

华南理工大学

2010 年攻读硕士学位研究生入学考试试卷

(请在答题纸上做答, 试卷上做答无效, 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: 材料物理与化学, 化学工程, 化学工艺, 应用化学, 工业催化, 能源环境材料及技术, 制药工程, 生物医学工程, 化学工程(专业学位)

共 3 页

1. 1 mol 单原子理想气体, 由 298 K、506.5 kPa 的始态膨胀到压力为 101.3 kPa 的终态, 计算下列各途经的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 与 ΔG 。已知其 $S_m^\ominus(298\text{K}) = 126 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

- (1) 等温可逆膨胀;
- (2) 外压恒为 101.3 kPa 的等温膨胀;
- (3) 绝热可逆膨胀; (15 分)

2. 0.1 mol 的乙醚装在安培瓶中, 把它放在一个大瓶中, 其中充以 0.4 mol 的 35℃、101.3 kPa 下的 N_2 , 然后将安培瓶敲破, 乙醚全部挥发成气体。其过程为 0.1 mol 乙醚($l, 35^\circ\text{C}$) + 0.4 mol N_2 (10 升, 35℃) = 混合气体 0.5 mol (10 升, 35℃)。已知乙醚正常沸点 35℃, 蒸发热 $\Delta_{\text{vap}} H_m^\ominus = 25.1 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 计算:

- (1) 终态乙醚压力;
- (2) N_2 的 ΔH 、 ΔS 、 ΔG ;
- (3) 乙醚的 ΔH 、 ΔS 、 ΔG ;
- (4) 整个体系的 ΔS ;
- (5) 环境的熵和总熵。 (15 分)

3. 试估算被空气饱和的水引起的凝固点的降低值。设空气压力为 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$, 空气中 N_2 和 O_2 的比例分别为 79% 和 21%, 两种气体 0℃ 时在水中的亨利常数分别为 $k_x(\text{O}_2) = 2.80 \times 10^9 \text{ Pa}$ 和 $k_x(\text{N}_2) = 5.06 \times 10^9 \text{ Pa}$, 水的凝固点降低常数 $K_f = 1.86 \text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。
(10 分)

4. 碳酸钠和水可以形成 $\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot 7\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 、 $\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot 10\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ 三种水合物。请回答下列问题:

- (1) 在常压下, 该系统共存的相数最多为多少?
- (2) 在常压下, 将 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$ 投入到水溶液中, 达到三相平衡时, 若其中两相分别为 Na_2CO_3 水溶液和 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$, 则另一相应是何物相?
- (3) 在 298 K 和常压下, 与水蒸气平衡共存的含水盐最多有几种? (15 分)

5. 某同学画的铁和碳的不完整相图(形成稳定化合物 B)如下图所示, 相图中缺失了部分线。试解决下列问题:

(1) 补充相图中缺失的线。

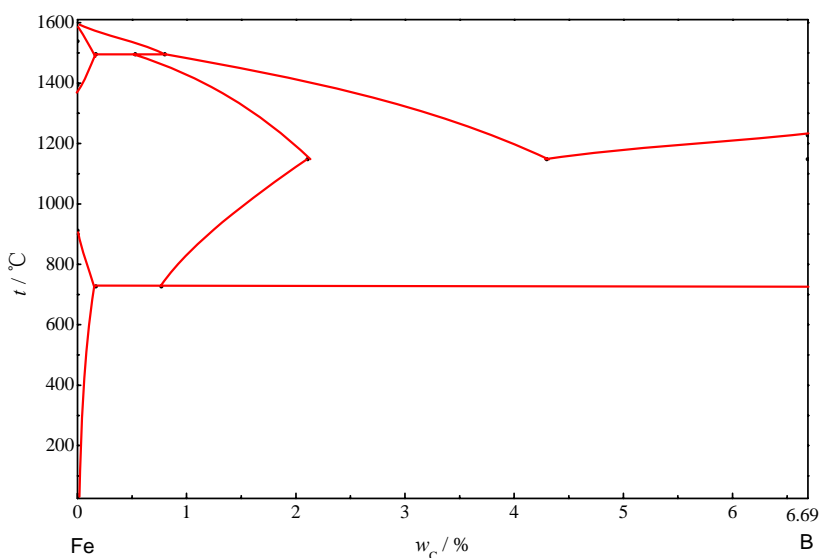
(2) 计算 B 的组成, 其中铁和碳的相对原子质量分别为 55.845 和 12.01。

(3) 在图中指出各区域的相态和三相线。(固溶体从低温到高温依次标为 α , γ , δ , ...)

