



暨南大学  
JINAN UNIVERSITY

2022 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

招生专业及代码：080501 材料物理与化学、080502 材料学、080503 材料加工工程、0805Z1 生物材料、085600 材料与化工（专业学位）

考试科目级代码：821 材料综合

考生请注意：《材料综合》满分 150 分，考卷包括 A《基础化学》、B《材料科学基础》两项内容。请根据自己的专业背景和未来拟从事的专业研究方向，只能从 A、B 两项中任选其中一项作答，如果两项都做，仅记 A 项的成绩。请在答题纸上标明所选答卷类型。

A、基础化学

考生注意：所有答案必须写在答题纸（卷）上，写在本试题上一律不给分。

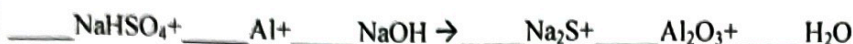
一、是非题（判断下列叙述是否正确，正确的在括号中画√，错误的画×）（共 10 小题，每小题 1 分，共计 10 分）

- ( ) 1. 将氨水的浓度稀释一倍，溶液中OH<sup>-</sup>离子浓度就减小到原来的一半。
- ( ) 2. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液中，H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 的浓度近似等于  $K_{a2}^{\theta}$ 。
- ( ) 3. 失去部分结晶水的硼砂作为标定盐酸的基准物质，将使标定结果偏高。
- ( ) 4. 氨水溶液不能装在铜制容器中，其原因是发生配位反应，生成[Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>，使铜溶解。
- ( ) 5. 对某试样进行三次平行测定，得平均含量 25.65%，而真实含量为 25.35%，则其相对误差为 0.30%。
- ( ) 6. 原电池中，电子由负极经导线流到正极，再由正极经溶液到负极，从而构成回路。
- ( ) 7. 描述原子核外电子运动状态的波函数Ψ需要用四个量子数来确定。
- ( ) 8. 电离能大的元素，其电子亲合能也大。
- ( ) 9. 共价键可以分为σ键和π键，π键的键能小于σ键的键能，π键的稳定性弱于σ键。
- ( ) 10. 色散力仅存在于非极性分子之间。

二、填空题(共5小题,每空1分,共20分)

1. 一般说来,由于难溶化合物或配位化合物的形成,使氧化态物质浓度减小时,其电对的电极电势将\_\_\_\_,还原态物质的还原能力\_\_\_\_,氧化态物质的氧化能力\_\_\_\_。(填增加、不变或减小)

2. 配平下列化学反应方程式:



3.  $\text{M}^{3+}$ 离子的3d轨道上有6个电子,则M原子基态时核外电子排布是\_\_\_\_, M属于\_\_\_\_周期\_\_\_\_族\_\_\_\_区元素,原子序数为\_\_\_\_。

4. 配位化合物 $[\text{CO}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]_2(\text{SO}_4)_3$ 的配体是\_\_\_\_和\_\_\_\_,配位数为\_\_\_\_,该配位化合物的名称是\_\_\_\_\_。

5. 进行下列运算,给出适当的有效数字

①  $213.64 + 0.3244 + 4.402 = \underline{\hspace{2cm}}$

②  $(51.0 \times 4.03 \times 10^{-4}) / (2.512 \times 0.002034) = \underline{\hspace{2cm}}$

三、单项选择题(选择正确答案的序号填入括号内)(共20小题,每小题2分,共40分)

( ) 1. 下列化合物中,同浓度水溶液,pH值最高的是:

- A. NaCl  
B.  $\text{NaHCO}_3$   
C.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
D.  $\text{NH}_4\text{Cl}$

( ) 2. 下列各混合溶液,不具有缓冲能力的是:

- A. 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$  + 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$   
B. 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HCl}$  + 200 mL  $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
C. 200 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{HAc}$  + 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaOH}$   
D. 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_4\text{Cl}$  + 100 mL  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

( ) 3. 由丙酸和丙酸钠组成的缓冲溶液,总浓度为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。当溶液的  $\text{pH} = 6.0$  时,丙酸的浓度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )为(丙酸的  $K_a^\theta = 1.3 \times 10^{-5}$ ):

- A.  $7.1 \times 10^{-3}$   
B.  $3.5 \times 10^{-3}$   
C.  $1.4 \times 10^{-2}$   
D.  $2.8 \times 10^{-2}$

( ) 4. 某酸碱指示剂的  $K_{HIn}^\theta = 1.0 \times 10^{-5}$ , 则从理论上推算其pH变色范围是:

- A. 4~5  
B. 5~6  
C. 4~6  
D. 5~7

( ) 5.  $\text{CaF}_2$  ( $K_{sp} = 2.7 \times 10^{-11}$ ) 在  $0.0010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$  溶液中的溶解度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ )为:

