

## 《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： \_\_\_\_\_

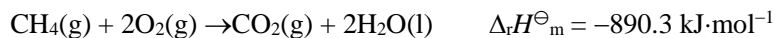
题序	一	二	三	四	五	六	七	总分
得分								
评卷人								

本试卷可能用到的数据： $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ； $F = 96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ ；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.  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  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  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{l})$  在  $25^\circ\text{C}$ 、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.  $4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$       B.  $\text{Ni}(\text{CO})_4(\text{s}) = \text{Ni}(\text{s}) + 4\text{CO}(\text{g})$   
C.  $\text{S}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{S}(\text{g})$       D.  $\text{MgCO}_3(\text{s}) = \text{MgO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- (B) 4. 已知下列反应在  $1362 \text{ K}$  时的标准平衡常数：  
 $\text{H}_2(\text{g}) + (1/2)\text{S}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \quad K^\ominus_1 = 0.80$   
 $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad K^\ominus_2 = 1.8 \times 10^4$   
则反应  $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{S}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  在  $1362 \text{ K}$  的  $K^\ominus =$  \_\_\_\_。  
A.  $2.3 \times 10^4$       B.  $5.1 \times 10^8$       C.  $4.3 \times 10^{-5}$       D.  $2.0 \times 10^{-9}$
- (A) 5. 基元反应  $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$  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 kJ·mol<sup>-1</sup>      B. 无法确定      C. 890 kJ·mol<sup>-1</sup>      D. -74.8 kJ·mol<sup>-1</sup>

(A) 7. 在一恒压容器中, 在  $T$  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.  $9.77 \times 10^{-2}$       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.  $\Delta_r G_m$       B.  $\Delta_r H_m$       C.  $E_a$       D. 以上三项都有影响

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

A. 25 s      B. 69.3 s      C. 200 s      D. 50 s

(B) 11.  $\text{OF}_2$  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, ( $\text{HAc} + \text{NaAc}$  且  $\text{HAc}:\text{NaAc} = 1:1$ ),  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , NaAc

B. NaAc, ( $\text{HAc} + \text{NaAc}$  且  $\text{HAc}:\text{NaAc} = 1:1$ ),  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , HAc

C.  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , NaAc, ( $\text{HAc} + \text{NaAc}$  且  $\text{HAc}:\text{NaAc} = 1:1$ ), HAc

D. NaAc,  $\text{NH}_4\text{Ac}$ , ( $\text{HAc} + \text{NaAc}$  且  $\text{HAc}:\text{NaAc} = 1:1$ ), HAc

(D) 13. 浓度为  $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液的质子平衡式为\_\_\_\_\_。

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.  $\text{Cr}^{3+}$       B.  $\text{Mn}^{2+}$       C.  $\text{Fe}^{3+}$       D.  $\text{Fe}^{2+}$

(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)  $\text{SnCl}_2$  溶液长时间放置后, 可失去还原性。

(2) 淡绿色  $\text{FeSO}_4$  溶液存放后会变色。

解: (1) 由于  $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) > E^\ominus(\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+})$ ,  $\text{SnCl}_2$  溶液长期放置易被空气氧化成  $\text{SnCl}_4$ , 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  $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) > E^\ominus(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ ,  $\text{FeSO}_4$  溶液存放后易被空气氧化成  $\text{Fe}^{3+}$ , 溶液由淡绿色变为  $\text{Fe}^{3+}$  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		$\text{CoF}_6^{3-}$	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$
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	$\text{sp}^3\text{d}^2$	$\text{d}^2\text{sp}^3$
	配合物类型	外轨型	内轨型
晶体场理论	$\text{t}_{2g}$ 、 $\text{e}_g$ 轨道电子排布	$\text{t}_{2g}^4\text{e}_g^2$	$\text{t}_{2g}^6\text{e}_g^0$
	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: $\text{N}_2$ <u>&gt;</u> $\text{O}_2$	磁矩: $\text{O}_2$ <u>&gt;</u> $\text{O}_2^{2-}$
沸点: $\text{HF}$ <u>&gt;</u> $\text{HCl}$	标准熵 $S^\ominus_{298\text{K}}$ : $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <u>&lt;</u> $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
键角: $\text{NH}_3$ <u>&gt;</u> $\text{H}_2\text{O}$	渗透压(等浓度): $\text{HAc}$ <u>&gt;</u> 葡萄糖

