



期末帮《普通化学》课程题库

第一章 绪论

1. 化学的研究内容是（ ）
 - A. 化学是研究物质的组成的科学
 - B. 化学是研究物质的结构的科学
 - C. 化学是研究物质的组成、结构、性质的科学
 - D. 化学是研究物质的组成、结构、性质和化学变化及其能量变化规律的科学

2. 高分子化合物的分子量通常为（ ）
 - A. 几十到几百
 - B. 几百到几千
 - C. 几千到几万
 - D. 几万到几十万

3. 由成千上万小分子单体聚合成链交织在一起，就组成了橡胶、纤维或塑料等高分子材料。（ ）

4. 化学键发生变化时，不一定伴随着能量的变化。（ ）

5. 在化学变化中，参与反应的元素类型不会改变，即没有原有元素的消失和新元素的产生。（ ）



第二章 气体

1. 真实气体行为接近理想气体性质的外部条件是（ ）
A. 低温高压
B. 高温低压
C. 低温低压
D. 高温高压

2. 在一定的 T 、 P 下（假设高于 Boyle 温度 T_B ）， V_m （真实气体）
() V_m （理想气体）。
A. > B. = C. < D. 不能确定

3. 一理想气体混合物，含 A、B、C、D 四种气体各 1mol。在保持温度、压力不变条件下，向其中充入 A 0.1mol，则下列说法错误的是（ ）
A. 气体 A 分压降低
B. 气体 B 分压降低
C. 气体 C 分压降低
D. 气体 D 分压降低

4. 将 5dm^3 300K、300kPa 的 O₂ 与 8 dm^3 400K、200kPa 的 N₂ 以及 3.5 dm^3 3350K、600kPa 的 He 压入 10 dm^3 的容器中，维持体系温度 300K，则下列判断中正确的是（ ）
A. O₂ 压强降低，N₂ 和 He 的压强增加
B. N₂ 的压强增加，O₂ 和 He 的压强降低
C. N₂ 的压强不变，总压比混合物前的总压低
D. O₂、N₂ 和 He 的压强均降低



5. 混合气体中，某组分的分体积是指（ ）
A. 相同温度下，该组分气体所占的体积
B. 该组分气体在 298.15K 时所占有的体积
C. 相同温度下，该组分气体在标准压力时所占有的体积
D. 该组分气体单独存在且具有与混合气体相同温度和压力时所占有的体积
6. 40.0℃时 1.00 mol CO₂(g) 在 1. 20 dm³ 容器中，实验测定其压力为 1.97 MPa。试用 van der Waals 方程计算 CO₂ 的压力。
7. 在标准状态下 1.00 m³ CO₂ 通过炽热的炭层后，完全转变为 CO，这时温度为 900℃、压力为 101 kPa，求 CO 的体积。
8. 辛烷(C₈H₁₈)是汽油的主要成分，100g 辛烷完全燃烧需要多少立方分米的空气？(22.5℃, 101kPa)
9. 标准参考温度计都是气体体积温度计，根据气体体积膨胀划分刻度。优质的水银温度计常用气体体积温度计校准。某定压氢气温度计在 25.0℃、101 kPa 时体积为 150 cm³ 在沸腾的液氨中体积降为 121 cm³，求液氨的沸点。
10. 在 25℃时，若电视机用显像管的真空间度为 4.0×10^{-7} Pa，体积为 2.0 dm³，试求管中气体的分子数 (N)。



第三章 相变・液态

1. 水的三相点是（ ）
 - A. 水的冰点
 - B. 水的蒸气压和冰的蒸气压相等时的温度
 - C. 标准压力下水和冰的平衡温度
 - D. 冰、水和水蒸气三相平衡时的温度
2. 所有气体中，最难液化的是（ ）
 - A. H₂
 - B. He
 - C. N₂
 - D. O₂
3. 某容器中加入相同物质的量的 NO 和 Cl₂，在一定温度下发生反应：平衡时，有关各种分压的结论正确的是（ ）
 - A. p(NO)=p(Cl₂)
 - B. p(NO)=p(NOCl)
 - C. p(NO)<p(Cl₂)
 - D. p(NO)>p(Cl₂)
4. 已知丙酮的正常沸点是 56.5°C，摩尔蒸发热是 30.3 kJ • mol⁻¹，在 20.0°C 时丙酮的蒸气压为（ ）
 - A. 25.6kPa
 - B. 28.9kPa
 - C. 35.6kPa
 - D. 38.9kPa
5. 当克劳修斯-克拉贝龙方程应用于凝聚相转变为蒸气时，则（ ）
 - A. p 必随 T 之升高而降低
 - B. p 必不随 T 而变
 - C. p 必随 T 之升高而变大
 - D. p 随 T 之升高可变大或减少
6. 在青藏高原某山地，测得水的沸点为 93°C，估计该地大气压是多少？
7. 在一个体积为 482 cm³ 的密闭容器里有 0.105 g 水。在 50 °C 时，其中蒸气和液体各是多少？



8. 实验测定液态溴在 25.0°C 的饱和蒸气密度是 $0.00194 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ，计算液态溴在 25.0°C 时的蒸气压。
9. 实验 0.0396 g Zn-Al 合金片与过量的稀盐酸作用放出氢气，用排水集气法收集到氢气的体积为 27.10 cm^3 (24.3°C , 101 kPa)。求该合金的组成。
10. 在沸点以上，液体能否存在？在临界温度以上，液体能否存在？
11. 在 120°C 的 5.0 cm^3 密闭容器中有 $2.5 \text{ g H}_2\text{O}$ 。用计算说明 H_2O 完全以气态存在。



第四章 溶液

1. 在稀溶液的依数性中，起主导因素的是（ ）
 - A. 溶液的蒸气压下降
 - B. 溶液的沸点上升
 - C. 溶液的凝固点下降
 - D. 溶液的渗透压

2. 溶剂形成溶液后，其蒸气压（ ）
 - A. 一定降低
 - B. 一定升高
 - C. 不会变化
 - D. 无法判断

3. 下列哪些效应是由于溶液的渗透压而引起的（ ）
 - ①用食盐腌制酸菜，用于储存蔬菜
 - ②用淡水饲养海鱼，易使海鱼死亡
 - ③施肥时兑水过少，会“烧死”农作物
 - ④用与人类血液渗透压相等的生理盐水对人体输液，可补充病人的血容量
 - A. ①③
 - B. ②
 - C. ①②③
 - D. ①②③④





11. 计算 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ NaCl 溶液在 25°C 时的渗透压。将计算结果和实验值($\approx 85 \text{ kPa}$)进行比较。假设 NaCl 完全电离，离子浓度按 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ 计算。

12. 分别比较下列各组中的物质，指出其中最易溶于苯的一种：

(1) He, Ne, Ar;

(2) CH₄, C₅H₁₂, C₃₁H₆₄

(3) NaCl, C₂H₅Cl, CC₁₄



第五章 化学热力学

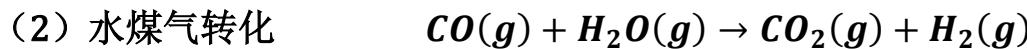
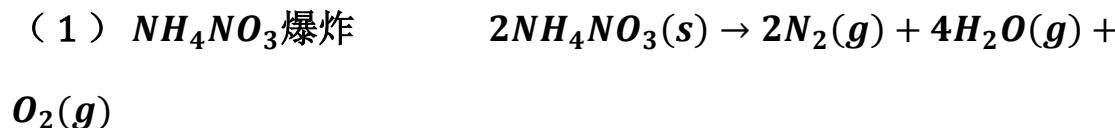
1. 若体系经过一系列变化又回到初始状态，则体系（ ）
- A. $Q=0, W=0, \Delta U=0, \Delta H=0$ B. $Q>0, W<0, \Delta U=0, \Delta H=0$
C. $Q=-W, Q+W=0, \Delta H=0$ D. $Q>W, \Delta U=Q+W, \Delta H=0$
2. 下列各种物质中，298.15K时标准摩尔生成焓不为零的是（ ）
- A. C(石墨) B. N₂(g) C. O₂(g)
D. O₃(g)
3. 对于溶液中无固态物质的反应，标准态含义正确的是（ ）
- A. $c=c^\circ, T=298.15K$
B. $c=c^\circ, T=273.15K$
C. $c=c^\circ, 外界压力 p=p^\circ, T=298.15K$
D. $c=c^\circ, 外界压力 p=p^\circ, T$ 任意温度
4. 下列说法中，错误的是（ ）
- A. 标准态时，最稳定的纯态单质的 $\Delta_f H_m^\circ = 0$
B. 标准态时，最稳定的纯态单质的 $\Delta_f G_m^\circ = 0$
C. 标准态时，最稳定的纯态单质的 $S_m^\circ = 0$
D. 任何纯净的完整晶体物质在0K时 $S_{0k} = 0$
5. 为有利于反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$ ($\Delta_r H_m^\circ < 0$) 向右进行，理论上采用的反应条件是（ ）
- A. 低温高压 B. 高温高压 C. 低温低压 D. 高温低压



6. 用保温杯式量热计可测定溶解热。若有 1.50 g NH_4NO_3 溶于 200 g 水，温度降低了 0.551°C。溶解过程是吸热，还是放热？设量热计常数 $C=46.8 \text{ J} \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，求 NH_4NO_3 的摩尔溶解热。（因溶液很稀，可假定其密度和比热容都近似地和纯水的相等）
7. 阿波罗登月火箭用 $\text{N}_2\text{H}_4(l)$ 做燃料，用 $\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 作氧化剂，燃烧后产生 $\text{N}_2(g)$ 和 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 。写出配平的化学方程式，利用 ΔH_f^θ 计算 $\text{N}_2\text{H}_4(l)$ 的摩尔燃烧热。

8. 已知 1mol 甲醚 CH_3OCH_3 完全燃烧生成 CO_2 和 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 时，
 $\Delta H^\theta(298K) = -1461 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。求甲醚的 ΔH_f^θ 。

9. 估计下列个变化过程是熵增，还是熵减？



10. 已知 $\text{F}_2(g)$ 的 $S_m^\theta = 202.8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ， $\text{F}(g)$ 的 $S_m^\theta = 158.8 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$



试计算 F-F 的键焓。

11. 已知 $\text{Cu}_2\text{O}(s) + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}(s)$:

- $\Delta G^\theta(400K) = -102 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, $\Delta G^\theta(300K) = -113 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 求该反应的 ΔH^θ 和 ΔS^θ 。



12. 四氯化钛是制备金属钛的原料，在900~1000℃，由氯气通入二氧化钛和石油焦炭混合物制得，再经蒸馏提纯。试用热力学计算说明添加焦炭的必要性。

第六章 化学平衡

1. 影响化学反应速率的最主要因素是（ ）
A. 反应物的化学性质 B. 催化剂
C. 反应物的浓度 D. 反应温度
2. 化学反应若严格遵循体系的“摩尔吉布斯自由能--反应进度”的曲线进行，则该反应最终处于（ ）
A. 曲线的最低点
B. 最低点与起点或终点之间的某一侧
C. 曲线上的每一点
D. 曲线以外某点进行着热力学可逆过程
3. 25℃时反应 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, $\Delta G_m = -16.5\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 在 25℃、101325Pa 下，将 1mol N₂(g)、3mol H₂(g) 和 2mol NH₃(g) 混合，则反应（ ）
A. 正向自发进行 B. 逆向自发进行
C. 系统处于平衡 D. 无反应发生



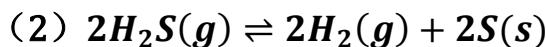
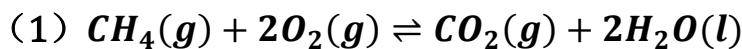
4. 已知 298K 时, 反应 $\text{CH}_3\text{OH}(g) = \text{HCHO}(g) + \text{H}_2(g)$; $\Delta_rH_m = 92.0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{HCHO}(g) = \text{CO}(g) + \text{H}_2(g)$; $\Delta_rH_m = 8.40 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。若要提高平衡混合物中 HCHO 的含量, 应采取 ()

- A. 升高温度
- B. 降低温度
- C. 增加压力
- D. 减小压力

5. 已知 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$, $K_p(673\text{K}) = 6.1 \times 10^{-4}$, 则 $2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ 的 K_p' 为 ()

- A. 0.025
- B. 0.085
- C. 1.6×10^3
- D. 0.125

6. 写出下列反应的平衡常数表达式(K_p 、 K_c 都可以)。



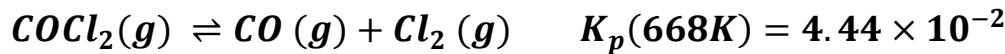
7. 将空气中的单质氮转变成各种含氮的化合物的反应叫做固氮反应。根据 ΔG_f^θ 计算 $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$ 固氮反应 25℃ 的 ΔG^θ 和 K^θ 。

8. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的风化若用式 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(s) \rightleftharpoons \text{CuSO}_4(s) + 5\text{H}_2\text{O}(g)$ 表示, 求 25℃ 时:

(1) ΔG^θ 和 K_p^θ 。

(2) 若空气的相对湿度为 60%, 在敞口容器中, 上述反应的 ΔG 是多少? 此时 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是否会风化成 CuSO_4 ?

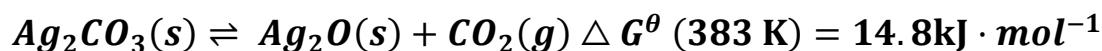
9. 光气(COCl_2)是一种有毒气体, 它遇热按下式分解:



在某密闭容器中, 当混合气体总压力为 300 kPa 时, 计算该混合气体的平均相对分子质量。

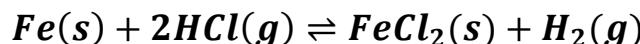


10. Ag_2CO_3 遇热容易分解:



在 110℃烘干时, 空气中掺入一定量的 CO_2 就可避免分解。参考给出的数据, 估算气相中 CO_2 的摩尔分数。

11. 在 1073 K 时, HCl 气体通过铁管时, 发生腐蚀反应:



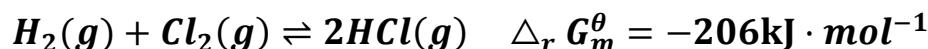
为防止腐蚀, 可往 HCl 气体中加入一定量的 H_2O 当总压为 100kPa 的 HCl 和 H_2 混合气体通过铁管时, H_2 和 HCl 的体积比不得小于多少?

已知 1073 K 时:

(1)



(2)



12. 已知反应 $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$, 且其 $K^\theta(1040K) = 4.6$, $K^\theta(940K) = 0.50$ 。问:

(1) 上述反应是吸热还是放热反应? $\Delta H^\theta = ?$

(2) 在 940 K 的 $\Delta G^\theta = ?$

(3) 该反应的 $\Delta S^\theta = ?$



第七章 化学反应速率

1. 下列说法正确的是（ ）

- A. 化学反应平衡常数越大，反应速率越快
- B. 在一定温度下反应的活化能越大，反应速率越快
- C. 对于可逆反应而言，升高温度能是吸热反应的速率加快，放热反应的速率减慢，所以升高温度反应向吸热反应方向移动
- D. 催化剂对可逆反应的正、逆反应速率的影响程度相同

2. 下列说法正确的是（ ）

- A. 根据反应速率方程，反应级数越大，反应速率越快
- B. 发生有效碰撞的条件之一就是分子具有足够的能量
- C. 不同化学反应的反应速率常数的单位也不相同
- D. 升高温度可以加快反应速率的根本原因是增加了反应物分子之间的碰撞频率

3. 下列事实不能用勒夏特列原理解释的是（ ）

- A. 在硫化氢水溶液中加入碱有利于 S^{2-} 的生成
- B. 加入催化剂有利于氨的氧化反应
- C. 高压有利于合成氨反应
- D. 500℃左右比室温更利于合成氨反应

4. 蔗糖催化水解反应是一级反应，在 25℃速率常数为 $5.7 \times 10^{-5} s^{-1}$ ，浓度为 $1 mol \cdot dm^{-3}$ 的蔗糖溶液分解 10% 需要多少时间（ ）

- A. $4.8 \times 10^3 s$
- B. $1.8 \times 10^3 s$
- C. $1.8 \times 10^5 s$
- D. $4.8 \times 10^5 s$



5. $2ICl + H_2 \rightarrow 2HCl + I_2$ 的反应历程若是：

- (1) $ICl + H_2 \rightarrow HI + HCl$ (慢)
 (2) $ICl + HI \rightarrow I_2 + HCl$ (快)

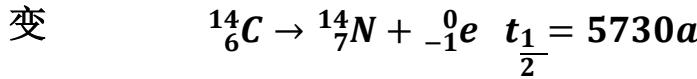
其速率方程式应为 ()

- A. $k_1 c(H_2)c(ICl)$
 B. $k_2 c(HI)c(ICl)$
 C. $k_2 c(I_2)c(HCl)$
 D. $k_1 c(HI)c(HCl)$

6. 已知在 320°C 反应 $SO_2Cl_2(g) \rightarrow SO_2(g) + Cl_2(g)$ 是一级反应，速率常数为 $2.2 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ 。问：

- (1) $10.0\text{g } SO_2Cl_2$ 分解一半需多少时间？
 (2) $2.00\text{g } SO_2Cl_2$ 经 2 h 之后还剩多少？

7. 活着的动植物体内 ^{14}C 和 ^{12}C 两种同位素的比值和大气中 CO_2 所含这两种碳同位素的比值是相等的，但动植物死亡后，由于 ^{14}C 不断衰变



$^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 便不断下降。考古工作者根据 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 的变化推算生物化石的年龄。如周口店山顶洞遗址出土的斑鹿骨化石的 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 是当今活着的动植物的 0.109 倍，估算该化石的年龄。

8. $HgCl_2$ 和 $C_2O_4^{2-}$ 在室温发生下列反应：



由 $2HgCl_2$ 沉淀量可以计算反应速率，4 次实验数据如下：

	实验一	实验二	实验三	实验四
$c(HgCl_2)/(mol \cdot dm^{-3})$	0.105	0.105	0.052	0.052
$c(C_2O_4^{2-})/(mol \cdot dm^{-3})$	0.15	0.30	0.30	0.15
$\frac{-dc(C_2O_4^{2-})/dt}{mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}}$	1.8×10^{-5}	7.1×10^{-5}	3.5×10^{-5}	8.9×10^{-6}

试求 (1) $HgCl_2$ 、 $C_2O_4^{2-}$ 及总反应的级数各是多少？



(2) 速率常数是多少?

