

## 二、简答题

1、在下表的空白处，按题意的要求填充合适的内容

化学分子式	中文名称	中心离子 或中心原子	配位原子	配位数
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{en})_2](\text{NO}_3)_3$ en 代表乙二胺				

2、(6分) 石墨是一种多键型晶体，请讨论或分析石墨多键型晶体的结构特征，并基于这些结构的特征或性质，讨论石墨材料的不同应用。

3、(6分) 钢铁是船体、海边码头等建筑中一种最常用的金属材料，但是钢铁在海洋环境中容易被腐蚀，牺牲阳极保护法是一种防止金属腐蚀的常用方法。试画出防止钢铁在海水中腐蚀的牺牲阳极保护法的示意图，并给出相应的电极反应和简要说明牺牲阳极保护方法的相应原理。

## 三、计算题

1、(6分) 1946年，George Scatchard用溶液的渗透压测定了牛血清蛋白(BSA)的分子量。他将9.63 g 蛋白质配成1.00 L的水溶液，测得该溶液在25 °C时的渗透压为 0.353 KPa，请计算该牛血清蛋白(BSA)的相对分子质量。 $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8.314 \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

2、(9 分) 实验测得反应:  $\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_3(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  的表观活化能  $E_a$  为 11.7 kJ/mol, 在 25 °C 时, 该反应的速率常数为  $1.2 \times 10^{10} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ .

(1) 计算在 75 °C 时, 该反应的速率常数是多少? ( $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

(2) 基于化学反应的碰撞理论, 解释为什么随着温度的升高, 反应的速率常数会增加。

3、(10 分) CO 气体可以分解为 C 和  $\text{CO}_2$ , 其反应可表示为:  $2\text{CO}(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ , 利用该反应可以对钢铁表面进行高温气相渗碳的化学热处理, 从而提高钢铁表面的硬度。

(1) 计算上述 CO 气体分解反应在室温 25 °C 和在 900 °C 时的标准平衡常数分别是多少;

(2) 基于计算结果和工程化学学过的其他相关知识或概念, 请合理选择对钢铁表面进行高温气相渗碳化学热处理的温度(请选择室温、200 °C 左右、900 °C 左右或更高的温度), 并做简要的说明。( $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

室温(298.15 K)下, 相关物质的热力学数据如下:

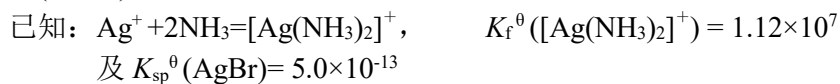
物质名称	CO (g)	CO <sub>2</sub> (g)	C (s)
$\Delta_f H_m^\theta / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-110.5	-393.5	
$S_m^\theta / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	197.7	213.8	5.7

4、(15分)

(1) 50 mL 的 0.10 mol/L 的  $\text{AgNO}_3$  溶液，加入 30 mL 密度为 0.932 g/mL 含  $\text{NH}_3$  质量百分比为 18.24% 的氨水，并加水稀释到 100 mL，计算所得到的溶液中  $\text{Ag}^+$  的浓度。

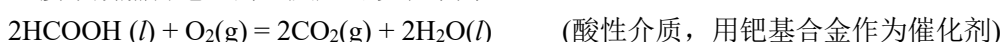
(2) 在上述(1)得到的混合溶液中，加入 10 mL 0.10 mol/L 的  $\text{KBr}$  溶液，通过计算说明有没有  $\text{AgBr}$  沉淀析出？

(3) 如果要阻止  $\text{AgBr}$  沉淀的析出，上述(2)得到的混合溶液中氨的浓度最低应该维持在多少(mol/L)？



5. (10分) 用甲酸代替甲醇作为燃料的直接甲酸燃料电池具有能量密度高、可以在较低温度下工作的特点，另外与甲醇相比，甲酸是一种几乎无毒的液体。因此，最近二十多年来，直接甲酸燃料电池的研究引起了人们极大兴趣。

直接甲酸燃料电池的总反应可以表示为：



(1) 分别写出该直接甲酸燃料电池的正极和负极的电极反应；

(2) 计算在室温下该电池总反应的  $\Delta_r G_m^\ominus$  和电池的标准电动势  $E^\ominus$ ；

(3) 室温下酸性介质中  $E^\ominus(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1.23 \text{ V}$ ，计算室温下中性介质中  $E(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O})$  的值。

$F = 96485 \text{ C/mol}$ ,  $R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ；可能用到的热力学数据如下表 (298.15 K)

物质名称	$\text{HCOOH}(l)$	$\text{CO}_2(g)$	$\text{H}_2\text{O}(l)$	$\text{O}_2(g)$
$\Delta_f H_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-425.43	-393.51	-285.83	
$\Delta_f G_m^\ominus / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-372.3	-394.36	-237.13	
$S_m^\ominus / \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$	163.0	213.74	69.94	205.1