(4) 铁加入少量碳冶炼后在常温下以固溶体还是混合物形式存在? 冶炼铁的最低温度应为多少?

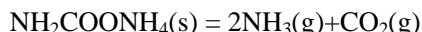
注意: 不要在试题上做答案。

(15 分)



6. 根据电导的测定得出 25°C 时氯化银饱和水溶液的电导率为 $3.41 \times 10^{-4} \text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。已知同温度下配制此溶液所用的水的电导率为 $1.60 \times 10^{-4} \text{S} \cdot \text{m}^{-1}$ 。试计算 25°C 时氯化银的溶解度。($\Lambda_m^\infty(\text{Ag}^+) = 61.92 \times 10^{-4} \text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ $\Lambda_m^\infty(\text{Cl}^-) = 76.34 \times 10^{-4} \text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) (15 分)

7. 将氨基甲酸铵放在一抽空的容器中, 并按下式分解:



在 20.8°C 达到平衡时, 容器内压力为 8.825 kPa。在另一次实验中, 温度不变, 先通入氨气, 使氨的起始压力为 12.443 kPa, 再加入氨基甲酸铵使之分解。若平衡时尚有过量固体氨基甲酸铵存在, 求平衡时各气体的分压及总压。(15 分)

8. 1000K时, 反应 $\text{C(s)} + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g})$ 的 $\Delta_r G_m^\ominus = 19.379 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。现有与碳反应的气体混合物, 其组成为体积分数 $\varphi(\text{CH}_4) = 0.1$, $\varphi(\text{H}_2) = 0.8$, $\varphi(\text{N}_2) = 0.1$ 。试问:

(1) $T = 1000\text{K}$, $p = 100 \text{ kPa}$ 时, $\Delta_r G_m$ 等于多少, 甲烷能否形成?

(2) 在 $T = 1000\text{K}$ 下, 压力需增加到若干, 上述合成甲烷的反应才可能进行?

(10 分)

9. 正常沸点时, 如果水中仅含有半径为 $2.5 \times 10^{-6} \text{ m}$ 的空气泡, 试计算:

(1) 此时空气泡附加压力是多少?

(2) 使这样的水沸腾需过热多少度?

已知水在 100°C 时的表面张力 $\sigma = 58.9 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, 摩尔气化热 $\Delta_{\text{vap}} H_m = 40.66 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。(忽略静压的影响)

(15 分)

10. 400°C 时反应 $\text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$ 可以进行完全 (产物对反应速率没有影响), 以 $\text{NO}_2(\text{g})$ 的消耗速率表示的反应速率常数 k 与温度 T 的关系为

$$\lg \frac{k}{\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}} = -\frac{25600\text{K}}{4.576T} + 8.8$$

(1) 求此反应的表观活化能 E_a 和指前因子 k_0 。

(2) 若在 400°C 时将压力为 26664 Pa 的 $\text{NO}_2(\text{g})$ 通入反应器中, 使之发生上述反应, 试计算反应器的压力达到 31997 Pa 时所需时间?

(3) 若开始只有 $\text{NO}_2(\text{g})$, 浓度为 $3.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 要使反应在 30s 时反应物反应掉 50% , 问反应温度应控制多少度?

(15 分)

11. 为发射火箭, 现有两种燃料可选: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$, 燃烧反应为 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。

(1) 假设燃烧时无热量损失, 分别计算上述各反应的标准摩尔反应焓及各燃料燃烧时的火焰最高温度。

(2) 火箭发动机所能达到的最终速度主要是通过火箭推进力公式 $I_{\text{sp}} = K C_{p,m} T / M$ 确定。 T 为排出气体的绝对温度, M 为排出气体的分子量, $C_{p,m}$ 为排出气体的摩尔热容, K 对一定的火箭为常数。火箭燃料燃烧时按化学计量比进行。问上述燃料中哪一种最理想?

已知 298K 时各物质的标准摩尔生成焓及摩尔定压热容如下表:

	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{CH}_4(\text{g})$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-393	-242	-75
	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	
$C_{p,m} / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	37	34	

(10 分)