9. 蔗糖催化水解反应是一级反应, 在 25°C 速率常数为 $5.7 \times 10^{-5} s^{-1}$, 若反应活化能为 $110 kJ \cdot mol^{-1}$, 那么在什么温度时反应速率是 25°C 时的 $1/10$ 。

10. 某酶催化反应的活化能是 $51 kJ \cdot mol^{-1}$, 正常人体温为 37.0°C, 问病人发烧至 39.5°C 时, 酶催化反应速率增加的百分数是多少?

11. 电机在运转中的发热, 导致所用漆包线表面发生热降解作用而失重。当漆膜失重 40.0% 时, 漆包线就失去绝缘性而报废。如漆膜热降解服从一级反应规律, 实验测定在 450.0K 时的使用寿命为 362.0h, 又测定了 350.0 K 时速率常数为 $5.00 \times 10^{-7} h^{-1}$ 。问:

(1) 在 350.0K 下漆包线的使用寿命为多少小时?

(2) 漆包线热降解反应的活化能是多少?

12. 高层大气中微量臭氧 O_3 吸收紫外线而分解, 使地球上的动物免遭辐射之害, 但低层 O_3 却是造成光化学烟雾的主要成分之一。低层 O_3 可由以下过程形成:



假设由反应①产生氧原子的速率等于反应②消耗氧原子的速率。当空气中 NO_2 浓度为 $3.0 \times 10^{-9} mol \cdot dm^{-3}$ 时, 空气中 O_3 生成的速率是多少?



第八章 酸碱平衡

1. 下列说法正确的是（ ）
 A. 凡是物质都能接受质子
 B. 中性溶液的 pH 值一定为 7.00
 C. 凡是能给出质子的物质都是酸
 D. 酸和共轭碱只是所含质子数的不同

2. 在 $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ 平衡体系中，能使电离平衡向左移动的条件是（ ）
 A. 加 NaOH B. 加盐酸 C. 加水
 D. 升高温度

3. 下列物质是弱电解质的是（ ）
 A. NaAc B. NH₄Cl C. KNO₃
 D. H₂S

4. 欲配制 pH=9 的缓冲溶液，应选用下列何种弱酸或弱碱和它们的盐来配制（ ）
 A. HNO₂ ($K_a = 5 \times 10^{-4}$) B. NH₃ • H₂O ($K_b = 1 \times 10^{-5}$)
 C. HAc ($K_a = 1 \times 10^{-5}$) D. HCOOH ($K_a = 1 \times 10^{-4}$)

5. NH₄⁺的共轭碱是（ ）
 A. OH⁻ B. NH₂⁻ C. NH₃ D. NH₂⁺

6. 计算下列溶液的 pH:
 (1) 0.10 mol · dm⁻³ HCN 溶液
 (2) 0.10 mol · dm⁻³ ClCH₂COOH 溶液



7. 有机酸($HC_6H_{11}O_2$)饱和水溶液的质量浓度为 $11g \cdot dm^{-3}$, pH 为 2.94, 求此酸的 K_a 。
8. 浓度为 $0.20mol \cdot dm^{-3}$ 氨水的 pH 是多少? 若向 $100cm^3$ 浓度为 $0.20mol \cdot dm^{-3}$ 的氨水中加入 $7.0g$ 固体 NH_4Cl (设体积不变), 溶液的 pH 变为多少?
9. 在 $250cm^3$ 浓度为 $0.20mol \cdot dm^{-3}$ 氨水中, 需加入多少克固体 $(NH_4)_2SO_4$, 才能使 溶液中的 OH^- 浓度降低 100 倍?
10. 于 pH 分别维持在 9.0 和 13.0 的两溶液中, CO_2 各以何种形态为主? 为什么?
11. 根据 HAc 、 $NH_3 \cdot H_2O$ 、 $H_2C_2O_4$ 、 H_3PO_4 4 种酸碱的电离常数, 选取适当的酸及其共轭碱来配制 $pH = 7.51$ 的缓冲溶液, 其共轭酸碱的浓度比应是多少?

将 4 种酸碱的 pK 列于下表:

	HAc	$H_2C_2O_4$	H_3PO_4	$NH_3 \cdot H_2O$	
pK_a	4.76	1.25, 3.82	2.16, 7.21, 12.32	pK_b	4.75



第九章 沉淀溶解平衡

1. 下列叙述中正确的是（ ）

- A. 难溶电解质离子浓度的乘积就是该物质的溶度积
- B. 溶度积大者，其溶解度就大
- C. 溶液中组成难溶电解质的离子积大于它的溶度积时，就会产生沉淀
- D. 用水稀释含有 AgCl 固体的溶液时， AgCl 的溶度积不变，其溶解度增大

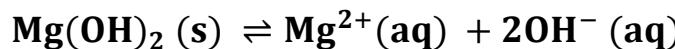
2. $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ 的溶度积 K_{sp}^{θ} 表达式是（ ）

- A. $K_{\text{sp}}^{\theta} = [\text{Sr}^{2+}][\text{PO}_4^{3-}]$
- B. $K_{\text{sp}}^{\theta} = [3\text{Sr}^{2+}][2\text{PO}_4^{3-}]$
- C. $K_{\text{sp}}^{\theta} = [\text{Sr}^{2+}]^3[\text{PO}_4^{3-}]^2$
- D. $K_{\text{sp}}^{\theta} = [\text{Sr}_3^{2+}]^3[(\text{PO}_4)_2^{3-}]$

3. 下列难溶盐的饱和溶液中， Ag^+ 浓度最大的是（括号内为溶度积）（ ）

- A. $\text{AgCl}(1.56 \times 10^{-10})$
- B. $\text{Ag}_2\text{CO}_3(8.1 \times 10^{-12})$
- C. $\text{Ag}_2\text{CrO}_4(9.0 \times 10^{-12})$
- D. $\text{AgBr}(5.0 \times 10^{-13})$

4. 当 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体在水中建立平衡时



为使 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体量减少，需要加入少量的_____。

- A. Na_2S
- B. MgSO_4
- C. NH_4NO_3
- D. NaOH

5. 有一难溶电解质 A_2B ，其溶解度为 S ，则 K_{sp} 是_____。

- A. S^3
- B. $4S^2$
- C. $2S^3$
- D. $4S^3$



6. 根据下列物质在 25°C 时的溶解度求其溶度积。

(1) PbI_2 在纯水中的溶解度为 $7.64 \times 10^{-2} \text{ g}/(100\text{gH}_2\text{O})$

(2) BaCrO_4 在纯水中的溶解度为 $2.91 \times 10^{-3} \text{ g}/(\text{dm}^3\text{H}_2\text{O})$

7. 由 K_{sp} 计算 Ag_2CrO_4 在纯水中的溶解度。若向 Ag_2CrO_4 饱和水溶液中加入一定量的固体 AgNO_3 或固体 Na_2CrO_4 ，使它们的浓度为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ，再分别计算两种情况下 Ag_2CrO_4 的溶解度 s 。

8. $1.00\text{cm}^3 0.0100\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 AgNO_3 和 $99.0\text{cm}^3 0.0100\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 KCl 溶液混合，能否析出沉淀？沉淀后溶液中的 Ag^+ 、 Cl^- 浓度各是多少？

9. 在 $100\text{cm}^3 0.20\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 MnCl_2 溶液中加入 100cm^3 含有 NH_4Cl 的 $0.010\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 溶液，计算在氨水中含有多少 NH_4Cl 才不致生成 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 沉淀？

10. 当 H_2S 气通入 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ HAc 和 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ CuSO_4 混合溶液达饱和时，是否有硫化物沉淀生成（饱和 H_2S 水溶液中 H_2S 的浓度为 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ）？

11. CaCO_3 能溶解于 HAc 中，设沉淀溶解达平衡时 $[\text{HAc}]$ 为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 已知在室温下，反应产物 H_2CO_3 的饱和浓度为 $0.040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 。求在 1.0dm^3 溶液中能溶解多少 CaCO_3 ？ HAc 的起始浓度是多少？

12. 向含有 Cd^{2+} 和 Fe^{2+} 的溶液（离子浓度均为 $0.020 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ）中通入 H_2S 至饱和以分离 Cd^{2+} 和 Fe^{2+} ， pH 应控制在什么范围？





第十章 沉淀溶解平衡

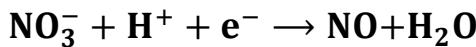
1. 将反应 $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow KCl + CrCl_3 + Cl_2 + H_2O$ 完全配平后，方程式中 Cl_2 的系数是（ ）

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

2. 将反应 $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ 完全配平后，方程式中 HCl 的系数是（ ）

A. 8 B. 16 C. 18 D. 32

3. 下列半反应的配平系数从左至右依次为 ()



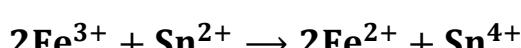
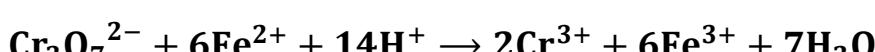
- A. 1, 3, 4, 2, 1 B. 2, 4, 3, 2, 1
C. 1, 6, 5, 1, 3 D. 1, 4, 3, 1, 2

4. 某氧化还原反应组装成原电池，下列说法正确的是（ ）

- A. 负极发生还原反应，正极发生氧化反应。
 - B. 负极是还原态物质失电子，正极是氧化态物质得电子。
 - C. 氧化还原反应达平衡时平衡常数 K^θ 为 0。
 - D. 氧化还原反应达平衡时平衡常数 E^θ 为 0。

5. 碱性燃料电池中，其中一个半电池反应为： $H_2 + 2OH^- \rightarrow 2H_2O + 2e^-$ ()

- A. 负极 B. 正极 C. 惰性电极 D. 正负两极

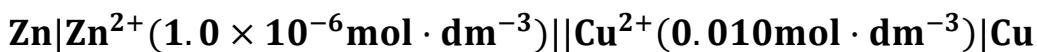




其中最强氧化剂和最强还原剂分别是（ ）

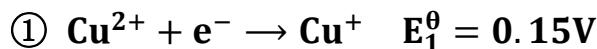
- A. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, Sn^{2+}
- B. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$, $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$
- C. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$
- D. $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$, $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$

7. 写出电池的电极反应、电池反应，并计算它的电池电动势(25℃)。



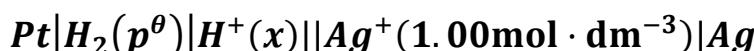
8. 若设 $\text{Hg}_2\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Hg} + 2\text{Cl}^- (1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3})$ 的 E^θ 为 0, 那么 $E^\theta(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$ 、 $E^\theta(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$ 各是多少?

9. 已知:



求 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 的 E^θ 为多少?

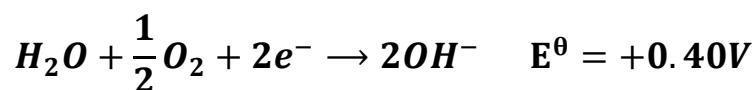
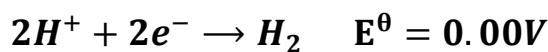
10. 实验测定下列电池 $E=0.780 \text{ V}$, 求溶液的 $[H^+]$ 。



11. 按理论计算, 将 $1.00 \text{ A} \cdot \text{h}$ (安培小时)的电量通入 AgNO_3 溶液电解槽, 在阴极能析出多少克的金属 Ag? 用相同的电量通入 CuSO_4 溶液, 能得多少克金属铜? 将这些电量通入 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液, 阴极是否能得到金属铝?



12. 在常温常压下电解 $(H^+) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 溶液，阳极放出 O_2 (p°)，阴极放出 H_2 (p°)。利用下述反应的相关数据，计算理论分解电势。





第十一章 原子结构

1. () 实验测定了电子的荷质比

- A. Thomson 阴极射线实验
- B. Millikan 油滴实验
- C. Rutherford α 粒子散射实验
- D. 单缝衍射实验

2. () 实验测定了建立了原子的经典核型结构

- A. Thomson 阴极射线实验
- B. Millikan 油滴实验
- C. Rutherford α 粒子散射实验
- D. 单缝衍射实验

3. 提出测不准原理的科学家是()

- A. 德布罗意 (de Broglie)
- B. 薛定谔 (Schrodinger)
- C. 海森堡 (Heisenberg)
- D. 普朗克 (Plank)

4. [多选] 确定一个基态原子的电子排布应遵循哪些规则? ()

- A. 能量最低原理
- B. 泡利 (Pauli) 不相容原理
- C. 能量相近原理
- D. 洪特 (Hund) 规则



5. 与波函数视为同义语的是（ ）
 A. 概率密度 B. 电子云 C. 原子轨道 D. 原子轨道的角度分布图
6. 氢原子的原子轨道能量取决于量子数（ ）
 A. n B. l C. m 和 l D. m
7. 计算氢原子中的电子由 $n = 4$ 能级跃迁到 $n = 3$ 能级时发射光的频率和波长(μm)。该辐射的波长属于电磁波的哪一个光谱区？
8. 计算波长为 0.20pm 的 γ 射线光子的质量和能量。
9. 如果一束电子的 de Broglie 波长为 20 nm , 则其速度应该是多少?
10. 假定有下列电子的各套量子数，指出哪几套不可能存在，并说明原因。
 (1) $3, 2, 2, \frac{1}{2}$; (2) $3, 0, -1, \frac{1}{2}$; (3) $2, 2, 2, 2$; (4) $1, 0, 0, 0$ (5)
 $2, -1, 0, \frac{1}{2}$;
11. 第四周期中，基态原子中有 2 个未成对电子的元素有哪些？写出其符号和名称。
12. 用 s、p、d、f 等符号表示 Cr, As 原子的核外电子构型，判断它们属于第几周期、第几主族(或副族)的元素。
13. 画出 V、Si、Fe 电子轨道图，并指出这些原子各有几个未成对电子？
14. 试说明下列等电子体的离子半径值为什么在数值上有差别。
 $\text{F}^- (133\text{ pm}), \text{O}^{2-} (140\text{ pm}), \text{Na}^+ (102\text{ pm})$, $\text{Mg}^{2+} (72\text{ pm}), \text{Al}^{3+} (54\text{ pm})$.
15. 写出 $n=4$ 主层中各个电子的 n, l, m 量子数与轨道符号，并指出各亚层中的轨道数和最多能容纳的电子数、总的轨道数和电子数(列表表示)。