- A.  $4.1 \times 10^{-5}$   
B.  $8.2 \times 10^{-5}$   
C.  $1.0 \times 10^{-4}$   
D.  $8.2 \times 10^{-4}$

( ) 6. 已知反应  $\text{Cu}_2\text{O}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CuO}(\text{s})$  在 300 K 时, 其  $\Delta_r G_m^\theta = -107.9 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 400 K 时,

$\Delta_r G_m^\theta = -95.33 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则该反应的  $\Delta_r H_m^\theta$  和  $\Delta_r S_m^\theta$  近似各为:

A.  $187.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $-0.126 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

B.  $-187.4 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $0.126 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

C.  $-145.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $-0.126 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

D.  $145.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $-0.126 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

( ) 7. 根据反应  $\text{Cd} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Cd}^{2+} + \text{H}_2$  构成原电池, 其电池符号为:

A.  $(-) \text{Cd} \mid \text{Cd}^{2+} \parallel \text{H}^+, \text{H}_2 \mid \text{Pt}(+)$

B.  $(-) \text{Cd} \mid \text{Cd}^{2+} \parallel \text{H}^+ \mid \text{H}_2, \text{Pt}(+)$

C.  $(-) \text{H}_2 \mid \text{H}^+ \parallel \text{Cd}^{2+} \mid \text{Cd}(+)$

D.  $(-) \text{Pt}, \text{H}_2 \mid \text{H}^+ \parallel \text{Cd}^{2+} \mid \text{Cd}(+)$

( ) 8. 测得由反应  $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$  构成的原电池标准电动势为 0.445 V。已知电对  $\text{I}_2/\text{I}^-$  的  $\varphi^\theta$  为 0.535 V, 则电对  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的  $\varphi^\theta$  为:

A. -0.090 V

B. 0.980 V

C. 0.090 V

D. -0.980 V

( ) 9. 等温等压过程在高温不自发进行而在低温时可自发进行的条件是:

A.  $\Delta_r H_m^\theta < 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta < 0$

B.  $\Delta_r H_m^\theta > 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta < 0$

C.  $\Delta_r H_m^\theta < 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta > 0$

D.  $\Delta_r H_m^\theta > 0$ ,  $\Delta_r S_m^\theta > 0$

( ) 10. 在 298 K, 101.325 kPa 时, 反应  $\text{O}_3 + \text{NO} \rightleftharpoons \text{O}_2 + \text{NO}_2$  的活化能为  $10.7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$   $\Delta_r H_m^\theta$  为  $-193.8 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 则其逆反应的活化能为 ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ):

A. -204.5

B. 204.5

C. 183.1

D. -183.1

( ) 11. 已知  $\varphi^\theta(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ ,  $\varphi^\theta(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0.41 \text{ V}$ ,  $\varphi^\theta(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2) = 0.695 \text{ V}$ ,  $\varphi^\theta(\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.76 \text{ V}$ 。在标准态时, 在  $\text{H}_2\text{O}_2$  酸性溶液中加入适量  $\text{Fe}^{2+}$ , 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.  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

( ) 12. 所谓原子轨道是指:

A. 一定的电子云

B. 核外电子的概率

C. 一定的波函数

D. 某个径向分布函数

( ) 13. 当角量子数为 5 时, 可能的简并轨道数是:

A. 6

B. 7

C. 9

D. 11

- ( ) 14. 鲍林电负性值可以预言元素的:
- A. 配位数  
B. 偶极矩  
C. 分子的极性  
D. 键的极性
- ( ) 15. 石墨中, 层与层之间的结合力是:
- A. 共价键  
B. 离子键  
C. 金属键  
D. 范德华力
- ( ) 16. 阐明CO<sub>2</sub>是非极性分子的正确说法是:
- A. CO<sub>2</sub>分子中存在着极性共价键  
B. CO<sub>2</sub>分子是结构对称的直线分子  
C. CO<sub>2</sub>的水化物是弱酸  
D. 以上均不正确
- ( ) 17. 下列配合物的配位体中既有共价键又有配位键的是:
- A. [Cu(en)<sub>2</sub>]SO<sub>4</sub>  
B. [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl  
C. Fe(CO)<sub>5</sub>  
D. K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]
- ( ) 18. 下列叙述正确的是:
- A. Ca<sup>2+</sup>在(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>酸性溶液中不沉淀, 是由于配位效应  
B. I<sub>2</sub>溶于KI溶液中是由于配位效应  
C. CuS溶解于HNO<sub>3</sub>溶液中是由于HNO<sub>3</sub>的酸效应  
D. SnCl<sub>2</sub>在水溶液中不溶解是由于SnCl<sub>2</sub>的溶解度小
- ( ) 19. 下列数据中, 有效数字为4位的是:
- A. pH=11.25  
B. C(Cl<sup>-</sup>)=0.0002 mol·L<sup>-1</sup>  
C. ω(Fe)=0.040  
D. ω(CaO)=38.56%
- ( ) 20. 下列情况中, 使分析结果产生负误差的是:
- A. 以盐酸溶液滴定某碱样, 所用滴定管未洗净, 滴定时内壁挂液珠  
B. 用于标定标准溶液的基准物质在称量时吸潮了  
C. 滴定速度太快, 并在达到终点后立即读取滴定管读数  
D. 测定基本单元( $\frac{1}{2}$  H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)的摩尔质量时, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O失去了部分结晶水

