

化学参考答案

双向细目表

注：															
1. 能力要求：															
I. 理解与辨析能力 II. 分析与推测能力 III. 归纳与论证能力 IV. 探究与创新能力															
2. 核心素养：															
①宏观辨识与微观探析 ②变化观念与平衡思想 ③证据推理与模型认知 ④科学探究与创新意识 ⑤科学态度与社会责任															
题号	题型	分值	知识点(主题内容)	能力要求				核心素养					预估难度		
				I	II	III	IV	①	②	③	④	⑤	档次	系数	
1	选择题	3	材料及材料的应用	√				√						简单题	0.9
2	选择题	3	化学与生活	√				√		√				简单题	0.9
3	选择题	3	化学用语	√	√			√						简单题	0.9
4	选择题	3	有机化合物的基本性质		√					√				简单题	0.8
5	选择题	3	化学实验基础		√					√	√			中档题	0.7
6	选择题	3	物质结构和性质		√			√		√				简单题	0.8
7	选择题	3	化学或离子方程式的正误判断		√				√					中档题	0.7
8	选择题	3	元素推断		√			√	√					中档题	0.75
9	选择题	3	简单的有机合成		√					√				中档题	0.65
10	选择题	3	化学事实			√						√		中档题	0.6
11	选择题	3	化学反应机理			√			√	√				中档题	0.6
12	选择题	3	物质结构与性质		√				√	√				中档题	0.6
13	选择题	3	微化工流程			√		√		√				中档题	0.6
14	选择题	3	电化学			√				√				中难题	0.6
15	选择题	3	水溶液中的离子反应与平衡			√				√				难题	0.5
16	非选择题	13	化学实验综合				√					√		中档题	0.6
17	非选择题	15	化工流程			√		√	√				√	难题	0.5
18	非选择题	14	化学反应原理综合				√		√	√	√			难题	0.5
19	非选择题	13	有机推断与有机合成				√	√		√	√			中档题	0.6
预估整卷难度系数															0.67

答案及解析

1.【参考答案】A

【命题立意】材料及材料应用

【考点分析】无机非金属材料、有机高分子材料

【解题思路】A. 大理石的主要成分为碳酸钙，碳酸钙不属于硅酸盐，A 错误；

B. 黏土高温烧制过程中有新物质生成，属于化学变化，B 正确；

C. 朱砂的化学性质稳定，耐酸碱、不易被氧气氧化，古代常用作长效红色颜料，C 正确；

D. 纤维素属于天然高分子材料，D 正确。

2.【参考答案】B

【命题立意】化学与生活

【考点分析】聚合物、反应调控、萃取、食品添加剂

【解题思路】A. $\text{HO}-\left[\text{C}(\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{O})-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O}\right]_n\text{H}$ 属于高分子聚酯化合物，合成该化合物的单体为 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，A 正确；

B. 合成氨是用铁触媒作催化剂，在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 、 $20\sim 50\text{ MPa}$ 下进行，此温度下催化剂的活性最高，并非为了提高平衡转化率，B 错误；

C. 药酒炮制就是将药材中的药用成分萃取至酒中，C 正确；

D. 食盐中的碘酸钾属于营养强化剂，见必修第二册教材 P113，D 正确。


3.【参考答案】D

【命题立意】化学用语与图示

【考点分析】结构简式、 σ 键的形成、价层电子对互斥理论

【解题思路】A. CO_2 中 2 个 O 原子分别与 C 原子形成两对共用电子对，其电子式为 $\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}$ ，A 错误；

