

华南理工大学 2011 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, 生物医学工程, 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, 化学工程(专业学位), 生物医学工程, 生物医学工程(专业学位)

本卷满分: 150 分

共 3 页

1. 苯的正常沸点为 353K (压力可视为 p^\ominus), 摩尔汽化焓 $\Delta_{\text{vap}}H_m = 30.77 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。今在 353K, p^\ominus 下, 将 1mol 液态苯向真空等温汽化为同温同压的苯蒸气(设为理想气体)。

- (1) 计算该过程中苯吸收的热量 Q 和作的功 W ;
- (2) 求苯的摩尔汽化吉布斯函数 $\Delta_{\text{vap}}G_m$ 和摩尔汽化熵 $\Delta_{\text{vap}}S_m$;
- (3) 求环境的熵变;
- (4) 使用哪种判据, 可以判别上述过程可逆与否? 并判别之。 (15 分)

2. 物质的量为 n 的单原子分子理想气体, 在 300 K 时从 100 kPa, 122 dm³ 反抗 50 kPa 的外压等温膨胀到 50 kPa, 计算过程的 Q , W , ΔU , ΔH , $\Delta S_{\text{体}}$, $\Delta S_{\text{环}}$, $\Delta S_{\text{孤}}$ 及同样的始终态下可逆过程的 Q_r 和 W_r 。 (15 分)

3. 在 1kg 水中溶解 NaBr 的量为 n , 298 K 时实验测得溶液的体积与 n 符合如下关系

$$V/\text{cm}^3 = 1002.93 + 23.189(n/\text{mol}) + 2.197(n/\text{mol})^{3/2} - 0.178(n/\text{mol})^2$$

若 NaBr 溶液浓度为 0.2 mol kg^{-1} , 试求:

- (1) NaBr 的偏摩尔体积。
- (2) 溶液的凝固点和沸点。
- (3) 298 K 时溶液的渗透压。

已知水的 $K_f = 1.86 \text{ K kg mol}^{-1}$, $K_b = 0.52 \text{ K kg mol}^{-1}$ 。溶液的密度近似为 1000 kg m^{-3} 。NaBr 的相对分子质量为 102.9。

(15 分)

4. (1) 利用相图说明冰熔化时与其它物质熔化时为什么会出现不同的现象?

(2) 画出水的过冷线, 简要说明为什么会出现过冷现象? (10分)

5. 已知铂与银二元金属系统可形成两种固溶体。转变温度为 1186°C, 此时含银的质量分数分别对应为 0.105, 0.424 和 0.663。在室温时两个固溶体的溶解度(含银质量分数)分别为 0.01 和 0.85。铂和银的熔点分别为 1772°C和 961.9°C。解决下列问题:

(1) 画出铂银二元金属系统相图(草图)。

(2) 标出各相区的相态。

(3) 指出三相线及其对应的相态。

(4) 室温时含银铂合金最多可加多少银? 含银质量分数 0.10 时有没有办法制得均匀的铂合金?

(5) 假设有人用加银的白金(铂)冒充纯白金卖, 你是否有办法区分? (15分)

6. 有理想气体反应 $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$, 在 1000 K 时, $K^\ominus = 3.45$, 计算在 SO_2 、 O_2 和 SO_3 的分压分别为 $2.03 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、 $1.01 \times 10^4 \text{ Pa}$ 和 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的混合气中发生上述反应的 $\Delta_r G_m$, 并判断反应自发进行的方向。若 SO_2 和 O_2 的分压仍分别为 $2.03 \times 10^4 \text{ Pa}$ 和 $1.01 \times 10^4 \text{ Pa}$, 为使反应正向进行, SO_3 的分压最大不能超过多少?

(15分)

7. 有如下晶型转变反应



(1) 在 100°C 时哪种物质最稳定? (2) 求反应的转变温度。 (10分)

8. 试将反应 $\text{Cd}(\text{s}) + \text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Cd}^{2+}(a_{\text{Cd}^{2+}} = 1.0) + 2\text{I}^-(a_{\text{I}^-} = 1.0)$

设计为电池。求 298.15K 时电池电动势 E^\ominus 、反应吉布斯函数 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和平衡常数 K^\ominus 。

如将反应写成 $\frac{1}{2}\text{Cd}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \frac{1}{2}\text{Cd}^{2+}(a_{\text{Cd}^{2+}} = 1.0) + \text{I}^-(a_{\text{I}^-} = 1.0)$,

此时的电池电动势 E^\ominus 、反应吉布斯函数 $\Delta_r G_m^\ominus$ 和平衡常数 K^\ominus 又是多少？

$$(E^\ominus_{\text{I}_2/\text{I}^-} = 0.5355 \text{ V}; E^\ominus_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = -0.4029 \text{ V}) \quad (15 \text{ 分})$$

9. 某化合物的分解为一级反应，在温度为 600 K，反应物浓度为 0.1 mol dm^{-3} 时，其反应速率为 $5.3 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$ 。已知该反应的活化能为 $E_a = 183.3 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。

- (1) 求 600 K 时该反应的速率常数；
- (2) 若起始浓度为 0.2 mol dm^{-3} ，求反应时间为 15 s 时反应物的浓度；
- (3) 若反应温度为 630 K，反应时间为 15 s，其转化率可达多少？

(15 分)

10. 298K 时 乙醇水溶液的表面张力 γ 与乙醇浓度的关系为：

$$\gamma / (10^{-3} \text{ N m}^{-1}) = 72 - 0.5 (c/c^\ominus) + 0.2 (c/c^\ominus)^2 \quad \text{求:}$$

- (1) 298K 时 纯水的表面张力；
- (2) $c/c^\ominus = 1$ 时，乙醇在液面的表面吸附量；
- (3) 曲率半径为 10^{-6} m 纯水液滴(凸形液面)会产生多大的附加压力？ (10 分)

11. 273K 时用钨粉吸附正丁烷分子，压力为 11kPa 和 23kPa 时，对应的吸附体积(标准体积)分别为 $1.12 \text{ dm}^3 \text{ kg}^{-1}$ 和 $1.46 \text{ dm}^3 \text{ kg}^{-1}$ ，假设吸附服从 Langmuir 吸附等温式。

- (1) 计算吸附系数 b 和饱和吸附体积 V_∞^a 。
- (2) 若知正丁烷分子的截面积为 $28.5 \times 10^{-20} \text{ m}^2$ ，计算在单分子层覆盖下钨粉的比表面积。 (15 分)