

## 武汉科技大学

### 2004 年硕士研究生入学考试试题

课程名称: 物 理 化 学 总页数: 4 第 1 页

说 明: 1. 适用专业: 化工、材料、冶金、环境类专业。

2. 可使用计算器。

3. 答题内容写在答题纸上, 写在试卷上一律无效。

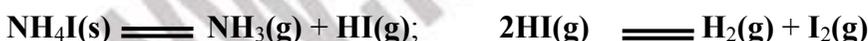
4. 常数  $F=96500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;  $L=6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

#### 一、填空题 ( 每空 3 分; 共 60 分)

1. 0.528 g 液态苯[C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>(l)]在 298 K 等容下充分燃烧能放出 22.3 kJ 的热量, 其最终产物为 CO<sub>2</sub>(g)和 H<sub>2</sub>O(l)。已知 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 的摩尔质量  $M = 78.11 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。则苯的摩尔等容热  $Q_{V,m} =$  (1), 摩尔等压热  $Q_{p,m} =$  (2)。

2. 某反应  $2\text{A}(\text{s}) = \text{B}(\text{s}) + \text{Y}(\text{g}) + \text{Z}(\text{g})$  在 50 °C 时的  $K^{\ominus}$  为  $4.0 \times 10^{-4}$ , 在 110 °C 时的  $K^{\ominus}$  为 0.57, 则该反应在 50 °C 至 110 °C 之间的的平均反应的标准摩尔焓变为 (3)。

3. 在一个抽空的容器中放有过量的 NH<sub>4</sub>I(s), 同时存在下列平衡:



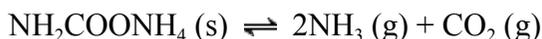
此平衡系统中的组分数  $C =$  (4)。

4. 某温度下, A 和 B 形成理想液态混合物,  $p_A^* = 120 \text{ kPa}$ ,  $p_B^* = 60 \text{ kPa}$ , 若某条件下测得气相中 A 和 B 的蒸气压相等;

则平衡体系的液相组成  $x_B =$  (5)。

5. 一定量某理想气体, 由始态 100 kPa, 50 dm<sup>3</sup>, 先恒容加热使压力升高至 200 kPa, 再恒压冷却至 25 dm<sup>3</sup>. 则整个过程  $\Delta H =$  (6)。

6. 在温度  $T$  时, 将 NH<sub>2</sub>COONH<sub>4</sub>(s) 置于抽空的容器中, 当反应

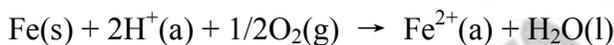


达平衡时,测得总压力为  $p$ ,则反应的标准平衡常数  $K^\ominus =$  (7)。

7. 298K 时,水中加入非挥发性溶质形成真实溶液,溶液的饱和蒸气压为 2.2kPa,此温度下纯水的饱和蒸气压为 3.67kPa,则溶液中水的活度为  $a(\text{H}_2\text{O}) =$  (8); 同温度下,从大量的此溶液中提取出 1mol 纯 B (组成可视为不变),系统的吉布斯函数变化  $\Delta G =$  (9)。

8.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  水溶液,其质量摩尔浓度为  $b$ ,则此溶液的离子平均质量摩尔浓度  $b_\pm =$  (10)  $b$ ;  $a(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)$  与  $a_\pm$  的关系式为 (11)。

9. 已知 25°C 时,  $E^\ominus(\text{Fe}^{2+} | \text{Fe}) = -0.409\text{V}$ ,  $E^\ominus(\text{H}^+, \text{H}_2\text{O} | \text{O}_2) = 1.229\text{V}$ , 铁在酸性介质中的腐蚀反应可简化为:



与此反应对应的原电池图示为: (12); 电池电动势  $E^\ominus =$  (13)。

10. 电池  $\text{Pt} | \text{X}_2 | \text{X}^-(a_1) || \text{X}^-(a_2) | \text{X}_2 | \text{Pt}$

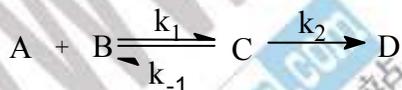
以活度表示的电池电动势计算公式为:  $E =$  (14); 若  $E > 0$ , 则

$a_1$  与  $a_2$  的相对大小关系为:  $a_1$  (15)  $a_2$ 。

11. 等体积的  $0.08 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的 KI 和  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  的  $\text{AgNO}_3$  混合

所得溶胶的胶团结构为 (16); 电解质  $\text{MgSO}_4$  和  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  对该溶胶的聚沉能力 (17) 最强。

13. 某气相反应  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{D}$  的机理为:



其中 C 为活性中间体,可作稳态近似,则  $dC/dt =$  (18)  $= 0$ ;

以产物 D 表示的速率方程为:  $dD/dt =$  (19)。

12. 测得某温度下对行反应:  $\text{A} \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} \text{B}$  的  $k_1 + k_{-1} = 0.0116 \text{ min}^{-1}$ , 反应的平衡常数为 0.557, 则  $k_1 =$  (20)。

## 二、是非题。正确的打“√”，错误的打“×”。(每小题2分；共20分)

1、 $\text{CO}_2(\text{g})$  的  $\Delta_f H_m^\ominus(500\text{ K}) = \Delta_f H_m^\ominus(298\text{ K}) + \int_{298\text{ K}}^{500\text{ K}} C_{p,m}(\text{CO}_2) dT$ 。 [ ]

