

2014 普通高等学校招生全国统一考试（四川卷）

理科综合能力测试化学试题卷

第 I 卷（选择题 共 42 分）

相对原子质量（原子量）：H—1 C—12 N—14 O—16 Na—23 S—32

一、选择题（本大题共 7 小题，每小题 6 分，共 42 分。在每小题给出的四个备选项中，只有一项符合题目要求）

1. 化学与生活密切相关。下列说法不正确的是

- A. 乙烯可作水果的催熟剂
- B. 硅胶可作袋装食品的干燥剂
- C. 福尔马林可作食品的保鲜剂
- D. 氢氧化铝可作胃酸的中和剂

【答案】C

【解析】A、乙烯是一种植物生长调节剂，可作水果的催熟剂，A 正确；B、硅胶多孔，吸收水分能力强，可作袋装食品的干燥剂，B 正确；C、福尔马林是甲醛的水溶液，甲醛有毒，不能作食品的保鲜剂，C 不正确；D、氢氧化铝属于两性氢氧化物能与酸反应，可作胃酸的中和剂，D 正确，答案选 C。

【命题意图】本题主要是考查化学与生活，侧重乙烯、硅胶、甲醛和氢氧化铝的性质与用途，意在提高学生关注化学在生活中的广泛应用，提高学生的科学素养。

2. 下列关于物质分类的说法正确的是

- A. 金刚石、白磷都属于单质
- B. 漂白粉、石英都属于纯净物
- C. 氯化铵、次氯酸都属于强电解质
- D. 葡萄糖、蛋白质都属于高分子化合物

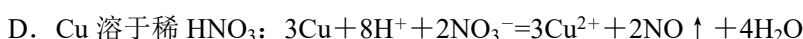
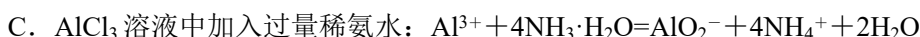
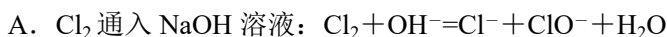
【答案】A

【解析】A、由一种元素组成的纯净物是单质，金刚石是碳元素形成的单质，白磷是磷元素形成的单质，A 正确；B、有一种物质组成的是纯净物，由不同种物质组成的是混合物。漂白粉是次氯酸钙和氯化钙组成的混合物，石英是二氧化硅，属于纯净物，B 不正确；C、学科网在溶液中或在熔融状态下完全电离出离子的化合物是强电解质，不能完全电离，存在电离平衡的是弱电解质。氯化铵是强电解质，次氯酸是弱电解质，C 不正确；D、蛋白质是高分子化合物，而葡萄糖是单糖，不是高分子化合物，D 不正

确，答案选 A。

【命题意图】本题主要是考查物质分类的有关判断，属于基础性试题的考查，题目难度不大，明确有关概念与含义以及判断依据是答题的关键，有利于巩固学生的基础，提高学生的应试能力。

3. 能正确表示下列反应的离子方程式是



【答案】D

【解析】判断离子方程式正确与否的方法一般是：(1) 检查反应能否发生。(2) 检查反应物、生成物是否正确。(3) 检查各物质拆分是否正确。(4) 检查是否符合守恒关系(如：质量守恒和电荷守恒等)。(5) 检查是否符合原化学方程式。A、没有配平，应该是 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，A 不正确；B、碳酸氢钠不能拆成 CO_3^{2-} ，正确的是 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，B 不正确；C、氢氧化铝不溶于弱碱氨水中，正确的是 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$ ，C 不正确；D、稀硝酸与铜反应生成硝酸铜、 NO 和水，离子方程式正确，答案选 D。

【命题意图】本题主要是考查离子方程式的正误判断，属于中等难度试题的考查，明确反应原理是答题的关键。侧重考查了学生对知识的记忆、理解以及利用所学知识分析、解决实际问题的能力，反应物的量(过量、少量)时化学反应的分析与判断，突出了化学学科核心知识。