B. SO_3 中中心 S 原子的价层电子对数 = σ 键数 + 孤电子对数 = $3 + \frac{6 - 2 \times 3}{2} = 3$ ，因此其价层电子对互斥模型为平面三角形，B 错误；

C. Br_2 所含化学键是 p-p σ 键，其电子云轮廓图为 ，C 错误。

4.【参考答案】C

【命题立意】有机分子结构与性质

【考点分析】官能团性质、分子空间构型、反应类型及鉴别方法

【解题思路】A. 由图可知，1 个绿原酸分子的六元环上有四个手性碳原子，则 1 mol 绿原酸中含有 4 mol 手性碳原子，A 错误；

B. 绿原酸分子中含有两个酚羟基、一个羧基、一个酯基，酯基水解后的羟基为普通羟基，所以 1 mol 绿原酸最多消耗 4 mol NaOH，B 错误；

C. 绿原酸分子中含有羧基和多个羟基，这些基团可以与其他分子形成分子间氢键，C 正确；

D. 1 mol 原酸分子中苯环上酚羟基的邻、对位可以与溴水发生取代反应消耗 3 mol 溴水，碳碳双键与溴

水发生加成反应消耗 1 mol 溴水,共消耗 4 mol 溴水,D 错误。

5.【参考答案】A

【命题立意】化学实验综合

【考点分析】实验操作规范、化学反应原理、装置合理性、物质性质应用

【解题思路】A. Cu 与稀硝酸反应生成 NO,装置中 U 形管中左管生成的 NO 会将溶液压向右管,NO 留在左管,隔绝了空气,避免 NO 被 O₂ 氧化,能达到实验目的,A 正确;

B. 牺牲阳极法保护铁时,若 Fe 被腐蚀会生成 Fe²⁺,KSCN 溶液只能检验 Fe³⁺,无法检验 Fe²⁺,不能验证铁是否被保护,不能达到实验目的,B 错误;

C. 灼烧海带应该在坩埚中进行,坩埚需要放在泥三角上而不是陶土网上,不能达到实验目的,C 错误;

D. 乙醇在浓硫酸催化下需严格控制温度在 170 °C 才能主要生成乙烯,若温度偏低(如 140 °C)则生成乙醚,若温度偏高则碳化或产生 SO₂,装置中无温度计,无法确保反应温度,副产物干扰严重,即使后续用 NaOH 除 SO₂,也无法保证检测的是目标产物乙烯,D 错误。

6.【参考答案】B

【命题立意】物质结构和性质

【考点分析】分子空间构型、性质

【解题思路】A. NaCl 的熔点高于 AlCl₃,主要原因是 NaCl 属于离子晶体,AlCl₃ 属于分子晶体,一般离子晶体的熔点高于分子晶体,A 正确;

B. [Cu(NH₃)₄]SO₄ 是离子化合物,水的极性强于乙醇,根据相似相溶原理,该物质在极性更大的水中的溶解度更高,B 错误;

C. NF₃ 和 NH₃ 的中心 N 原子均为 sp³ 杂化,均含有 1 对孤电子对,F 的电负性大于 H,NF₃ 中成键电子对更偏向 F,成键电子对之间的排斥力更小,因此键角:NF₃<NH₃,C 正确;

D. SiH₄ 是正四面体结构,BF₃ 是平面三角形结构,二者正负电荷中心重合,是由极性键构成的非极性分子,D 正确。

7.【参考答案】C

【命题立意】化学或离子方程式的书写正误判断

【考点分析】氧化还原反应、常见气体的制备、盐类水解的应用、沉淀溶解平衡的应用

【解题思路】A. 将少量乙烯通入酸性 KMnO₄ 溶液,氧化产物为 CO₂,离子方程式为 5CH₂=CH₂+12MnO₄⁻+36H⁺—12Mn²⁺+10CO₂↑+28H₂O,A 错误;

B. 该反应是实验室制备氨气的原理,工业制氨气是 N₂ 和 H₂ 在高温高压、催化剂条件下合成氨,其化学方程式为 N₂+3H₂ $\xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}}$ 2NH₃,B 错误;

C. 含氟牙膏可以防治龋齿是利用沉淀转化,形成更难溶的沉淀保护牙齿,该离子方程式书写正确,C 正确;

D. 泡沫灭火器的原料为硫酸铝和碳酸氢钠,使用时发生 Al³⁺ 与 HCO₃⁻ 的双水解反应,离子方程式为 Al³⁺+3HCO₃⁻—Al(OH)₃↓+3CO₂↑,D 错误。

8.【参考答案】A

【命题立意】元素周期律、物质结构

【考点分析】元素推断、微粒半径比较、电离能比较、杂化方式判断、氢化物的沸点

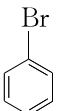

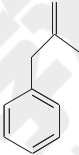
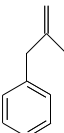


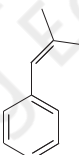
【解题思路】W、X、Y、Z、Q 是核电荷数依次增大的短周期主族元素，W 形成 1 个共价键且原子序数最小，W 为 H 元素，X 形成 4 个共价键，核电荷数大于 H，且小于其他三种元素，X 为 C 元素，Y 形成 2 个共价键，核电荷数大于 C，Y 为 O 元素，W、Y 原子序数之和等于 Z 的原子序数，Z 为 F 元素，基态 Y 原子的价层电子数为基态 Q 原子价层电子数的 2 倍，Q 为 Al 元素。

