

852B

华南理工大学
2018 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: 材料科学与工程; 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)

共 页

1. 今有 1 mol 理想气体, 始态为 0°C 和 1 MPa, 经绝热可逆膨胀到体积为原来的 2 倍。求此过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 及 ΔG 。已知该理想气体的恒容摩尔热容为 $12.471 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, 始态时的摩尔熵为 $13 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(15 分)

2. 已知甲醇的正常沸点为 338K (对应的饱和蒸汽压为 101.325kPa), 在此条件下甲醇的摩尔蒸发焓为 $35.32 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。在置于 338 K 的恒温槽中的容器体积为 80 dm^3 的密闭容器中, 有压力为 150 kPa 的过饱和甲醇蒸汽。此状态为亚稳态。今过饱和蒸汽失稳, 部分凝结成液态甲醇至热力学稳定态。求过程的 Q 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 及 ΔG 。(15 分)

3. 夏天将室内电冰箱门打开, 接通电源紧闭门窗(设墙壁门窗不传热), 能否使室内温度降低? 为什么?(8 分)

4. 水和模型有机溶剂之间的分配系数常被用来评价药物的生物活性。通过等温饱和法, 可测得化合物在磷酸缓冲液(水溶液)和正辛醇之间的分配系数。下表为某化合物在两相中的摩尔分数, x_B 为缓冲溶液中的摩尔分数, x_O 为正辛醇中的摩尔分数。

T/K	$x_B/10^{-6}$	$x_O/10^{-5}$
298.15	7.01	6.12
315.15	4.34	8.05

(1) 计算两个温度下的分配系数 K_{OB} 。

(2) 计算将化合物从缓冲溶液转移到有机相中的摩尔焓变。

(3) 该化合物从缓冲溶液中萃取还是从正辛醇中萃取更有效？升温对萃取是否有效？(15分)

5. 已知反应 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g})$ 的标准摩尔吉布斯函数与绝对温度 T 的关系为：

$$\Delta_r G_m^\ominus / (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}) = -3.47 \times 10^4 + 26.4 (T/\text{K}) \ln(T/\text{K}) + 45.2 (T/\text{K})$$

(1) 推导标准摩尔反应焓 $\Delta_r H_m^\ominus$ 与温度 T 的关系。

(2) 计算 573K 时的标准平衡常数 K^\ominus 。

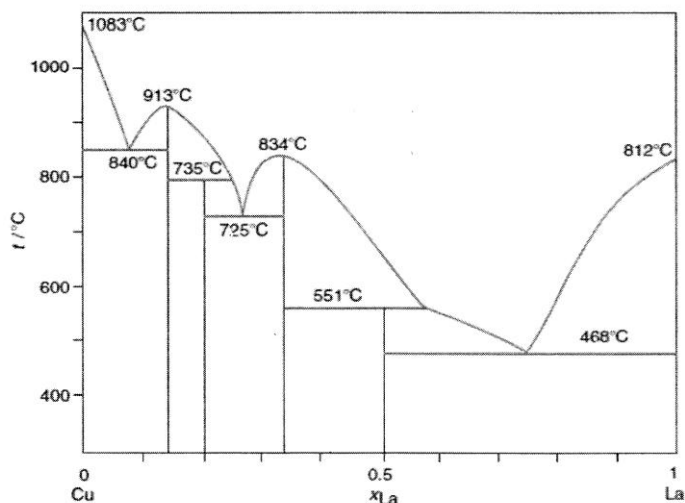
(3) 计算 573K 时的标准摩尔反应熵 $\Delta_r S_m^\ominus$ 。(15分)

6. 对合成氨反应 $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) = 2 \text{NH}_3(\text{g})$ ，已知 298K 时的标准摩尔反应焓为 $-46.11 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(1) 反应若在恒温恒容容器中进行，充入惰性气体会使反应向左移动吗？

(2) 从热力学角度提出促进氨合成的三种操作。(7分)

7. 实验测得金属铜(Cu)和镧(La)系统的凝聚系统相图如下：



(1) 计算两种金属形成的化合物的化学比例式(分子式)。

(2) 指出图中各相区的相态。

(3) 绘制含镧摩尔分数为 0.2 时从 1000°C 降温的冷却曲线, 指出折点处的相变或反应行为。

(4) 对于含镧摩尔分数为 0.8 的混合物, 如何得到纯镧固体? (15 分)

8. $\text{CaCO}_3(\text{s})$ 、 $\text{CaO}(\text{s})$ 和 $\text{CO}_2(\text{s})$ 在温度 T 下达到平衡, 确定系统的独立组分数、自由度数和对应的强度变量。(7 分)

9. 有一级平行反应 $\text{A} \xrightarrow{k_1} \text{B}$ 和 $\text{A} \xrightarrow{k_2} \text{C}$, 其中主反应生成 B, 副反应生成 C。

(1) 若副反应可忽略, 800K 时 A 反应一半所需时间为 138.6s, 求 A 反应完成 99.9%所需的时间。

(2) 若副反应不可忽略(下同此条件), 800K 时 A 反应 99.9%所需时间为 1837s, 求 (k_1+k_2) 。

(3) 若已知 800K 时 k_1 为 $2.71 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$, 求 k_2 及产物分布 c_B/c_C 。

(4) 若 800K 时两反应的指前因子相同, 活化能 $E_{a1}=70 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 求 E_{a2} 。

(5) 欲提高主反应的产率, 反应是降温还是升温好? 为什么? (15 分)

10. 298K 时, 电池 $\text{Zn}(\text{s}) \mid \text{ZnCl}_2(a) \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \mid \text{Hg}(\text{l})$ 的电动势为 1.2272 V, $(\partial E/\partial T)_p$ 为 $-4.52 \times 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{K}^{-1}$ 。已知该温度下标准电极电势 $E^\ominus(\text{Zn}^{2+}|\text{Zn}) = -0.7630\text{V}$, $E^\ominus(\text{Cl}^-|\text{Hg}_2\text{Cl}_2|\text{Hg}) = 0.2676 \text{ V}$ 。

(1) 写出电极反应和电池反应。

(2) 求电解质 ZnCl_2 的活度 a 。

(3) 求该电池反应 298 K 时的 $\Delta_r G_m$ 、 $\Delta_r S_m$ 、 $\Delta_r H_m$ 和可逆热 Q_r 。(15 分)

11. 291 K 时各种脂肪酸水溶液的表面张力 γ 与浓度 c 的关系式为 $\gamma = \gamma_0 - a \ln(1+bc)$, 其中 γ_0 为纯水的表面张力, a 和 b 为常数。

(1) 推导脂肪酸的吸附量 Γ 与浓度 c 的关系。

(2) 计算脂肪酸的饱和吸附量(即 $bc \gg 1$)和每个分子所占的截面积。

已知 $a=0.0130 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ 。

(3) 由(1)推导出的关系式与何种吸附等温式一致?

(4) 物理吸附与化学吸附有何差别? 服从上述吸附模型的吸附应该是物理吸附还是化学吸附? 请解释原因。(15分)

12. 何谓化学爆炸? 化学爆炸的主要因素有哪些? 如何避免化学爆炸? 化学爆炸有何应用? (8分)