = 167.6 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\Delta_r G_m^\theta = \Delta_r H_m^\theta - T \Delta_r S_m^\theta \leq 0$$

$$T \geq \frac{\Delta_r H_m^\theta}{\Delta_r S_m^\theta} = \frac{81.25 \times 10^3}{167.6} = 484.8 \text{ K}$$

所以 $\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 在标准状态下的最低分解温度为 484.8 K。

(b)

$$\Delta_r G_m^\theta = \Delta_r H_m^\theta - T \Delta_r S_m^\theta = 81.25 - 700 \times 167.6 \times 10^{-3} = -36.07 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$K^\theta = e^{-\frac{\Delta_r G_m^\theta}{RT}} = 492$$

四、(10 分) 已知反应 $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ 在 318 K 时的反应速率常数 $k_1 = 4.98 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ ，反应的活化能 $E_a = 102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(1) 判断上述反应的反应级数；

(2) 计算上述反应在 338 K 时的反应速率常数 k_2 和半衰期。

解：

(a) 因为 k 的量纲为 s^{-1} ，所以该反应为一级反应。

(b)

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

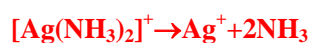
$$k_2 = 4.88 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_2} = 142 \text{ s}$$

五、(10 分) 298.15 K 下, 在 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 配离子溶液中加入 KCl 溶液, 使 KCl 浓度达到 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 通过计算判断能否生成 AgCl 沉淀。

已知 298.15 K 时 $K_f^\theta([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) = 1.12 \times 10^7$, $K_{sp}^\theta(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ 。

解:



$$\frac{1}{K_f^\theta\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}} = \frac{x \cdot (2x)^2}{0.10-x} = \frac{1}{1.12 \times 10^7}$$

$$x = 1.3 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$$\therefore Q_i = \frac{c(\text{Ag}^+)}{c^\theta} \cdot \frac{c(\text{Cl}^-)}{c^\theta} = 1.3 \times 10^{-3} \times 0.10 = 1.3 \times 10^{-4} > K_{sp}^\theta(\text{AgCl})$$

\therefore 能生成 AgCl 沉淀

六、(10 分) 已知 298.15 K 时 $E^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34 \text{ V}$, $E^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+) = 0.16 \text{ V}$ 。

(a) 计算 298.15 K 时 $E^\theta(\text{Cu}^+/\text{Cu})$;

(b) 若 298.15 K 时 $K_{sp}^\theta(\text{CuCl}) = 1.2 \times 10^{-6}$, 计算 298.15 K 时电极反应 $\text{CuCl(s)} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Cl}^-$ 对应的标准电极电势。

解:

(a)



$$(1) - (2) = (3)$$

$$\Delta_r G_m^\theta(1) - \Delta_r G_m^\theta(2) = \Delta_r G_m^\theta(3)$$

$$-2E_1^\theta F + E_2^\theta F = -E_3^\theta F$$

$$E_3^\theta = 2E_1^\theta - E_2^\theta = 0.52 \text{ V}$$

即标准电极电势 $E^\theta(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = 0.52 \text{ V}$

(b)



$$(3) + (5) = (4)$$

$$\Delta_r G_m^\theta(3) + \Delta_r G_m^\theta(5) = \Delta_r G_m^\theta(4)$$

$$-E_3^\theta F - RT \ln K_{sp}^\theta(\text{CuCl}) = -E_4^\theta F$$

$$E_4^\theta = E_3^\theta + \frac{RT}{F} \ln K_{sp}^\theta(\text{CuCl}) = 0.17 \text{ V}$$

即电极反应 $\text{CuCl(s)} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Cl}^-$ 对应的标准电极电势为 0.17 V 。

七、(10 分) Carbon disulfide (CS₂) boils at 46.30 °C and has a density of 1.261 g·mL⁻¹.

(1) When 0.250 mol of a nondissociating solute is dissolved in 400.0 mL of CS₂, the solution boils at 47.46 °C. What is the molal boiling-point-elevation constant for CS₂?

(2) When 5.39 g of a nondissociating unknown is dissolved in 50.0 mL of CS₂, the solution boils at 47.08 °C. What is the molecular weight of the unknown?

Answer:

(1)

$$\Delta T_b = K_b b_B$$

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} = \frac{0.250}{400 \times 1.261 \times 10^{-3}} = 0.50 \text{ mol/kg}$$

$$K_b = \frac{\Delta T_b}{b_B} = \frac{47.46 - 46.30}{0.50} = 2.32 \text{ K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2)

$$b_B = \frac{n_B}{m_A} = \frac{5.39 / M_B}{50.0 \times 1.261 \times 10^{-3}}$$

$$\Delta T_b = K_b b_B = K_b \frac{5.39 / M_B}{50.0 \times 1.261 \times 10^{-3}} = 47.08 - 46.30$$

$$M_B = 254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$