

# 青岛大学 2011 年硕士研究生入学考试试题

科目代码： 829 科目名称： 物理化学（共 4 页）

请考生写明题号，将答案全部答在答题纸上，答在试卷上无效

## 一、选择题（20 分）

1.(2 分) 对于一定量的理想气体，有可能发生的过程是：

- (1) 对外做功且放出热量 (2) 恒容绝热升温、无非膨胀功  
(3) 恒压热容膨胀 (4) 恒温绝热膨胀

(A) (1)、(4) (B) (2)、(3)

(C) (3)、(4) (D) (1)、(2)

2.(2 分) 已知 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 在正常沸点时的气化热为  $40.67 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，某非挥发性物质B溶于 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 后，其沸点升高 10 K，则该物质B在溶液中的摩尔分数为：

(A) 0.290 (B) 0.710

(C) 0.530 (D) 0.467

3.(2 分) (1) 溶液的化学势等于溶液中各组分的化学势之和

(2) 对于纯组分，则化学势等于其摩尔 Gibbs 函数

(3) 理想溶液各组分在其全部浓度范围内服从 Henry 定律

(4) 理想溶液各组分在其全部浓度范围内服从 Raoult 定律

上述诸说法正确的是：

(A) (1), (2) (B) (2), (3)

(C) (2), (4) (D) (3), (4)

4.(2 分) 通过电动势的测定，可以求难溶盐的活度积，今欲求  $\text{AgCl}$  的活度积，则应设计的电池为：

(A)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{Cl}_2(p) | \text{Pt}$

(B)  $\text{Pt} | \text{Cl}_2 | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{AgNO}_3(\text{aq}) | \text{Ag}$

(C)  $\text{Ag} | \text{AgNO}_3(\text{aq}) || \text{HCl}(\text{aq}) | \text{AgCl} | \text{Ag}$

(D)  $\text{Ag} | \text{AgCl} | \text{HCl}(\text{aq}) || \text{AgCl} | \text{Ag}$

5.(2 分) 在含有C (s),  $\text{H}_2\text{O}$  (g),  $\text{CO}$  (g),  $\text{CO}_2$  (g),  $\text{H}_2$  (g) 五个物

种的平衡系统中，其独立组分数C为：

- (A) 3 (B) 2  
(C) 1 (D) 4

6. (2分) 298K 时，苯蒸气在石墨上的吸附符合 Langmuir 吸附等温式，在苯蒸气压为 40Pa 时，覆盖率  $\theta=0.05$ ，当  $\theta=0.5$  时，苯蒸气的平衡压力为：

- (A) 400Pa (B) 760Pa  
(C) 1000Pa (D) 200Pa

7. (2分) 下列过程能适用方程  $\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$  的是：

- (A)  $I_2(s) \rightleftharpoons I_2(g)$  (B)  $C(\text{石墨}) \rightleftharpoons C(\text{金刚石})$   
(C)  $Hg_2Cl_2(s) \rightleftharpoons 2HgCl(g)$  (D)  $N_2(g, T_1, p_1) \rightleftharpoons N_2(g, T_2, p_2)$

8. (2分) 将  $0.012\text{dm}^3$  浓度为  $0.02 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的 KCl 溶液和  $100 \text{ dm}^3$  浓度为  $0.005 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  溶液混合制备的溶胶，其胶粒在外电场的作用下电泳的方向是：

- (A) 向正极移动 (B) 向负极移动  
(C) 不规则运动 (D) 静止不动

9. (2分) 放射性  $\text{Pb}^{201}$  的半衰期为 8 h，1 g 放射性  $\text{Pb}^{201}$  在 24 h 后还剩下：

- (A) 1/8 g (B) 1/4 g  
(C) 1/3 g (D) 1/2 g

10. (2分) 在刚性密闭容器中，有下列理想气体反应达到平衡  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ ，若在恒温下加入一定量惰性气体，则平衡将：

- (A) 向右移动 (B) 向左移动  
(C) 不移动 (D) 无法确定

二、填空题 (10分)

1. (2分) 一个反应的活化能是  $33 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，当  $T=300 \text{ K}$  时，温度每增加 1K，反应速率常数增加的百分数约是\_\_\_\_\_。

2. (2分) 已知 298K 时,  $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$ ,  $K_1^\theta = 8.5 \times 10^{-41}$ ,  
 $\text{CO}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g})$ ,  $K_2^\theta = 8.5 \times 10^{-46}$