第十二章 化学键与分子结构

1. 关于晶格能，下列说法正确的是（ ）
 - A. 晶格能是指气态阳离子与气态阴离子生成 1mol 离子晶体所释放的能量
 - B. 晶格能是由单质化合生成 1mol 离子化合物时所释放的能量
 - C. 晶格能是指气态阳离子与气态阴离子生成离子晶体所释放的能量
 - D. 晶格能就是组成离子晶体时，离子键的键能
2. 下列物质中，离子极化最强的是（ ）
 - A. MgCl₂
 - B. NaCl
 - C. AlCl₃
 - D. SiCl₄
3. 原子间成键时，同一原子中能量相近的某些原子轨道要先杂化，其原因是（ ）
 - A. 保持共价键的方向性
 - B. 进行电子重排
 - C. 增加成键能力
 - D. 使不能成键的原子轨道能够成键
4. 应用价层电子对互斥理论推测分子的空间构型，其空间构型为三角锥形的是（ ）
 - A. SO₃
 - B. BeCl₂
 - C. NH₄⁺
 - D. SO₃
5. N₂很稳定是因为氮分子（ ）
 - A. 是非极性分子
 - B. 形成叁键
 - C. 满足八隅体结构
 - D. 分子比较小



6. 根据查得的 BaO 生成焓及其他数据，按 Born-Haber 循环计算氧的第二电子亲和能 (Ba 的 $I_2 = 10.00\text{eV}$, BaO 的晶格能为 $3054\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)

7. 画出下列各分子 (或离子的) 的 Lewis 结构: CO₂, Cl₂CO, ClO₃⁻, PH₄⁺, HO₂⁻, CN⁻, F₂N—NF₂, H₂C=CHCl, HO—NO₂, H₃C—CHO, N₂O₃。

8. 指出下列各分子中各个 C 原子所采用的杂化轨道:

(1) CH₄ (2) C₂H₂ (3) C₂H₄ (4) H₃COH (5) CH₂O

9. 写出 SO₃ 和 CO₃²⁻ 可能的共振体。

10. 判断 NH₃、NF₃ 的极性大小并说明原因。

11. 按沸点由低到高的顺序依次排列下列物质，并说明理由:

H₂、CO、Ne、HF



第十三章 晶体与晶体结构

1. 下列有关晶体说法正确的是（ ）
 - A. 原子晶体中只存在非极性共价键
 - B. 稀有气体形成的晶体属于原子晶体
 - C. 在晶体中有阳离子的同时不一定有阴离子
 - D. 非金属氧化物固态时都属于分子晶体
2. 下列有关晶体说法正确的是（ ）
 - A. $2p$ 和 $3p$ 轨道形状均为哑铃状，能量也相等
 - B. 金属离子的电荷越多、半径越小、金属晶体的熔点越高
 - C. 石墨转化为金刚石既有共价键的断裂和生成，也有分子间作用力的破坏
 - D. 离子键没有方向性和饱和性
3. 下列有关晶体说法正确的是（ ）
 - A. 具有较高的熔点，硬度大
 - B. 固态不导电，水溶液能导电
 - C. 晶体中存在金属阳离子，熔点较高
 - D. 固态不导电，熔融状态能导电
4. 共价键、金属键、离子键和分子间作用力都是构成物质微粒间的不同相互作用力，则不含有上述两种相互作用力的晶体是（ ）
 - A. SiO_2 晶体
 - B. CCl_4 晶体
 - C. NaCl 晶体
 - D. 石墨晶体



5. 已知金 (Au) 的晶格型式是面心立方, $a = 0.409 \text{ nm}$, 求金的原子半径。
6. 金属铁的晶格型式是体心立方, $a = 0.286 \text{ nm}$, 求:
- (1) 铁的原子半径;
 - (2) 晶胞体积;
 - (3) 一个晶胞中铁的原子数;
 - (4) 铁的密度。
7. 某蛋白质是正交晶体, 晶胞参数为 $a = 130 \times 10^2 \text{ pm}$, $b = 74.8 \times 10^2 \text{ pm}$, $c = 30.9 \times 10^2 \text{ pm}$, 每个晶胞中有 6 个分子。若晶体密度为 $1.315 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$, 求此蛋白质的摩尔质量。
8. 黄铜实际上是由 Cu、Zn 合金, 纯金属 Cu 和纯金属 Zn 的晶体分别都是 ABCABC.....密堆积结构, 当 Zn 的质量分数低于 33% 时, X 射线衍射证明黄铜结构仍然与纯金属相同。假定当 Zn 原子取代了 Cu 晶胞中所有顶点的 Cu 原子时, 黄铜晶胞的质量是多少? Zn 在黄铜中的质量分数是多少?
9. CsI 晶体结构类型与 CsCl 相同, 相邻的 Cs^+ 和 I^- 彼此接触, $r(\text{Cs}^+) = 174 \text{ pm}$, $r(\text{I}^-) = 224 \text{ pm}$ 。计算 CsI 晶胞参数 a 和晶体密度。
10. 说明导致下列各组化合物间熔点差别的原因:
- (1) FeCl_2 (672°C) 和 FeCl_3 (282°C) ;
 - (2) MgO (2800°C) 和 BaO (1923°C)



第十四章 配位化合物

1. 下列说法正确的是（ ）。

- A. 配合物的内界和外界之间主要以共价键相结合
- B. 中心原子与配体之间形成配位键
- C. 配合物的中心原子都是阳离子
- D. 融合物中不含有离子键

2. 下列配合物命名不正确的是（ ）。

- A. $\text{CoH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_2\text{Cl}$ 氯化二氯·三氨·一水合钴(III)
- B. $\text{CrNH}_3\text{CoCN}_6$ 六氰合钴(III)酸六氨合铬(III)
- C. $\text{KCo}(\text{NO}_2)_3\text{Cl}_3$ 三硝基·三氯合钴(III)酸钾
- D. H_2PtCl_6 六氯合铂(IV)酸

3. 下列配离子具有正方形或者八面体形结构，其中 CO_3^{2-} 最有可能作为双齿配体的是（ ）。

- A. $\text{Co}(\text{NH}_3)_4 \text{CO}_3^+$
- B. $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{CO}_3^+$
- C. $\text{Pt}(\text{en})\text{NH}_3\text{CO}_3$
- D. $\text{Pt}(\text{en})_2\text{NH}_3\text{CO}_3^{2+}$

4. 已知 $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 配离子的 $\mu = 0$ ，则配离子的中心原子 Co^{3+} 的未成对电子数、杂化轨道类型和配合物类型分别为（ ）。

- A. 4 sp^3d^2 外轨型
- B. 4 d^2sp^3 内轨型
- C. 0 sp^3d^2 外轨型
- D. 0 d^2sp^3 内轨型

5. 下列配合物中；在水溶液中解离度最小的是（ ）。



- A. $\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{ClSO}_4$ B. $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ C. $\text{Hg}(\text{CN})_2$ D. $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$

6. 根据下列配合物的名称写出它们的化学式:

- (1) 二硫代硫酸合银(I)酸钠;
- (2) 四硫氰二氨合铬(Ⅲ)酸铵;
- (3) 四氯合铂(II)酸六氨合铂(II);
- (4) 硫酸氯·氨·二(乙二胺)合铬(III);
- (5) 二氯·(草酸根)·(乙二胺)合铁(III)酸根离子。

7. 下列配合物各有多少种几何异构体? (M 代表金属离子; A、B、C 代表配位体)。

- (1) MA_4BC
- (2) $\text{MA}_3\text{B}_2\text{C}$
- (3) $\text{MA}_2\text{B}_2\text{C}_2$
- (4) MA_2BC (四面体形)
- (5) MA_2BC (平面四方形)

8. 请绘图给出下列各配离子的空间构型和可能的几何异构体:

- (1) $[\text{FeCl}_4(\text{en})]^-$
- (2) $[\text{FeCl}_2(\text{ox})(\text{en})]^-$
- (3) $[\text{Fe}(\text{ox})_3]^{3-}$
- (4) $[\text{Fe}(\text{EDTA})]^{2-}$

9. 已知一些铂金属配合物, 如 $\text{cis-PtCl}(\text{NH}_3)_2$ 、 $\text{cis-PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ 和 $\text{cis-PtCl}_2(\text{en})$, 可以作为活性抗癌试剂(所有反式异构体抗癌无效), 实验测得它们都是反磁性物质。试用价键理论画出这些配合物的杂化轨道图, 它们是内轨型还是外轨型配合物? 各采用哪种类型的杂化轨道?



10. 写出配平方程式并计算反应平衡常数:

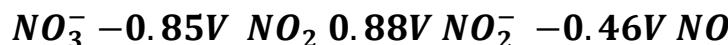
- (1) 碘化银溶解在 NaCN 水溶液中;
- (2) 溴化银微溶在 NH₃ 水中, 但当酸化溶液时又析出沉淀。(分别写出两个方程式。)

11. 往硝酸银溶液中加入过量的 NH₃ • H₂O, 达平衡时 [NH₃ • H₂O] = 1.0 mol • dm⁻³。求此时 Ag(NH₃)₂⁺、Ag(NH₃)⁺、Ag⁺各离子浓度的比值。



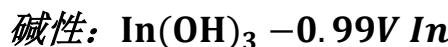
第十五章 元素化学

1. 下列氯元素含氧酸酸性最强的是（ ）。
A. HClO B. HClO₂ C. HClO₃ D. HClO₄
2. 下列物质中是一元酸且有较强还原性的含氧酸是（ ）。
A. HPO₃ B. H₃PO₃ C. H₃PO₂ D. H₃BO₃
3. 铜材长久置于潮湿的空气中，表面会生成蓝绿色的铜锈，其组成为（ ）。
A. Cu(OH)₂ B. CuCO₃ C. CuS D. Cu(OH)₂CuCO₃
4. 维生素 B₁₂ 的中心金属离子是（ ）。
A. Fe(II) B. Fe(III) C. Co(II) D. Co(III)
5. Ca、Sr、Ba 的氢氧化物及其铬酸盐在水中溶解度大小的变化是（ ）。
A. 前者逐渐增加，后者逐渐降低
B. 前者逐渐降低，后者逐渐增加
C. 无一定顺序
D. 两者递变顺序相同
6. 如何以 MgCO₃为原料制备无水 MgCl₂？
7. 写出下列分子或离子的 Lewis 结构，并画出它们的几何构型：
H₂CO₃, SO₃, H₃PO₄, CS₂, PO₄³⁻。
8. 在碱性介质中氮有如下的元素电势图：



根据此元素电势图，说明利用碱液来吸收废气中的有害成分 NO_2 和 NO (NO 少、 NO_2 多的情况)是可行的。

9. 已知 In(铟)有如下元素电势图，求 $In(OH)_3$ 的 K_{sp} 。



10. 向 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 的水溶液通入 SO_2 至溶液呈微酸性，生成白色沉淀 Q。对物质 Q 的分析表明：Q 由 Cu、N、H、S、O 五种元素组成，而且其物质的量之比 $n(Cu):n(N):n(S)=1:1:1$ ，Q 的晶体中有一种呈三角锥体和一种呈正四面体的原子团(离子或分子)，Q 为反磁性物质。

(1) 写出 Q 的化学式及生成 Q 的化学方程式。

(2) 将 Q 和足量的 $10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的硫酸混合微热，生成沉淀 A、气体 B 和溶液 C，指出 A、B、C 各是什么物质？并写出有关的化学方程式。

11. 配制 $SnCl_2$ 水溶液，必须加适量的盐酸和锡粒，为什么？久置空气中的 $SnCl_2$ 水溶液，其酸度是变大还是变小？



第十六章 化学与社会发展

1. 化石燃料是不可再生能源，开发和利用新能源已迫在眉睫。下列属于新能源的是（ ）。
A. 潮汐能 B. 煤 C. 石油 D. 天然气
2. 生活用品中常用的材料，属于有机合成材料的是（ ）。
A. 木制桌椅 B. 纯棉毛巾 C. 尼龙绳 D. 钢筋混凝土
3. 绿色化学有助于解决环境污染问题，下列做法不符合绿色化学理念的是（ ）。
A. 大力发展公共交通，提倡绿色出行
B. 使用可降解塑料，减少白色污染
C. 加速石油的开采，可以快速提高人类生活质量
D. 为了防止水污染，农业上要合理使用化肥、农药
4. 下列做法或说法中，错误的是（ ）。
A. 用灼烧的方法区别棉花和羊毛
B. 用水鉴别 NH_4NO_3 、 NaOH 、 NaCl 三种固体
C. 用润湿的 pH 试纸测白醋的 pH
D. 按溶解、过滤、蒸发等操作顺序分离 CaCl_2 、 CaCO_3 固体物
5. 下列物质中属致癌物质的是（ ）。
A. 维生素 A B. 谷氨酸 C. 谷胱甘肽 D. 亚硝胺
6. 判断题：酶是一种具有催化功能的特殊的蛋白质。
7. 判断题：叶绿素是由 Ca^{2+} 和卟啉形成的配合物。



第一章参考答案

1、解：D

化学是研究物质的组成、结构、性质和化学变化及其能量变化规律的科学。

2、解：D

一般化合物的分子量是几十到几百，而高分子化合物的分子量通常是几万甚至几十万。

3、解：对

本题考察高分子的定义。

4、解：错

本题考察化学变化的实质。

由于化学键的能量各不相同，所以当化学键发生变化时，必然伴随着能量的变化，伴随着体系和环境的能量交换。

5、解：对

本题考察化学变化的实质。

化学变化发生在原子水平上，只涉及原子核外电子在原子中的重新分布，而不涉及原子核内的变化（核化学除外）。



第二章参考答案

1、解：B

本题考察理想气体的要求。

真实气体行为接近理想气体性质的外部条件是高温低压，高温是与沸点比，低压通常指小于或等于通常的大气压力 101.325kPa（即 1atm）。

2、解：A

本题考察理想气体与真实气体的区别。

理想气体的 $pV = nRT$ ，实际气体的 $pV > nRT$ ，所以在同温同压下，实际气体的体积大于理想气体的体积。

3、解：A

本题考察理想气体分压定律。

设气体总压力为 p ，则理想气体混合物中某组分气体的分压等于改组分气体的摩尔分数与总压力的乘积：

$$p_i = \frac{n_i}{n} p = x_i p$$

未加入气体 A 前， $p(A)=p(B)=p(C)=0.25p$ ，加入 A 后， $p(A)=0$ ， $27p$ ， $p(B)=p(C)=p(D)=0.24p$ ，即气体分压增高，气体 B、C、D 分压降低。



4、解：D

本题考察理想气体状态方程的应用。

根据理想气体状态方程，当 n 一定时，混合物气体中各气体分压为：

$$p_{O_2} = \frac{300\text{kPa} \times 5\text{dm}^3 \times 300\text{K}}{10\text{dm}^3 \times 300\text{K}} = 150\text{kPa}$$

$$p_{N_2} = \frac{200\text{kPa} \times 8\text{dm}^3 \times 300\text{K}}{10\text{dm}^3 \times 400\text{K}} = 120\text{kPa}$$

$$p_{He} = \frac{600\text{kPa} \times 3.5\text{dm}^3 \times 300\text{K}}{10\text{dm}^3 \times 350\text{K}} = 180\text{kPa}$$

故三者压强均降低。

5、解：D

本题考察混合气体的分体积定律应用。

混合气体中，某组分的分体积是指该组分气体单独存在且具有与混合气体相同温度和压力时所占有的体积。

6、解：

$$\begin{aligned} & \left[\frac{p + (1.00\text{mol})^2 \times 365.8\text{dm}^6 \cdot \text{kPa} \cdot \text{mol}^{-2}}{(1.20\text{dm}^3)^2} \right] \\ & \quad \times (1.20 - 0.0429)\text{dm}^3 \\ & = 1.00\text{mol} \times 8.31\text{kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 313\text{K} \\ & p = 1.99 \times 10^3\text{kPa} = 1.99\text{MPa} \end{aligned}$$

用 van der Waals 方程计算 CO₂ 的压力为 1.99MPa。

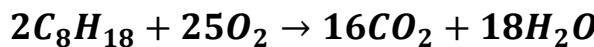


7、解：



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}, \quad V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{2.00\text{m}^3 \times (273 + 900)K}{273K} = 8.59\text{m}^3$$

8、解：



$$2 \times 114\text{g} \quad 25.0\text{mol}$$

$$100\text{g} \quad n(\text{O}_2)$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{25.0\text{mol} \times 100\text{g}}{2 \times 114\text{g}} = 11.0\text{mol}$$

$$n(\text{空气}) = \frac{11.0\text{mol}}{0.21} = 52\text{mol}$$

$$\begin{aligned} V(\text{空气}) &= \frac{n(\text{空气})RT}{p} \\ &= \frac{52\text{mol} \times 8.31\text{kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 295.7\text{K}}{101\text{kPa}} \\ &= 1.3 \times 10^3 \text{dm}^3 \end{aligned}$$

9、解：

$$T_2 = \frac{V_2 T_1}{V_1} = \frac{121\text{cm}^3 \times 298K}{150\text{cm}^3} = 240K$$

液氨沸点为-33°C

10、解：



$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{4.0 \times 10^{-10} \text{ Pa} \times 2.0 \text{ dm}^3}{8.31 \text{ kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \\ = 3.2 \times 10^{-13} \text{ mol}$$

$$N = 3.2 \times 10^{-13} \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} = 1.9 \times 10^{11}$$