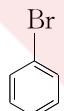

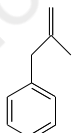
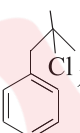
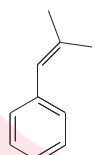
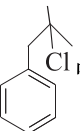
- A. 核外电子排布相同的离子中阴离子半径大于阳离子半径，质子数越大，离子半径越小，故离子半径： $O^{2-} > F^{-} > Al^{3+}$ ，A 错误；
 B. 该阴离子中，X、Y、Q 三种元素的杂化方式均为 sp^3 杂化，B 正确；
 C. 同周期元素从左到右第一电离能呈增大的趋势（II A 和 V A 反常），第一电离能： $F > O > C$ ，C 正确；
 D. H_2O 、HF 含有分子间氢键，沸点高于 CH_4 ，而 H_2O 分子间氢键的数目比 HF 多，故 H_2O 的沸点比 HF 高，D 正确。

9. 【参考答案】B

【命题立意】有机物的结构和性质

【考点分析】简单有机合成、有机物共线共面、基本有机反应类型

【解题思路】反应①为  与  在一定条件下发生取代反应生成  和 HBr；反应②为  和 HCl 发生加成反应生成 ；反应③为  发生消去反应生成 。

- A. 反应①为  与  在一定条件下发生取代反应生成  和 HBr，A 正确；
 B. 反应③为  发生消去反应生成 ，故试剂 X 为 NaOH 的醇溶液，B 错误；
 C. 根据苯分子和乙烯分子的平面结构可知，有机物 II 中所有碳原子可能共平面，C 正确；
 D. 消去反应消去的是氯原子和 β 碳原子上的 H， 中有两种 β 碳原子，D 正确。

10. 【参考答案】B

【命题立意】化学与可持续发展

【考点分析】食品添加剂、化肥的合理施用、常见化学现象的解释。

【解题思路】A、B 详见必修第二册教材第八章：化学与可持续发展，A 错误、B 正确；

C. 白糖熬制成焦糖汁的过程中蔗糖发生焦糖化反应，分解生成醛、酮类等有色物质，并未发生充分碳化，若充分碳化会生成黑色碳单质，与焦糖的性质不符，C 错误；

D. 铁制品发蓝处理是通过化学反应在铁表面生成致密的四氧化三铁氧化物保护膜，与铁原子核外电

子跃迁无关,核外电子跃迁通常对应焰色反应等现象,D错误。

11.【参考答案】C

【命题立意】反应历程

【考点分析】极性键、非极性键、活化能对速率的影响、热化学方程式的书写

【解题思路】A. 催化剂能改变反应速率,但是不改变反应的焓变,A 错误;

B. 过渡态物质的总能量与反应物总能量的差值为活化能,决定总反应速率的是慢反应,活化能越大反应越慢,据图可知反应的决速步骤为Ⅱ→Ⅲ,B 错误;


C. 由图可知,总反应为 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$,则涉及 H—H 键的断裂和 C—H、O—H 键的生成,C 正确;

D. 由图可知,生成物的能量低于反应物的能量,该反应为放热反应,1 个 CO 分子合成甲醇放热 1.0 eV,则该反应的热化学方程式为 $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H = -1.0 \times 6.02 \times 10^{23} \text{ eV} \cdot \text{mol}^{-1}$,D 错误。

12.【参考答案】D

【命题立意】晶体结构与性质

【考点分析】晶体的结构特点、配位数、有关晶体的计算

【解题思路】A. 晶胞掺杂过程中同种电荷的离子进行替换,则区域 A  中的离子为 Cl^- ,整个晶胞中的负电荷减少,区域 A 带正电,A 错误;

B. 区域 B 中 Zn^{2+} 被 Cu^+ 代替,B 错误;

C. ZnS 晶体中 S^{2-} 的配位数为 4,C 错误;

D. 晶胞中 Zn^{2+} 的个数为 4 个, S^{2-} 的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个,离子的总体积为 $(4 \times \frac{4}{3} \pi a^3 + 4 \times \frac{4}{3} \pi b^3) \text{ pm}^3 = \frac{16\pi(a^3 + b^3)}{3} \text{ pm}^3$,晶胞的体积为 $c^3 \text{ pm}^3$,则 ZnS 晶体的空间利用率为 $\frac{16\pi(a^3 + b^3)}{3c^3} \times 100\%$,D 正确。