4. 下列实验方案中，不能达到实验目的的是

选项	实验目的	实验方案
A	检验 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 在 NaOH 溶液中是否发生水解	将 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 NaOH 溶液共热。冷却后，取出上层水溶液用稀 HNO_3 酸化加入 AgNO_3 溶液，观察是否产生淡黄色沉淀
B	检验 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 晶体是否已氧化变质	将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 样品溶于稀 H_2SO_4 后，滴加 KSCN 溶液，观察溶液是否变红
C	验证 Br_2 的氧化性强于 I_2	将少量溴水加入 KI 溶液中，再加入 CCl_4 ，振荡，静置。可观察到下层液体呈紫色
D	验证 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的溶解度小于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$	将 FeCl_3 溶液加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中，振荡，可观察到沉淀由白色变为红褐色

【答案】B

【解析】A、溴乙烷在氢氧化钠的溶液中加热发生水解生成乙醇、溴化钠。在酸性条件下溴化钠与硝酸银溶液反应产生淡黄色沉淀溴化银，能达到实验目的，A 正确；B、在酸性条件下， NO_3^- 具有氧化性，能把 Fe^{2+} 氧化生成铁离子，铁离子与 KSCN 溶液发生显色反应，溶液显红色，不能达到实验目的，B 不正确；C、下层液体呈紫色，说明反应中有碘生成，即溴与碘化钾发生了置换反应生成了碘和溴化钾，这说明溴的氧化性强于碘的氧化性，C 正确；D、将 FeCl_3 溶液加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中，振荡，可观察到沉淀由白色变为红褐色，说明反应中有氢氧化铁生成。根据沉淀容易向更难溶的方向转化可知 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 的溶解度小于 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度，D 正确，答案选 B。

【命题意图】本题主要是考查化学实验方案设计与评价，侧重对学生实验能力的综合考查，最能体现化学学科思想和特点。实验方案的设计和对实验方案的评价是高考的热点之一，设计实验方案时，要注意用最少的药品和最简单的方法；关于对实验设计方案的评价，要在两个方面考虑，一是方案是否可行，能否达到实验目的；二是设计的方法进行比较，那种方法更简便。

5. 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 高温下， 0.2molFe 与足量水蒸气反应，生成的 H_2 分子数目为 $0.3N_A$
- B. 室温下， $1\text{LpH}=13$ 的 NaOH 溶液中，由水电离的 OH^- 离子数目为 $0.1N_A$
- C. 氢氧燃料电池正极消耗 22.4L （标准状况）气体时，电路中通过的电子数目为 $2N_A$
- D. $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$ 反应中，生成 28g N_2 时，转移的电子数目为 $3.75N_A$

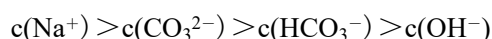
【答案】D

【解析】A、高温下铁与水蒸气反应的化学方程式为 $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ ，因此高温下， 0.2molFe 与足量水蒸气反应，生成的 H_2 分子数目为 $\frac{4}{3} \times 0.2 N_A = 0.27N_A$ ，A 不正确；B、室温下， $1\text{LpH}=13$ 的 NaOH 溶液中，氢离子的物质的量是 10^{-13} ，水电离出 1 个氢离子，必然电离出 1 个 OH^- 离子，所以由水电离的 OH^- 离子数目为 $10^{-13}N_A$ ，B 不正确；C、氢氧燃料电池正极消耗氧气， 22.4L （标准状况）氧气的物质的量是 1mol ，氧气在反应中得到 4 个电子，则 1mol 氧气得到 4mol 电子，电路中通过的电子数目为 $4N_A$ ，C 不正确；D、 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{HNO}_3 + 4\text{N}_2 \uparrow + 9\text{H}_2\text{O}$ 反应中， -3 价的氮元素升高到 0 价，失去 3 个电子。 $+5$ 价的氮元素降低到 0 价，得到 5 个电子，即每生成 4mol 氮气反应中转移电子的物质的量是 15mol 。因此生成 28g N_2 即 1mol 氮气时，转移电子的物质的量是 $15\text{mol} \div 4 = 3.75\text{mol}$ ，其的电子数目为 $3.75N_A$ ，D 正确，答案选 D。

