

北京航空航天大学 2014 年 硕士研究生入学考试试题

科目代码: 911

材料综合

(共 7 页)

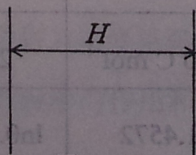
考生注意: (1) 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

(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、填空题 (本题共 26 分, 第 5、6 题每题 2 分, 其余每空 1 分)

1. 热力学状态函数与状态间的关系可描述为____; 发生一过程时, 状态函数与途径函数的区别是____; 属于状态函数的如____和____, 属于途径函数的如____和____。
2. 定温定容且不做非体积功条件下, 化学反应热与反应内能变的关系为____; 根据基希霍夫定律 $\left[\frac{\partial(\Delta_r U_m)}{\partial T} \right]_p = \text{_____}$, 当温度升高时反应内能变将____ (增加、减少、不变或不确定)。
3. 在不做非体积功条件下, 恒压绝热反应系统中发生一化学变化使系统温度升高、体积变大。 U 、 H 、 S 和 G 四个量分别是增加、减少、不变还是不确定? U ____、 H ____、 S ____、 G ____。
4. 将氮气与氢气按 1:3 的摩尔比投放于一真空反应器中, 当反应达平衡时, 反应系统的独立组分数 C 为____, 相数 P 为____, 自由度 f 为____; 按任意比例在 450°C 下投放于该真空反应器中, 当反应达平衡时, 反应系统的独立组分数 C 为____, f 为____。
5. 某系统焓值如题一 5 图所示, 请在图中描述 H 与 U 、 G 、 pV 及 TS 的关系。



题一 5 图

6. 设有一表面张力为 γ 、直径为 d 的肥皂泡, 其附加压力 Δp 为_____。
7. 稳态近似方法导出速率方程中的稳态是指_____, 其方程表示为_____。
8. 基元反应 $2A+B \rightarrow P$, 反应速率与反应物浓度的关系为_____, 其反应级数为_____。

二、问答题 (本题共 16 分, 每小题 8 分)

1. 由 $\Delta_r G_m^\ominus = -RT \ln K^\ominus(T)$ 可否认为: $K^\ominus(T) > 1$ 的反应, $\Delta_r G_m^\ominus$ 总随 T 升高而减小。
2. 请就界面现象中的亚稳态举两个例子, 并对其形成原因作出热力学分析。

三、计算题 (本题共 33 分)

1. (本小题 18 分)

Ar(g) 与 $N_2(g)$ 的理想气体混合物共 8 mol, 摩尔分数组成为 $y(N_2)=0.25$ 。该系统从始态 $T_1=400\text{ K}$ 、 $V_1=50\text{ dm}^3$ 绝热反抗某恒定外压不可逆膨胀至末态 $V_2=250\text{ dm}^3$ 的平衡态。(1) 求过程的 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS ; (2) 所求 ΔH 的正负是否表示了过程的吸放热值? ΔS 的正负是否表示了过程的自发性? (W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 计算结果取四位有效数字)

2. (本小题 15 分)

蒸气压测量得到 25°C 、 100 kPa 下, $0.100\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1}$ 的 CdCl_2 水溶液中离子平均活度系数为 0.200。已知 25°C 标准电极电势 $E^\ominus(\text{Cd}^{2+}|\text{Cd}) = -0.403\text{ V}$ 、 $E^\ominus(\text{Cl}^-|\text{AgCl}|\text{Ag}) = 0.222\text{ V}$ 。

现有可逆电池 $\text{Cd(s)}|\text{CdCl}_2(\text{aq}, 0.100\text{ mol}\cdot\text{kg}^{-1})|\text{AgCl(s)}|\text{Ag(s)}$:

- (1) 写出该电池的电极和电池反应;
- (2) 求 25°C 时该电池的标准电动势 E^\ominus 和电动势 E ; (计算结果取三位有效数字)
- (3) 求 25°C 下该电池放电 $1F$ 电量之最大电功。(计算结果取四位有效数字)

