

# 北京航空航天大学 2024 年

## 硕士研究生招生考试初试试题 科目代码: 911

材料综合 (共 10 页)

考生注意: (1) 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与评卷)

(2) 试卷中“物理化学”和“材料现代研究方法”两部分所有学生必答。“金属学原理”、“无机非金属材料学”、“高分子物理”和“环境”四部分只能任选其一, 必须在答题纸开头醒目位置注明所选内容。若多做, 则按照得分最低的部分计入总分。

### “物理化学”部分

一、单项选择题 (本题共 24 分, 每小题各 2 分)

1. 1mol, 373K, 100kPa 下的水经下列两种不同过程达到 373K, 100kPa 下的水蒸气。

(1) 恒温可逆蒸发 (2) 真空蒸发

这两种过程中热功关系为:

- 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.  $W_1 > W_2, Q_1 < Q_2$

2.  $\text{FeCl}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  可形成  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{FeCl}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  四种水合物, 则该系统独立组分数  $C$  和恒压下最多可能平衡共存的相数  $P$  分别为:

- A. 3 4 B. 3 5  
C. 2 4 D. 2 3

3. 20g  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  与 60g  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  分别放入抽真空、同体积的 a、b 两容器中, 且与同一恒温热源接触, 达到化学平衡时  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  部分分解为  $\text{CaO}(\text{s})$  与  $\text{CO}_2(\text{g})$ , [400 加考研]忽略固体体积, 两容器中  $\text{CaCO}_3(\text{s})$  的分解量为:

- A. a 多 B. b 多 C. 一样 D. 不确定

4. 在一体积恒为  $0.5\text{m}^3$  绝热容器中发生某化学反应, 容器内气体升温  $750^\circ\text{C}$ , 压力增加  $600\text{kPa}$ , 则此反应  $\Delta H(\text{kJ})$  为:

- A. 6.24                      B. 8.51                      C. 300                      D. 0

5. 一个已充电的蓄电池以  $1.8\text{V}$  输出电压放电后, 用  $2.2\text{V}$  电压充电使其恢复原状, [400 加考研]以蓄电池为研究对象, 总过程:

- A.  $Q < 0$   $W > 0$   $\Delta S > 0$   $\Delta G < 0$                       B.  $Q < 0$   $W < 0$   $\Delta S < 0$   $\Delta G < 0$   
C.  $Q > 0$   $W > 0$   $\Delta S = 0$   $\Delta G = 0$                       D.  $Q < 0$   $W > 0$   $\Delta S = 0$   $\Delta G = 0$

6. 一定条件下可逆反应  $2\text{X}(\text{g}) + 3\text{Y}(\text{g}) = 2\text{Z}(\text{g})$  达到平衡时, X 转化率 50%, Y 转化率 75%, 则反应开始前 X、Y 摩尔比为:

- A. 3:1                      B. 1:1                      C. 1:2                      D. 1:3

7.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg}(\text{l}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ , 设饱和甘汞电极、摩尔甘汞电极和  $0.1\text{mol/L}$  甘汞电极的电极电势为  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , 则:

- A.  $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3$                       B.  $\varphi_1 < \varphi_2 < \varphi_3$   
C.  $\varphi_1 < \varphi_2 = \varphi_3$                       D.  $\varphi_1 > \varphi_2 = \varphi_3$

8. 某反应, 反应物用掉  $\frac{5}{9}$  所需时间为用掉  $\frac{1}{3}$  所需时间的 2 倍, 则该反应级数为:

- A.  $\frac{3}{2}$                       B. 二级                      C. 一级                      D. 0 级

9.  $298\text{K}$ , A 液表面张力为 B 液表面张力的一半, A 液密度为 B 液密度的 2 倍。用最大气泡法测量表面张力实验中, 若 A、B 液分别用相同毛细管产生大小相同气泡时, [400 加考研]A 液的最大气泡压力差为 B 液的

- A. 0.5 倍                      B. 1 倍                      C. 2 倍                      D. 4 倍

10.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$  还原电势分别为  $-2.71\text{V}$  和  $-0.83\text{V}$ , 用 Hg 作阴极电解  $\text{NaCl}$  可得 Na, 这是因为:

- A. Na 与 Hg 形成液体合金                      B. 还原电势预示 Na 更易析出  
C.  $\text{H}_2$  在汞电极上超电势可能超  $2\text{V}$                       D. 上述描述均为错误