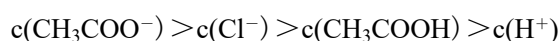
【命题意图】 本题主要是考查阿伏伽德罗常数的有关判断与计算，该类试题知识面覆盖广，能较好的考查学生对知识的掌握情况。该类试题重点考查考生对物质的量、阿伏伽德罗常数、气体摩尔体积、物质的量浓度、分子结构、原子结构等概念的了解；考查考生根据物质的量、质量、微粒数目、气体体积之间的相互关系进行有关计算的能力；考查考生对溶液、电解质的电离的了解；考查考生对常见氧化还原反应及其失去电子数的了解；考查考生对化学科学特点和化学研究基本方法的了解情况。该类试题是高考题中一道中等难度题，但区分度较好，它在继承与创新方面找到了较好的平衡。

6. 下列溶液中粒子的物质的量浓度关系正确的是

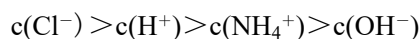
A. 0.1mol/LNaHCO₃ 溶液与 0.1mol/LNaOH 溶液等体积混合，所得溶液中：



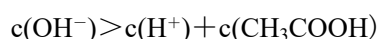
B. 20ml0.1mol/LCH₃COONa 溶液与 10ml0.1mol/LHCl 溶液混合后呈酸性，所得溶液中：



C. 室温下，pH=2 的盐酸与 pH=12 的氨水等体积混合，所得溶液中：



D. 0.1mol/LCH₃COOH 溶液与 0.1mol/LNaOH 溶液等体积混合，所得溶液中：



【答案】 B

【解析】 A、0.1mol/LNaHCO₃ 溶液与 0.1mol/LNaOH 溶液等体积混合，二者恰好反应生成碳酸钠和水，碳酸根离子水解，溶液显碱性，且碳酸根的水解以第一步水解为主，因此所得溶液中： $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCO}_3^-)$ ，A 不正确；B、20ml0.1mol/LCH₃COONa 溶液与 10ml0.1mol/LHCl 溶液混合后反应生成醋酸和氯化钠，反应中醋酸钠过量，所得溶液是醋酸钠、氯化钠和醋酸的混合液，且三种的浓度相等，呈酸性，说明醋酸的电离程度大于醋酸根的水解程度，因此所得溶液中： $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{CH}_3\text{COOH}) > c(\text{H}^+)$ ，B 正确；C、氨水是弱碱，盐酸是强酸，因此室温下，pH=2 的盐酸与 pH=12 的氨水等体积混合后生成氯化铵和水，反应中氨水过量，溶液显碱性，因此所得溶液中： $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，C 不正确；D、0.1mol/LCH₃COOH 溶液与 0.1mol/LNaOH 溶液等体积混合，二者恰好反应生成醋酸钠和水，醋酸根水解，溶液显碱性，根据质子守恒可知所得溶液中： $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$ ，D 不正确，答案选 B。

【命题意图】 本题主要是考查水溶液中的离子平衡以及溶液中离子浓度大小比较，题目难度较大。该类试题重点考查了学生对知识理解、综合运用能力，对离子浓度大小的比较的方法及三大守恒的掌握情况。意在考查学生分析、归纳、总结问题的能力。

7. 在 10L 恒容密闭容器中充入 X(g)和 Y(g)，发生反应 $\text{X(g)} + \text{Y(g)} \rightleftharpoons \text{M(g)} + \text{N(g)}$ ，所得实验数据如下表