13.【参考答案】B

【命题立意】工艺流程片段

【考点分析】本题考查化学工艺流程,涉及化学方程式的书写、流程中组分的分析、试剂的作用

【解题思路】根据已知①“碱浸”时 NaOH 与分铜液净化渣反应,使 Te、As 的化合物溶解,生成可溶的 Na_2TeO_3 和 Na_3AsO_4 ,Cu、Sb 因生成难溶物而留在浸渣中;根据已知②浸渣“酸浸”时含锑化合物生成 $\text{Sb}_2\text{O}(\text{SO}_4)_4$ 沉淀,此时 Sb 为 +5 价,加入 HCl 和 SO_2 的“氯盐酸浸”步骤中, SO_2 作还原剂,将 +5 价 Sb 还原为 Sb^{3+} ,生成可溶的 SbCl_3 ,加水后 SbCl_3 在水中发生水解,生成 SbOCl 沉淀同时释放 HCl;碱浸液 b 中含 Na_2TeO_3 和 Na_3AsO_4 ,其中 Na_2TeO_3 在酸性条件下转化为 H_2TeO_3 ,随后分解为 TeO_2 。

A. “氯盐酸浸”中,HCl 的作用是提供酸性环境和 Cl^- ,还原剂为 SO_2 ,A 错误;

B. 水解反应为 $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SbOCl} \downarrow + 2\text{HCl}$,该方程式原子守恒,产物符合实际(SbOCl 为沉淀),B 正确;

C. H_3AsO_4 的电离常数 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \times c(\text{HAsO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)} = 1.0 \times 10^{-7}$,已知滤液 c 的 $\text{pH} = 4$,则 $c(\text{H}^+) =$

$10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 代入 K_{a2} 得 $\frac{c(\text{HAsO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)} = 10^{-3}$, 则滤液 c 中 $c(\text{HAsO}_4^{2-}) < c(\text{H}_2\text{AsO}_4^-)$, As 元素主要存在形式不是 HAsO_4^{2-} , C 错误;

D. TeO_2 可用作电子元件, 其熔点较高, 而 SO_2 常温下为气体, 熔点低, D 错误。

14. 【参考答案】C

【命题立意】电化学基础

【考点分析】本题考查电化学基础原理在钠离子电池充电过程中的应用, 包括离子迁移方向判断、电极(阴极/阳极)识别与质量变化分析、电极反应式的书写, 以及基于电子转移数与摩尔质量计算的电极质量差。

【解题思路】由图可知, III室通入氧气, 则电极 B 为电池的正极, 正极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$; 电极 A 为电池的负极, 负极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 24\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$ 。

A. 在原电池中, 阴离子向负极移动, 阳离子向正极移动, 因此, 离子交换膜 I 是阴离子交换膜, 离子交换膜 II 是阳离子交换膜, A 错误;

B. 电极 A 为负极, 发生氧化反应, 葡萄糖应失去电子, 负极反应式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 - 24\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 6\text{CO}_2 \uparrow + 24\text{H}^+$, B 错误;

C. 脱去 2 mol NaCl 时, 电路中转移 2 mol 电子, 有 2 mol Cl^- 进入 I 室, 同时 I 室生成 0.5 mol CO_2 逸出, 故 I 室溶液的质量增加 $2 \text{ mol} \times 35.5 \text{ g/mol} - 0.5 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 49 \text{ g}$, C 正确;

D. 放电过程中, II 室中的 Na^+ 通过离子交换膜 II 向正极(III室)移动, Cl^- 通过离子交换膜 I 向负极(I室)移动, 导致 NaCl 的浓度逐渐减小, 但由于离子交换膜 I 是阴离子交换膜, 只允许阴离子(如 Cl^-)通过, I 室产生的 H^+ 无法进入 II 室, 因此 II 室中 H^+ 的浓度不会增大, pH 也不会减小, D 错误。