第三章参考答案

1、解：D

本题考察水的三相点意义。

水的三相点是冰、水和水蒸气三相平衡时的温度。

2、解：B

本题考察气体的液化、氢键。

氦气是惰性气体中最小的，所以熔沸点最低，最难液化。氦是单原子分子，已经达到饱和状态的单原子分子，之间很难形成化学键。而氢气是双原子分子，两个氢原子之间的化学键可能被弱化，分别与其它分子中的氢原子形成新的微弱的键的作用。故氦气最难液化。

3、解：C

本题考察气体的分压。

由方程知，反应中消耗一个 Cl_2 必然消耗 2 个 NO ，又因为两者的起始浓度相同，故反应平衡后剩下的 Cl_2 比 NO 多，由公式得，平衡时



必然 V、T 相同，于是 n 大者，p 大。

4、解：A

本题考查液体蒸气压与温度的关系。

由 Clapeyron-Clausis 方程

$$\lg \frac{p_2}{101.3 \text{kPa}} = \frac{30.3 \times 10^3 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.303 \times 8.31 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{293.2 \text{K} - 329.7 \text{K}}{293.2 \text{K} \times 329.7 \text{K}} \right)$$

$$\text{解得 } p_2 = 25.6 \text{kPa}$$

5、解：C

本题考查 Clapeyron-Clausis 方程的定义。

当克劳修斯-克拉贝龙方程应用于凝聚相转变为蒸气时，p 随 T 之升高可变大或减少。

6、解：

水的 $\Delta H_{vap} = 43 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

由 Clapeyron-Clausis 方程

$$\lg \frac{p_2}{101.3 \text{kPa}} = \frac{43 \times 10^3 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.303 \times 8.31 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{366 \text{K} - 373 \text{K}}{366 \text{K} \times 373 \text{K}} \right)$$

$$\text{解得 } p_2 = 78 \text{kPa, 即该处大气压为 78kPa。}$$

7、解：

若全部气化，则



$$p = \frac{nRT}{V}$$

$$= \frac{\left(\frac{0.105g}{18.0g \cdot mol^{-1}} \right) \times 8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 323K}{0.482dm^3}$$

$$= 32.5kPa$$

已知 50°C时，水的蒸气压=12.3kPa，水不能全部气化，容器内气液共存。

$$m_{\text{气}} = \frac{PVM}{RT} = \frac{12.3kPa \times 0.482dm^3 \times 18.0g \cdot mol^{-1}}{8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 323K} = 0.040g$$

$$m_{\text{液}} = 0.105g - 0.040g = 0.065g$$

8、解：

$$p = \frac{\rho RT}{M}$$

$$= \frac{0.00194 g \cdot cm^{-3} \times 8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 298K}{79.9 \times 2g \cdot mol^{-1}}$$

$$= 30.1kPa$$

9、解：

$$n(H_2) = \frac{p(H_2)V}{RT}$$

$$= \frac{(101 - 3.04)kPa \times 27.10cm^3 \times 10^{-3}dm^3 \cdot cm^{-3}}{8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 293.7K}$$

$$= 1.07 \times 10^{-3}mol$$

$$1g \text{ 锌置换氢 } n_1(H_2) = \frac{1.00g}{65.4g \cdot mol^{-1}} = 0.0153mol$$



$$1\text{g 铝置换氢} n_2(H_2) = \frac{1.00\text{g}}{\frac{2}{3} \times 27.0\text{g} \cdot mol^{-1}} = 0.0556mol$$

设合金含 Zn x% (质量分数 w), 含 Al(100-x)% (质量分数 w), 则

$$\begin{aligned} n(H_2) &= 1.07 \times 10^{-3} mol \\ &= 0.0396g \times x\% \times 0.0153mol \cdot g^{-1} \\ &\quad + 0.0396g \times (100 - x)\% \times 0.0556mol \cdot g^{-1} \end{aligned}$$

$$\text{解得 } x = 70.9$$

该合金片组成为: w(Zn)70.9%, w(Al)29.1%。

10、解:

(1) 在沸点以上, 液体存在。原因为: 过热液体的温度就在沸点以上, 过热液体是指温度超过当时大气压所对应的沸点而尚未沸腾的液体。

(2) 在临界温度以上, 液体不存在。原因为: 在临界温度以上, 不论怎样加大压强都不能使气体液化, 一旦超过临界温度, 就以气体存在。

11、解:

$$n(H_2O) = \frac{2.5\text{g}}{18\text{g} \cdot mol^{-1}} = 0.14mol$$

$$\begin{aligned} \text{设完全气化时, } p(H_2O) &= \frac{nRT}{V} \\ &= \frac{0.14mol \times 8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 393K}{5.0dm^3} = 90kPa \end{aligned}$$

$90kPa < 198.5kPa$ (120°C时水的饱和蒸气压)



故 H_2O 完全以气态存在。



第四章参考答案

1、解：A

本题考察溶液的依数性。

稀溶液的依数性是指只与溶质的摩尔分数有关，而与溶质的本性无关的一类性质。这一类性质包括溶液的蒸气压、凝固点、沸点和渗透压等。当蒸气压发生变化时，沸点和凝固点都会发生相应的变化。

2、解：D

本题考察蒸气压的相关内容。

蒸气压下降是指难挥发的非电解质的稀溶液的性质，当溶质是比溶剂更容易挥发的物质时，加入溶质反而会使蒸气压升高。

3、解：C

本题考察溶液的渗透压。

当半透膜两侧存在两种不同浓度的溶液时，会导致溶剂从浓度低的一方向浓度高的一方扩散，产生渗透现象。**①**、**②**、**③**、**④**都与渗透现象有关，但**④**中临床输液必须用与人体血液渗透压相等的等渗溶液的目的是为了维持人体内身体平衡。

4、解：B

本题考察凝固点相关内容。



植物的耐寒性是指当环境温度降低的时候，植物具有防止自身细胞因低温而结冰(被冻伤、冻死)的能力。细胞液可以视为一种稀溶液。在温度降低的时候，植物体通过一定的机制，选择性吸收环境中的无机盐，使细胞液的浓度增加，从而降低了细胞液的凝固点，就不容易结冰(被冻伤)了，故增加了耐寒性。

5、解：

本题考察拉乌尔定律的相关内容。

拉乌尔定律公式适用于难挥发的非电解质的稀溶液和是与溶剂的性质有关的常数。

6、解：

$$(1) \text{摩尔分数} x = \frac{10\text{mol}}{10^6\text{mol}} \times 100\% = 1.0 \times 10^{-3}\%$$

$$(2) n(\text{空气}) = \frac{PV}{RT} = \frac{101kPa \times 1.0dm^3}{8.31kPa \cdot dm^3 \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \times 298K} = 0.041mol$$

$$n(CO) = 0.041mol \times 1.0 \times 10^{-3}\% = 4.1 \times 10^{-7}mol$$

$$(3) p(CO) = 101kPa \times \frac{4.1 \times 10^{-7}}{4.1 \times 10^{-7} + 0.041mol} = 101kPa \times 1.0 \times 10^{-5}$$

$$= 1.0Pa$$

7、解：

$$x(I_2) = \frac{0.0285g/(254g \cdot mol^{-1})}{0.0285g/(254g \cdot mol^{-1}) + 100g/(18.0g \cdot mol^{-1})}$$

$$= 2.02 \times 10^{-5}$$

8、解：



纯氧时，即 $p(O_2) = 101kPa$

$$c(O_2) = 1.38 \times 10^{-3} mol \cdot dm^{-3}$$

$$\begin{aligned} k &= \frac{c(O_2)}{p(O_2)} = \frac{1.38 \times 10^{-3} mol \cdot dm^{-3}}{101kPa} \\ &= 1.37 \times 10^{-5} mol \cdot dm^{-3} \cdot kPa^{-1} \end{aligned}$$

空气中 $x(O_2) = 0.21$, $p'(O_2) = 0.21 \times 101kPa = 21kPa$, 则

$$\begin{aligned} c'(O_2) &= kp'(O_2) = 1.37 \times 10^{-5} mol \cdot dm^{-3} \cdot kPa^{-1} \times 21kPa \\ &= 2.9 \times 10^{-4} mol \cdot dm^{-3} \end{aligned}$$

9、解：

设 3.737g 饱和溶液中有 $P_4 x g$ 。据 $\Delta T_f = K_f m$, 则有

$$(5.400 - 5.155)K$$

$$= 5.07K \cdot kg$$

$$\cdot mol^{-1} \times \frac{xg}{31.0 \times 4g \cdot mol^{-1}}$$

$$\times \frac{1000g}{15.401g + (3.747g - xg)} kg^{-1}$$

磷在苯中的溶解度为

$$\frac{0.144g}{3.747g - 0.114g} \times 100g = 3.14g/100g_{\text{苯}}$$

10、解：

达平衡时，乙杯的水向甲杯转移了 $3.22g (= 24.90g - 21.68g)$ ，两杯溶液蒸气压相等。



$p = p_0 x_{\text{溶剂}}$ 所以两杯溶液的 $x_{\text{水}}$ 相等，即

$$\frac{\frac{(20.00 + 3.22)g}{18.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{23.22g}{18.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{1.68g}{342 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}} = \frac{\frac{(20.00 - 3.22)g}{18.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}}{\frac{16.78g}{18.02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} + \frac{2.45g}{M}}$$

解得 $M = 697 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

11、解：

$$\begin{aligned}\Pi &= cRT = 0.040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \times 8.31 \text{ kPa} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \\ &\quad \cdot K^{-1} \times 298K = 99 \text{ kPa}\end{aligned}$$

计算值与实验值有一定的差别，这是因为计算时溶液按理想溶液处理。而实际溶液中，溶质与溶剂、溶质分子或离子之间存在复杂的相互作用。

12、解：

- (1) Ar
- (2) C₅H₁₂
- (3) CC₁₄



第五章参考答案

1、解： C

本题考察热力学函数的关系。

若体系经过一系列变化又回到初始状态，则体系状态函数内能、焓变不变，即 $\Delta U=0$ 、 $\Delta H=0$ ，而 $\Delta U=Q+W$ ，故 $Q=-W$ ， $Q+W=0$ ，C 选项符合题意。

2、解： D

本题考察标准生成焓定义。

在标准压力(100kPa)下，在进行反应的温度时，由最稳定的单质合成标准压力 p° 下单位量物质B的反应焓变，叫做物质B的标准摩尔生成焓，用符号 Δ_fHm° 表示。 O_3 不是由最稳定的单质合成的，故不符合标准摩尔生成焓为零。

3、解： D

本题考察标准态的定义。

对于溶液中无固态物质的反应，标准态指 $c=c^\circ$ ，外界压力 $p=p^\circ$ ，T 可为任意温度。

4、解： C

本题考察标准热力学函数的相关定义。



标准态时，最稳定的纯态单质的 $\Delta_f H_m^\circ = 0$ 、 $\Delta_f G_m^\circ = 0$ 但 S_m° 不等于 0。任何纯净的完整晶体物质在 0K 时 $S_{0k} = 0$ ，故 C 选项不符合题意。

5、解：A

本题考察化学反应的自发性判断。

反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$ 的

$$\Delta_r H_m^\circ < 0, \Delta_r S_m^\circ < 0$$

在低温下自发，高温下不自发。若想使反应向右进行，向右为气体化学计量数减小的反应，应增大压强。

6、解：

水的质量热容 c 为 $4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$ ， NH_4NO_3 溶解过程所吸的热等于量热计和溶液所放的热，即

$$\begin{aligned} Q_{\text{吸}} &= Q_1 + Q_2 \\ &= (200 + 1.50) \text{ g} \times 4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{C}^{-1} \times 0.551 \text{ C} \\ &\quad + 46.8 \text{ J} \cdot \text{C}^{-1} \times 0.551 \text{ C} = 490 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_m(\text{NH}_4\text{NO}_3) &= 490 \text{ J} \times \frac{80.0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.50 \text{ g}} = 26.1 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= 26.1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

7、解：

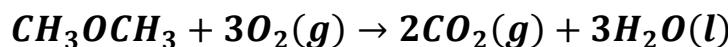
配平的方程式为 $2\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightarrow 3\text{N}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$



$$\begin{aligned}
 \Delta H^\theta &= 3 \times \Delta H_f^\theta(N_2, g) + 4 \times \Delta H_f^\theta(H_2O, l) - 2 \times \Delta H_f^\theta(N_2H_4, l) \\
 &\quad - \Delta H_f^\theta(N_2O_4, g) \\
 &= [0 + 4 \times (-285.8) - 2 \times 50.6 - 11.1] kJ \cdot mol^{-1} \\
 &= -1255.5 kJ \cdot mol^{-1}
 \end{aligned}$$

$N_2H_4(l)$ 的摩尔燃烧热为: $\frac{1}{2} \Delta H^\theta = -627.8 kJ \cdot mol^{-1}$

8、解:



$$\Delta H^\theta = -1461 kJ \cdot mol^{-1}$$

$$\Delta H^\theta = 2 \times \Delta H_f^\theta(CO_2, g) + 3 \times \Delta H_f^\theta(H_2O, l)$$

$$- \Delta H_f^\theta(CH_3OCH_3, g)$$

$$-3 \Delta H_f^\theta(O_2, g) - 1461 kJ \cdot mol^{-1}$$

$$= [2 \times (-393.5) + 3 \times (-285.8)] kJ \cdot mol^{-1}$$

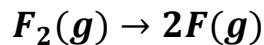
$$- \Delta H_f^\theta(CH_3OCH_3, g)$$

$$\text{解得, } \Delta H_f^\theta(CH_3OCH_3, g) = -183 kJ \cdot mol^{-1}$$

9、解:

- (1) 熵增;
- (2) 估计熵变很小;
- (3) 熵减。

10、解:



$$\begin{aligned}\triangle S^\theta &= 2S^\theta(F, g) - S^\theta(F_2, g) \\ &= (2 \times 158.8 - 202.8) J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \\ &= 114.8 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}\end{aligned}$$

因为 $\triangle G^\theta = \triangle H^\theta - T \triangle S^\theta$

$$\begin{aligned}\text{所以, } \triangle H^\theta &= \triangle G^\theta + T \triangle S^\theta \\ &= 124.6 kJ \cdot mol^{-1} + 298.15 K \times 114.8 \times 10^{-3} kJ \\ &\quad \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} = 158.8 kJ \cdot mol^{-1} \\ EB(F - F) &= \triangle H^\theta = 158.8 kJ \cdot mol^{-1}\end{aligned}$$

11、解：

$$\triangle G^\theta = \triangle H^\theta - T \triangle S^\theta$$

$$\text{联立 (1) } -102 kJ \cdot mol^{-1} = \triangle H^\theta - 400 K \triangle S^\theta$$

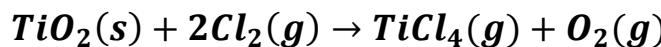
$$(2) -113 kJ \cdot mol^{-1} = \triangle H^\theta - 300 K \triangle S^\theta$$

$$\text{解得 } \triangle H^\theta = -146 kJ \cdot mol^{-1}$$

$$\triangle S^\theta = -1.1 \times 10^2 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