#### 四、简答题(共4小题, 每小题10分, 共40分)

- 温度升高, 可逆反应的正、逆化学反应速率都加快, 为什么化学平衡会移动?
- 将下列两组物质按沸点由低到高的顺序排列并说明理由。

(1) H<sub>2</sub> CO Ne HF (2) Cl<sub>4</sub> CF<sub>4</sub> CBr<sub>4</sub> CCl<sub>4</sub>

3. 铁在人体内的运输和代谢需要铜的参与。在血浆中，铜以铜蓝蛋白形式存在，催化氧化  $\text{Fe}^{2+}$  成  $\text{Fe}^{3+}$ ，从而使铁被运送到骨髓。试用原子结构的基本理论解释为什么  $\text{Fe}^{3+}$  比  $\text{Fe}^{2+}$  要稳定？

4. 已知  $[\text{PdCl}_4]^{2-}$  为平面正方形结构， $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$  为四面体结构，根据价键理论分析它们的杂化方式，并指出配离子是顺磁性 ( $\mu \neq 0$ ) 还是抗磁性 ( $\mu = 0$ )。

### 五、计算题（共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分）

1. 取  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HB 溶液 50.00 mL，与  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  KOH 溶液 20.00 mL 混合，将混合溶液加水稀释至 100.0 mL，测得其 pH 值为 5.25，试求此弱酸(HB)的解离平衡常数。

2. 用有关热力学函数计算  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$  在 373.15K 时的溶度积常数（假设  $\Delta_r H_m^\theta$ 、 $\Delta_r S_m^\theta$  不随温度变化）。

	$\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s})$	$\rightleftharpoons$	$2\text{Ag}^+(\text{aq})$	$+$	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
$\Delta_f G_m^\theta / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-437.2		77.1		-527.8
$\Delta_f H_m^\theta / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-505.8		105.6		-667.0
$S_m^\theta / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	167.4		72.7		-56.8

3. 设溶液中  $\text{MnO}_4^-$  离子和  $\text{Mn}^{2+}$  离子的浓度相等(其它离子均处于标准状态)，问在下列酸度：(1)

pH = 0.0, (2) pH = 5.5,  $\text{MnO}_4^-$  离子能否氧化  $\text{I}^-$  和  $\text{Br}^-$  离子。已知  $\varphi^\ominus (\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.507\text{V}$ ,

$\varphi^\ominus (\text{Br}_2/\text{Br}^-) = 1.066\text{V}$ ,  $\varphi^\ominus (\text{I}_2/\text{I}^-) = 0.5355\text{V}$

4. 将  $0.20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液与  $0.60 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的 KCN 溶液等体积混合后，加入固体 KI（忽略体积的变化），使  $\text{I}^-$  浓度为  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，问能否产生 AgI 沉淀？ $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.52 \times 10^{-17}$ ， $K_{\text{S}}([\text{Ag}(\text{CN})_2]) = 1.3 \times 10^{21}$

## B、材料科学基础

考生注意：所有答案必须写在答题纸（卷）上，写在本试题上一律不给分。

一、是非题（判断下列说法是否正确，正确的在括号中画√，错误的画×）（共 15 小题，每小题 2 分，共计 30 分）

1. 在宏观晶体中所存在的对称要素都必定通过晶体的中心。 ( )
2. 等轴晶系的对称特点是具有 4 根 3 次轴。 ( )
3. 多晶材料中相邻晶粒的位相差大于  $15^\circ$  的晶界称为大角度晶界。 ( )
4. 刃型位错的位错线平行于滑移方向。 ( )
5. 对于所有金属材料来说，不管冷却速率有多快，都不能形成玻璃态结构。 ( )
6. 金刚石、石墨烯是同素异性体。 ( )
7. 菲克第一定律适用于求解稳态扩散问题。 ( )
8. 对于相同的体系，均匀形核位垒 < 非均匀形核位垒。 ( )
9. 大多数的固相反应是由扩散速度所控制。 ( )
10. 如果合金的母相原子排列是有序的，共析相变后，原子排列会变得无序。 ( )
11. 温度越低、压力越低，越有利于原子扩散。 ( )
12. 一般来说，晶界是气孔内气体通向烧结体外的主要扩散通道。 ( )
13. 在晶体生长过程中，必须要有过冷度的存在。 ( )
14. 只要绝对零度以上，晶体中就一定存在点缺陷。 ( )
15. 面心立方结构单胞中含有的原子个数为 3 个。 ( )