11. 关于催化剂的描述, 错误的是:

- A. 催化剂可以改变反应历程

- B. 催化剂会降低活化能
- C. 催化剂可以改变反应平衡，使转化率提高
- D. 催化剂可以同时加快可逆反应

12. A 与 B 可以形成固相完全互溶的固溶体，[400 加考研]在 A 中加入 B 后可使固溶体熔点提高，则 B 在此固溶体中的含量必\_\_\_\_\_组分 B 在液相中的含量。

- A. >                      B. <                      C. =                      D. 不确定

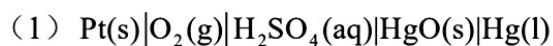
## 二、简答题（本题共 24 分，每小题 6 分）

1. 下列说法是否正确？并说明原因。

(1) 一定量理想气体体系自某一始态出发，分别等温可逆膨胀与绝热可逆膨胀之后，可达同一终态。

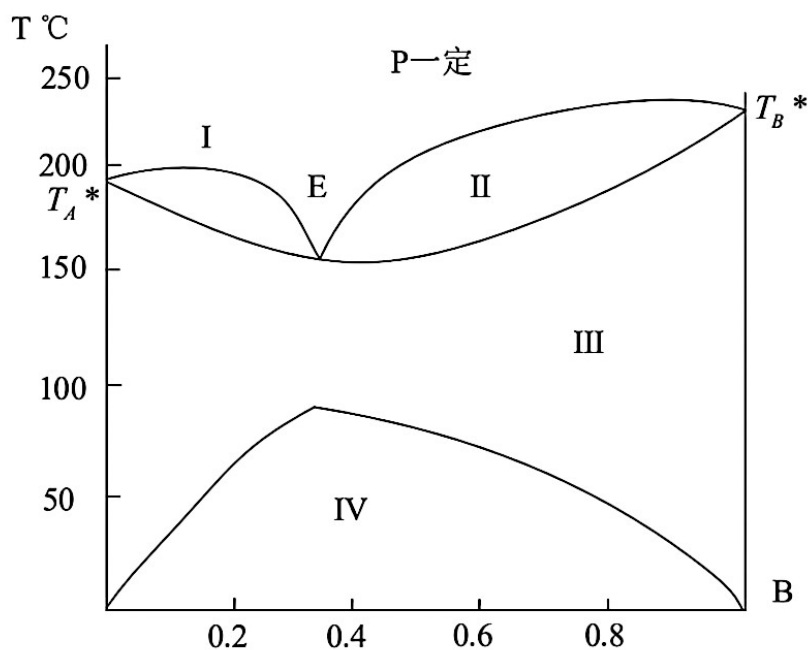
(2) 理想气体绝热可逆膨胀过程  $\Delta S = 0$ ，绝热不可逆膨胀  $\Delta S > 0$ ，绝热不可逆压缩  $\Delta S < 0$ 。

2. 为了测量  $\text{HgO(s)}$  的分解压力，[400 加考研]设计了如下两种电池，下列设计是否正确？并说明为什么？



3. 在一杯含极微小蔗糖晶粒的蔗糖饱和溶液中，投入一块较大的蔗糖晶体，恒温密闭条件下放置一段时间，这杯溶液有什么变化？原因是什么？

4. A、B 液体可组成二组分液态部分互溶系统，相图为：



(1) 图中 E 点的相数、相态、自由度  $F$  为多少？

(2) 若 4mol A 与 6mol B 混合, [400 加考研] 分别写出 50°C、125°C、250°C 系统相数、相态、自由度。

### 三、计算题 (本题共 15 分)

2mol 某理想气体,  $C_{V,m} = 2.5 R$ , 由 400K, 500kPa, 经绝热可逆压缩为 600K, 再经过等容降温至 350K, 求整个过程的  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta H$ ,  $\Delta S$ 。

### 四、计算题 (本题共 12 分)

气相反应  $A \rightarrow P + Y + Z$  的反应速率常数  $K_A$  与  $T$  关系为:

$$\ln(K_A / \text{min}^{-1}) = -\frac{12030}{T/K} + 11.800, \text{ 求}$$

(1)  $E_a$  活化能;

