

华南理工大学
2017 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(试卷上做答无效, 请在答题纸上做答, 试后本卷必须与答题纸一同交回)

科目名称: 物理化学(二)

适用专业: 生物医学工程(理学); 材料物理与化学; 化学工程; 化学工艺; 生物化工; 应用化学; 工业催化; 能源化学工程; 绿色能源化学与技术; 化学工程(专硕); 生物医学工程(专硕)

共 2 页

1. 5 mol 单原子分子理想气体始态的温度为 373.6 K, 压力为 2.750 MPa, 经绝热不可逆过程到达终态。已知 $C_{V,m}=1.5R$, 该过程的 $\Delta S_m=20.92 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$, $W=-6.275 \text{ kJ}$ 。试计算终态的 p_2 , V_2 , T_2 及过程的 ΔU , ΔH 。(15 分)

2. 苯在正常沸点 353.0K(蒸气压可视为 p^\ominus)下的 $\Delta_{\text{vap}}H_m^\ominus$ 为 30.77 $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 今将 353.0 K 及 p^\ominus 下的 1 mol $\text{C}_6\text{H}_6(\text{l})$ 向真空等温汽化为同温同压的苯蒸汽(设为理想气体)。

(1) 求该过程的 ΔS 、 ΔG 及环境熵变 $\Delta S_{\text{环境}}$ 。

(2) 判断该过程是否为自发过程?

(3) 估算 298.0K 时苯的饱和蒸气压; 已知 298K 时苯的实际蒸气压为 12.7kPa, 试分析计算值与实际值的偏差来源。(15 分)

3. 简述节流过程及其热力学特征和应用。(8 分)

4. 97.11°C 时纯水的饱和蒸气压为 91.3kPa。在此温度下, 乙醇的质量分数为 3% 的乙醇水溶液上, 蒸汽总压为 101.325kPa。(1) 今有另一摩尔分数为 0.03 的乙醇水溶液, 求此溶液在 97.11°C 时的蒸汽总压。其中, 水的摩尔质量为 $18.015 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 乙醇的摩尔质量为 $46.069 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(2) 乙醇水溶液的正常沸点是否可能高于纯水的? 请解释原因。(15 分)

5. 纯 Sb 的熔点为 631°C ，纯 La 的熔点为 921°C 。La 和 Sb 之间可形成四个化合物 La_2Sb 、 La_3Sb_2 、 LaSb 和 LaSb_2 。 La_2Sb 在 1460°C 下熔化并分解为 La_3Sb_2 和 $x_{\text{Sb}}=0.32$ 的溶液， La_3Sb_2 在 1690°C 下熔化为 $x_{\text{Sb}}=0.40$ 的溶液， LaSb 在 1540°C 下熔化并分解为 La_3Sb_2 和 $x_{\text{Sb}}=0.54$ 的溶液， LaSb_2 在 1110°C 下熔化并分解为 LaSb 和 $x_{\text{Sb}}=0.75$ 的溶液。La 和 La_2Sb 在 845°C 时 $x_{\text{Sb}}=0.04$ 处存在一个三相点，而 LaSb_2 和 Sb 在 630°C 时在 $x_{\text{Sb}}\approx 0.99$ 处存在一个三相点。任意固体之间的溶解度可忽略。解决如下问题：

- (1) 根据上述数据绘制上述 La 和 Sb 系统的相图草图。
- (2) 在相图中标出关键的相点、各相区的相态，指出三相线。
- (3) 分析各相区的自由度。
- (4) 如何得到纯的化合物 La_2Sb 。(15 分)

6. 测定二元金属(如 Bi-Sn) 相图时若散热快, 纯金属很容易出现过冷情形, 试解释之并说明过冷曲线的特征。(7 分)

7. 已知反应 $\text{ZnO}(\text{s})+\text{H}_2(\text{g})=\text{Zn}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^{\ominus}/(\text{J}\cdot\text{mol}^{-1})=232000-160(T/\text{K})$, 液态 Zn 的蒸气压方程为 $\lg(p/p^{\ominus})=-6164(K/T)+5.22$ 。在 800 K 时, 把 $\text{H}_2(\text{g})$ 通入盛有 $\text{ZnO}(\text{s})$ 和 $\text{Zn}(\text{l})$ 的密闭容器中, 试求:

- (1) 反应的 $\Delta_r H_m^{\ominus}$ 和 $\Delta_r S_m^{\ominus}$ 。
- (2) 反应的转折温度。
- (3) 800 K 达成平衡时 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 两种气体物质的量之比 $n(\text{H}_2)/n(\text{H}_2\text{O})$ 。(15 分)

8. 将煤的燃烧反应 $\text{C}(\text{石墨})+\text{O}_2(\text{g})\rightarrow\text{CO}_2(\text{g})$ 设计成电池。25 $^{\circ}\text{C}$ 和 p^{\ominus} 时, C(石墨)的燃烧焓为 $-393.51\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$; C(石墨)、 $\text{O}_2(\text{g})$ 、 $\text{CO}_2(\text{g})$ 的标准摩尔熵分别为 5.69、205.03 和 $213.64\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

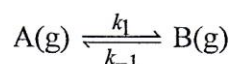
(1) 试将该反应设计成电池(电解质为熔融氧化物), 并写出电极反应。

(2) 求该电池的标准电动势。

(3) 若 25°C 时, $\text{CO}_2(\text{g})$ 的压力为 101325 Pa, 电池电动势 $E=1.012\text{V}$, 求此时氧气的压力。(15 分)

9. 简述可逆电池的基本条件。原电池 $\text{Zn} | \text{H}_2\text{SO}_4(1\text{mol kg}^{-1}) | \text{Cu}$ 是否为可逆电池, 为什么? (7 分)

10. 在恒容反应器中进行下列反应



300 K 时 $k_1=0.2 \text{ min}^{-1}$, $k_{-1}=0.005 \text{ min}^{-1}$ 。温度增加 10K, 正、逆反应的速率常数分别为原来的 2 和 2.8 倍。求:

(1) 300K 时的平衡常数。

(2) 正、逆反应的活化能和反应热效应。

(3) 300K 时, 反应系统中开始时只有物质 A, 测得压力 $p_{\text{A},0}=150 \text{ kPa}$ 。当反应达到平衡时, 系统中 A、B 各占多少?

(4) 若上系统中 $p_{\text{A}}=20 \text{ kPa}$, 需经过多长时间? (15 分)

11. 已知某气相反应的机理如下:



与 A、C 及 D 相比, B 的浓度很小。试证明该反应的速率方程为

$$dc_{\text{D}}/dt = k_1 k_2 c_{\text{A}} c_{\text{C}} / (k_{-1} + k_2 c_{\text{C}})$$

并证明该反应高压时为一级, 低压时为二级。(8 分)

12. 20°C 时, 水和苯的表面张力分别为 0.0728 和 0.0289 N m^{-1} , 苯-水的界面张力为 0.0350 N m^{-1} , 玻璃-水-苯的润湿角为 40°, 水和苯的密度分别为 1000 和 800 kg m^{-3} 。在 20°C 时, 试解决如下问题:

(1) 苯能否在水的表面上铺展?

(2) 半径为 10^{-4} m 的毛细管插入水-苯两层液体间, 试计算毛细管中苯柱上升的高度。(15 分)