2、在恒压条件下电解水制氢气和氧气： $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})$

则  $Q_p = \Delta H$ 。 [ ]

3、 $100^\circ\text{C}$ 时， $1\text{ mol H}_2\text{O}(\text{l})$ 向真空蒸发变成 $1\text{ mol H}_2\text{O}(\text{g})$ ，这个过程的热量即为 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 在 $100^\circ\text{C}$ 的摩尔汽化焓。 [ ]

4、如果一个化学反应的 $\Delta_r H_m^\ominus$ 不随温度变化，则其 $\Delta_r S_m^\ominus$ 也不随温度变化。 [ ]

5、 $\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} nC_{v,m} dT$  这个公式对一定量的理想气体的任何 $p, V, T$ 过程均适用。 [ ]

6、绝热不可逆膨胀过程中 $\Delta S > 0$ ，则其相反的过程即绝热不可逆压缩过程中 $\Delta S < 0$ 。 [ ]

7、稀溶液的凝固点 $T_f$ 与纯溶剂的凝固点 $T_f^*$ 比较， $T_f < T_f^*$ 的条件是析出的固相是纯溶剂。 [ ]

8、液面的饱和蒸气压总大于同温度下平液面的蒸气压。 [ ]

9、水、盐水、皂液相比，在一定温度下，同一根毛细管中，其液面上升高度的排列顺序是： $h(\text{盐水}) > h(\text{纯水}) > h(\text{皂液})$ 。 [ ]

10、分子间力越大的液体，其表面张力越小。 [ ]

## 三、(10分) 试由热力学基本方程证明：

1. 理想气体恒温压缩过程系统焓值不变；

2. 服从状态方程： $pV = nRT(1 + \alpha T p)$  的实际气体 ( $\alpha > 0$ , 为常数) 恒温压缩过程系统焓值下降。

四、(15分) 已知 $25^\circ\text{C}$ 时下列数据：

物 质	Ag <sub>2</sub> O(s)	O <sub>2</sub> (g)	Ag(s)
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-31.05	0	0
$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	121.30	205.14	42.55

1. 计算 25°C 时 Ag<sub>2</sub>O(s) 的分解压;
2. 计算 200°C 时 Ag<sub>2</sub>O(s) 的分解压; (设  $\Delta_r C_{p,m} = 0$ )
3. 分别判断 25°C 和 200°C 时, Ag<sub>2</sub>O(s) 在空气中 (含 O<sub>2</sub> 21%) 是否会分解。

五、(15分) 计算 298K 时, 下列电池中氯电极的电极电势  $E(\text{Cl}^-|\text{Cl}_2|\text{Pt})$ 、电池电动势  $E$  及电池反应的标准平衡常数  $K^\ominus$ 。(已知  $E^\ominus(\text{Cl}^-|\text{Cl}_2|\text{Pt}) = 1.358 \text{ V}$ 。)  
 Pt | H<sub>2</sub>(g, 101.325 kPa) | HCl [ $b=0.1 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $\gamma_\pm=0.9767$ ] | Cl<sub>2</sub>(g, 202.65 kPa) | Pt

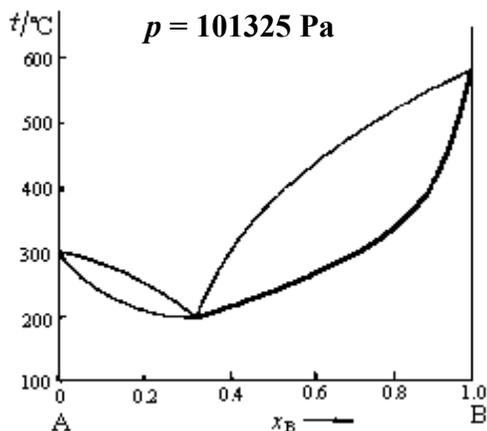
六、(15分) 气相分解反应:  $\text{A}(\text{g}) \rightarrow \text{B}(\text{g}) + \text{D}(\text{g})$ ; 已知该反应的半衰期与反应物的起始浓度无关, 并可认为反应能完全分解。在 280°C 下, 将一定量的 A(g) 放入真空容器中, 经 400 秒后测得压力为 20kPa; 经过足够长时间后, 容器压力为 30kPa。在 300°C 下, 半衰期为 512.7 秒。计算该反应速率常数  $k(280^\circ\text{C})$  和  $k(300^\circ\text{C})$  及活化能  $E_a$ 。

七、(15分) 1. 下图为 A, B 二组分形成固溶体的凝聚系统平衡相图。

若将 1 mol A 和 4 mol B 混合, 在 101325 Pa 下先后加热到  $t_1 = 200^\circ\text{C}$ ,

$t_2 = 400^\circ\text{C}$ ,  $t_3 = 600^\circ\text{C}$ 。

- (1) 上述 3 个温度中, 什么温度下系统是两相平衡? 是哪两相平衡? 各平衡相的组成是多少? 各相的量为多少? (由图读数, 数据精确至 0.1)
- (2) 该混合系在上述 3 个温度中, 什么温度下平衡系统是单相? 是什么相?



2. 在压力 101.325kPa 下，A(s)和 B(s)的凝聚系相图中存在有稳定化合物  $A_2B$  及固溶体  $\alpha$ ，有两条三相平衡线，试画出该相图的示意图，并写出三相线上的相平衡关系。