12、解：

不添加焦炭，可发生反应



$$\triangle H^\theta = [-763.2 - (-944.0)] kJ \cdot mol^{-1} = 180.8 kJ \cdot mol^{-1}$$



$$\Delta S^\theta = (205.2 + 353.2 - 50.62 - 2 \times 223.1) J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

$$= 61.6 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

$$T_{\text{转}} = \frac{180.8 kJ \cdot mol^{-1}}{0.0616 kJ \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}} = 2.94 \times 10^3 K$$

$$\Delta G^\theta(298K) = [-726.3 - (-888.8)] kJ \cdot mol^{-1}$$

$$= 162.5 kJ \cdot mol^{-1}$$

$\Delta G^\theta(298K) > 0$, (+, +)型反应, 转变温度高达2660 °C以上。

若加入焦炭, 可发生反应



$$\Delta H^\theta = [2 \times (-110.5) - 763.2 - (-944.0)] kJ \cdot mol^{-1}$$

$$= -40.2 kJ \cdot mol^{-1}$$

$$\Delta S^\theta = (2 \times 197.7 + 353.2 - 2 \times 5.7 - 2 \times 223.1 - 50.62) J$$

$$\cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} = 240.4 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$

$$\Delta G^\theta(298K) = [2 \times (-137.2) - 726.3 - (-888.8)] kJ \cdot mol^{-1}$$

$$= -111.9 kJ \cdot mol^{-1}$$

$\Delta G^\theta(298K) < 0$, 是焓降熵增(-, +)型反应, 任意温度都自发, 因此可以用来制备四氯化钛。



第六章参考答案

1、解：A

本题考察化学平衡的影响因素。

影响化学反应速率的最主要因素是反应物本身的化学性质。

2、解：A

本题考察化学平衡的图像问题。

化学反应若严格遵循体系的“摩尔吉布斯自由能--反应进度”的曲线进行，则该反应最终处于曲线的最低点。

3、解：A

本题考察化学平衡的反应方向。

在指定条件下， $\Delta G_m < 0$ 时，按照化学反应方程式比例通入反应物，则反应正向自发进行。

4、解：

本题考察不同化学平衡的勒夏特列原理。

对于两个反应而言，增大压力、减小压力、减小温度都会使得某个反应往消耗 HCHO 方向移动，只升高温度才可使两个反应往生成 HCHO 最大的方向移动。

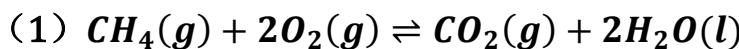
5、解：



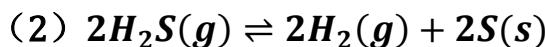
本题考察化学平衡常数的计算与转化。

依题意得, $K_p' = K_p^{-1} = 1.6 \times 10^3$

6、解:



$$K_p = \frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{CH}_4)p^2(\text{O}_2)}$$



$$K_p = \frac{p^2(\text{H}_2)}{p^2(\text{H}_2\text{S})}$$

7、解:

$$\Delta G^\theta = 2 \Delta G_f^\theta(\text{NO}, g) = 2 \times 87.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 175.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lg K^\theta = \frac{-175.2 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.30 \times 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} = -30.8$$

$$\text{解得 } K^\theta = 2 \times 10^{-31}$$

8、解:

$$(1) \Delta G^\theta(298K) = [(-662.2) - 228.6 \times 5 - 1880.04] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = 74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \lg K_p^\theta(298K) &= \frac{-\Delta G^\theta(298K)}{2.30RT} \\ &= \frac{-74.8 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.30 \times 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 298 \text{ K}} \end{aligned}$$



解得 $K_p^\theta = 7 \times 10^{-14}$

(2) 298, $p(H_2O) = 3.167$

$$\begin{aligned}\Delta G(298K) &= \Delta G^\theta + 2.30RT \lg Q \\ &= 74.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 2.30 \times 0.00831 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &\quad \cdot K^{-1} \times 298K \times \lg \left(\frac{3.167 \text{ kPa} \times 0.60}{100 \text{ kPa}} \right)^5 \\ &= 25.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\end{aligned}$$

此时 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 不会风化成 $CuSO_4$

9、解：



设起始时	1.00mol	0
0		
平衡时	(1.00-x)mol	xmol
xmol		

平衡时， $n_{\text{总}} = (1.00 - x)\text{mol} + x\text{mol} + x\text{mol} = (1.00 + x)\text{mol}$,

且其总压力为 3.00 bar，则

$$K_p = \frac{(3.00 \times \frac{x}{1.00+x})^2}{3.00 \times \frac{1.00-x}{1.00+x}} = 3.00 \times \frac{x^2}{(1.00)^2 - x^2}$$

解得 $x = 0.121$

即 1 mol $COCl_2$ 达到平衡时，含 $0.121 \text{ mol } CO$, $0.121 \text{ mol } Cl_2$, $0.879 \text{ mol } COCl_2$ 。



10、解：

$$\Delta G^\theta(383\text{ K}) = 14.8\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \quad \Delta G^\theta = -2.303RTlgp(\text{CO}_2)$$

设 $p(\text{CO}_2) = x\text{ bar}$, 则有

$$lgx = \frac{-14.8\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.30 \times 0.00831\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 383\text{ K}}$$

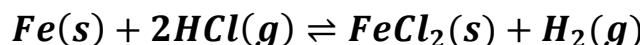
解得, $x = 9.5 \times 10^{-3}$, $p(\text{CO}_2) = 9.5 \times 10^{-3}\text{ bar} = 0.95\text{ kPa}$

$$\frac{n(\text{CO}_2)}{n_{\text{总}}} = \frac{p(\text{CO}_2)}{p_{\text{总}}} = \frac{0.95\text{ kPa}}{101\text{ kPa}} = 0.94\%$$

其中, 101kPa 为大气的总压力。

11、解：

(1) - (2) 得



$$\Delta_r G^\theta = 10\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \quad K^\theta = 0.33$$

设当 H_2 和 HCl 体积比 (等于物质的量之比) 为 $x: 1$, 可防止腐蚀反应发生, 则

$$Q = \frac{p(\text{H}_2)}{p^2(\text{HCl})} = \frac{1.00 \times \frac{x}{1+x}}{(1.00 \times \frac{1}{1+x})^2} \geq 0.33$$

解得 $x \geq 0.26$, 即 H_2 和 HCl 体积比不小于 0.26。

12、解：

(1) 上述反应是吸热反应



$$\lg \frac{4.6}{0.50}$$

$$= \frac{\Delta H^\theta}{2.30 \times 0.00831 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{1040\text{K} - 940\text{K}}{1040\text{K} \times 940\text{K}} \right)$$

$$\Delta H^\theta = 1.8 \times 10^2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(2)

$$\Delta G^\theta(940\text{K}) = -2.30 \times 0.00831 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 940\text{K} \times$$

$$\lg 0.50 = 5.4 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

(3)

$$\begin{aligned}\Delta S^\theta &= \frac{\Delta H^\theta - \Delta G^\theta}{T} \\ &= \frac{(1.8 \times 10^2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - 5.4 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}) \times 10^3}{940\text{K}} \\ &= 1.9 \times 10^2 \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\end{aligned}$$



第七章参考答案

1、解：D

本题考察化学反应平衡常数、化学反应速率等基础知识。

化学反应平衡常数越大，反应向右进行的趋势越强，反应物转化为产物的转化率越大，但是对化学反应速率没有影响，反应速率的快慢一方面受到反应活化能大小的影响，另一方面还与反应物浓度、反应温度以及是否使用催化剂有关；活化能是化学反应进行的能垒，一般而言，在一定温度下，反应活化能越大反应速率越慢，反应活化能越小反应速率越快；对于可逆反应而言，升高温度能同时加快正、逆反应的反应速率，只不过热反应的活化能大，而放热反应的活化能小，所以在升高相同温度的前提下，吸热反应的反应速率增大更多，所以反应向吸热反应的方向移动，而在降低相同温度的前提下，吸热反应的反应速率下降更多，所以反应向着放热反应的方向移动；催化剂的使用，只能改变反应到达平衡状态的时间，不能改变转化率，也不会改变平衡常数的大小，是因为催化剂对可逆反应的正、逆反应的反应速率影响程度相同。故 D 选项符合题意。

2、解：B

本题考察化学反应速率方程、反应级数。

A、对于化学反应 $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ ，若其化学反应速率方程为 $r = k c_A^m c_B^n$ ，从速率方程中可见，反应级数的大小确实对反应速率会产生影响。



生影响，但是式中的反应速率常数以及反应物浓度的大小也会对反应速率的快慢产生重要的影响的，所以只强调反应级数是不全面的。

C、应该说不同反应级数的化学反应的速率常数单位会不一样，因为即使是不相同的化学反应，它们的反应级数有可能是相等的。

D、升高温度可以加快化学反应速率的根本原因是因为增加了反应系统中活化分子占据反应分子总数的百分数（比例），那么提高反应物浓度可以加快反应速率的原因是因为增加了反应系统中单位体积内活化分子的数目，而使用正催化剂可以加快反应速率的原因是因为催化剂参与了化学反应，改变了反应途径，降低了反应活化能。

3、解： C

本题考察化学反应速率计算。

化学反应速率是用来衡量化学反应进行快慢的，通常用单位时间内某一种反应物或生成物的物质的量浓度得变化值来表示。 $V = \frac{\Delta c}{\Delta t}$

4、解： B

本题考察化学反应速率中的半衰期类题型计算。

$$\lg \frac{c(A)}{c_0(A)} = -\frac{kt}{2.30}$$

$$\lg \frac{1 \times (1 - 0.10)}{1} = -\frac{5.7 \times 10^{-5} s^{-1}}{2.30} t$$

解得

$$t = 1.8 \times 10^3 s$$



5、解：A

本题考察化学反应历程。

反应速率由较慢的一步所决定，即

$$\frac{-dc(H_2)}{dt} = k_1 c(H_2) c(ICI)$$

6、解：

$$(1) \quad t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k} = \frac{0.693}{2.2 \times 10^{-5} s^{-1}} = 3.2 \times 10^4 s$$

(2) 设 2.00g SO_2Cl_2 经 2 h 之后还剩 $x g$ ，则

$$\lg \frac{xg}{2.00g} = \frac{-2.2 \times 10^{-5} s^{-1} \times 3600s \times 2}{2.30}$$

$$\text{解得 } x = 1.7$$

2.00g SO_2Cl_2 经 2 h 之后还剩 1.7 g

7、解：

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{k}$$

$$k = \frac{0.693}{t_{\frac{1}{2}}} = \frac{0.693}{5730a} = 1.21 \times 10^{-4} a^{-1}$$

$$\lg \frac{0.109}{1} = -\frac{1.21 \times 10^{-4} a^{-1}}{2.30} t$$

$$\text{解得 } t = 1.83 \times 10^4 a$$

8、解：



(1) 设反应的速率方程式为

$$\frac{-dc(C_2O_4^{2-})}{dt} = kc^m(HgCl_2)c^n(C_2O_4^{2-})$$

代入实验二、三的数据，此时 $c(C_2O_4^{2-})$ 不变，则有

$$\frac{7.1 \times 10^{-5}}{3.5 \times 10^{-5}} = \frac{k(0.105)^m(0.30)^n}{k(0.052)^m(0.30)^n} = \frac{(0.105)^m}{(0.052)^m} = \left(\frac{0.105}{0.052}\right)^m$$

$$\text{即 } 2 = 2^m \quad \text{解得 } m = 1$$

代入实验一、二的数据，此时 $c(HgCl_2)$ 不变，则有

$$\frac{1.8 \times 10^{-5}}{7.1 \times 10^{-5}} = \frac{k(0.105)^m(0.15)^n}{k(0.105)^m(0.30)^n} = \frac{(0.15)^n}{(0.30)^n} = \left(\frac{0.15}{0.30}\right)^n$$

$$\text{即 } \frac{1}{4} = \frac{1}{2}^n \quad \text{解得 } n = 2$$

$m = 1$, 对 $HgCl_2$ 为一级; $n = 2$, 对 $C_2O_4^{2-}$ 为二级。总反应级数为

$$m + n = 1 + 2 = 3 \quad (\text{为三级反应})$$

(2) 取实验一的数据代入速率方程式，则有

$$1.8 \times 10^{-5} mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}$$

$$= k \times (0.105 mol \cdot dm^{-3}) \times (0.15 mol \cdot dm^{-3})^2$$

$$\text{解得, } k = 7.6 \times 10^{-3} mol^{-2} \cdot dm^6 \cdot s^{-1}$$

9、解：

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.30R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$$

$$\lg \frac{k_1/10}{k_1} = \frac{110 kJ \cdot mol^{-1}}{2.30 \times 8.31 J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}} \left(\frac{T_2 - 298K}{T_2 \times 298K} \right)$$

$$\text{解得 } T_2 = 283K$$

在 $283K$ 时反应速率是 $25^\circ C$ 时的 $1/10$ 。

10、解：



由公式

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{2.30R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$$

$$\lg \frac{k_2}{k_1} = \frac{51.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.30 \times 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{312.5 \text{ K} - 310.0 \text{ K}}{312.5 \text{ K} \times 310.0 \text{ K}} \right) = 0.069$$

$$\frac{k_2}{k_1} = 1.17$$

所以酶催化反应速率增加了 17%。

11、解：

(1) 在此可以用“失重”表示漆膜热降解的速率，即

$$\ln \frac{c(A)}{c_0(A)} = -k_1 t_1$$

$$\ln 0.600 = (-5.00 \times 10^{-7} \text{ h}^{-1}) t_1$$

解得 $t_1 = 1.02 \times 10^6 \text{ h}$ ，即寿命为 $1.02 \times 10^6 \text{ h}$ 。

(2) 由已知， $\ln 0.600 = -k_2 t_2 = -k_2 \times 362.0 \text{ h}$

$$\text{解得 } k_2 = 1.41 \times 10^{-3} \text{ h}^{-1}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \frac{E_a}{R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1} \right)$$

$$\ln \frac{1.41 \times 10^{-3}}{5.00 \times 10^{-7}} = \frac{E_a}{8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}} \left(\frac{450.0 \text{ K} - 350.0 \text{ K}}{450.0 \text{ K} \times 350.0 \text{ K}} \right)$$

$$E_a = 104 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

12、解：



由反应方程式知，在反应②中， O_3 的生成速率等于 O 的消耗速率；而反应②中 O 的消耗速率等于反应①中的生成速率；在反应①中，O 的生成速率又等于 NO_2 的消耗速率。所以 O_3 的生成速率等于 NO_2 的消耗速率，即

$$\begin{aligned}\frac{dc(O_3)}{dt} &= -\frac{dc(NO_2)}{dt} \\ -\frac{dc(NO_2)}{dt} &= k_1 c(NO_2) = 6.0 \times 10^{-3} s^{-1} \times 3.0 \times 10^{-9} mol \cdot dm^{-3} \\ &= 1.8 \times 10^{-11} mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1} \\ \frac{dc(O_3)}{dt} &= 1.8 \times 10^{-11} mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}\end{aligned}$$



第八章参考答案

1、解：C

本题考察酸和碱的基本定义。

- A. 只有碱性物质都能接受质子，A 不符合题意。
- B. 中性溶液的 pH 值在 25℃下为 7.00，其他温度下不一定，B 不符合题意。
- C. 凡是能给出质子的物质都是酸，C 符合题意。
- D. 质子理论阐述，能给出质子的分子或离子是酸，能接受质子的分子或离子是碱，酸给出质子转变为相应的碱，碱接受质子转变为相应的酸，这种因质子得失而相互转变的一对酸碱称为共轭酸碱对，D 不符合题意。

2、解：B

本题考察影响酸碱电离平衡移动的条件。

向 $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ 平衡体系中加入盐酸，相当于增加了 H^+ 的量，根据勒夏特列原理，此时电离平衡向左移动。

3、解：D

本题考察影响强弱电解质的判断。

弱电解质是在水溶液中不完全（少部分）电离的电解质。弱酸 H_2S 属于弱电解质，而 $NaAc$ 、 NH_4Cl 和 KNO_3 属于盐为强电解质。



4、解：B

本题考察缓冲溶液的配制。

B 选项溶液其 $pK_b = 5$, 等于所需配制的缓冲溶液的 pOH ($=14-\text{pH}=9$) 故选择 B 选项。

5、解：C

本题考察共轭酸碱对的定义。

一个酸释放一个质子后形成其共轭碱，一种碱结合一个质子后形成其共轭酸。酸比碱多出一个质子，则 NH_4^+ 的共轭碱就是 NH_3 。

6、解：

$$\frac{c}{K} = \frac{0.10}{6.2 \times 10^{-10}} = 1.6 \times 10^8 \gg 400$$

可简化计算。设 $[\text{H}_3\text{O}^+] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a c}$$

$$x = \sqrt{6.2 \times 10^{-10} \times 0.10} = 7.9 \times 10^{-6}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 7.9 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = 5.10$$

(2)

$$\frac{c}{K} = \frac{0.10}{1.3 \times 10^{-3}} = 77 < 400$$

不可简化计算。设 $[\text{H}_3\text{O}^+] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$\frac{x^2}{0.10 - x} = 1.3 \times 10^{-3}$$



$$x = 0.011$$

$$[H_3O^+] = 0.011 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

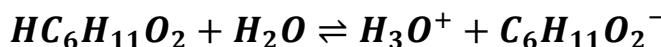
$$pH = -\lg[H_3O^+] = 1.96$$

7、解：

此有机酸饱和水溶液的浓度

$$c = \frac{11g \cdot \text{dm}^{-3}}{116g \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.095 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$pH = 2.94 \text{ 即 } [H_3O^+] = 1.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

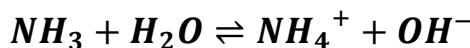


$$\begin{array}{ccc} \frac{\text{平衡浓度}}{\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}} & 0.095-x & x \end{array}$$

x

$$K_a = \frac{x^2}{0.095 - x} = \frac{(1.1 \times 10^{-3})^2}{0.095 - 1.1 \times 10^{-3}} = 1.3 \times 10^{-5}$$