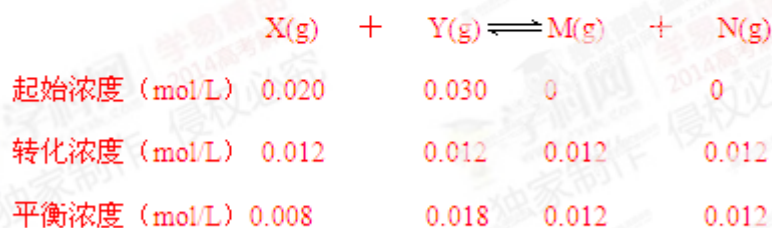
实验 编号	温度/°C	起始时物质的量/mol		平衡时物质的量/mol
		n(X)	n(Y)	n(M)
①	700	0.40	0.10	0.090
②	800	0.10	0.40	0.080
③	800	0.20	0.30	a
④	900	0.10	0.15	b

下列说法正确的是

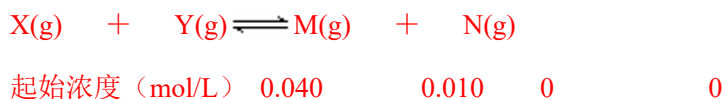
- A. 实验①中, 若 5min 时测得 $n(M)=0.050\text{mol}$, 则 0 至 5min 时间内, 用 N 表示的平均反应速率 $v(N)=1.0\times 10^{-2}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$
- B. 实验②中, 该反应的平衡常数 $K=2.0$
- C. 实验③中, 达到平衡是, X 的转化率为 60%
- D. 实验④中, 达到平衡时, $b>0.060$

【答案】 C

【解析】 A、实验①中, 若 5min 时测得 $n(M)=0.050\text{mol}$, 浓度是 $0.0050\text{mol}/\text{L}$, 则根据反应的化学方程式可知, 同时生成的 N 的物质的量也是 $0.0050\text{mol}/\text{L}$, 因此 0 至 5min 时间内, 用 N 表示的平均反应速率 $v(N)=0.0050\text{mol}/\text{L}\div 5\text{min}=1.0\times 10^{-3}\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$, A 不正确; B、实验②中, 平衡时 M 的浓度是 $0.0080\text{mol}/\text{L}$, 则同时生成的 N 的浓度是 $0.0080\text{mol}/\text{L}$, 消耗 X 与 Y 的浓度均是 $0.0080\text{mol}/\text{L}$, 因此平衡时 X 和 Y 的浓度分别为 $0.01\text{mol}/\text{L}-0.0080\text{mol}/\text{L}=0.002\text{mol}/\text{L}$, $0.04\text{mol}/\text{L}-0.0080\text{mol}/\text{L}=0.032\text{mol}/\text{L}$, 因此反应的平衡常数 $K=\frac{0.0080\times 0.0080}{0.002\times 0.032}=1$, B 不正确; C、学科网根据反应的化学方程式可知, 如果 X 的转化率为 60%, 则



温度不变, 平衡常数不变, 则 $K=\frac{0.0120\times 0.0120}{0.008\times 0.018}=1$, 即反应达到平衡状态, 因此最终平衡时 X 的转化率为 60%。C 正确; D、700°C 时



转化浓度 (mol/L) 0.009 0.009 0.009 0.009

平衡浓度 (mol/L) 0.031 0.001 0.009 0.009

则该温度下平衡常数 $K = \frac{0.009 \times 0.009}{0.031 \times 0.001} = 2.9 > 1$, 这说明升高温度平衡常数减小, 即平衡向逆反应方向

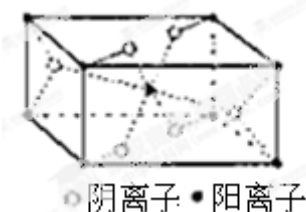
移动, 因此正反应是放热反应。若容器④中温度也是 800°C , 由于反应前后体积不变, 则与③相比④平衡是等效的, 因此最终平衡时 M 的物质的量 $b = 0.5a = 0.06$ 。当温度升高到 900°C 时平衡显逆反应方向移动, 因此 $b < 0.060$, D 不正确, 答案选 C。

