

华南理工大学
2016 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；生物医学工程；化学工程(专业学位)；生物医学工程(专业学位)

共 4 页

1. 1 mol 理想气体由 398K 、 $10p^\ominus$ 分别经 (1) 恒温可逆膨胀；(2) 反抗 p^\ominus 外压绝热膨胀；过程的终压均为 p^\ominus 。分别计算两过程的 Q 、 W 、 ΔU 和 ΔH 。已知该理想气体的恒压摩尔热容为 $28.30\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。(15 分)

2. 80.1°C 的恒温槽中有一带活塞的导热圆筒，筒中装有 $3\text{ mol N}_2(\text{g})$ 及盛有 3 mol 苯(l)的小玻璃瓶。环境的压力即系统的压力维持 140 kPa 不变。今将小玻璃瓶打碎，液态苯蒸发至平衡态。求过程的 Q 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 、 ΔA 和 ΔG 。已知苯在 80.1°C 时的饱和蒸汽压为 101.325 kPa ，在此条件下苯的摩尔蒸发焓为 $34.27\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，氮气和苯蒸汽可视为理想气体。(15 分)

3. 用手轻轻触碰含羞草，含羞草的叶子会自动闭合，请问这个过程是自发过程吗？自发过程有什么共同特征？(8 分)

4. 在常压和 30°C 时，向总量为 1 mol 、 x_B 为 0.6 的 A 和 B 混合物中加入 1.4 mol 的纯液体 B，试求过程的 $\Delta_{\text{mix}}V$ 、 $\Delta_{\text{mix}}H$ 、 $\Delta_{\text{mix}}S$ 和 $\Delta_{\text{mix}}G$ 。假设 A 和 B 可形成理想液体混合物。(15 分)

5. 简述反渗透原理及其主要应用。(8 分)

6. 对于反应 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ ，已知 298K 时数据如下：

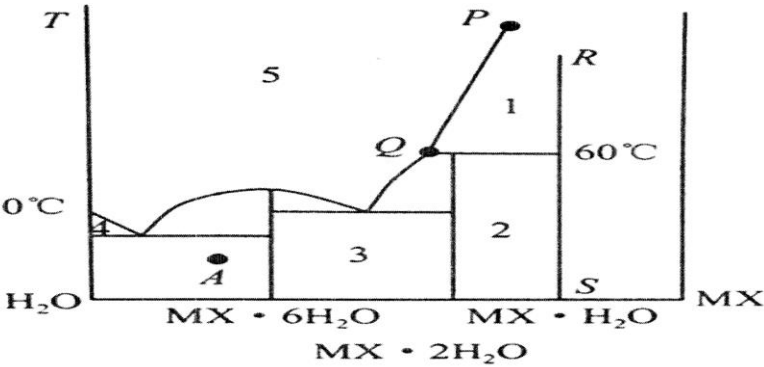
物质	$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$C_{p,m}^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{CO}(\text{g})$	110.53	197.67	29.14
$\text{H}_2(\text{g})$		130.68	28.82
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	200.66	239.81	43.89

试求：（1）298K 时反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 、 $\Delta_r S_m^\ominus$ 和 $\Delta_r G_m^\ominus$ 。

（2）298K 时反应的标准平衡常数 K^\ominus 。

（3）定性说明增加总压、加入惰性组分、升温对转化率的影响。（15 分）

7. 下图为盐(MX)和它的水合物的相图。



（1）标出相区 1 至 5 的相态。

（2）欲由组成为 A 的混合物制取纯 $\text{MX} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，最佳的操作步骤是什么？在图上标出并作简要说明。

（3） SR 线能否延长至 QP 线相交？为什么？若是完整相图，这部分是否有缺漏？若有，请补充完善。

（4） P 点的温度一般高于 100°C ，请在相图中补充盐水系统的气-液平衡线。（15 分）

8. 有一对行反应 $A(g) \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B(g) + C(g)$

其中正向和逆向基元反应的速率常数分别为 k_1 和 k_2 ，它们在不同温度时的数值如下：

温度 / K	300	310
k_1 / s^{-1}	3.50×10^{-3}	7.00×10^{-3}
$k_2 / (s p^3)^{-1}$	8.00×10^{-7}	1.60×10^{-6}

- (1) 计算上述对行反应在 300K 时的平衡常数和标准平衡常数。
- (2) 分别计算正向和逆向反应的活化能。
- (3) 计算对行反应的摩尔热力学能变。
- (4) 300K 时，若反应容器中开始时只有反应物 A，其初始压力为 p^3 ，问系统总压为 $1.6 p^3$ 时所需的时间为多少？（15 分）

9. 酶 (E) 催化反应的机理为

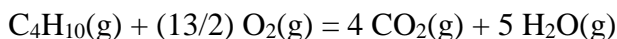


其中 S、P、ES 分别为反应物、产物和中间物。中间物 ES 的浓度可用稳态近似法处理，试证明酶催化反应的动力学方程为

$$v = d[P]/dt = v_{\max}[S]/(K_m + [S])$$

$v_{\max} = k_2[E]_0$, $K_m = (k_2 + k_{-1})/k_1$, $[E]_0$ 为酶的初浓度。（7 分）

10. 正丁烷在 298.15K、100kPa 时完全氧化反应为



的 $\Delta_r H_m^3 = -2877 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta_r S_m^3 = -423.7 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，将此反应设计成燃料电池。

- (1) 使用熔融氧化物作电解质设计成电池，写出电极反应并计算电

池的标准电动势。

(2) 计算 298.15K 时最大的电功。

(3) 计算 298.15K 时最大的总功。(15 分)

11. 何谓电池的输出电压和电池电动势？测定电池的电动势通常采用何种方法？(7 分)

12. 298.15K 时质量分数为 3.5% 的海水的表面张力为 $30.99 \text{ mN}\cdot\text{m}^{-1}$ 。假设海水中的盐均为氯化钠，其分子量为 $58.5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，水的摩尔质量为 $18.02 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，纯水的饱和蒸汽压为 3.17 kPa 。假设海水为理想溶液，水的偏摩尔体积为 $18.0 \text{ cm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(1) 计算平衡条件下海平面上海水的饱和蒸汽压。

(2) 海平面上的巨浪碰撞后产生大量的小液滴。假设所有液滴的直径都是 10^{-8} m ，计算与小液滴平衡的饱和蒸汽压。(15 分)