8、解：

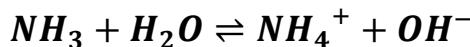


设 $[OH^-] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 则

$$[OH^-] = \sqrt{K_b c} \quad x = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.20} = 1.9 \times 10^{-3}$$

$$[OH^-] = 1.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = 2.72 \quad pH = 14 - pOH = 11.28$$



$$\begin{array}{ccc} \frac{\text{平衡浓度}}{\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}} & 0.20-x & \frac{7.0}{53.3 \times 0.10} + x \end{array}$$



x

$$\frac{\frac{7.0}{53.3 \times 0.10} + x)x}{0.20 - x} = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$x = 2.8 \times 10^{-6}$$

$$[OH^-] = 2.8 \times 10^{-6} mol \cdot dm^{-3}$$

$$pOH = -\lg [OH^-] = 5.55 \quad pH = 14 - pOH = 8.45$$

9、解：

在 $0.20 mol \cdot dm^{-3}$ 氨水中，设 $[OH^-] = x mol \cdot dm^{-3}$ ，则

$$x = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.20} = 1.9 \times 10^{-3}$$

OH^- 降低 100 倍，则

$$[OH^-] = 1.9 \times 10^{-5} mol \cdot dm^{-3} \quad POH = 4.72$$

$$POH = pK_b + \lg \frac{c(\text{共轭碱})}{c(\text{共轭酸})} \text{, 设 } c(NH_4^+) = y mol \cdot dm^{-3} \text{, 则}$$

$$4.72 = 4.74 + \lg \frac{y}{0.20}$$

$$\text{解得 } y = 0.19$$

$$c(NH_4^+) = 0.19 mol \cdot dm^{-3}$$

则 $(NH_4)_2SO_4$ 的质量为

$$m = \frac{1}{2} \times 0.19 mol \cdot dm^{-3} \times 0.250 dm^3 \times 132 g \cdot mol^{-1} = 3.1 g$$

10、解：

$$H_2CO_3: K_1 = 4.5 \times 10^{-7} \quad pK_1 = 6.35$$

$$K_2 = 4.7 \times 10^{-11} \quad pK_2 = 10.33$$



$pH = 9.0$ 时, $pK_1 < pH < pK_2$, 以 HCO_3^- 为主

$pH = 13.0$ 时, $pH > pK_2$, 以 CO_3^{2-} 为主

11、解:

选 $H_2PO_4^- - HPO_4^{2-}$ 溶液为好, 其 $pK_{a2} = 7.21$, 接近所需配制的

缓冲溶液的 pH (=7.51)

$$7.51 = 7.21 + \lg \frac{c(HPO_4^{2-})}{c(H_2PO_4^-)}$$

解得浓度比

$$\frac{c(HPO_4^{2-})}{c(H_2PO_4^-)} = 2$$

第九章参考答案

1、解: C

本题考察溶解度与溶度积关系:

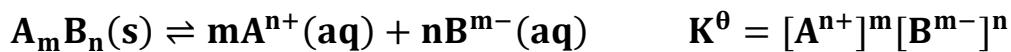
- A. 难溶电解质达到沉淀溶解平衡时的离子浓度的乘积才是该物质的溶度积。
- B. 同类型难溶物溶度积大时溶解度才大。
- C. 根据溶度积规则, 溶液中组成难溶电解质的离子积大于它的溶度积时, 就会产生沉淀。
- D. 溶解度不随浓度变化而变化。

根据定义, 本题选择 C 项。



2、解： C

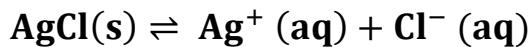
根据溶度积书写方法：



根据定义，本题选择 C 项。

3、解： C

本题与上题一样，考察溶度积的书写与计算。以 A 选项为例，



平衡浓度 / mol·dm⁻³ x x

$$K_{sp}(AgCl) = [Ag^+][Cl^-] = 1.56 \times 10^{-10}$$

$$x = (1.56 \times 10^{-10})^{\frac{1}{2}} = 1.25 \times 10^{-5}$$

$$[Ag^+] = 1.25 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

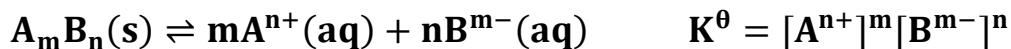
其他选项如上计算，浓度最大的为 C 选项。

4、解： C

本题考查盐效应和同离子效应。使得 Mg(OH)₂ 固体量减少，需要促进其溶解，加入 NH₄NO₃ 可与 OH⁻ 反应，使平衡不断向右移动。

5、解： D

根据溶度积书写方法：

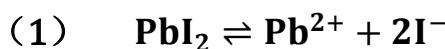


根据定义，本题选择 D 项。



6、解：

设溶解度 $s = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$



$$\begin{array}{cc} x & 2x \end{array}$$

$$K_{sp} = [\text{Pb}^{2+}][\text{I}^-]^2 = x(2x)^2 = 4x^3$$

$$= \left(\frac{7.64 \times 10^{-2} \times 10}{461} \right)^3 \times 4 = 1.82 \times 10^{-8}$$



$$\begin{array}{cc} x & x \end{array}$$

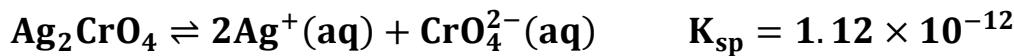
$$K_{sp} = [\text{Ba}^{2+}][\text{CrO}_4^{2-}]^2 = x^2 = \left(\frac{2.91 \times 10^{-3}}{253} \right)^2$$

$$= 1.32 \times 10^{-10}$$

7、解：

设溶解度 $s = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

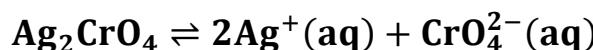
(1) 在 Ag_2CrO_4 的饱和水溶液中，存在下列平衡



$$x = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1.12 \times 10^{-12}}{4}} = 6.5 \times 10^{-5}$$

Ag_2CrO_4 在纯水中的溶解度即为 $6.5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

(2) 当加入 AgNO_3 后，溶液中 Ag^+ 浓度增大， $(\text{Ag}^+)^2(\text{CrO}_4^{2-}) > K_{sp}$ ，即有 Ag_2CrO_4 沉淀析出，达新平衡后 Ag_2CrO_4 溶解度可以 $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 表示。



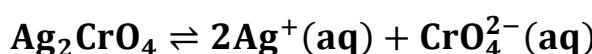


$$\text{平衡浓度}/(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}) \quad 2x + 0.10 \approx 0.10 \quad x$$

$$x = \frac{K_{sp}}{[\text{Ag}^+]^2} \approx \frac{1.12 \times 10^{-12}}{(0.10)^2} = 1.12 \times 10^{-10}$$

Ag_2CrO_4 在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ AgNO_3 中的溶解度为 $1.12 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 比在纯水中降低了约 10^5 倍。

(3) 若加入 Na_2CrO_4 , 情况同(2), 但 Ag_2CrO_4 的溶解度应该通过 $[\text{Ag}^+]$ 来计算。



$$\text{平衡浓度}/(\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}) \quad 2x \quad x + 0.10 \approx 0.10$$

$$x = \sqrt{\frac{K_{sp}}{[\text{CrO}_4^{2-}]}} \approx \sqrt{\frac{1.12 \times 10^{-12}}{0.10}} = 3.3 \times 10^{-6}$$

$$[\text{Ag}^+] = 3.3 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Ag_2CrO_4 的溶解度为 $1.7 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, 这也比在纯水中降低近 38 倍。

8、解：

混合后

$$\begin{aligned} c(\text{Ag}^+) &= \frac{1.00 \text{ cm}^3 \times 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{(1.00 + 99.0) \text{ cm}^3} \\ &= 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

$$c(\text{Cl}^-) = \frac{99.00 \text{ cm}^3 \times 0.0100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}{(1.00 + 99.0) \text{ cm}^3} = 9.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$Q = c(\text{Ag}^+)c(\text{Cl}^-) = 1.00 \times 10^{-4} \times 9.9 \times 10^{-3} = 9.9 \times 10^{-7}$$



因 $9.9 \times 10^{-7} >$

设溶解度 $s = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} > K_{sp}(\text{AgCl}) (= 1.77 \times 10^{-10})$, 故有沉淀析出。

设 $[\text{Ag}^+] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$



起始浓度 / $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 1.00×10^{-4} 9.9×10^{-3}

平衡浓度 / $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $x (9.9 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-4}) + x$

$$x (9.9 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-4} + x) = K_{sp} = 1.77 \times 10^{-10}$$

$$\text{解得 } x = 1.81 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\text{则 } [\text{Ag}^+] = 1.81 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

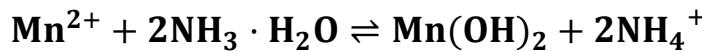
$$\begin{aligned} [\text{Cl}^-] &= (9.9 \times 10^{-3} - 1.00 \times 10^{-4}) + 1.81 \times 10^{-8} \\ &= 9.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \end{aligned}$$

9、解：

同时平衡法：维持溶液中 $[\text{Mn}^{2+}] = 0.10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 0.0050 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}, c(\text{NH}_4^+) = 2x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

不生成沉淀时，



平衡浓度 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0.10	0.0050	x
---	------	--------	---

$$K = \frac{(K_b)^2}{K_{sp}} = 1.7 \times 10^3$$

$$\frac{x^2}{(0.10)(0.0050)^2} = 1.7 \times 10^3, x = 0.065$$

$$c(\text{NH}_4^+) = 0.13 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$



$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0.70\text{g}$$

10、解：

$$\text{设 } [\text{H}_3\text{O}^+] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}, [\text{S}^{2-}] = y \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a c}, x = \sqrt{1.75 \times 10^{-5} \times 0.10} = 1.3 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{S}^{2-}] = \frac{K_1 K_2 [\text{H}_2\text{S}]}{[\text{H}^+]^2}, y = \frac{8.9 \times 10^{-8} \times 1.2 \times 10^{-13} \times 0.10}{(1.3 \times 10^{-3})^2}$$

$$= 6.3 \times 10^{-16}$$

$$[\text{S}^{2-}] = 6.3 \times 10^{-16} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$Q = c(\text{Cu}^{2+})c(\text{S}^{2-}) = 0.10 \times 6.3 \times 10^{-16} = 6.3 \times 10^{-17}$$

因 $6.3 \times 10^{-17} > K_{sp}(\text{CuS}) (= 6.3 \times 10^{-36})$, 故有沉淀生成。

11、解：

设平衡时溶解的 CaCO_3 达 $x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$



平衡浓度 $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	1.0	x	0.040	2x

$$K = \frac{K_{sp}(\text{CaCO}_3) K_a^2(\text{HAc})}{K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{3.36 \times 10^{-9} \times (1.75 \times 10^{-5})^2}{4.5 \times 10^{-7} \times 4.7 \times 10^{-11}} \\ = 4.9 \times 10^{-2}$$

$$\frac{x \times 0.040 \times (2x)^2}{(1.0)^2} = 0.049, x = 0.67$$

即在 1.0 dm^3 溶液中能溶解 $\text{CaCO}_3 0.67 \text{ mol}$, 溶解此 CaCO_3 所需的 HAc 的起始浓度为



$$c(\text{HAc}) = (1.0 + 2 \times 0.67) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 2.3 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

12、解：

CdS 、 FeS 均为 AB 型化合物，离子浓度又相同。由 K_{sp} 可知， K_{sp} 小的 CdS 先沉淀。

设 CdS 沉淀完全时， $[\text{S}^{2-}] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = y \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$x = \frac{8.0 \times 10^{-27}}{1.0 \times 10^{-6}} = 8.0 \times 10^{-21}, \quad [\text{S}^{2-}] = 8.0 \times 10^{-21} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$y = \sqrt{\frac{1.1 \times 10^{-21}}{8.0 \times 10^{-21}}} = 0.37, \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.37 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}, \quad \text{pH} = 0.43$$

设 FeS 开始沉淀时， $[\text{S}^{2-}] = x \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, $[\text{H}_3\text{O}^+] = y \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$x = \frac{6.3 \times 10^{-18}}{0.020} = 3.2 \times 10^{-16}, \quad [\text{S}^{2-}] = 3.2 \times 10^{-16} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$y = \sqrt{\frac{1.1 \times 10^{-21}}{3.2 \times 10^{-16}}} = 1.9 \times 10^{-3}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.9 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}, \quad \text{pH} = 2.72$$



第十章参考答案

1、解：C

本题考察化学方程式的配平。配平步骤如下

- ① 写出反应物与生成物的化学式，将氧化数变化的离子写成未配平的离子方程式。
- ② 找出两个氧化还原电对，并写出两个半反应（未配平）。
- ③ 根据原子守恒、电荷守恒配平两个半反应，先配原子数，再加适当电子配平电荷数。
- ④ 根据氧化剂获得的电子总数等于还原剂失去的电子总数，将两个半反应乘以相应的系数，然后相加，得配平的离子方程式。
- ⑤ 加上原来未参加氧化还原的离子，写出分子方程式。

2、解：B

本题考察化学方程式的配平。

3、解：D

本题考察化学方程式的配平。

4、解：B

本题考察氧化还原反应的基本概念：

- A. 负极发生氧化反应，正极发生还原反应。



- B. 负极是还原态物质失电子，正极是氧化态物质得电子。
- C. 氧化还原反应达平衡时平衡常数 K^θ 不为 0， K^θ 只随温度变化。
- D. 氧化还原反应达平衡时平衡常数 E^θ 不为 0。

5、解：A

本题考察原电池的两对半电极的反应特点：

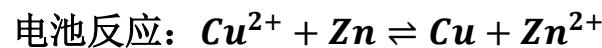
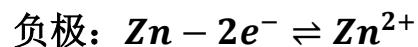
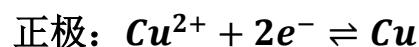
负极失电子，H 元素从 0 价变成+1 价。

6、解：A

本题考察氧化剂和还原剂强弱的对比：

根据氧化剂的氧化性大于氧化产物的氧化性，还原剂的还原性大于还原产物的还原性，可推出最强氧化剂是 $Cr_2O_7^{2-}$ ，最强还原剂是 Sn^{2+} 。

7、解：



$(0.010 mol \cdot dm^{-3}) \quad (1.0 \times 10^{-6} mol \cdot dm^{-3})$



$$\begin{aligned}
 E_{\text{池}} &= E_{\text{池}}^{\theta} - \frac{0.0592V}{n} \times \lg \frac{c(\text{Zn}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+})} \\
 &= (0.34 + 0.76)V - \frac{0.0592V}{2} \times \lg \frac{c(1.0 \times 10^{-6})}{0.010} \\
 &= 1.22V
 \end{aligned}$$

8、解：

当设 $E^{\theta}(\text{H}^+/\text{H}_2) = 0$,

$$E^{\theta}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}) = +0.27V, \quad E^{\theta}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0.34V,$$

$E^{\theta}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76V$ 。若 $E^{\theta}(\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}) = 0$, 则

$$E^{\theta}(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0.34V - 0.27V = 0.07V$$

$$E^{\theta}(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0.76V - 0.27V = -1.03V$$

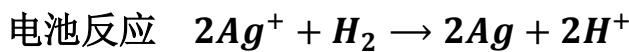
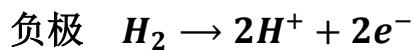
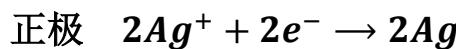
9、解：

1式+2式，即为所求反应式，则有

$$\Delta G^{\theta} = \Delta G_1^{\theta} + \Delta G_2^{\theta}, \quad nFE^{\theta} = n_1FE_1^{\theta} + n_2FE_2^{\theta}$$

$$E^{\theta} = \frac{n_1FE_1^{\theta} + n_2FE_2^{\theta}}{n} = \frac{(1 \times 0.15 + 1 \times 0.52)V}{2} = 0.34V$$

