

# 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题(A 卷)

考试科目代码： 619

考试科目名称：无机化学

## 考生答题须知

1. 所有题目(包括填空、选择、图表等类型题目)答题答案必须做在考点发给的答题纸上,做在本试题册上无效。请考生务必在答题纸上写清题号。
2. 评卷时不评阅本试题册,答题如有做在本试题册上而影响成绩的,后果由考生自己负责。
3. 答题时一律使用蓝、黑色墨水笔或圆珠笔作答(画图可用铅笔),用其它笔答题不给分。
4. 答题时不准使用涂改液等具有明显标记的涂改用品。

### 一、选择题(每题 2.5 分共 40 分)

1. 下列物质中  $\Delta_f H_m^\ominus$  不等于零的是 ( )。  
(A) Fe (s); (B) C (石墨); (C) Ne (g); (D) Cl (l);
2. 将固体  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  溶于水中,溶液变冷,则该过程的  $\Delta G$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$  的符号依次是 ( )。  
(A) + - - ; (B) + + -; (C) - + -; (D) - + +;
3. 下列有关活化能的叙述错误的是 ( )。  
(A) 不同反应具有不同的活化能;  
(B) 同一条件下同一反应的活化能越大,其反应速率越小;  
(C) 同一反应活化能越小,其反应速率越小;  
(D) 活化能可以通过实验来测定;
4. 为了在较短时间内达到化学平衡,对于大多数气相化学反应来说,适宜采用的措施是 ( )。  
(A) 减少产物的浓度; (B) 增加温度,减小压强;  
(C) 使用催化剂; (D) 降低温度和减小反应物的压强;
5. 下列分子或离子中键角最小的是 ( )。  
(A)  $\text{NH}_3$ ; (B)  $\text{PCl}_4^+$ ; (C)  $\text{BF}_3$ ; (D)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
6. A、B、C、D 四种金属,将 A、B 用导线连接,浸在稀硫酸中,在 A 表面上有氢气放出, B 逐渐溶解;将含有 A、C 两种金属的阳离子溶液进行电解时,阴极先析出 C;把 D 置于 B 的盐溶液中有 B 析出。则这四种金属还原性由强到弱的顺序是 ( )。  
(A)  $A > B > C > D$ ; (B)  $D > B > A > C$ ;  
(C)  $C > D > A > B$ ; (D)  $B > C > D > A$ ;
7. 已知在  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  的饱和溶液中,  $c(\text{Ca}^{2+}) = 2.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $c(\text{PO}_4^{3-}) = 1.58 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  的  $K_{\text{sp}}$  为 ( )。  
(A)  $2.0 \times 10^{-29}$ ; (B)  $3.2 \times 10^{-12}$ ;  
(C)  $6.3 \times 10^{-18}$ ; (D)  $5.1 \times 10^{-27}$ ;

## 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题

8. 不列有关 Cu-Zn 原电池的叙述中错误的是 ( )。
- (A) 盐桥中的电解质可保持两个半电池中的电荷平衡;  
(B) 盐桥用于维持氧化还原反应的进行;  
(C) 盐桥中的电解质不能参与电池反应;  
(D) 电子通过盐桥流动;
9. 在下列反应中 CO 不做还原剂的是 ( )。
- (A) CO 与金属氧化物反应制备金属单质; (B) CO 在空气中燃烧;  
(C) CO 与 Fe 形成配合物  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ ; (D)  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$ ;
10. 已知  $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.771\text{V}$ ,  $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.44\text{V}$ ,  $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0.682\text{V}$ ,  $E^\circ(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.77\text{V}$ , 在标准态时, 在  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液中加入适量的  $\text{Fe}^{2+}$ , 可生成的产物是 ( )。
- (A) Fe,  $\text{O}_2$ ; (B)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{O}_2$ ;  
(C) Fe,  $\text{H}_2\text{O}$ ; (D)  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;
11. 将氢电极 ( $p(\text{H}_2) = 100\text{ kPa}$ ) 插入纯水中与标准电极组成原电池, 则 E 为 ( ) V(水的离子积为  $1 \times 10^{-14}$ )。
- (A) 0.414; (B) -0.414; (C) 0; (D) 0.828;
12. 下列轨道上的电子, 在 xy 平面上的电子云密度为零的是 ( )。
- (A)  $3p_z$ ; (B)  $3d_{z^2}$ ; (C)  $3s$ ; (D)  $3p_x$
13.  $\text{H}_2\text{S}$  分子的空间构型、中心原子的杂化方式分别为 ( )。
- (A) 直线形、sp 杂化; (B) V 形、 $\text{sp}^2$  杂化;  
(C) 直线形、 $\text{sp}^3\text{d}$  杂化; (D) V 形、 $\text{sp}^3$  杂化;
14. 如果正离子的电子层结构类型相同, 在下属几种情况中极化力较大的是 ( )。
- (A) 离子的电荷多、半径大; (B) 离子的电荷多、半径小;  
(C) 离子的电荷少、半径大; (D) 离子的电荷少、半径小;

## 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题

15. 下列离子中，属于 (9~17) 电子构型的是 ( )。

(A)  $\text{Li}^+$ ; (B)  $\text{F}^-$ ; (C)  $\text{Fe}^{3+}$ ; (D)  $\text{Pb}^{2+}$  ;

16. 工业上制取  $\text{SO}_2$  采用下列方法中的 ( )。

(A) 焙烧  $\text{FeS}_2$ ; (B) 单质硫在空气中燃烧;  
(C) 亚硫酸盐与酸反应; (D) 浓硫酸与铜反应;