【命题意图】 本题主要是考查化学反应速率和化学平衡常数的有关判断与计算, 题目难度大, 综合性强, 是选择题中的压轴题。该类试题重点考查了学生对基本概念的理解和综合分析应用能力, 对转化率的计算与等效平衡和化学平衡移动结合起来分析, 考查了基本概念的内涵和外延, 对学生的要求较高。

第 II 卷 (非选择题 共 58 分)

8. (13 分) X、Y、Z、R 为前四周期元素, 且原子序数依次增大。XY₂ 是红棕色气体; X 与氢元素可形成 XH₃; Z 基态原子的 M 层与 K 层电子数相等; R²⁺ 离子的 3d 轨道中有 9 个电子。请回答下列问题:

- (1) Y 基态原子的电子排布式是_____; Z 所在周期中第一电离能最大的主族元素是_____。
- (2) XY₂⁻ 离子的立体构型是_____; R²⁺ 的水合离子中, 提供孤电子对的是原子是_____。
- (3) Z 与某元素形成的化合物的晶胞如右图所示, 晶胞中阴离子与阳离子的个数之比是_____。



- (4) 将 R 单质的粉末加入 XH₃ 的浓溶液中, 通入 Y₂, 充分反应后溶液呈深蓝色, 该反应的离子方程式是_____。

【答案】 (1) $1s^2 2s^2 2p^4$; Cl (2) V 形; O (3) 2:1

(4) $2\text{Cu} + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$

【解析】 X、Y、Z、R 为前四周期元素, 且原子序数依次增大。XY₂ 是红棕色气体, 该气体是 NO₂, 则 X 是氮元素, Y 是氧元素; X 与氢元素可形成 XH₃, 该气体是氨气; Z 基态原子的 M 层与 K 层电子数相等, 则该元素的原子序数是 $2 + 8 + 2 = 12$, 即为镁元素; R²⁺ 离子的 3d 轨道中有 9 个电子, 因此 R 的原子序数是 $18 + 9 + 2 = 29$, 即为铜元素。

(1) 氧元素的原子序数是 8, 则根据核外电子排布规律可知, 氧元素基态原子的电子排布式是 $1s^2 2s^2 2p^4$; 同周期自左向右元素的第一电离能逐渐增大, 镁是第三周期, 则所在周期中第一电离能最大的主族元

素是 Cl 元素。

(2) 根据价层电子对互斥理论可知, NO_2^- 离子中心原子氮原子含有的孤对电子对数 = $\frac{5+1-2 \times 2}{2} = 1$, 即氮原子的价层电子对数是 3, 由于含有一对孤对电子, 因此其离子的立体构型是 V 形; 铜离子含有空轨道, 而水分子中的氧原子含有孤对电子, 因此在 Cu^{2+} 的水合离子中, 提供孤电子对的是原子是 O 原子。

(3) 根据晶胞结构可知, 阳离子在 8 个顶点和体心处各一个, 则根据均摊法可知, 阳离子个数 = $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$ 个。阴离子在上下面各 2 个, 晶胞内部 2 个, 则阴离子个数 = $4 \times \frac{1}{2} + 2 = 4$ 个, 因此晶胞中阴离子与阳离子的个数之比是 $4:2 = 2:1$ 。

(4) 将 R 单质的粉末加入氨气的浓溶液中, 通入氧气, 充分反应后溶液呈深蓝色, 这说明在反应中铜被氧化氧化为铜离子与氨气结合形成配位键, 则该反应的离子方程式是 $2\text{Cu} + 8\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O}$ 。

【命题意图】 本题主要是考查元素推断、核外电子排布、第一电离能、晶胞结构与计算、配位键等, 是物质结构的一道综合性试题, 重点考查学生对知识的了解、应用能力, 意在考查学生分析问题、解决问题的能力。