10、解：



$$E_{\text{池}} = E_{\text{池}}^{\theta} - \frac{0.0592V}{n} \times \lg \frac{[\text{H}^+]^2}{[\text{Ag}^+]^2 p(\text{H}_2)} = E_{\text{池}}^{\theta} - 0.0592V \times \lg [\text{H}^+]$$



$$\lg[H^+] = \frac{E_{\text{池}}^\theta - E_{\text{池}}}{0.0592V} = \frac{(0.800 - 0.780)V}{0.0592V} = 0.34,$$

$$[H^+] = 2.2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

11、解：

$$n(Ag) = \frac{3.60 \times 10^3 C}{9.65 \times 10^4 C \cdot mol^{-1}} = 0.0373 mol$$

$$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag \quad m(Ag) = 108 g \cdot mol^{-1} \times 0.0373 mol = 4.03 g$$



$$m(Cu) = \frac{1}{2} \times 63.5 g \cdot mol^{-1} \times 0.0373 mol = 1.18 g$$

由于铝的 $E^\theta = -1.66V$, 电解铝盐水溶液在阴极得到 H_2 , 得不到铝; 只有电解熔融盐, 才能在阴极得到金属铝。

12、解：

当 $[H^+] = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 时, $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$E\left(\frac{H^+}{H_2}\right) = E^\theta\left(\frac{H^+}{H_2}\right) = 0.00V$$

$$\begin{aligned} E\left(\frac{O_2}{OH^-}\right) &= E^\theta\left(\frac{O_2}{OH^-}\right) + \frac{0.0592V}{2} \lg \frac{p^{\frac{1}{2}}(O_2)}{[OH^-]^2} \\ &= 0.40V + \frac{0.0592V}{2} \lg \frac{1}{(1.0 \times 10^{-14})^2} = 1.23V \end{aligned}$$

$$E_{\text{池}} = (0 - 1.23)V = -1.23V$$

即需加 1.23V, 可使 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的 H_2SO_4 溶液电解放出 H_2 和 O_2 。



第十一章参考答案

1、解：A

本题考察经典核原子模型的三大实验：

Thomson 阴极射线实验测定了电子的荷质比。

2、解：C

本题考察经典核原子模型的三大实验：

Rutherford α 粒子散射实验建立了原子的经典核型结构。

3、解：C

本题考察实物粒子的不确定性关系：

Heisenberg 提出测不准关系，也称不确定性关系：

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

此式表明，不可能同时确定微观粒子的位置和动量。

4、解：ABD

本题考察核外电子排布的基本原则：

核外电子排布遵循 Pauli 不相容原理、能量最低原理、Hund 规则。

5、解：C



本题考察原子轨道的定义：

为描述原子中电子的波动性，Schrodinger 提出了波动力学方程式，方程的解是描述电子在原子轨道上运动的波函数 φ ，又称为原子轨道。

6、解：A

本题考察量子数的物理意义：

决定原子轨道能量的参数是主量子数 n 。

7、解：

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right) = 109677 \text{ cm}^{-1} \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 5.33 \times 10^3 \text{ cm}^{-1}$$

$$\lambda = 1.88 \times 10^{-4} \text{ cm} = 1.88 \mu\text{m}$$

$$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{2.998 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{1.88 \times 10^{-6} \text{ m}} = 1.59 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} = 1.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

这个波长的辐射属于电磁波的红外部分。

8、解：

$$m = \frac{h}{c\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{3.0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times 0.20 \times 10^{-12} \text{ m}} = 1.1 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

$$E_{\text{光子}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3.0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{0.20 \times 10^{-12} \text{ m}} = 1.0 \times 10^{-12} \text{ J}$$



9、解：

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} J \cdot s}{9.1 \times 10^{-31} kg \times 2.0 \times 10^{-8} m} = 3.6 \times 10^4 m \cdot s^{-1}$$

10、解： (2)~(5)都不可能存在，因为：

(2) l=0 时 m 只能为 0

(3) n=2 时，l 只能为 0 或 1；

m 只能为 0 或 1 或 -1；

m_s 只能为 $+\frac{1}{2}$ 或 $-\frac{1}{2}$

(4) m_s 只能为 $+\frac{1}{2}$ 或 $-\frac{1}{2}$

(5) n= 2 时，l 只能为 0 或 1

11、解：符合题意的有：

Ti (钛) 3d²4s², Ni (镍) 3d⁸4s², Ge (锗) 4s²4p², Se (硒) 4s²4p⁴

12、解：

Cr 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d⁵4s¹ 属第四周期 VIB

As 1s²2s²2p⁶3s²3p⁶3d¹⁰4s²4p³ 属第四周期 VA

13、解：



	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	未成对电子数
V	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↑↑↑	↑↓	3
Si	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↑			2
Fe	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↑↑↑↑↑↑↑	↑↓	4

14、解：

这 5 个离子是等电子体，它们的核电荷数按 O^{2-} , F^- , Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} 的次序增加。随核电荷数目的增加，对外层电子的引力增加，半径减小。

15、解：

	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	未成对电子数
V	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↑↑↑	↑↓	3
Si	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↑			2
Fe	↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↓	↑↓↑↓↑↓	↑↑↑↑↑↑↑↑	↑↓	4



第十二章参考答案

1、解：A

本题考察晶格能的定义：

晶格能是指气态阳离子与气态阴离子生成 1mol 离子晶体所释放的能量。

2、解：D

本题考察离子的极化现象：

离子的极化作用是指离子的极化力，离子的极化力为某离子使其他离子变形的能力。极化力取决于：

- ① 离子的电荷，电荷数越多，极化力越强；
- ② 离子的半径，半径越小，极化力越强；
- ③ 离子的电子构型。

本题中，四个化合物的阳离子为同周期元素，离子半径逐渐减小，离子电荷的代数值逐渐增大，Si 元素电荷数最多且半径最小，所以 SiCl₄ 的离子极化作用最强。



3、解：C

本题考察杂化轨道理论：

原子间成键时，同一原子中能量相近的某些原子轨道要先杂化，其原因是增加成键能力。

4、解：A

本题考察价层电子对互斥理论：

根据价层电子对互斥理论，粒子的立体结构是三角锥形，说明该离子的中心原子是 sp^3 杂化，且有一对孤电子对，以此来解答。

A. PCl_3 中心原子 P 电子对数= $3+(5-1\times 3)/2=4$ ，中心原子是 sp^3 杂化，且有一对孤电子对，粒子的立体结构是三角锥形，故 A 正确；

B. $BeCl_2$ 中心原子 Be 电子对数= $2+(4-1\times 2)/2=3$ ，中心原子是 sp^2 杂化，有一对孤电子对，粒子的立体结构是 V 型，故 B 错误；

C. NH_4^+ 中心原子 N 电子对数= $4+(5-1-1\times 4)/2=4$ ，中心原子是 sp^3 杂化，没有一对孤电子对，粒子的立体结构是正四面体型，故 C 错误；

D. SO_3 中心原子 S 电子对数= $3+(6-2\times 3)/2=3$ ，中心原子是 sp^2 杂化，有一对孤电子对，粒子的立体结构是 V 型，故 D 错误。

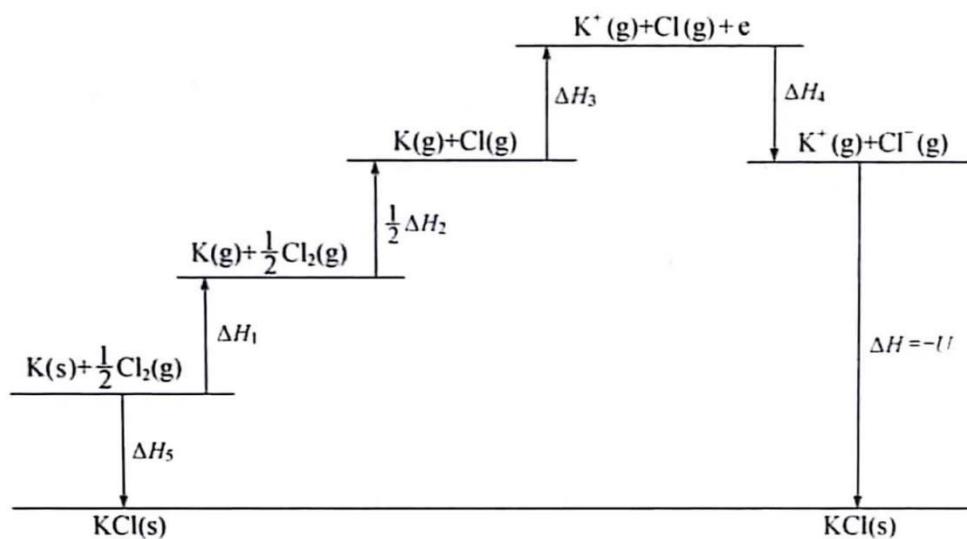
5、解：B

本题考察分子间作用力：



N_2 分子中存在氮氮三键，要破坏氮氮三键需要吸收更多的能量，所以氮气化学性质比较稳定。

6、解：



$$\Delta H_f = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5$$

$$= S + I_1 + I_2 + \frac{1}{2}D - E_1 - E_2 - U$$

$$E_2 = S + I_1 + I_2 + \frac{1}{2}D - E_1 - U$$

$$\begin{aligned}
 &= (177.8 + 5.212 \times 96.5 + 10.00 \times 96.5 + \frac{1}{2} \times 495 \\
 &\quad - 1.461 \times 96.5 - 3054 + 548.0) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\
 &= -751 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}
 \end{aligned}$$



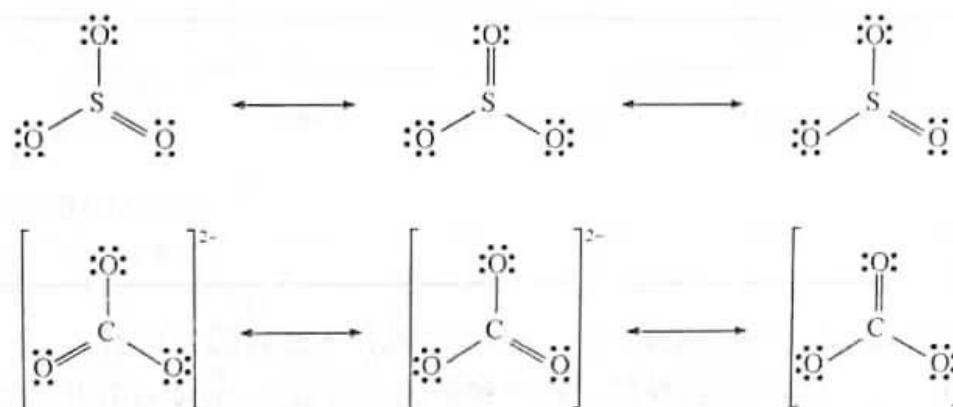
7、解：

分子或离子	Lewis 结构	分子或离子	Lewis 结构
CO ₂	$\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$	NE ₂ NF ₂	$\ddot{\text{N}}-\text{N}-\ddot{\text{N}}:$ $\vdots \text{F} \vdots \text{F} \vdots$
Cl ₂ CO	$\ddot{\text{C}}-\text{C}-\ddot{\text{Cl}}$ $\vdots \text{O} \vdots$	CH ₂ CHCl	H—C=C—H H :Cl:
ClO ₄ ⁻	$\left[\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{C}}-\ddot{\text{O}}\right]^-$ $\vdots \text{O} \vdots$	HONO ₂	H— $\ddot{\text{O}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}:$ $\vdots \text{O} \vdots$
PH ₃ ⁺	$\left[\text{H}-\ddot{\text{P}}-\text{H}\right]^+$ $\vdots \text{H} \vdots$	CH ₃ CHO	H—C—C=O H H
HO ₂ ⁻	(H— $\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}^-$) ⁻	N ₂ O ₃	$\ddot{\text{O}}=\ddot{\text{N}}-\text{N}-\ddot{\text{O}}:$ $\vdots \text{O} \vdots$
CN ⁻	($\ddot{\text{C}}=\text{N}$) ⁻		

8、解：

编 号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
化学式	CH ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₄	H ₃ COH	CH ₂ O
C 原子杂化轨道	sp ³	sp	sp ²	sp ³	sp ²

9、解：



10、解：

N-H 键的极性大，原因如下：



虽 N、F 电负性差值(1.0)略大于 N、H 电负性差值(0.8)，但键矩是从偶极矩推算来的，由于 N 上孤对电子的影响，NH₃ 分子中孤对矩与键矩相加合，而 NF₃ 分子中孤对矩与键矩相互抵消，NH₃ 分子的偶极矩(1.5 D)远大于 NF₃ 的偶极矩($\mu = 0.20 D$)，计算结果 N—H 键矩为 1.33 D，而 N—F 键矩只有 0.15 D。

11、解： H₂<Ne<CO<HF

从 H₂→Ne→CO，相对分子质量依次增大，色散力增大；CO 还具有取向力、诱导力。而 HF 存在较强氢键，沸点最高。



第十三章参考答案

1、解：C

本题考察晶体的基本定义：

- A. 原子晶体中存在非极性共价键，也存在极性共价键，例如，有的是极性共价键，故 A 错误；
- B. 稀有气体形成的晶体属于分子晶体，故 B 错误；
- C. 在晶体中有阳离子的同时不一定有阴离子，例如金属晶体中含有的是金属阳离子和自由移动的电子，故 C 正确；
- D. 非金属氧化物固态时不都属于分子晶体，例如 SiO_2 属于原子晶体，故 D 错误；

2、解：A

- A. $2p$ 和 $3p$ 轨道形状均为哑铃形，但是原子轨道离原子核越远，能



- 量越高， $2p$ 轨道能量低于 $3p$ ，A选项错误；
- B. 金属离子的电荷数越多，半径越小，则金属离子与自由电子之间的金属键越强，其金属晶体的硬度越大，熔沸点越高，B选项正确；
- C. 石墨属于层状结构晶体，每层石墨原子间为共价键，层与层之间为分子间作用力，金刚石只含有共价键，因而石墨转化为金刚石既有共价键的断裂和生成，也有分子间作用力的破坏，C选项正确；
- D. 离子键的特点是没有方向性和饱和性，D选项正确。

3、解：D

- A. 具有较高的熔点，硬度大，该晶体可能是原子晶体，A不合题意；
- B. 固态不导电，水溶液能导电，该晶体可能是分子晶体，B不合题意；
- C. 晶体中存在金属阳离子，熔点较高，该晶体可能是金属晶体，C不合题意；
- D. 固态不导电，熔融状态能导电，该晶体只能为离子晶体，D符合题意；故选D。

4、解：D

- A. SiO_2 晶体属于原子晶体，晶体中只存在共价键，故A不选；
- B. CCl_4 晶体属于分子晶体，分子间通过分子间作用力结合，分子内通过共价键结合，故B不选；



- C. 氯化钠属于离子晶体，微粒间只存在离子键，故 C 不选；
D. 石墨属于混合型晶体，层与层中间存在分子间作用力，层内碳原子间存在共价键，石墨能够导电，电子可以在碳原子平面中运动，存在金属键，故选 D；

5、解：

$$r = \frac{1}{2\sqrt{2}}a = \frac{1}{2\sqrt{2}} \times 0.409\text{nm} = 0.145\text{nm}$$

6、解：

$$(1) r = \frac{\sqrt{3}}{4}a = \frac{\sqrt{3}}{4} \times 0.286\text{nm} = 0.124\text{nm}$$

$$(2) V_{晶胞} = a^3 = (2.86 \times 10^{-8}\text{cm})^3 = 2.34 \times 10^{-23}\text{cm}^3$$

$$(3) \text{Fe 原子数} = 8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$$

$$(4) \rho = \frac{m}{V} = \frac{\left(\frac{2}{6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1}}\right) \times 55.85\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}}{2.34 \times 10^{-23}\text{cm}^{-3}} = 7.93\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

7、解：

$$\frac{6.02 \times 10^{23}\text{mol}^{-1} \times 130 \times 74.8 \times 30.9 \times 10^{-30}\text{m}^3}{6}$$

$$= 39.6\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$= 3.96 \times 10^4\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$



8、解：

Zn 原子取代了铜晶胞中顶点的 Cu 原子时，晶胞中有 1 个 Zn 原子、3 个 Cu 原子。

$$\text{晶胞的质量 } m = \frac{(3 \times 63.55 + 1 \times 65.41)g}{6.02 \times 10^{23}} = 4.25 \times 10^{-22} g$$

Zn 在黄铜中的质量分数

$$\varpi(\text{Zn}) = \frac{(1 \times 65.41)g}{(3 \times 63.55 + 1 \times 65.41)g} \times 100\% = 25.5\%$$

9、解：

$$3a^2 = [2r(\text{Cs}^+) + 2r(\text{I}^-)]^2$$

$$a = \frac{2[r(\text{Cs}^+) + r(\text{I}^-)]}{\sqrt{3}} = 460 \text{ pm}$$

$$\rho = \frac{(133 + 127)g \cdot mol^{-1} / (6.02 \times 10^{23} mol^{-1})}{(4.60 \times 10^{-8} cm)^3} = 4.44 g \cdot cm^{-3}$$

