

华南理工大学  
2015 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; 材料物理与化学; 生物医学工程(专业学位); 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; 化学工程(专业学位)

共 4 页

1. 400K 时 1mol 的  $O_2(g)$  经绝热可逆过程从  $10\text{ dm}^3$  压缩到  $5\text{ dm}^3$ , 然后再经等温可逆膨胀使体积复原, 求该过程的  $W$ 、 $Q$ 、 $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。氧气设为理想气体, 其恒容摩尔热容为  $2.5R$ 。(15 分)

2. 1 mol  $25^\circ\text{C}$  的水在恒定 100 kPa 下变为  $150^\circ\text{C}$  的水蒸气, 求过程的  $W$ 、 $Q$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$  和  $\Delta G$ 。已知水和水蒸气的平均恒压摩尔热容分别为  $75.29$  和  $33.58\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 水在  $100^\circ\text{C}$  时的摩尔蒸发焓为  $40.637\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  (近似为 100 kPa),  $25^\circ\text{C}$  时水的标准摩尔熵为  $69.91\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 水蒸气可近似为理想气体。(15 分)

3. 某滨海区的地下水中, 含可溶性盐以氯化钠为主。用凝固点下降测得地下水的冰点为  $271.85\text{ K}$ 。

(1) 问该滨海区地下水含氯化钠的摩尔分数为多少?

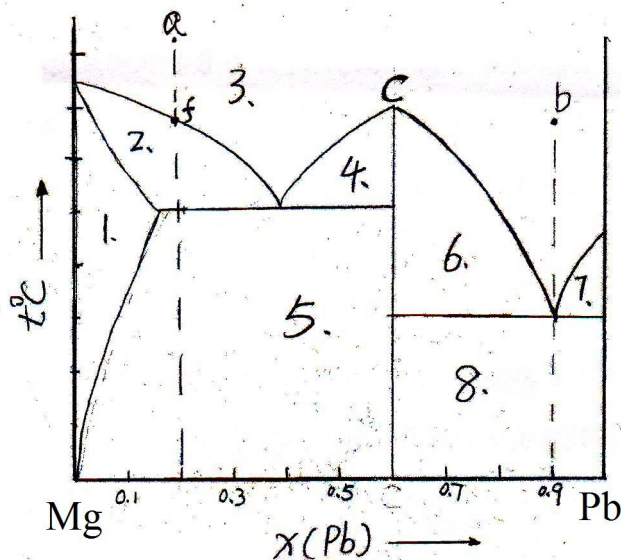
(2) 该地区的水与纯水化学势的差值为多少?

(3)  $300.15\text{ K}$  时, 利用反渗透装置对该盐水进行反渗透淡化水, 在盐水端至少需加多大压力? 设外压为 101 kPa。

已知水的凝固点下降常数为  $1.86\text{ K}\cdot\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ , 水的摩尔质量为  $0.01802\text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(15 分)

4. Mg 和 Pb 二组分凝聚系统相图见下。

- (1) Mg 和 Pb 形成的化合物是稳定还是不稳定的？其组成如何？
- (2) 请指出图中 1~8 区域的相态。
- (3) 请指出图中相区 3 和 5 的相数和自由度数。
- (4) 图中自由度数为 0 的线有多少条？
- (5) 绘制图中点  $a$  和  $b$  的冷却曲线。
- (6) 系统从  $a$  点( $x=0.2$ )下降到  $f$  点时，各组分的组成大致为多少？
- (7) 从该二组分系统中能否得到纯金属 Pb 或 Mg? (15 分)



5. 乙醇和水的沸点组成图为例典型的具有最大正偏差的系统相图，恒沸点的组成为乙醇的重量比为 95.6%，温度为 78.1℃。已知常压下乙醇的沸点为 78.4℃。试绘制常压下乙醇和水的相图草图，标明各区域的相态。如果系统的组成为重量含乙醇 40% 的水溶液，精馏后将得到什么组分？试解释之。(10 分)

6. 某化合物在 557 K 分解时的反应速率常数为  $0.033 \text{ s}^{-1}$ ，反应活化能为  $144.3 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

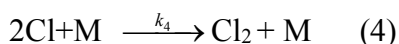
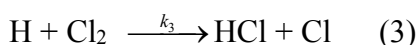
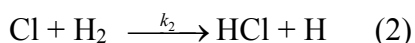
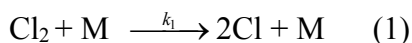
(1) 求该反应的级数和半衰期。

(2) 若起始浓度为  $0.6 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，求反应至浓度为  $0.2 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  时所需的时间。

(3) 欲控制反应在 10 min 内转化率达 90%，反应温度应控制在多少度？

(4) 求阿伦尼乌斯常数中的指前因子  $k_0$  (或  $A$ )。(15 分)

7. 反应  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$



试证明速率方程为  $\text{d}[\text{HCl}]/\text{d}t = k[\text{H}_2][\text{Cl}_2]^{0.5}$ ，其中  $k=2k_2(k_1/k_4)^{0.5}$ 。  
(10 分)

8. 在 101.325 kPa 外压和 100℃ 的水中产生一个半径为  $1\mu\text{m}$  的小气泡。已知该温度下水的表面张力为  $0.05885 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，密度为  $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，饱和蒸气压为 101.325 kPa，摩尔质量为  $0.01802 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。试求：

(1) 小气泡内水的附加压力。

(2) 小气泡内水的饱和蒸气压。

(3) 小气泡内的压力，并判断气泡能否溢出液面？(15 分)

9. 设反应  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$  为理想气体反应, 已知 298K 时  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$  的标准摩尔燃烧焓分别为 -1299.6、-285.83、-1411.0  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g})$  和  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$  的标准摩尔生成吉布斯函数分别为 209.2 和 68.15  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。试解决如下问题:

- (1) 该反应在 298K 的常压下能否进行?
- (2) 该反应的焓变?
- (3) 设反应在 298K 的封闭容器中进行且开始时两反应物的分压均为 100 kPa, 平衡时产物的分压为多少?
- (4) 反应升温或降压对转化率的影响如何? (15 分)

10. 电池  $\text{Ag}|\text{AgCl}(\text{s})|\text{KCl}(\text{aq.})|\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s})|\text{Hg}(\text{l})$  在 298K 时的电动势为 0.0455V, 电池电动势的温度系数  $(\partial E / \partial T)_p$  为  $3.38 \times 10^{-4} \text{ V}\cdot\text{K}^{-1}$ 。解决下列问题:

- (1) 写出正负极及电池反应。
- (2) 计算电池反应的  $\Delta_r S_m$ ,  $\Delta_r H_m$  和  $\Delta_r G_m$ 。
- (3) 可逆放电时的热效应。
- (4) 反应在非电池即普通容器中常压下进行时的热效应。(15 分)

11. 可用设计电池测定电池电动势的方法测定  $\text{AgBr}$  的溶度积  $K_{\text{sp}}$ , 请简要说明之。(10 分)