(2) 504°C 时把 A 充入等容真空容器中, [400 加考研] 初压 30kPa, 求总压达到 60kPa 所用的时间。

注意: 以下两部分只能任选其一

## “材料现代研究方法” 部分

### 五、选择题

1. 下列关于 X 射线产生说法错误的是 ( )

A. 高速运动的电子撞击到靶标上时有可能产生 X 射线



- B. 高速运动的电子发生运动方向的偏转时会产生 X 射线
- C. 原子失去内层电子后外层电子向内层跃迁会产生 X 射线
- D. 原子失去最外层电子时会产生 X 射线
2. X 射线管产生的 X 射线, [400 加考研]其短波限受 ( ) 影响
  - A. 加速电压
  - B. 管电流
  - C. 阳极靶材料
  - D. 三个都相关
3. 关于 X 射线管产生特征 X 射线的说法错误的是 ( )
  - A. 特征 X 射线的能量是确定的
  - B. 一种元素的特征 X 射线只有一条
  - C. 加速电压会影响特征 X 射线的强度
  - D. 加速电流会影响特征 X 射线的强度
4. 采用 X 射线研究不锈钢的结构时, 阳极靶标最优选是 ( )
  - A. 镍靶
  - B. 铜靶
  - C. 铅靶
  - D. 铁靶
5. 铜原子的半径是  $0.256\text{nm}$ , FCC 结构的铜单质的晶胞参数  $a =$  ( )
  - A. 0.362
  - B. 0.256
  - C. 0.443
  - D. 0.512
6. 属于  $[\bar{1}11]$  晶带的晶面是 ( )
  - A.  $(\bar{1}21)$
  - B.  $(2\bar{1}1)$
  - C.  $(11\bar{1})$
  - D.  $(\bar{2}31)$
7. 采用 X 射线衍射结果计算晶格常数时, [400 加考研]选用什么样的条纹进行计算更准确 ( )
  - A. 高角度条纹
  - B. 峰强度最高条纹
  - C. 低角度条纹
  - D. 采用多个条纹计算并取平均值
8. 当 X 射线将某物质原子的 K 层电子打出去后, L 层电子跃迁至 K 层空位, 多余的能量将另一个 L 层电子打出核外, 产生 ( )
  - A. 光电子
  - B. 二次荧光
  - C. 俄歇电子
  - D. 光电子和俄歇电子
9. 关于扫描电镜二次电子像和背散射电子像的说法错误的是 ( )
  - A. 背散射电子可以显示形貌衬度, 成分衬度和晶体取向衬度
  - B. 二次电子对试样表示状态非常敏感, 能有效显示试样微观形貌
  - C. 相较于二次电子成像, 背散射电子像的分辨率更高

D. 背散射电子可进行衍射分析用于鉴定物相

10. 下列不是影响透射电子显微镜分辨率因素的是 ( )

A. 衍射效应

B. 电子束的强度

C. 球差和像散

D. 入射电子波长

## 六、简答题

1. 一块冷铜板进入 X 射线衍射时, 相较于冷轧前, 其 X 射线衍射图谱有哪些变化? 什么原因导致?

2. X 射线衍射实验时, X 射线的强度收到多种因素的影响。什么是结构因子, 如何影响 X 射线衍射峰的强度? 什么是多重因子, 如何影响衍射峰的强度?

3. 从原理出发, 简述 X 射线衍射与电子衍射的相同和不同之处?

## “环境” 部分

## 七、选择题

1. 物质的紫外—可见吸收光谱的产生是由于 ( )

A. 分子的振动

B. 分子的转动

C. 原子核外电子的跃迁

D. 原子核内层电子的跃迁

2. 在气相色谱法中, 可用作定量的参数是 ( )

A. 保留时间

B. 相对保留值

C. 半峰宽

D. 峰面积

3. 在气相色谱分析中, 用于定性分析的参数是 ( )

A. 保留值

B. 峰面积

C. 分离度

D. 半峰宽

4. 待测水样中含铁量估计为 2~3mg/L, 水样不经稀释直接测量, 若选用 1cm 的比色皿, 应配到哪种浓度系列的溶液进行测定来绘制标准曲线最合适。( )

