

北京航空航天大学 2016 年
硕士研究生招生考试初试试题 科目代码: 911

材料综合 (共 8 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。若多做, 则按照得分最低的部分计入总分。

“物理化学”部分

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 28 分, 每小题各 2 分)。

1. 一定温度下, 纯理想气体的热力学能随压力的降低总是
A. 减小; B. 增大; C. 不变; D. 不确定。
2. 常温标准态下, 对 $S_m^\ominus(\text{HCl}, \text{g})$ 、 $S_m^\ominus(\text{HBr}, \text{g})$ 、 $S_m^\ominus(\text{HI}, \text{g})$ 描述正确的是
A. 三者相等; B. $S_m^\ominus(\text{HCl}, \text{g})$ 值最大;
C. $S_m^\ominus(\text{HBr}, \text{g})$ 值最大; D. $S_m^\ominus(\text{HI}, \text{g})$ 值最大。
3. 刚性绝热容器中, 石墨剧烈燃烧后反应系统温度升高。以反应器及其中物质为系统时, 下列各量中一定为零的是
A. ΔU_m ; B. ΔH_m ; C. ΔS_m ; D. ΔG_m 。
4. 一定温度下, 气体液化过程的 $\Delta_g G_m$ 将随外压的增加而
A. 增大; B. 减小; C. 不变; D. 不确定。
5. 101 kPa、293 K 下, 纯水的摩尔体积 V_m 与水-乙醇混合溶液中水的偏摩尔体积 $V_{\text{H}_2\text{O}}$ 间关系正确的是
A. $V_m = V_{\text{H}_2\text{O}}$; B. $V_m > V_{\text{H}_2\text{O}}$; C. $V_m < V_{\text{H}_2\text{O}}$; D. 无法确定。
6. 用凝固点降低法测量溶质分子量时, 较合适的溶剂是

- A. 只能选水为溶剂; B. 凝固点降低常数 K_f 较小的溶剂;
C. 只能选有机溶剂; D. 凝固点降低常数 K_f 较大的溶剂。
7. 常温常压下, 1 mol 对二甲苯与 1 mol 间二甲苯混合形成理想液体混合物, 其混合过程熵变 ΔS 为
A. $-2R \ln 2$; B. $2R \ln 2$; C. $-R \ln 2$; D. $R \ln 2$ 。
8. 以相律描述纯物质相图中的相线时, 下列表述正确的是
A. $P=1, F=1$; B. $P=1, F=2$; C. $P=2, F=1$; D. $P=2, F=0$ 。
9. 下列对相平衡系统杠杆规则的表述中, 正确的是
A. 杠杆规则适用于任何相平衡系统; B. 杠杆规则适用于两相平衡系统;
C. 杠杆规则适用于纯物质两相平衡系统; D. 杠杆规则只适用于二元两相平衡系统。
10. 已知温度 T 时, 某化学反应 $\Delta H_m^\circ(T) < 0$ 、 $\Delta S_m^\circ(T) > 0$ 。该反应的标准平衡常数 K° 将随温度的升高而
A. 减小; B. 增大; C. 不变; D. 不确定。
11. 25°C 下, 可逆电池工作时, 其热效应等于该过程的
A. ΔH_m ; B. ΔS_m ; C. ΔG_m ; D. $T\Delta S_m$ 。
12. 25°C 下, 随溶液 pH 值的增大, 电池 $\text{Pb}|\text{PbO}|\text{KOH}(a)|\text{HgO}|\text{Hg}(l)$ 的电动势 E 将
A. 减小; B. 增大; C. 不变; D. 不确定。
13. 下列确定反应级数的方法中, 不正确的是
A. 反应物化学计量数之和; B. 积分尝试法; C. 微分法; D. 半衰期法。
14. 基元反应的活化能
A. 总是等于零; B. 总是大于零; C. 总是小于零; D. 可能大于或小于零。