则反应  $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ,  $K_3^\theta =$ \_\_\_\_\_。

3. (2分) 1mol 单原子理想气体从  $p_1, V_1, T_1$  等容冷却到  $p_2, V_1, T_2$ , 则该过程的  $\Delta U$  \_\_\_\_\_ 0,  $\Delta S$  \_\_\_\_\_ 0,  $W$  \_\_\_\_\_ 0。(填 >, <, =)

4. (2分) 298 K 时, 已知  $\phi^\theta(\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}) = 0.77 \text{ V}$ ,  $\phi^\theta(\text{Sn}^{4+}, \text{Sn}^{2+}) = 0.15 \text{ V}$ , 将这两个电极排成自发电池时的表示式为 \_\_\_\_\_,  $E^\theta =$  \_\_\_\_\_。

5. (2分) 石墨(C)和金刚石(C)在 25°C,  $p^\theta$  下的标准燃烧焓分别为  $-393.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  和  $-395.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 则金刚石的标准生成焓  $\Delta_f H_m^\theta$  (金刚石, 298 K) 为 \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

### 三、计算题 (70 分)

1. (10分) 303.15 K 时, 1 mol 某理想气体从压力为 810.6 kPa 经等温可逆过程变化到压力为 101.3 kPa, 求该过程的  $Q, W, \Delta U_m, \Delta H_m, \Delta S_m, \Delta A_m, \Delta G_m$ 。

2. (15分)  $\text{CO}_2$  在高温时按下式解离:  $2\text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$   
在标准压力及 1000K 时解离度为  $2.0 \times 10^{-7}$ , 1400K 时解离度为  $1.27 \times 10^{-4}$ , 倘若反应在该温度范围内, 反应热效应不随温度而改变, 试计算 1000K 时该反应的  $\Delta_r G_m^\theta$  和  $\Delta_r S_m^\theta$  各为多少?

3. (15分) 环氧乙烷的分解是一级反应。380°C 的半衰期 363 min, 反应的活化能为  $217.57 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。试求该反应在 450°C 条件下完成 75% 所需时间。

4. (15分) 试求标准压力下,  $-5^\circ\text{C}$  的过冷液体苯变为固体苯的  $\Delta S$ , 并判断此凝固过程是否可能发生。已知苯的正常凝固点为  $5^\circ\text{C}$ , 在凝固点时熔化热  $\Delta_{\text{fus}} H_m^\theta = 9940 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 液体苯和固体苯的平均定压摩尔热容分别为 127 和  $123 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

5. (15分) 25°C 时, 电池  $\text{Ag}(\text{s}) - \text{AgCl}(\text{s}) \mid \text{KCl}(\text{m}) \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) - \text{Hg}(\text{l})$  的电动势  $E = 0.0455 \text{ V}$ ,  $\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_p = 3.38 \times 10^{-4} \text{ V} \cdot \text{K}^{-1}$ 。写出该电池

的反应, 并求出该温度下的  $\Delta_r G_m$ ,  $\Delta_r S_m$ ,  $\Delta_r H_m$  及可逆放电时的热效应  $Q_r$ 。

### 四、简答题 (50 分)

1. (15分) 证明:  $C_p - C_V = T \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$

2. (10分) 已知在二氧化硅溶胶的形成过程中, 存在下列反应:



(1) 试写出胶团的结构式, 并注明胶核、胶粒和胶团;

(2) 指明二氧化硅胶团电泳的方向, 并简单说明原因。

3. (10分) 请根据所学的物理化学知识解释下面现象的基本原理。

(1) 锄地保墒 (保墒意指保持土壤水分) (5分)

(2) 人工降雨 (5分)

4. (15分)

(1) 利用下面数据绘制Mg-Cu体系的相图。Mg (熔点为 648 °C) 和Cu (熔点为 1085 °C) 形成两种化合物:  $\text{MgCu}_2$  (熔点为 800 °C),  $\text{Mg}_2\text{Cu}$  (熔点为 580 °C); 形成三个低共熔混合物, 其组成分别为  $w(\text{Mg}) = 0.10$ ,  $w(\text{Mg}) = 0.33$ ,  $w(\text{Mg}) = 0.65$ , 它们的熔点分别为 690 °C, 560 °C和 380 °C。

(2) 画出组成为  $w(\text{Mg}) = 0.25$  的 900 °C 的熔体降温到 100 °C 时的步冷曲线。