

北京航空航天大学 2015 年
硕士研究生入学考试试题 科目代码: 911

材料综合 (共 6 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 (本题单不参与阅卷)。

(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”和“高分子物理”三部分只能任选其一, 必须在答题纸开头醒目位置注明所选内容。

“物理化学”部分

一、判断题 (共 8 分, 每小题 2 分; 正确者打“√”, 错误者打“×”)

1. 已知反应 $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NO}(\text{g})$ 常温下为非自发过程, 而高温下可自发。因此该反应是吸热和熵增的。..... ()
2. 由式 $\Delta G = W'$ 可知, 吉布斯函数 G 是系统能做非体积功的能量。..... ()
3. 定温定压条件下, 合成氨系统存在杂质气体组分时, 会降低氨的产率, 是由于反应的 $\sum \nu_B < 0$, 总摩尔数的增加, 使平衡常数降低所致。..... ()
4. 复相催化反应中, 反应物在催化剂表面多发生化学吸附。而化学吸附比物理吸附具有高的选择性。..... ()

二、填空题 (本题共 16 分, 每空 2 分)

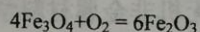
1. 热力学第二定律的数学表达式为_____; 其物理含义为_____。
2. 反应的标准摩尔吉布斯函数变是指_____; 其与反应的标准平衡常数的关系为_____; 其值的正、负可用以判断处于_____状态下的反应方向。
3. 某盐与水可形成 3 种含水盐晶体。标准压力下: 系统最大共存相数为_____, 与液态水和水蒸气平衡共存的含水盐最多可有_____种。
4. 一定温度下, 零级反应半衰期与反应物初始浓度的关系是_____。

三、回答题（本题共 18 分，每小题 6 分）

1. 阐述反应焓变与反应热有何关系，什么条件下二者等值。
2. 作图并描述弯曲液面附加压力的产生，写出常温常压下附加压力与曲率半径及表面张力的关系。
3. 分析冰的熔点随压强增大而降低现象的原理。

四、计算题（本题 18 分）

已知 298 K—1460 K 范围内，下列反应的标准吉布斯函数变与温度的近似关系如下：



$$\Delta_r G_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} = -5.0 \times 10^5 + 280(T/\text{K})$$

- (1) 估算该反应的标准焓变和标准熵变；
- (2) 标准态下，所给温度范围内磁铁矿和赤铁矿何者稳定？
- (3) 该反应的平衡氧分压随温度升高如何变化？

五、计算题（本题共 15 分）

电池 $\text{Sb(s)} | \text{Sb}_2\text{O}_3(\text{s}) | \text{待测溶液} || \text{饱和 KCl 溶液} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) | \text{Ag(s)}$

- (1) 正确写出电池反应；
- (2) 298K 下，当某溶液为 pH=3.98 的缓冲溶液时，测得电池的电动势 $E_1=0.2280\text{V}$ ；当测得电池电动势 $E_2=0.3450\text{V}$ 时，计算待测溶液的 pH 值。

附表. 常数及对数

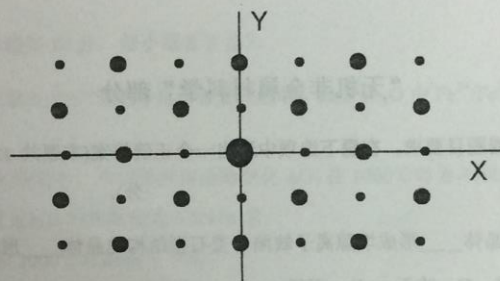
| 量 | R | F | 0℃ | ln5 | ln2 | ln10 |
|---|---|---|-------|-------|--------|-------|
| 值 | 8.314 $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 96500 $\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$ | 273 K | 1.609 | -1.609 | 2.303 |

“材料现代研究方法”部分

六、请回答下列问题（本题满分 20 分）

- (1) X 射线的产生原理；（3 分）
- (2) 请说明特征 X 射线的主要用途；（3 分）
- (3) 如何从波长连续变化的 X 射线中获得单色的 X 射线？（3 分）并请说明理由。（3 分）
- (4) X 射线测试材料内应力的原理。（3 分）
- (5) 透射电镜的单晶电子衍射中，只有严格满足布拉格方程的晶面才能产生衍射，这种说法是否正确？请说明理由。（5 分）

七、下图是一种合金的电子衍射斑点，X 轴与 Y 轴成 90° ，请回答可以从此衍射斑点上能够获得哪些晶体学信息？（本题满分 15 分）



题七图

八、采用 X 射线衍射仪测试某一面心立方粉末样品的晶格常数，怎样能够测试的比较精确？为什么？（本题满分 10 分）

注意：以下三部分只能任选其一

“金属学原理”部分

九、简述题（本题共 24 分，每小题 6 分）

1. 简述固态金属发生扩散的条件及扩散的主要微观机制。

2. 简述 (1) 三元合金两相平衡“直线法则”的基本内涵及 (2) 三元合金垂直截面图的特点及建立方法。

3. 何谓枝晶偏析、伪共晶、离异共晶、共格界面、再结晶、扩展位错?