二、概念辨析题，解释下面各组名词概念。（共 6 小题，每小题 4 分，共计 24 分）

1. 置换固溶体、间隙固溶体
2. 珠光体、索氏体
3. 弗伦克尔空位、肖特基空位
4. 固溶强化、弥散强化
5. 滑移、孪生
6. 全位错、不全位错

三、单选题（共 5 小题，每小题 2 分，共计 10 分）

1. 下列 4 个六方晶体的晶面指数中，哪个是正确的？\_\_\_\_\_

- (A)  $(2\bar{3}21)$       (B)  $(11\bar{1}32)$       (C)  $(3\bar{1}\bar{2}2)$       (D)  $(11\bar{1}2)$

2. 面心立方结构的致密度为\_\_\_\_\_。

- (A) 0.47      (B) 0.74      (C) 0.68      (D) 0.86

3. 下列关于共晶合金成分铸造工艺性能的表述，较合理的是\_\_\_\_\_。

- (A) 亚共晶成分的合金液态流动性最好；  
 (B) 共晶成分的合金铸造工艺性能最好；  
 (C) 过共晶成分的合金铸造工艺性能最好；  
 (D) 不存在共晶转变的合金铸造工艺性能最好。

4. 既能提高材料的强度，又能同时改善材料塑性的强化工艺是\_\_\_\_\_。

- (A) 固溶强化      (B) 细晶强化      (C) 位错强化      (D) 加工硬化

5. 金属材料经过严重塑性加工变形后，性能的变化趋势不合理的是\_\_\_\_\_。

- (A) 强度得到提高      (B) 弹性模量大幅降低  
 (C) 电导率降低      (D) 塑性降低

四、综合题（共 5 小题，共 86 分）

1. 在立方晶系的晶胞内画出具有下列密勒指数的晶面和晶向。（12 分）

- (1)  $(001)$  与  $[210]$ , (2)  $(111)$  与  $[11\bar{1}2]$ , (3)  $(\bar{3}\bar{2}2)$  与  $[236]$

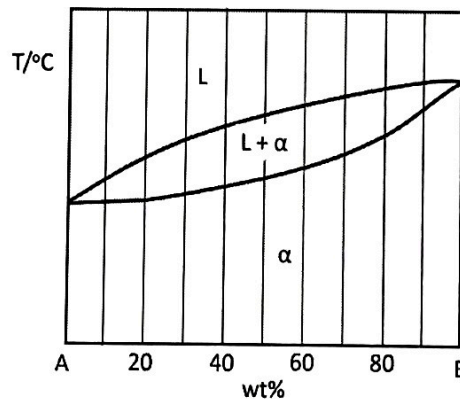
2. 下图为一匀晶相图，试根据相图作答（共 13 分）

(1)  $w_B=0.40$  的合金开始凝固得到的固相成分为多少？

(2) 若开始凝固得到的固体成分为  $w_B=0.60$ ，合金的成分约为多少？

(3) 成分为  $w_B=0.70$  的合金最后凝固时残留的液体成分约为多少？

(4) 若合金成分为  $w_B=0.50$ ，凝固到某温度时残留的液相成分  $w_B=0.40$ ，固相成分为  $w_B=0.80$ ，此时液相和固相的相对量各为多少？



3. 论述冷变形金属加热时回复、再结晶以及晶粒长大的过程及其特点。(15分)
4. 钢中奥氏体是什么晶体结构? 计算它的四面体间隙及八面体间隙的大小, 用原子半径  $R$  表示, 并注明间隙中心坐标。(10分)
5. 已知有 A 和 B 两种金属元素, 具备以下条件:
- A 的熔点  $327^{\circ}\text{C}$ , B 的熔点  $232^{\circ}\text{C}$ , 它们在液态无限互溶;
  - 这两个元素之间仅有一个共晶反应, 即在  $183^{\circ}\text{C}$  时, 由成分为  $61.9\text{ wt.\%B}$  的液态合金共晶反应生成  $19\text{ wt.\%B}$  的  $\alpha$  相和  $2.5\text{ wt.\%A}$  的  $\beta$  相;
  - 室温时, B 在固态 A 中固溶度约为  $2.5\text{ wt.\%}$ ; 而 A 在固态 B 中固溶度仅为  $0.1\text{ wt.\%}$ 。
- (1) 根据以上的条件示意画出 A-B 合金相图。(12分)
- (2) 分析说明含  $69\text{ wt.\%B}$  和  $50\text{ wt.\%B}$  的两个合金的结晶过程, 并分别确定它们平衡凝固到室温下得到的组织以及相的相对量。(24分)