附表. 常数及对数

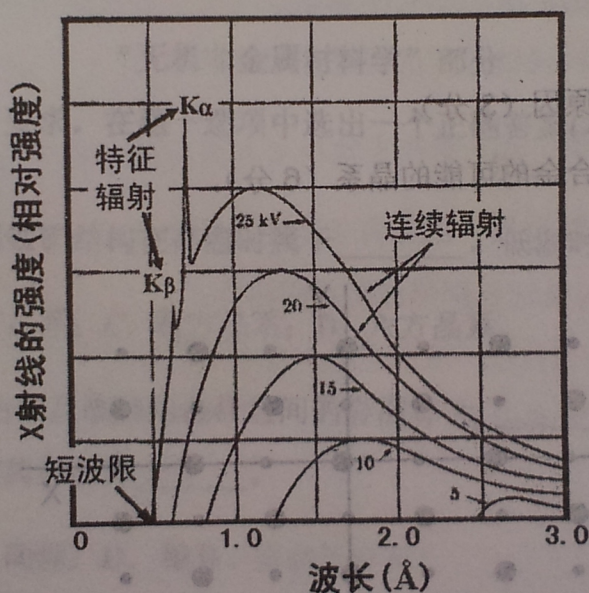
| 量 | R | F | 0°C | $\ln 5$ | $\ln 0.2$ |
|---|--|--------------------------------------|-------------------|----------------|-------------|
| 值 | $8.314\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ | $96500\text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ | 273 K | 1.609 | -1.609 |
| 量 | $\ln 0.6862$ | $\ln 1.4572$ | $\ln 0.000032$ | $\ln 0.000008$ | $\ln 0.004$ |
| 值 | -0.3765 | 0.3765 | -10.35 | -11.74 | -7.82 |

四、请回答下列问题(本题共 21 分)

伦琴发现 X 射线以后, 科学家们对 X 射线的产生过程进行了详细的研究, 下图为对不同加速电压下(图中 5、10、15、20、25kV) 的电子照射到 Mo (原子序数 42) 金属表面上产生 X 射线的测试结果。

- 1、请对该实验曲线的主要现象进行描述(8 分);
- 2、请阐述产生连续波长变化 X 射线的原因(3 分);
- 3、请阐述产生 $K\alpha$ 和 $K\beta$ 特征 X 射线的原因(4 分);
- 4、请给出短波限与加速电压关系的数学表达式(3 分);
- 5、若要滤去 $K\beta$ 特征 X 射线和大部分连续波长变化 X 射线, 请给出滤波物质的原子序数

(3 分)



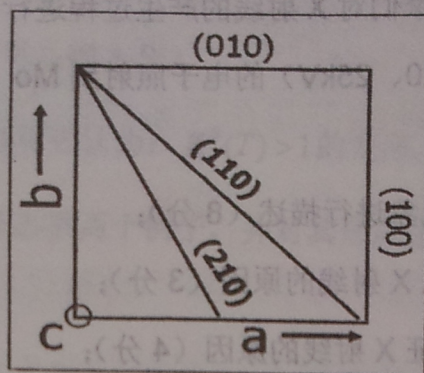
题四图

五、简要回答下列问题(本题 12 分)

- 1、请推导出 X 射线衍射的布拉格方程(3 分);
- 2、请说明 X 射线的原子面反射(衍射)与可见光的镜面反射的相同与不同之处(3 分);
- 3、请分析布拉格方程在射线晶体衍射中的作用和不足, 并简要阐述如何弥补其不足(6 分)。

六、(本题 3 分)

下图为立方晶体在过原点、垂直于 C 轴的平面上的投影，请绘出其相应的二维倒易点阵。

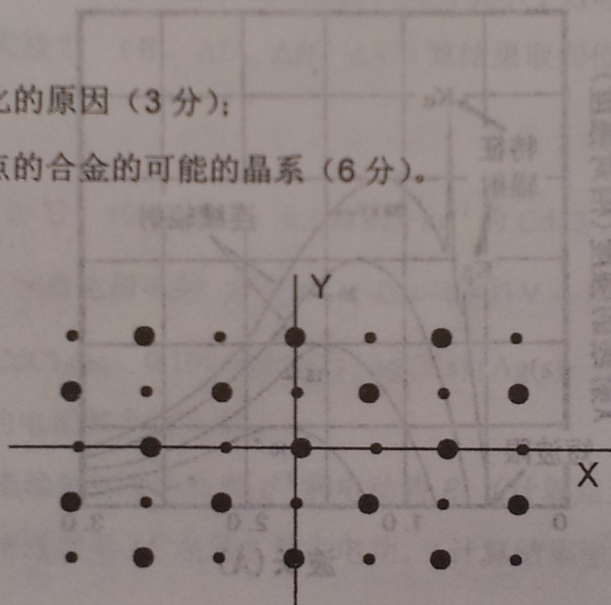


题六图

七、(本题 9 分)

下图为由 A、B 两种元素构成的合金的电子衍射斑点，X 轴与 Y 轴成 90° ，请回答下列问题：

- 1、斑点呈强弱变化的原因 (3 分)；
- 2、产生此衍射斑点的合金的可能的晶系 (6 分)。



题七图

注意：以下三部分只能任选其一

“金属学原理”部分

八、(本题 10 分)

何谓固溶强化？试述影响金属固溶体中溶质元素固溶度的主要因素及固溶强化的位错机

制。

九、(本题共 10 分)

1. 简述金属晶体生长过程中原子尺度平整及原子尺度粗糙液/固界面的结构特点及晶体生长机制。(4 分)

2. 简述经 Al-3.7%Cu 合金 480℃固溶处理后, 在 180℃保温过程中随保温时间的延长将发生的组织结构和力学性能变化以及力学性能变化的微观机制。(6 分)