二、问答题 (本题共 20 分, 第 1 小题 8 分, 第 2、第 3 小题各 6 分)。

- 构造电池测量化学反应的 ΔG_m 、 ΔS_m 及 ΔH_m 时, 为什么需要构造可逆电池? 直接测量的物理量是什么, 它们与 ΔG_m 、 ΔS_m 及 ΔH_m 的关系是什么?
- 纯水相图中固-液线 (熔点曲线) 的斜率为负值。请说明其含义并阐述原理。
- 用平衡原理阐述, 一定温度及总压条件下, 乙苯脱氢制取苯乙烯时, 加入惰性组分 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 对标准平衡常数 K° 及平衡转化率 α 的影响。

三、计算题 (本题 12 分)。

已知 298 K 时, 液态水的饱和蒸汽压 $p^* = 3.17 \text{ kPa}$, 标准摩尔生成吉布斯函数 $\Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -237 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 且视水蒸汽为理想气体。

1. 计算 298 K 时、100 kPa 下, 1mol 液态水汽化为水蒸汽过程的 ΔG 。要求画出设计过程的框图。
2. 求 298 K 下水蒸汽的标准摩尔生成吉布斯函数 $\Delta_f G_m^\ominus(\text{H}_2\text{O}, \text{g})$ 。

四、计算题 (本题 15 分)。

动力学测量表明, 某药物分解反应中, 药物浓度的对数与时间呈线性关系, 且知其分解反应的速率常数与温度的关系为:

$$\ln(k/\text{h}^{-1}) = -\frac{8938}{T/\text{K}} + 20.40$$

1. 判断反应级数, 并计算 303 K 时药物分解的半衰期。
2. 若此药物分解 30% 即认为失效, 求其在 303 K 下保存的有效期。
3. 欲使有效期能够达到 2 年以上, 求药物的保存温度。

附表. 常数及对数

量	$R/\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$F/\text{C} \cdot \text{mol}^{-1}$	0°C	$\ln(100/3.17)$	$\ln(298/373)$
值	8.314	96500	273 K	3.45	-0.224
量	$\exp(-9.10)$	$\ln 2$	$\ln 0.7$	$\ln 0.3$	$\ln(2.05 \times 10^{-5})$
值	1.12×10^{-4}	0.69	-0.36	-1.20	-10.80

“材料现代研究方法”部分

五、选择正确答案并填空（本题共 24 分）。

1. 只要 X 射线管的靶材料一定，电子照射到该靶上所产生的 X 射线的短波限就是定值（正确 错误），其原因是（ ）；
2. 在 X 射线衍射中，体积足够大的面心立方晶体的晶面只要满足布拉格条件，相应的反射方向上的衍射强度就一定不为零（正确 错误），其原因是（ ）；
3. 在 X 射线衍射中，满足布拉格方程的衍射面一定有原子或分子存在（正确 错误），例如（ ）；
4. 在透射电子显微镜的电子衍射中，产生衍射斑点的条件是对应的晶面必须严格满足布拉格条件（正确 错误），其原因是（ ）；
5. 当波长为 λ 的 X 射线在晶体上发生衍射时，相邻两个 (hkl) 晶面衍射线的波程差是 λ （正确 错误），其原因是（ ）。

六、回答下列问题（本题共 12 分，每小题 6 分）。

1. 已知一个以 Fe 为主要成分的样品，试选择合适的 X 射线管和合适的滤波片。
2. 采用粉末法 X 射线衍射测量晶体样品的点阵常数时，为提高测量精度，除应尽量减少系统误差外，还应采取哪些措施？

七、某同学拟采用 X 射线衍射仪（Cu 靶 $K\alpha$ 特征辐射， $\lambda_{K\alpha}=0.1542\text{nm}$ ）测试一单晶样品的晶体结构。请问是否可行？请推断可能获得的实验结果。（本题满分 9 分）。