4. 简述 (1) 金属单晶体塑性变形的的基本方式及变形特点, (2) 写出 Hall-Petch 关系式并简述金属材料细晶强化与其他强化方法相比的独特特点。

十、论述题 (本题共 6 分)

将直径为 30mm 的退火态 30CrMnSi 低合金结构钢棒材, 经 950℃/45 分钟保温后, 送入轧机热轧为直径 15mm 的细棒, 并在降温到 880℃以前迅速投入水池中淬火冷却, 其强度大幅度提高, 试述在此加工过程中导致材料强度大幅提高的主要原因及微观强化机制。

“无机非金属材料学”部分

十一、选择题, 根据题目要求, 在题下选项中选出一个正确答案(本题共 12 分, 每小题各 2 分)。

1. 氯化钠型结构的晶体____形成填隙离子缺陷; 萤石型结构的晶体____形成填隙离子缺陷。

A. 易于; B. 能够; C. 难于; D. 不能

2. 固体表面的附加压力与曲率半径成____, 所以, 固体颗粒越小, 表面曲率越____, 则蒸气压和溶解度增高而熔化温度降低。

A. 反比; B. 正比; C. 大; D. 小

3. 在三元系统内, 由两个相合成一个新相时, 新相的组成点____原来二相组成点的连线上; 新相组成点与原来二相组成点的距离和二相的量成____。

A. 必在; B. 不在; C. 正比; D. 反比

4. 相变驱动力可以表示为过冷度 (或过热度) 的函数, 若相变过程是放热的, 则____; 若相变过程是吸热的, 则____。

A. 加热; B. $\Delta T > 0$; C. 冷却; D. $\Delta T < 0$

5. 固相反应通常是由几个简单的物理化学过程构成, 整个反应速率将主要受到____和____的影响。

A. 化学反应历程; B. 化学控制反应动力学; C. 扩散历程; D. 扩散控制反应动力学

6. 由烧结理论分析可知, 烧结过程应尽可能____地从低温升至高温; 一般情况下, 制造致密陶瓷材料的方法是____烧结。

A. 慢; B. 快; C. 高温短时间; D. 低温长时间

十二、简述题(本题共 8 分, 每小题各 4 分)。

1. 请画出下列二元系统相图示意图。(1) 具有一个低共熔点的简单二元系统; (2) 生成一个一致熔融合物的二元系统; (3) 在低共熔温度以下发生多晶转变的二元系统; (4) 形成有限固溶体的二元系统。

2. 陶瓷材料烧结过程中, 当晶界移动遇到杂质或气孔而限制了晶粒的生长, 请问此时晶界移动的方式有哪些?

十三、计算题(本题共 10 分, 每小题各 5 分)。

1. Fe_xO 是 Fe_2O_3 溶解在 FeO 中的非化学计量化合物, 如果 Fe_xO 中 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}=0.1$, 求 Fe_xO 中空位浓度及 x 值。

2. 由 A 向 B 转变的相变中, 单位体积自由焓变化 ΔG_V 在 1000°C 时为 -419kJ/mol ; 在 900°C 时为 -2093kJ/mol , 设 A-B 间界面能为 0.5N/m 求:

(a) 在 900°C 和 1000°C 时的临界半径;

(b) 在 1000°C 进行相变时所需的能量。

“高分子物理”部分

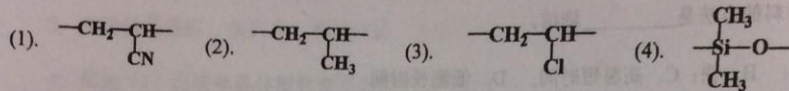
十四、简答题(本题共 24 分, 第 1 小题 6 分, 第 2-3 小题 4 分, 第 4 小题 10 分)。

1. 实验观察发现, 在尼龙 66 的注射制品中, 靠近模具的制品皮层具有双折射现象, 而制品内部用偏光显微镜观察发现有 Maltese 黑十字图像, 并且越靠近制品芯部, Maltese 黑十字越大。试解释产生上述现象的原因。(6 分)

2. 高聚物的蠕变行为可以用四元件模型来模拟, 请问四元件模型模拟的是哪一类高聚物的蠕变行为? 该模型如何描述高聚物的分子运动机理?(4 分)

3. 什么是高聚物的挤出胀大现象, 简要说明高聚物产生挤出胀大的原因。(4 分)

4. 根据下列高聚物的重复结构单元写出高聚物的中文名称, 指明其玻璃化转变温度(T_g)是比室温高还是比室温低, 对四种高聚物的 T_g 大小进行排序, 并阐述这样排序的原因。(10 分)



十五、画图题 (本题共 6 分)。

在一张图中画出有机玻璃 ($T_b=0^\circ\text{C}$, $T_g=110^\circ\text{C}$) 在 -40°C 和 80°C 两种温度下的应力-应变曲线, 并说明两种温度下有机玻璃的应力-应变曲线的差异及原因。