10、解：

(1) Fe³⁺的极化能力比 Fe²⁺强，FeCl₃有明显的共价成分，故熔点显著下降。

(2) MgO 和 BaO 皆为 NaCl 晶体，正负离子电荷相同；但 Ba²⁺半径比 Mg²⁺大，MgO 的晶格能大，故其熔点高。



第十四章参考答案

1、解： B

本题考察配位化合物的构成。

A.一般认为配合物的内界和外界之间主要以离子键相结合;A 不符合题意。

B. 中心原子与配体化合时，中心原子提供杂化过的空轨道，配体提供孤对电子而形成配位键。B 符合题意。

C. 中心原子可以是阳离子，也可以是中性原子：例如 NiCO_4 ; C 不



符合题意。

D. 因此螯合物中内界和外界之间是可以存在离子键的。D 不符合题意。

2、解：C

本题考察配位化合物的命名法。

根据配体命名顺序：先无机后有机、先阴离子后中性分子、同类配体根据配位原子在字母表中的先后顺序进行命名。

对于 C 中的配合物而言： NO_2^- 以 N 原子为配位原子时，命名为硝基，带一个负电荷，氯离子也是阴离子，同类配体根据配位原子在字母表中的先后顺序 Cl^- 离子在前， NO_2^- 离子在后，因此该配合物应该命名为“三氯·三硝基合钴(III)酸钾”。

3、解：A

本题考察配位化合物的配体类型。

根据题意，配离子具有正方形结构时，配位数为 4，形成四个配位键。具有八面体结构时，配位数为 6，形成 6 个配位键。

A. $\text{Co}(\text{NH}_3)_4 \text{CO}_3^+$ 配离子中有 4 个氨为配体，形成 4 个配位键。因此 CO_3^{2-} 离子必须是双齿配体，这样就形成了 4 个配位键。如果 CO_3^{2-} 离子是单齿配体，那么配离子的配位数为 5，这与题意不符。故 A 符合题意。



- B. $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{CO}_3^+$ 配离子中，已有 5 个氨作为配体，氨是单齿配体，形成 5 个配位键，因此该配离子中， CO_3^{2-} 离子只能是单齿配体，这样就形成了 6 个配位键。故 B 不符合题意。
- C. $\text{Pt}(\text{en})\text{NH}_3\text{CO}_3$ 配合物中，乙二胺(en)为双齿配体，形成 2 个配位键，氨为单齿配体，形成 1 个配位键。因此 CO_3^{2-} 离子只能是单齿配体，这样就形成了 4 个配位键。故 C 不符合题意。
- D. $\text{Pt}(\text{en})_2\text{NH}_3\text{CO}_3^{2+}$ 配离子中，乙二胺(en)为双齿配体，2 个 en 形成 4 个配位键，氨为单齿配体，形成 1 个配位键，因此 CO_3^{2-} 离子只能是单齿配体，这样就形成了 6 个配位键。故 D 不符合题意。

4、解：D

本题考察配位化合物中心原子的杂化轨道与配合物类型。

$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 配离子的中心原子为 Co^{3+} ，已知 Co^{3+} 的价层电子排布式为 3d^6 ，有 4 个单电子。根据题意， $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+}$ 配离子的 $\mu = 0$ ，可见中心原子 Co^{3+} 的价电子全部成对了，因此配离子中未成对电子数为 0。同时可以看到形成配离子后中心原子价电子的单电子与自由离子相比大大减少，说明在形成配离子时中心原子的价层电子发生重排，可以空出 2 个内层 d 轨道参与杂化，因此中心原子 Co^{3+} 发生了 d^2sp^3 杂化，形成了内轨型的配合物。

5、解：B



本题考察配位化合物的组成。

根据配合物的组成，一般认为，内界和外界之间的作用是离子键。

在水溶液中可以完全解离，表现出强电解质的性质。而内界的中心原子和配体之间形成配位键，在水溶液中难以解离，表现出弱电解质的性质。

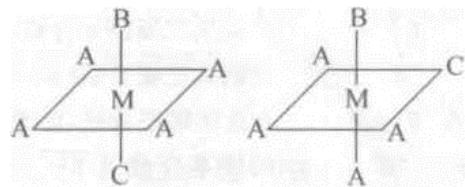
那么题中四个选项中，A、C、D 三个配合物都是既有内界又有外界，因此在水溶液中内界和外界之间可以完全解离，解离度大，但是 B 中的配合物只有内界，中心原子与配体之间难以解离，因此就表现出弱电解质的性质，解离度小。

6、解：

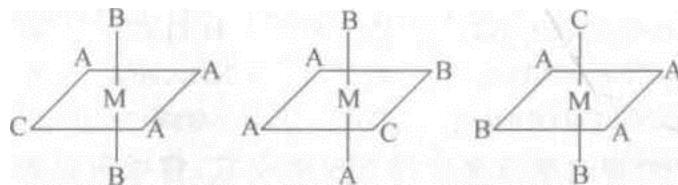
- (1) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$;
- (2) $\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{SCN})_4(\text{NH}_3)_2]$;
- (3) $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6][\text{PtCl}_4]$;
- (4) $[\text{CrCl}(\text{NH}_3)(\text{en})_2]\text{SO}_4$;
- (5) $[\text{FeCl}_2(\text{ox})(\text{en})]^-$.

7、解：

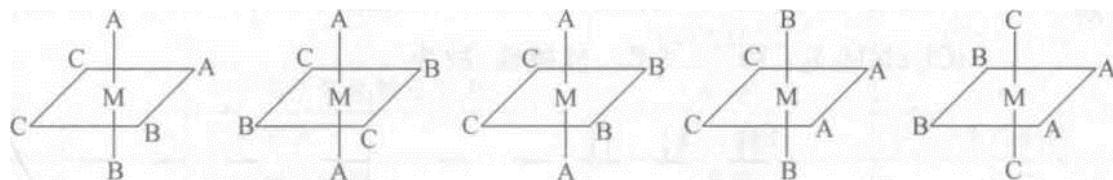
- (1) MA_4BC (2) $\text{MA}_3\text{B}_2\text{C}$ (3) $\text{MA}_2\text{B}_2\text{C}_2$ (4) MA_2BC (四面体形) (5) MA_2BC (平面四方形)
- (1) MA_4BC 有两种异构体。



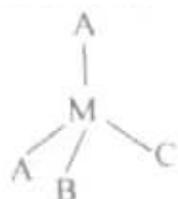
(2) MA_3B_2C 有三种异构体。



(3) $MA_2B_2C_2$ 有五种异构体。



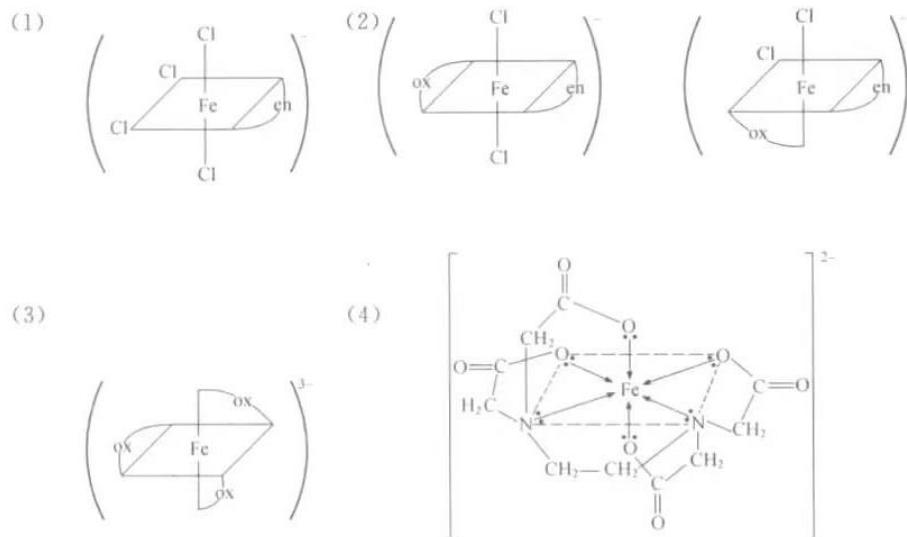
(3) MA_2BC (四面体形)无异构体。



(5) MA_2BC (平面四方形)有两种异构体。

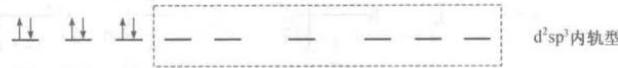


8、解：

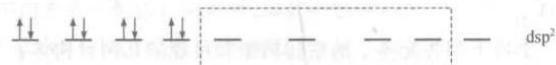


9、解：

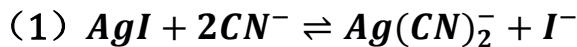
cis-PtCl₄(NH₃)₂: Pt⁴⁺ 5d⁶ 反磁性, 故为



cis-PtCl₂(NH₃)₂ } Pt²⁺ 5d⁸ 反磁性, 故为

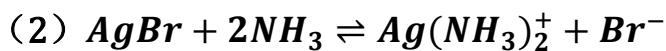


10、解：



$$K = \frac{[Ag(CN)_2^-]}{[CN^-]^2} \times \frac{[Ag^+]}{[Ag^+]} = K_{sp}(AgI) \times K_{\text{稳}}(Ag(CN)_2^-)$$

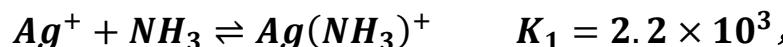
$$= 8.52 \times 10^{-17} \times 1.3 \times 10^{21} = 1.1 \times 10^5$$



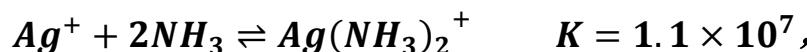


$$\begin{aligned}
 K &= \frac{[Ag(NH_3)_2^+][Br^-]}{[NH_3]^2} = K_{sp}(AgBr) \times K_{\text{稳}}(Ag(NH_3)_2^+) \\
 &= 5.35 \times 10^{-13} \times 1.1 \times 10^7 = 5.9 \times 10^{-6} \\
 Ag(NH_3)_2^+ + Br^- + 2H^+ &\rightleftharpoons AgBr \downarrow + 2NH_4^+ \\
 K &= \frac{[NH_4^+]^2}{[Ag(NH_3)_2^+][Br^-][H^+]^2} \times \frac{[Ag^+]}{[Ag^+]} \times \frac{[NH_3]^2}{[NH_3]^2} \\
 &= \frac{1}{K_{sp}(AgBr) \times K_{\text{稳}}(Ag(NH_3)_2^+) \times K^2(NH_4^+)} \\
 &= \frac{(1.8 \times 10^{-5})^2}{5.35 \times 10^{-13} \times 1.1 \times 10^7 \times (1.0 \times 10^{-14})^2} \\
 &= 5.5 \times 10^{23}
 \end{aligned}$$

11、解：



$$\frac{[Ag^+][NH_3]}{[Ag(NH_3)^+]} = \frac{1}{2.2 \times 10^3}$$



$$\frac{[Ag^+][NH_3]^2}{[Ag(NH_3)^+]} = \frac{1}{1.1 \times 10^7}$$

$$[Ag^+][Ag(NH_3)^+][Ag(NH_3)_2^+] = 1:2.2 \times 10^3:1.1 \times 10^7$$

上述计算结果说明，当 $NH_3 \cdot H_2O$ 过量时，溶液中的主要物种是





第十五章参考答案

1、解：D

本题考察 p 区氧化物的酸性。

一般认为，成酸元素的化合价越高其本酸性越强，故氯呈最高正价的 HClO_4 的酸性最强。

2、解：C

本题考察 p 区氧化物的性质。

H_3PO_2 是一元酸，P 的价态越高，氧化性越强，还原性越弱，所以 H_3PO_2 还原性最强。

3、解：D

本题考察金属元素的相关性质。

铜材的组成为 $\text{Cu}(\text{OH})_2\text{CuCO}_3$ 。

4、解：D

本题考察元素与化学生活。

维生素 B12 的中心金属离子是 Co(III)。

5、解：A

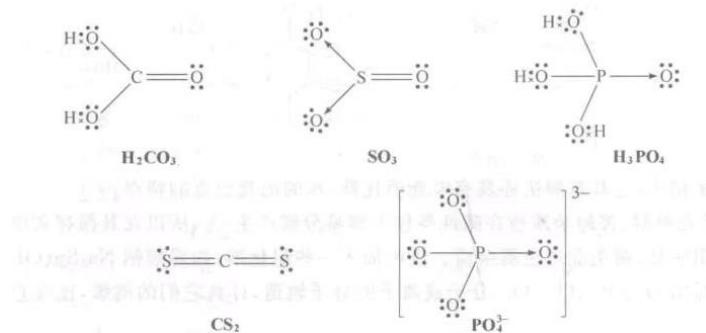


碱土金属的氢氧化物的溶解度自上而下逐渐增加，而碱土金属的铬酸盐的溶解度自上而下逐渐降低。

6、解：

由 $MgCO_3$ 和盐酸反应，经蒸发、结晶、分离制得 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ；再由 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 在 HCl 气氛下加热脱水制得 $MgCl_2$ 。 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 与 NH_4Cl 混合，加热脱水亦可制得 $MgCl_2$ 。直接加热 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ，因 $MgCl_2$ 水解而不能得到无水 $MgCl_2$ 。

7、解：



8、解：

如把含有 NO_2 和 NO (NO 少、 NO_2 多的情况)的废气通入碱液，由上述碱性介质中的元素电势图可以看出： NO_2 可以歧化为 NO_2^- 和 NO_3^- ，它们可溶于碱液，而 NO_2 还可以和 NO 反应生成 NO_2^- ，达到去除有害气体 NO_2 和 NO 的目的。



9、解：

由电势图，得

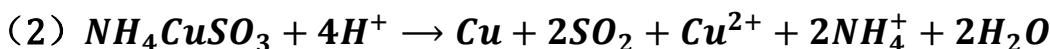
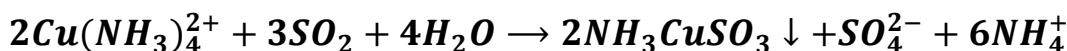
$$E^\theta = \left(\frac{In^{3+}}{In} \right) = \frac{(-0.444 \times 2 - 0.126)V}{3} = -0.338V$$

$$\text{又有 } E^\theta = \left(\frac{In(OH)_3}{In} \right) = -0.99V = E^\theta = \left(\frac{In^{3+}}{In} \right) - \frac{0.0592V}{3} \times \lg \frac{1}{K_{sp}}$$

$$\text{解得 } K_{sp} = 8 \times 10^{-34}$$

10、解：

(1) 当 SO_2 通入 $Cu(NH_3)_4^{2+}$ 的水溶液后，将有 SO_3^{2-} 生成，并且可以将 Cu(II) 还原为 Cu(I)，Cu(I) 为反磁性。三角锥体原子团可能是 NH_3 或 SO_3^{2-} ，在微酸性条件下， NH_3 已变成 NH_4^+ ，所以三角锥体为 SO_3^{2-} ，四面体原子团则是 NH_4^+ 。又知，Cu : N : S = 1 : 1 : 1。综上所述，Q 的化学式为 NH_4CuSO_3 ，生成 Q 的化学方程式为

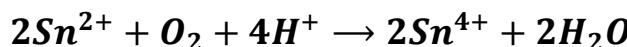


由上可知：A 为 Cu，B 为 SO_2 ，C 为 $CuSO_4$ 和 $(NH_4)_2SO_4$ 。

11、解：

加盐酸是为了防止 Sn^{2+} 水解，加锡粒是因为一旦 Sn^{2+} 被空气中的 O_2 氧化成 Sn^{4+} ，则 Sn 就可以和 Sn^{4+} 反应，都变成 Sn^{2+} 。

久置空气中的 $SnCl_2$ 溶液由于发生下述反应，使酸度逐渐降低：





第十六章参考答案

1、解：A

煤、石油、天然气属于化石燃料，是不可再生能源，潮汐能是新能源，A 正确。

2、解：C

在四种材料中，只有尼龙绳是有机合成材料。

3、解：C

- A. 大力发展公共交通，可以减少汽车尾气对环境污染。
- B. 使用可降解塑料，可减少白色污染对环境的危害。
- C. 石油的加速开采与运用，会加剧环境污染，不符合绿色化学理念。
- D. 化肥、农药的合理使用，可以防止水污染。

4、解：C



- A. 棉花灼烧有烧纸的气味，羊毛灼烧有烧焦羽毛的气味，可以用灼烧的方法鉴别。
- B. 硝酸铵溶于水吸热温度降低，氢氧化钠溶于水放热温度升高，氯化钠溶于水温度不变，可以使用水鉴别。
- C. 测定溶液的 pH 时，pH 试纸不能用水润湿，错误。
- D. 氯化钙易溶于水，而碳酸钙不溶于水，故可以按溶解、过滤、蒸发等操作顺序分离 CaCl_2 、 CaCO_3 固体物，正确。

5、解：D

亚硝胺是致癌物质。

6、解：√

酶是一种具有催化功能的特殊的蛋白质。

7、解：×

叶绿素是由 Mg^{2+} 和卟啉形成的配合物。