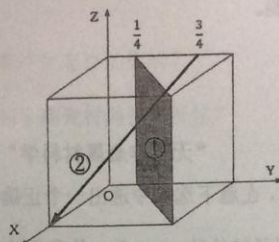
注意：以下三部分只能任选其一

“金属学原理”部分

八、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. 下图所示立方晶胞中，晶面①和晶向②的密勒指数分别为_____。

- A. $(4\bar{3}0)$ 和 $[4\bar{3}4]$; B. $(\bar{4}30)$ 和 $[4\bar{3}4]$; C. $(3\bar{4}0)$ 和 $[4\bar{3}4]$; D. $(\bar{3}40)$ 和 $[4\bar{3}4]$ 。

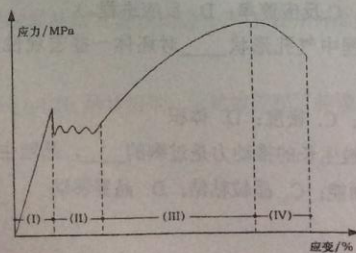


题八-1 图

2. 能进行交滑移的位错必然是_____。
A. 刃型位错; B. 螺型位错; C. 混合位错; D. 扩展位错。
3. 在置换型固溶体中, 原子扩散的方式一般为_____。
A. 原子互换机制; B. 间隙机制; C. 空位机制。
4. 三元合金相图垂直截面图的作用有_____。
A. 可定量分析各平衡相的成分随温度的变化; B. 可确定相变临界点; C. 可确定各平衡相的重量百分数。
5. Fe-Fe₃C 相图中存在 3 个三相恒温转变, 在 727℃、1148℃和 1495℃时得到的转变产物依次为_____。
A. 珠光体、奥氏体、莱氏体; B. 奥氏体、珠光体、莱氏体; C. 珠光体、莱氏体、奥氏体; D. 莱氏体、奥氏体、珠光体。

九、简述题(本题共 20 分, 每小题各 5 分)。

1. 解释以下名词: 凝固过程溶质元素再分配; 调幅分解; 形变织构; 堆垛层错; 包晶转变。
2. 试分析在面心立方 (FCC) 晶体结构中, 位错反应 $\frac{a}{2}[10\bar{1}] + \frac{a}{6}[\bar{1}21] \rightarrow \frac{a}{3}[11\bar{1}]$ 能否进行?
3. 下图为低碳钢退火态的拉伸曲线, 试描述 II、III 阶段的变形特征及其位错机制。



题九-3 图

4. 试说明金属多晶体材料晶界在室温和高温下对塑性变形的影响。试述提高金属材料高温强度可采取的主要途径及机制。

“无机非金属材料学”部分

十、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 1 分)。

1. 钙钛矿结构中 A、B 离子的价数____是二价和四价; 高温时属于____, 降温时通过某个特定温度后发生结构畸变, 产生自发偶极矩, 成为铁电体或反铁电体。
A. 一定; B. 不一定; C. 立方晶系; D. 四方晶系
2. 肖特基缺陷是正常格点上的质点的热起伏过程中获得能量离开平衡位置迁移到____, 正离子空位和负离子空位按照分子式同时成对产生, 所以晶体体积____。
A. 间隙; B. 表面; C. 减小; D. 增大
3. 下列四种离子晶体中双电层厚度最大的是____, 硬度最高的是____。
A. PbI_2 ; B. PbF_2 ; C. CaI_2 ; D. CaF_2
4. 固体颗粒越小, 表面曲率越____, 蒸气压和溶解度增高, 熔化温度____。
A. 大; B. 小; C. 降低; D. 升高
5. 采用____来判断三元系统相图中界线的性质, 采用____来判断无变量点的性质。
A. 连线规则; B. 切线规则; C. 三角形规则; D. 重心规则。
6. 一般情况下, 晶体的熔化、升华和液体凝固都属于____相变, 相变时____体积变化。
A. 一级; B. 二级; C. 没有; D. 有
7. 固体中质点扩散的微观机构, 主要有____和____。
A. 空位机构; B. 间隙机构; C. 置换机构; D. 取代机构
8. 固相反应物化学组成与结构是影响固相反应的内因, 是决定反应____和____的重要因素。
A. 方向; B. 程度; C. 反应速率; D. 反应进程。)
9. 蒸发—凝聚传质过程中气孔形状____对坯体一些宏观性质有可观的影响, 但不影响坯体____。
A. 不变; B. 改变; C. 密度; D. 体积
10. 陶瓷烧结过程中晶粒生长的推动力是过剩的____, 晶粒生长是____的结果。
A. 表面能; B. 界面能; C. 晶粒粘结; D. 晶界移动