A. 1,2,3,4,5(mg/L)

B. 2,4,6,8,10(mg/L)

C. 100,200,300,400,500(ug/L)

D. 200,400,600,800,1000(ug/L)

5. 对于反相液相色谱法, [400 加考研]先出峰的物质为极性 ( ) 的物质。

A. 小

B. 大

C. 不确定

D. 无先后

## 八、填空题

1. 分子色谱是由分子中\_\_\_\_\_能级\_\_\_\_\_能级和\_\_\_\_\_能级变化产生的, 表现形式

为\_\_\_\_\_。

2. 有机化合物紫外光谱电子跃迁常见 4 种类型，分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

3. 理论塔板数是衡量柱效的指标，色谱柱效随塔板数增加而\_\_\_\_\_，随板高增大而\_\_\_\_\_。

### 九、计算题

1. 某气相色谱分析中所得数据：[400 加考研]死时间 1min，保留时间 5min，固定液体积 2ml，载气平均体积流速为  $50\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ，求：

(1) 容量因子 (2) 死体积 (3) 保留体积 (4) 分配系数

2. 某两组分混合物在 1m 长柱上初试分离，分离度为 1.0，分析时间 6min，若通过增柱长使分离度到 1.5，求

(1) 柱长 (2)  $\alpha$  (相对保留时间) 有无变化，为什么？

### 十、简答题

分光光度测量中，引起对朗伯-比尔定律偏离的主要因素有哪些？如何克服？

注意：以下四部分只能任选其一

## “金属学”部分

### 十一、名词解释

1. 共晶转变
2. 晶界
3. 菲克第一定律
4. 加工硬化

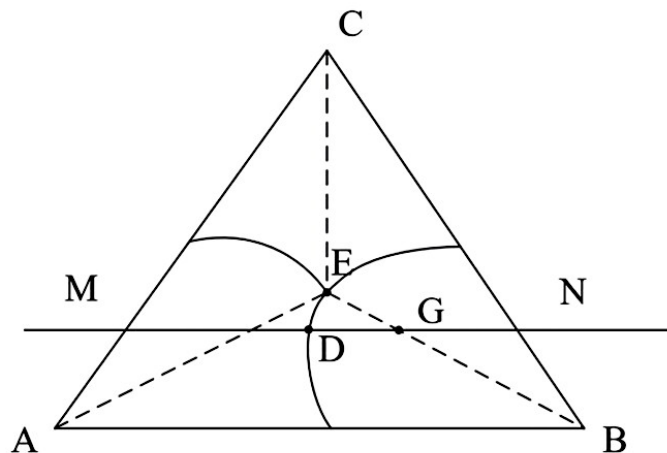
### 十二、简述题

1. 试比较间隙固溶体和间隙相的区别。
2. 试述晶界迁移的驱动力。
3. 试述金属固溶体中原子扩散的微观机制及影响原子扩散的主要因素。

### 十三、分析论述题

1. 综合运用所学金属学原理知识，[400 加考研]简述细化金属材料晶粒的基本研究方法和机理。
- 2.

- (1) 写出面心立方晶体滑移系 $(11\bar{1})[011]$ 的伯氏矢量。
  - (2) 若该位错为纯刃型位错, 请指出其位错线所在平面的晶面指数。
  - (3) 若该位错为纯螺型位错, 请指出其位错线方向。
3. 工业纯铝在室温下经过大变形轧制成薄板, 测得薄板的室温抗拉强度为 $\sigma_1$ , 若已知纯铝的再结晶温度为 $150^{\circ}\text{C}$ , 将此薄板加热至 $100^{\circ}\text{C}$ 保温至 $10\text{h}$ 后再冷却至室温, 再测其室温抗拉强度为 $\sigma_2$ , 比较 $\sigma_1$ 和 $\sigma_2$ 的大小并解释原因。
4. 图为固态下完全不互溶的三元共晶图的水平投影图
- (1) 画出过直线 MN 的垂直截面图, [400 加考研]并标明各相区中的平衡相。
  - (2) 分析 D 和 G 两种合金的平衡凝固过程并画出室温平衡凝固组织示意图。



### “无机非”部分

#### 十四、选择题

1. 将  $\text{TiO}_2$  在还原气氛中进行热处理，[400 加考研]得到\_\_\_\_\_；将  $\text{NiO}_2$  添加到  $\text{MgO}$  中生成\_\_\_\_\_。
- A. n 型半导体                      B. P 型半导体  
C. 连续固溶体                     D. 有限固溶体
2. \_\_\_\_\_描述的是\_\_\_\_\_条件下，介质中各点作为时间函数的扩散物质的聚集过程。
- A. Fick 第一定律                  B. Fick 第二定律  
C. 稳定扩散                        D. 不稳定扩散