### 二、填空题 (每空 2 分共 40 分)

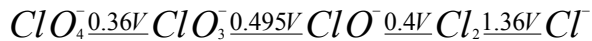
1. 一敞口烧瓶在 280 K 时所盛的气体，须加热到 \_\_\_\_\_ K 时才能使其 1/3 逸出瓶外。

2. 反应  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的平衡常数  $K^\ominus$  在 900 K 时为  $3 \times 10^{-3}$ , 1200K 时为 0.2, 则该反应的正向反应是 \_\_\_\_\_ 热反应。

3. 基元反应  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NOCl}$  是 \_\_\_\_\_ 分子反应, 是 \_\_\_\_\_ 级反应, 其速率方程为 \_\_\_\_\_。

4. 由于  $K_{\text{稳}}[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} > K_{\text{稳}}[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , 所以电对  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  的电极电位 \_\_\_\_\_ 电对  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  的电极电位 (大于或小于)。

5. 已知氯元素在碱性溶液中的电势图为:



则  $E^\ominus(\text{ClO}_4^-/\text{ClO}_3^-) = \underline{\hspace{2cm}}$ ;  $E^\ominus(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ ; 298 K 时将  $\text{Cl}_2(\text{g})$  通入稀 NaOH 溶液中, 能稳定存在的离子是 \_\_\_\_\_。

6. 在下表变化方向栏内用箭头指示变化方向:

序号	可逆反应	$\Delta_r H_m^\ominus$	操作	变化方向
(1)	$2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$	<0	加热	( )
(2)	$\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$	>0	冷却	( )
(3)	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$	>0	加压	( )
(4)	$\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$	<0	减压	( )

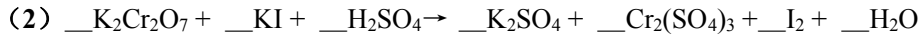
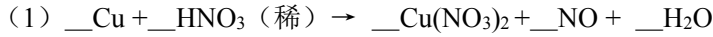
7.  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Ca}$  的晶体类型分别是 \_\_\_\_\_, 熔点最高的是 \_\_\_\_\_, 熔点最低的是 \_\_\_\_\_。

8. 已知  $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$  的  $\mu = 0$ , 则其中心离子的杂化方式为 \_\_\_\_\_, 配离子的空间构型为 \_\_\_\_\_; 按照晶体场理论, 其中心离子 d 电子的排布方式为 \_\_\_\_\_。

## 昆明理工大学 2021 年硕士研究生招生入学考试试题

9. 在含有  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{CaCl}_2$  的  $\text{CaF}_2$  饱和溶液中,  $\text{F}^-$  离子浓度是\_\_\_\_\_。(已知  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 2.7 \times 10^{-11}$ )

### 三、配平 (10 分)



### 四、问答题 (每题 10 分, 共 20 分)

1. 根据酸碱质子理论, 写出下列分子或离子的共轭酸的化学式:

(1)  $\text{SO}_4^{2-}$ ; (2)  $\text{S}^{2-}$ ; (3)  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; (4)  $\text{HSO}_4^-$ ; (5)  $\text{NH}_3$ ;

2. 下列第四周期某些元素氯化物的熔点、沸点, 试用离子极化观点解释:

(1)  $\text{ZnCl}_2$  的熔点、沸点低于  $\text{CaCl}_2$ ;

(2)  $\text{FeCl}_3$  的熔点、沸点低于  $\text{FeCl}_2$ 。

### 五、计算 (40 分)

1. (10 分) 中和  $50.00 \text{ cm}^3$ ,  $\text{pH} = 3.80$  的盐酸溶液与中和  $50.00 \text{ cm}^3$ ,  $\text{pH} = 3.80$  的醋酸溶液所需的  $\text{NaOH}$  的量是否相同? 为什么? ( $K(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$ )

2. (10 分) 指定  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  分解产物的分压皆为  $10^5 \text{ Pa}$ , 根据以下已知数据求  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$  分解的最低温度。

已知数据:

	$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \leftrightarrow \text{NH}_3(\text{g}) + \text{HCl}(\text{g})$		
$\Delta_f G^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-203	-16.5	-95.4
$\Delta_f H^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-315	-46.1	-92.5
$\Delta_f S^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	94.6	192.3	186.6

3. (10 分) 由下列两个电极组成原电池:

(1) 氯化银电极  $[\text{Cl}^-] = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , (2)  $\text{Pt}, \text{H}_2(p^\ominus) | \text{HAc}(0.056 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$ ,

已知:  $\varphi^\ominus(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0.799 \text{ V}$ ,  $\varphi^\ominus(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0.00 \text{ V}$ ,  $K_{\text{sp}}^\ominus(\text{AgCl}) = 1.0 \times 10^{-10}$ ,  $K^\ominus(\text{HAc}) = 1.8 \times 10^{-5}$

试回答: (1) 写出原电池符号和电极反应;

(2) 计算原电池的电动势;

(3) 计算上述用来组成原电池的氧化还原反应在  $25^\circ\text{C}$  时的平衡常数。

4. (10 分)  $1.0 \text{ L } 0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$  溶液中加入  $6.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O } 1.0 \text{ L}$ , 求平衡时溶液中  $\text{Cu}^{2+}$  的浓度。( $K_{\text{稳}} = 2.09 \times 10^{13}$ )