三、(10 分) 在一定温度下  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  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  $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 2\text{NO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$  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  $\text{s}^{-1}$ ，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) 将 50.0 mL 含 0.950 g  $\text{MgCl}_2$  的溶液与等体积的  $1.80 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水混合, 为了防止生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀, 问溶液中至少需加入多少克  $\text{NH}_4\text{Cl}$  固体? 已知  $M(\text{MgCl}_2)=95.0$ ,  $M(\text{NH}_4\text{Cl})=53.5$ ,  $K_b^\ominus(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})=1.75 \times 10^{-5}$ ,  $K_{sp}^\ominus(\text{Mg}(\text{OH})_2)=1.80 \times 10^{-11}$ 。

解:  $c(\text{Mg}^{2+}) = \frac{0.950}{95.0 \times 0.1} = 0.100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

防止生成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  沉淀, 则  $c(\text{OH}^-) < \sqrt{\frac{K_{sp}^\ominus(\text{Mg}(\text{OH})_2)}{c(\text{Mg}^{2+})}} = 1.34 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



$$K_b^\ominus = \frac{c(\text{OH}^-)c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3)}$$

$$c(\text{NH}_4^+) = \frac{K_b^\ominus c(\text{NH}_3)}{c(\text{OH}^-)} = \frac{1.75 \times 10^{-5} \times 0.90}{1.34 \times 10^{-5}} = 1.18 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1.18 \times 0.1 \times 53.5 = 6.31 \text{ g}$$

六、(10 分) 已知 298.15 K 时的相关热力学数据如下所示:

	$\text{Ag}^+(\text{aq})$	$\text{AgCl}(\text{s})$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$
$\Delta_f G_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	77.11	-109.79	-131.23

(1) 计算 298.15 K 时  $\text{AgCl}(\text{s})$  的溶度积常数  $K_{sp}^\ominus$ 。

(2) 计算 298.15 K 时  $\text{AgCl}(\text{s})$  在纯水中的溶解度 (用物质的量浓度表示)。

(3) 计算 298.15 K 时  $\text{AgCl}(\text{s})$  在  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$   $\text{NaCl}$  水溶液中的溶解度 (用物质的量浓度表示)。

解:



$$\Delta_r G_m^\ominus = \Delta_f G_m^\ominus(\text{Ag}^+, \text{aq}) + \Delta_f G_m^\ominus(\text{Cl}^-, \text{aq}) - \Delta_f G_m^\ominus(\text{AgCl}, \text{s}) = 55.67 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\because \Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K_{sp}^\ominus$$

$$\therefore K_{sp}^\ominus = 1.76 \times 10^{-10}$$

(2) 设  $\text{AgCl}$  的溶解度为  $s_1$ , 则  $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-) = s_1$

$$K_{sp}^\ominus = c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-) = (s_1)^2 = 1.76 \times 10^{-10}$$

$$\therefore s_1 = 1.33 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

(3) 设  $\text{AgCl}$  的溶解度为  $s_2$ , 则  $c(\text{Ag}^+) = s_2$ ,  $c(\text{Cl}^-) = 0.01 + s_2$

$$K_{sp}^\ominus = c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-) = s_2(0.01 + s_2) = 1.76 \times 10^{-10}$$

$$\therefore s_2 = 1.76 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

七、(10 分) 已知 298.15 K 时  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})=0.34 \text{ V}$ ,  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+)=0.16 \text{ V}$ 。

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

(2) 若 298.15 K 时  $K_{sp}^\ominus(\text{CuCl})=1.2 \times 10^{-6}$ , 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)

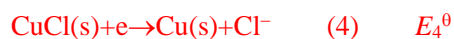
$$\Delta_r G_m^\ominus(1) - \Delta_r G_m^\ominus(2) = \Delta_r G_m^\ominus(3)$$

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

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

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

(b)



(3)+(5)=(4)

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

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

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

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。