15. 【参考答案】B

【命题立意】溶液中的离子平衡的图象综合

【考点分析】沉淀溶解平衡、多元弱酸的电离平衡

【解题思路】增大 $c(\text{Ca}^{2+})$, 使 $\text{CaM} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{M}$ 的平衡逆向进行, $c(\text{H}^+)$ 增大, pH 减小, 故曲线 II 代表 $\lg[c(\text{Ca}^{2+})]$ 与 pH 的变化关系; 因为 H_2M 为二元酸, 发生分步电离 $\text{H}_2\text{M} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HM}^-$, $\text{HM}^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{M}^{2-}$, 随着酸性减弱, H_2M 的含量逐渐减小, 而 HM^- 的含量先增大后减小, M^{2-} 的含量逐渐升高, 故曲线 I 代表 $\delta(\text{H}_2\text{M})$ 与 pH 的变化关系, 曲线 III 代表 $\delta(\text{HM}^-)$ 与 pH 的变化关系, 曲线 IV 代表 $\delta(\text{M}^{2-})$ 与 pH 的变化关系, 同时由图可知, 当 $\text{pH} = 1.27$ 时, 有 $c(\text{H}_2\text{M}) = c(\text{HM}^-)$,

可得 $K_{a1}(\text{H}_2\text{M}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HM}^-)}{c(\text{H}_2\text{M})} = c(\text{H}^+) = 10^{-1.27}$; 当 $\text{pH} = 4.27$ 时, 有 $c(\text{M}^{2-}) = c(\text{HM}^-)$, 可得

$K_{a2}(\text{H}_2\text{M}) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{M}^{2-})}{c(\text{HM}^-)} = c(\text{H}^+) = 10^{-4.27}$ 。

A. 由分析可知, 曲线 I 代表 $\delta(\text{H}_2\text{M})$ 与 pH 的变化关系, A 错误;

B. 该反应的平衡常数 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{M}) \cdot c(\text{Ca}^{2+})}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{M}^{2-})}{\frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HM}^-)}{c(\text{H}_2\text{M})} \cdot \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{M}^{2-})}{c(\text{HM}^-)}} =$

$\frac{K_{sp}(\text{CaM})}{K_{a1}(\text{H}_2\text{M}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{M})} = \frac{10^{-8.63}}{10^{-1.27} \times 10^{-4.27}} = 10^{-3.09}$, B 正确;

C. 溶液中存在电荷守恒: $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{HM}^-) + 2c(\text{M}^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{酸根离子})$ (酸根离子为加入酸的阴离子), 同时 $\text{pH} = 4.27$ 存在 $c(\text{HM}^-) = c(\text{M}^{2-})$, 故有 $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Ca}^{2+}) > 3c(\text{M}^{2-}) +$

$c(\text{OH}^-)$, C 错误;

D. pH=6 时, M^{2-} 和 HM^- 的分布系数之比 $\frac{\delta(\text{M}^{2-})}{\delta(\text{HM}^-)} = \frac{c(\text{M}^{2-})}{c(\text{HM}^-)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{M})}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-4.27}}{10^{-6}} = 10^{1.73} > \frac{10}{1}$, D 错误。

16. (13 分)【参考答案】

- (1) 恒压滴液漏斗(1 分) b(1 分)
- (2) 液封作用, 防止空气进入反应装置与产物发生反应(2 分)
- (3) 激发(1 分) 基(答“较低能级激发”也给分)(1 分)
- (4) ①防止暴沸(1 分) ②bdca(2 分)
- (5) THF 易挥发、易燃(2 分)
- (6) 80.84(2 分)

【命题立意】物质制备与组成测定实验

【考点分析】本题考查实验仪器名称、实验操作规范、实验定量计算

【解题思路】(1) 装置 B 的名称是恒压滴液漏斗; 冷凝水下进上出, 所以从 b 口通入。

(2) 由已知信息③可知, NaCp_3 易被氧化, 易发生水解反应, 故装置 A 的作用为液封隔绝空气, 防止空气中的氧气和水蒸气进入反应装置, 避免产物被氧化、水解。

(3) 有荧光特性的稀土金属茂化合物在紫外光的照射下, 电子从基态被激发至激发态, 当激发态跃迁回基态或较低能级激发态时, 能量以光的形式释放, 产生荧光。

(4) ①进行减压蒸馏时, 磁子的作用除搅拌使混合物均匀受热外, 还可以防止液体暴沸。

②减压蒸馏结束后, 先关闭控温磁力搅拌器、冷却至室温, 再停止通冷凝水, 之后缓慢打开双通旋塞平衡气压, 最后关闭真空泵, 防止真空泵中的液体倒吸, 故顺序为 b→d→c→a。

