

852A

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.  $1 \text{ mol}$  理想气体由  $398\text{K}$ 、 $10p^\ominus$  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  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$  和  $\Delta H$ 。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.  $80.1^\circ\text{C}$  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  $3 \text{ mol}$  苯(l)的小玻璃瓶。环境的压力即系统的压力维持  $140 \text{ kPa}$  不变。今将小玻璃瓶打碎, 液态苯蒸发至平衡态。求过程的  $Q$ 、 $W$ 、 $\Delta U$ 、 $\Delta H$ 、 $\Delta S$ 、 $\Delta A$  和  $\Delta G$ 。已知苯在  $80.1^\circ\text{C}$  时的饱和蒸汽压为  $101.325 \text{ kPa}$ , 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  $30^\circ\text{C}$  时, 向总量为  $1\text{mol}$ 、 $x_B$  为  $0.6$  的 A 和 B 混合物中加入  $1.4\text{mol}$  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：

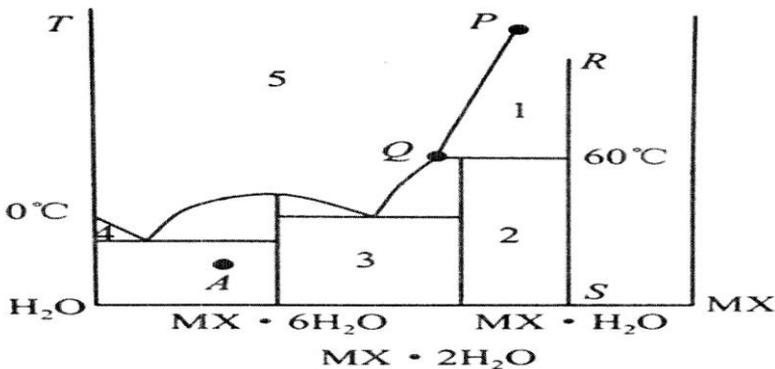
物质	$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	$C_{p,m}^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$
$\text{CO}(\text{g})$	110.53	197.67	29.14
$\text{H}_2(\text{g})$		130.68	28.82
$\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$	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  $100^\circ\text{C}$ ，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
$k_1 / s^{-1}$	$3.50 \times 10^{-3}$	$7.00 \times 10^{-3}$
$k_2 / (s p^3)^{-1}$	$8.00 \times 10^{-7}$	$1.60 \times 10^{-6}$

- 计算上述对行反应在 300K 时的平衡常数和标准平衡常数。
- 分别计算正向和逆向反应的活化能。
- 计算对行反应的摩尔热力学能变。
- 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

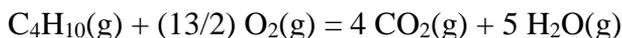


其中 S、P、ES 分别为反应物、产物和中间物。中间物 ES 的浓度可用稳态近似法处理，试证明酶催化反应的动力学方程为

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

$v_{\max} = k_2[E]_0$ ,  $K_m = (k_2+k_{-1})/k_1$ ,  $[E]_0$  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。

- 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  $3.17 \text{ kPa}$ 。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  $10^{-8} \text{ m}$ ，计算与小液滴平衡的饱和蒸汽压。(15 分)