十一、简述题 (本题共 12 分, 每小题各 4 分)。

1. 根据不等价置换产生“组分缺陷”的原理, 分析为什么 ZrO_2 材料中添加少量 CaO 能够提高其热稳定性?
2. 固相反应物颗粒尺寸对反应速率产生怎样的影响?
3. 为什么说高温、短时间烧结有利于陶瓷材料的致密化?

十二、计算题 (本题共 8 分)。

已知 A、B 两组分构成具有低共熔点的有限固溶体, 实验数据均在达到平衡状态时测定。A 的熔点为 1000°C , B 的熔点为 700°C , 含 B 为 25mol% 的试样在 500°C 完全凝固, 其中含 73.3mol% 初相 SA(B) 和初相 26.7mol% SA(B)+SB(A) 共生体。含 B 为 50mol% 的试样在同一温度下完全凝固, 其中含 40mol% 初相 SA(B) 和 60mol% SA(B)+SB(A) 共生体。而 SA(B) 相总含量占晶相总量的 50%。用 a 表示组分 A 的熔点, b 表示组分 B 的熔点, C 点表示组分 B 在组分 A 中的最大固溶度, D 点表示组分 A 在组分 B 中的最大固溶度, E 点是最低共熔点。根据上述实验数据计算 C、D、E 三点 B 组分的含量并绘出相图。

“高分子物理”部分

十三、简答及画图题 (本题共 21 分, 第 1-2 小题各 6 分, 第 3 小题 5 分, 第 4 小题 4 分)。

1. 试述聚合物的分子量 (分子量从 0 开始) 对玻璃化转变温度和拉伸强度的影响, 扼要说明临界分子量的概念。
2. 估计下述三种高分子有无结晶能力, 写出其最高使用温度, 并比较这三种高分子链的柔顺性大小并说明理由。

A. 聚丙烯塑料; B. 无规聚苯乙烯塑料; C. 轻度交联天然橡胶。

3. 为什么注射成型的尼龙 6 塑料制品常具有“皮-芯”结构? 浇口位于杯底的注射成型薄壁聚氯乙烯塑料杯很容易以如题十三-3 图所示的方式开裂, 试分析其原因。



题十三-3 图

4. 对于 CH_3NO_2 和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 两种溶剂, 天然橡胶和丁腈橡胶分别耐哪一种溶剂? 为什么?

十四、画图题 (本题共 5 分)。

在双对数坐标中画出有机玻璃 ($T_g = 80^\circ\text{C}$, $T_f = 180^\circ\text{C}$) 在 $20^\circ\text{C} \sim 230^\circ\text{C}$ 范围内的不同温

度下(20°C、50°C、80°C、100°C、150°C、180°C、230°C)和 $10^0 \sim 10^3$ 秒观察时间范围内的一组应力松弛曲线示意图, 并利用时温等效原理, 画出其在 80°C 的应力松弛主曲线, 用虚线表示当参考温度降低时其主曲线的变化。

十五、计算题 (本题共 4 分)。

一硫化橡胶试样, 长 2.8 cm、宽 1.0 cm、厚 0.2 cm、重 0.504 g, 于 280 K 时将其拉伸 1 倍所需张力为 196 N, 试计算该试样网链的平均分子量。(R=8.31 J·K⁻¹·mol⁻¹) (假定该硫化橡胶是理想交联网)。