3. 固相反应属于\_\_\_\_\_, 基于球体模型导出的\_\_\_\_\_反应动力学方程式具有一定的代表性。

- A. 均相反应  
B. 非均相反应  
C. 金斯特林格方程  
D. 杨德尔方程

4. 发生一级相变时两相化学势的一阶偏微商不相等，相变过程中伴随着  
和 的不连续变化。

- A. 熵  
B. 等压热容  
C. 膨胀系数  
D. 体积

5. 烧结温度和保温时间是影响陶瓷材料致密性的重要工艺，获得高致密度陶瓷的最好工艺是采用 烧结和 保温工艺。

- A. 低温  
B. 高温  
C. 短时间  
D. 长时间

### 十五、简述题

1. 请给出固体颗粒的大小对其表面曲率、蒸汽压、溶解度的融化温度的影响。
2. 判断三元相图有哪几条重要规则，它们分别具有什么作用？
3. 分别回答扩散、相变、烧结和晶粒生长四个过程的推动力。

## 十六、计算题

高温结构材料  $\text{Al}_2\text{O}_3$  可以用  $\text{ZrO}_2$  来实现增韧,也可以用  $\text{MgO}$  来促进  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的烧结。

- (1) 如加入 0.2mol%  $\text{ZrO}_2$ ，试写出缺陷反应式和固溶分子式。
- (2) 如加入 0.3mol%  $\text{ZrO}_2$  和 X mol%  $\text{MgO}$  对进行复合取代，试写出缺陷反应式、固溶分子式及求出 X 的值。

## “高分子物理”部分

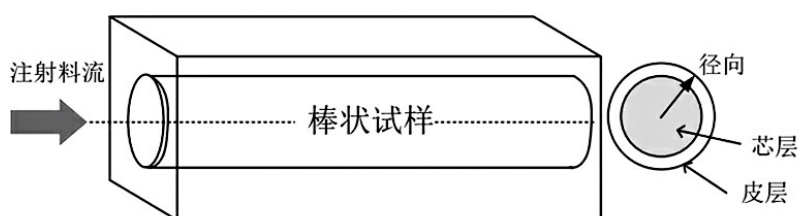
### 十七、简要解释下列实验现象

1. 通过聚苯乙烯塑料可以溶解在四氢呋喃溶剂中，而聚乙烯塑料不能溶解在四氢呋喃中。
2. 聚丙烯溶体在模孔挤出到空气中时，挤出物的截面积大于模孔截面积。
3. 夏天天热时，[400 加考研]自行车轮胎可能会变硬。
4. 聚氯乙烯的玻璃化转变温度 ( $T_g$ ) 随分子量增加先增加，当分子量超过某一

临界值后， $T_g$  趋于平衡值，与分子量无关。

## 十八、简答画图题

1. 非晶态高分子和部分结晶高分子分别在什么温度范围内可以冷拉？它们的冷拉本质有何差别？
2. 高分子具有粘弹性的根本原因是什么？在分子的动态力学性能-温度谱中，为什么玻璃化转变温度（ $T_g$ ）附近，[400 加考研]损耗模量（ $E''$ ）和损耗角正切（ $\tan \delta$ ）会出现一个峰？
3. 将尼龙 66（ $T_g=50^\circ\text{C}$ ，熔点  $T_m=267^\circ\text{C}$ ）注射成型为如题十八 3 图所示的圆棒状试样。（成型中，模具温度为室温  $20^\circ\text{C}$ ）发现试样皮层的透明度较高，试简述产生这种皮-芯结构的原因。



4. 画出下列高分子的模量-温度曲线和比容-温度曲线，标出横纵坐标的特征参数，并在模坐标中标出温度为  $0^\circ\text{C}$  的点。对于聚乙烯塑料，用虚线表示当升温速率降低时，其模量-温度曲线的变化趋势，并说明聚乙烯塑料在整个温度区间的各种力学状态及其在不同力学状态下分子运动的主要特点。

(1) 聚乙烯塑料

(2) ABS 工程塑料