十、(本题 10 分)

何谓金属冷加工及金属热加工? 分别叙述金属经冷加工塑性变形后的组织结构与性能变化及金属冷加工塑性变形后在加热过程中会发生的组织结构和力学性能变化。

“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 10 分, 每小题各 2 分)。

1. 一般情况下, ABO_3 钙钛矿结构在高温时属于_____, 低温时属于_____。

A. 三方晶系; B. 立方晶系; C. 四方晶系; D. 六方晶系。

2. 结构相同而取向不同的相互接触的晶粒之间的界面称为_____; 不仅取向不同, 而且组成、结构也不相同, 则称其界面为_____。

A. 晶界; B. 间界; C. 间隙; D. 相界。

3. 阴离子缺位型非化学计量化合物属于_____; 而阳离子空位型非化学计量化合物则属于_____。

A. 导体; B. 绝缘体; C. n 型半导体; D. p 型半导体。

4. 固体中质点的扩散温度往往_____固体的熔点, 并具有_____。

A. 高于; B. 低于; C. 各向同性; D. 各向异性。

5. 二级相变的特点是体积呈_____, 而热膨胀系数呈_____。

A. 连续变化; B. 变化; C. 不连续变化; D. 不变化。

十二、判断题，正确的打"√"，错误的打"×"(本题共 6 分，每小题各 1 分)。

1. 无机非金属材料中最基本、最重要的晶体结构缺陷是气孔。
2. 具有硅氧四面体结构的硅酸盐晶体中的 Si-O 键是完全的离子键。
3. 相变推动力为过冷度(过热度)的函数，即相平衡理论温度与系统实际温度之差为相变过程的推动力。
4. 质点扩散的推动力是浓度梯度，所有扩散系统中物质都是由高浓度向低浓度扩散。
5. 杨德尔方程比金斯特林格方程的适用范围小。
6. 陶瓷烧结过程的低温阶段以扩散传质为主，延长保温时间有利于减少气孔提高材料致密度。

十三、简答题(本题共 6 分，每小题各 3 分)。

1. 无机非金属晶体中质点的扩散机制有哪些?
2. 简述烧结助剂对陶瓷材料烧结过程的促进作用。

十四、计算题(本题共 8 分，每小题各 4 分)。

1. MgO 、 Al_2O_3 和 Cr_2O_3 三种物质中的正离子半径分别为 0.47、0.36 和 0.40，通过计算并判断 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 和 $\text{MgO-Cr}_2\text{O}_3$ 系统分别形成哪种固溶体。
2. 若金刚石解理面平行于(111)面，每平方米上含有 1.83×10^{19} 个化学键，每个化学的键能为 376.6 kJ/mol，计算(111)面的表面能。

“高分子物理”部分

十五、单选题(本题共 5 分，每小题各 1 分)。

1. 下列高聚物中，在室温下容易发生屈服冷拉的是_____。
A. 聚苯乙烯; B. 已固化酚醛塑料; C. 聚异戊二烯; D. 聚乙烯塑料。
2. 高聚物为假塑性流体，其黏度随剪切速率增加而_____。
A. 减少; B. 增加; C. 不变; D. 上述情况都有可能。
3. 下列聚合物中， T_g 最高的是_____。
A. 聚丙烯酸甲酯; B. 聚丙烯酸丁酯; C. 聚甲基丙烯酸甲酯; D. 聚甲基丙烯酸丁酯。
4. 测量聚合物重均分子量可以选择的方法是_____。
A. 粘度法; B. 端基滴定法; C. 渗透压法; D. 光散射法。

5. 在浓度相同的条件下, 使聚合物具有最大黏度的溶剂是_____。

A. θ 溶剂; B. 良溶剂; C. 沉淀剂; D. 不良溶剂。

十六、简答及画图题 (本题共 25 分)。

1. 将三片 $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ 的全同立构聚丙烯薄膜分别置于载玻片与盖玻片之间, 放在热台上加热到 200°C , 然后将它们分别投入液氮、置于室温铜板上和在 150°C 热台上恒温处理。估计这三片试样在正交偏光显微镜下所显示的形貌和 DSC 曲线的差别, 说明导致所述差别的原因。(9 分)

2. 为什么说双酚 A 型聚碳酸酯工程塑料能兼具良好的刚度、强度及韧性? 试从其分子结构特点加以说明。画出其动态力学性能温度谱, 标出特征温度和不同温度范围内的力学状态, 并用虚线表示当升温速率提高时曲线的变化趋势。(6 分)

3. 用双对数坐标画出聚苯乙烯塑料的蠕变柔量-时间曲线, 标出特征参数, 并解释发生蠕变现象的分子运动本质。(6 分)

4. 分别列举一例实际橡胶弹性中的粘性表现和高聚物熔体的弹性表现, 并简单加以解释。(4 分)