(5) THF(四氢呋喃)是易挥发的易燃有机物, 遇明火会燃烧, 引发安全事故, 所以不能使用明火加热。

(6) 根据反应 $3\text{NaCp} + \text{LaCl}_3 \xrightarrow[76\text{ }^\circ\text{C, 回流 3 h}]{\text{THF}} \text{LaCp}_3 + 3\text{NaCl}$, 0.02 mol LaCl_3 完全反应时消耗 0.06 mol NaCp (NaCp 过量), 生成 0.02 mol LaCp_3 , 产物的理论质量 $m = 0.02 \text{ mol} \times 334 \text{ g/mol} = 6.68 \text{ g}$, 则产率为 $\frac{5.40 \text{ g}}{6.68 \text{ g}} \times 100\% \approx 80.84\%$ 。

17. (15 分)【参考答案】

- (1) C(1 分)
- (2) pH 过低平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 正向移动, $c(\text{CrO}_4^{2-})$ 减小不利于沉钡、铅(2 分)
 $8\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ (2 分)
- (3) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (2 分) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随着温度的升高而降低, 煮沸并趁热过滤有利于除尽溶液中的 Ca^{2+} (2 分)
- (4) pH 过高会使 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 溶解, 导致铬的去除率降低(2 分)
- (5) 1.9×10^5 (2 分)
- (6) 微量杂质 NH_4HCO_3 和 NH_4NO_3 均易分解(2 分)

【命题立意】工业碳酸锶制备高纯碳酸锶的工艺流程

【考点分析】流程中环节的设置目的、离子方程式的书写、流程中的组分分析、物质的溶解性的影响因素、沉淀溶解平衡的计算、元素守恒的计算

【解题思路】(1)分析可知,气体 A 为 CO_2 。

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 溶液中存在平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,若 pH 过低, H^+ 的浓度过大,平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 正向移动,更多的 CrO_4^{2-} 转化为 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$,导致 $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_4$ 的利用率降低;结合流程来看“还原”时草酸和铬酸根离子发生氧化还原反应,发生反应的离子方程式为 $8\text{H}^+ + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{CO}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$ 。

(3)分析可知,“滤渣 2”的主要成分为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$;“调 pH \approx 13”主要是使镁离子、钙离子沉淀,“调 pH \approx 13”后需对溶液进行煮沸并趁热过滤的原因为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的溶解度随着温度的升高而降低,煮沸并趁热过滤有利于除尽溶液中的 Ca^{2+} 。

(4) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物,pH 过大 $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 会溶解,导致铬的去除率降低,故用氨水和 NaOH 分步调节 pH,而不是直接调节溶液的 pH \approx 13。

(5) $\text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{SrCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-)} = \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{Sr}^{2+}) \cdot c^2(\text{HCO}_3^-)} \times \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)}{K_{\text{sp}}(\text{SrCO}_3) \cdot K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)} = \frac{4.7 \times 10^{-11}}{5.6 \times 10^{-10} \times 4.4 \times 10^{-7}} \approx 1.9 \times 10^5$ 。

(6)由于酸化阶段加入的硝酸根离子在流程中没有除去,加之系列操作前加入了铵根离子,故系列操作烘干过程中除蒸发水分外,还能够除去 SrCO_3 中的微量可溶性杂质,该杂质除 NH_4HCO_3 外还可能为 NH_4NO_3 , NH_4HCO_3 和 NH_4NO_3 均易分解,故将结晶过滤后,不经洗涤,直接以 200°C 热风烘干,便可得高纯 SrCO_3 。

18. (14 分)【参考答案】

(1) $-(2a+2b+c)$ (或 $-2a-2b-c$)(2 分) 低温(1 分)

(2)AD(2 分)

(3)x(1 分) 反应①为吸热反应,反应②为放热反应,温度低于 250°C 时,以反应②为主,随温度升高,平衡逆向移动, CO_2 的转化率降低;温度高于 250°C 时,以反应①为主,随温度升高,平衡正向移动, CO_2 的转化率升高(2 分)

(4)40%(2 分) $\frac{3}{1024}$ (2 分)

