

南京理工大学

2015 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 876 科目名称: 材料物理化学 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、问答题 (每题 8 分, 共 48 分):

- 理想气体恒温可逆膨胀过程的 p-V 曲线与绝热可逆过程的 p-V 曲线会交于一点, 请推导一下, 在交点处哪根曲线的斜率绝对值较大?
- 有人认为理想气体向真空膨胀是等熵过程。因为理想气体向真空膨胀时温度不变, 故 $dU=0$; 对外不做功, 故 $pdV=0$ 。所以由 $dU=TdS-pdV$ 可得 $TdS=0$ 。因 $T \neq 0$, 故 $dS=0$ 。这样的分析是否正确? 简述理由。
- 请运用相律, 通过对于二元两相平衡系统的分析, 说明恒沸混合物不是化合物。
- 利用以下数据, 粗略绘制 Mg-Cu 二元体系在常压下的相图, 并标注出各区域的稳定相。
Mg 和 Cu 在常压下形成两种化合物: $MgCu_2$ (熔点 800°C) 和 Mg_2Cu (熔点 580°C); Mg 和 Cu 在常压下的熔点分别为 650°C 和 1085°C ;
该体系有三个低共熔点, 低共熔点的温度和 Mg 的摩尔百分数分别为: 680°C , 21%; 560°C , 57%; 380°C , 83%。
- 常见的亚稳状态有哪些? 为什么会产生亚稳状态? 如何防止亚稳状态的产生?
- 简述阿雷尼乌斯 (Arrhenius) 对基元反应活化能的解释。

二、计算题 (1-5 题每题 10 分, 第 6-7 题每题 12 分, 第 8 题 8 分, 共 82 分):

- 40g 氮 (摩尔质量 4g/mol) 在 p^\ominus 下从 25°C 加热到 50°C 。试求该过程的 ΔH 、 ΔU 、 Q 和 W 。该气体是理想气体。
- 固体萘 ($C_{10}H_8$, 摩尔质量 $128\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 的燃烧反应为
 $C_{10}H_8(s) + 12O_2(g) = 10CO_2(g) + 4H_2O(l)$
若密闭的恒容容器中有 10g 固体萘, 在过量的 O_2 气体中完全燃烧, 25°C 下过程放热 402kJ, 气体视为理想气体, 求:
(1) 该反应的反应进度。
(2) 萘的摩尔燃烧焓。
- 常压下纯 Pb 的熔点为 327°C 。熔化焓 $\Delta_{fus}H_{m,Pb}^\ominus = 5.12\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。若 100g Pb 中含有 1.08g 的 Ag, 求该溶液的凝固点。(Ag 和 Pb 的摩尔质量分别为 $108\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $207\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)
- 液体 A 与 B 形成理想溶液, 在 343.2K 时, 1mol A 和 2mol B 混合液的蒸气压 $p_1=50\text{kPa}$ 。如果在此理想溶液中再加入 3mol A, 则蒸气压 $p_2=70\text{kPa}$ 。试求:
(1) 在 343.2K 时, 纯的 A 和 B 的蒸气压 p_A^* 和 p_B^* ; (2) 与第二种溶液平衡的气相

中的 A 的摩尔分数。

- 已知水在 293K 时的表面张力为 $72 \times 10^{-3}\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, 求此时, 半径为 10^{-9}m 水滴的饱和蒸气压。已知水的密度为 $1 \times 10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, 273K 时水的饱和蒸气压为 610.5Pa , 在 $273 \sim 293\text{K}$ 温度区间内水的摩尔气化热为 $40.67\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
- 液体溴苯的饱和蒸气压与温度的关系可表示为 $\ln p = -A/T + 15.95$, 式中 p 的单位是 kPa 。已知 101.325kPa 压力下溴苯的沸点是 156°C , 计算:

- 溴苯的摩尔蒸发焓。
- 100°C 时溴苯的蒸气压。

- 已知 298K 时, 下列电池的电动势 $E=0.372\text{V}$, $\text{Cu}(s) | \text{Cu}(\text{Ac})_2(0.1\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}) | \text{AgAc}(s), \text{Ag}(s)$ 在 310K 时, $E=0.374\text{V}$, 又已知 298K 时标准电极电势 $\varphi_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^\ominus = 0.799\text{V}$, $\varphi_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^\ominus = 0.337\text{V}$

- 写出电池反应和电极反应。
- 求 298K 时, $\text{AgAc}(s)$ 的溶度积 K_{sp} , 设活度系数均为 1。

- 65°C 时 N_2O_5 气相分解反应的速率常数为 0.29min^{-1} , 活化能为 $103\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ (假设其不随温度变化), 试求 80°C 时 N_2O_5 分解反应的速率常数及分解 70% 所需的时间。

三、证明题 (每题 10 分, 共 20 分)

1、求证:

$$(1) dS = \frac{C_V}{T} dT + \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dV$$

$$(2) \text{已知范德华气体状态方程为 } p = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}, \text{ 其中 } a, b \text{ 为常数, 则当 } C_{V,m} \text{ 为}$$

定值时, 应有 $T^{C_{V,m}}(V_m - b)^R = \text{常数}$

$$2、\text{求证: } C_V \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_U = p - T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$$