(5) $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

【命题立意】化学反应原理综合

【考点分析】盖斯定律、反应条件对化学反应速率和平衡的影响、平衡常数的计算。

【解题思路】(1)根据盖斯定律,该反应=反应③-2 \times 反应①+2 \times 反应②,则 $\Delta H = \Delta H_3 - \Delta H_1 \times 2 + \Delta H_2 \times 2 = [-c - (+2a) + (-2b)] \text{ kJ/mol} = [-(2a+2b+c)] \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;当 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$ 时,反应能自发进行,该反应的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S < 0$,则该反应在低温条件下能自发进行。

(2)A. 增大 CO_2 的浓度,反应①②的反应物的浓度增大,平衡正向移动,所以①②的正反应速率都增加,A 正确;B. 移去部分 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$,反应②的平衡向右移动,反应③的平衡向左移动,B 错误;C. 其他条件不变,增大压强反应②的平衡会发生移动,造成反应①③中物质的浓度发生改变,平衡移动,C 错误;D. 降低反应温度,所有平衡都会移动,同时会导致反应①②③的正、逆反应速率都减小,D 正确。

(3)反应①为吸热反应,反应②为放热反应,随着温度升高,反应②的平衡逆移,甲醇的含量降低,则 x 曲线是甲醇的选择性变化曲线,甲醇的选择性与 CO 的选择性之和为 1,且升温反应①的平衡正向移

动,导致 CO 的量增大,故 y 曲线代表 CO 的选择性,则 z 曲线表示二氧化碳的转化率;温度低于 250 °C 时,以反应②为主,随温度升高,平衡逆向移动,CO₂ 的转化率降低,温度高于 250 °C 时,以反应①为主,随温度升高,平衡正向移动,CO₂ 的转化率升高,因此二氧化碳的转化率随温度改变呈现 z 曲线的变化。

(4)250 °C 时,只发生反应①②,平衡体系共有 1 mol 甲醇,根据图象可知,S(甲醇)=S(CO)=50%,甲醇和 CO 的物质的量均为 1 mol,根据碳元素守恒,平衡时 $n(\text{CO}_2) = n(\text{总的碳元素}) - n(\text{甲醇}) - n(\text{CO}) = (5 - 1 - 1) \text{ mol} = 3 \text{ mol}$;根据氧元素守恒,平衡时 $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{总的氧原子}) - 2 \times n(\text{剩余 CO}_2) - n(\text{CH}_3\text{OH}) - n(\text{CO}) = (10 - 6 - 1 - 1) \text{ mol} = 2 \text{ mol}$,根据氢元素守恒,平衡时 $n(\text{H}_2) = [n(\text{总的氢原子}) - 4 \times n(\text{甲醇}) - 2 \times n(\text{水})] \div 2 = [(12 \times 2 - 4 \times 1 - 2 \times 2) \div 2] \text{ mol} = 8 \text{ mol}$,CO₂ 的平衡转化率 = $\frac{2 \text{ mol}}{5 \text{ mol}} = 40\%$;平衡时总的气体的物质的量 $n_{\text{总}} = 15 \text{ mol}$,反应②的 $K_p =$

$$\frac{\frac{2}{15} \times 10 \text{ MPa} \times \frac{1}{15} \times 10 \text{ MPa}}{\frac{3}{15} \times 10 \text{ MPa} \times \left(\frac{8}{15} \times 10 \text{ MPa}\right)^3} = \frac{3}{1024} (\text{MPa})^{-2}。$$

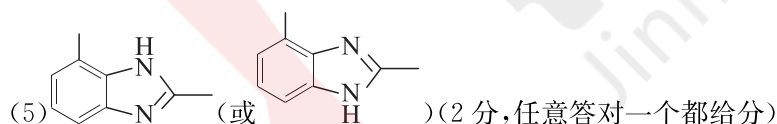
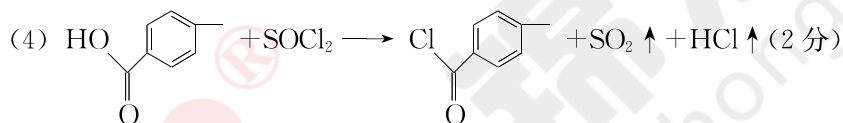
(5)电解质呈碱性,甲醇燃料电池的负极反应为 $\text{CH}_3\text{OH} - 6\text{e}^- + 8\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

19. (13 分)【参考答案】

(1)对二甲苯(1 分)

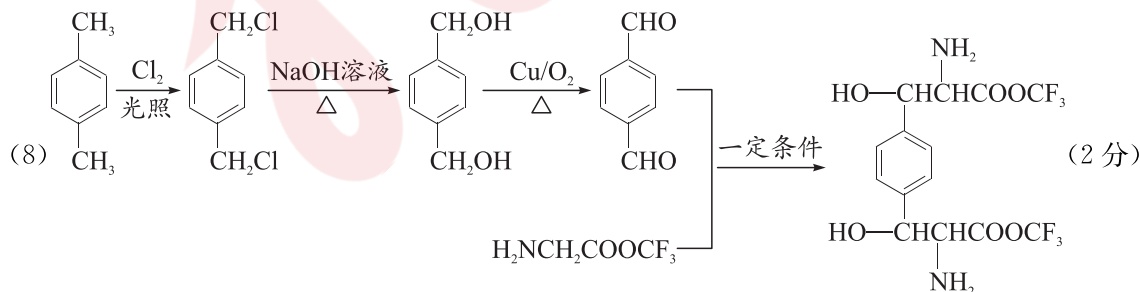
(2)酯基(1 分)

(3)取代反应(1 分)

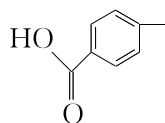


(6)①号 N 原子的孤电子对参与形成了 9 中心 10 电子的大 π 键,无空余孤电子对;②号 N 原子的孤电子对未参与大 π 键,存在空余孤电子对,因此易形成配位键(2 分)

(7)10(2 分)



【解题思路】A(对二甲苯)发生氧化反应生成 B,结合 B 的分子式可知,B 的结构简式为



;反应 ii 中,B 中羧基中的羟基被氯原子代替生成 C;反应 iii 中,C 中甲基上的 1 个氢

原子和氯原子均被溴原子取代生成 D,D 和 E 在一定条件下发生反应 iv 生成 F,F 和苯胺发生取代反

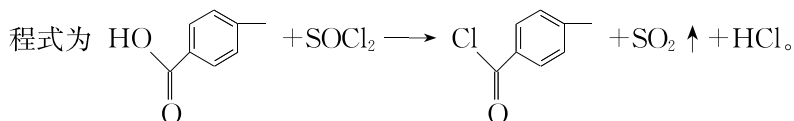
应生成 G, G 与肼发生反应 vi 合成 H。

(1) A 的习惯命名为对二甲苯。

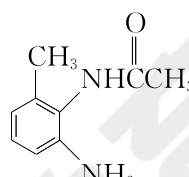
(2) 结合 E 的结构简式可知, E 中含氧官能团的名称为酯基。

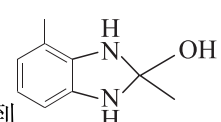
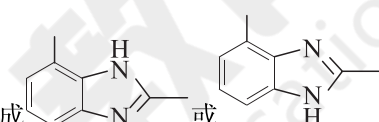
(3) F 和苯胺发生取代反应生成 G。

(4) 根据已知信息, 对甲基苯甲酸与 SOCl_2 反应生成对甲基苯甲酰氯, 副产物为 SO_2 和 HCl , 化学方



(5) 根据反应 iv 的原理, 溴原子和氨基发生取代反应, 邻位另一个氨基与酮羰基发生加成反应得到五

元环, 再发生羟基的消去反应得到碳氮双键, 根据此反应原理,  中氨基与酮羰基发生

加成反应关环得到 , 随后发生消去反应生成 。

(6) ①号 N 原子的孤电子对参与形成了 9 中心 10 电子的大 π 键, 无空余孤电子对; ②号 N 原子的孤电子对未参与大 π 键, 存在空余孤电子对, 因此易形成配位键。

(7) D 的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_6\text{Br}_2\text{O}$, 不饱和度为 5, 满足条件: 含苯环、能发生银镜反应则含醛基、醛基(唯一含氧官能团)仅连饱和碳原子(不直接连苯环); 分三种情况: ①苯环上只有 1 个取代基— CBr_2CHO , 共 1 种; ②苯环上有 2 个取代基(— Br 、— CHBrCHO), 有邻、间、对位 3 种情况; ③苯环上有 3 个取代基 2 个— Br 、1 个— CH_2CHO , 共 6 种; 合计 10 种。

(8) 先将对二甲苯的两个甲基氯代、水解得到二元醇, 再氧化得到对苯二甲醛, 再根据已知反应, 与两分子 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOCF}_3$ 反应得到目标产物, 合成路线为