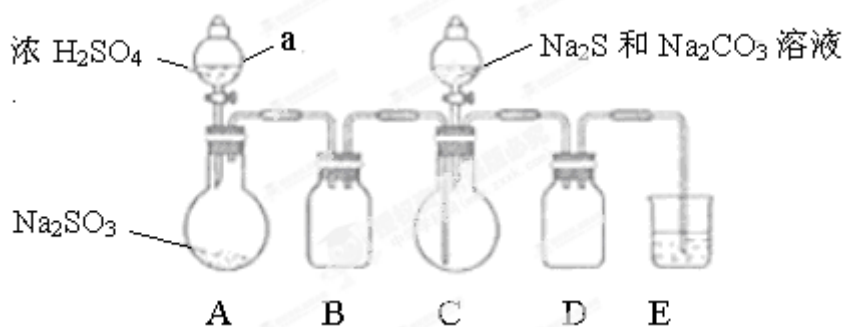
9. (13 分) 硫代硫酸钠是一种重要的化工产品。某兴趣小组拟制备硫代硫酸钠晶体 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)。

I. [查阅资料]

- (1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是无色透明晶体, 易溶于水。其稀溶液与 BaCl_2 溶液混合无沉淀生成。
- (2) 向 Na_2CO_3 和 Na_2S 混合液中通入 SO_2 可制得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 所得产品中常含有少量 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 。
- (3) Na_2SO_3 易被氧化; BaSO_3 难溶于水, 可溶于稀 HCl 。

II. [制备产品]

实验装置如图所示 (省略夹持装置)



实验步骤:

- (1) 检查装置气密性, 按图示加入试剂。仪器 a 的名称是____; E 中的试剂是____ (选填下列字母编

号)。

A. 稀 H_2SO_4 B. NaOH 溶液 C. 饱和 NaHSO_3 溶液

(2) 先向 C 中烧瓶加入 Na_2S 和 Na_2CO_3 混合溶液, 再向 A 中烧瓶滴加浓 H_2SO_4 。

(3) 待 Na_2S 和 Na_2CO_3 完全消耗后, 结束反应。过滤 C 中混合液, 滤液经_____ (填写操作名称)、结晶、过滤、洗涤、干燥、得到产品。

III. [探究与反思]

(1) 为验证产品中含有 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 , 该小组设计了以下实验方案, 请将方案补充完整。(所需试剂从稀 HNO_3 、稀 H_2SO_4 、稀 HCl 、蒸馏水中选择)

取适量产品配成稀溶液, 滴加足量 BaCl_2 溶液, 有白色沉淀生成, _____, 若沉淀未完全溶解, 并有刺激性气味的气体产生, 则可确定产品中含有 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 。

(2) 为减少装置 C 中生成的 Na_2SO_4 的量, 在不改变原有装置的基础上对原有实验步骤 (2) 进行了改进, 改进后的操作是_____。

(3) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度随温度升高显著增大, 所得产品通过_____方法提纯。

【答案】 II. (1) 分液漏斗; B (3) 蒸发

III. (1) 过滤, 用蒸馏水洗涤沉淀, 向沉淀中加入足量稀 HCl 。

(2) 先向 A 中烧瓶滴加浓硫酸, 产生的气体将装置中空气排尽后, 再向 C 中烧瓶加入 Na_2S 和 Na_2CO_3 混合溶液。(3) 重结晶

【解析】 II. [制备产品]

(1) 根据仪器的构造特点可知, 仪器 a 的名称是分液漏斗。根据装置可知, A 装置是制备 SO_2 的, C 装置是制备得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, BD 装置是防倒吸的, 由于 SO_2 有毒, 需要尾气处理, 因此 E 装置是吸收 SO_2 的。由于 SO_2 是酸性氧化物, 可以用氢氧化钠溶液吸收, 即 E 中的试剂是氢氧化钠溶液, 答案选 B。

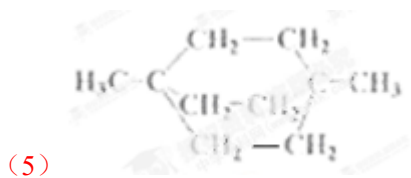
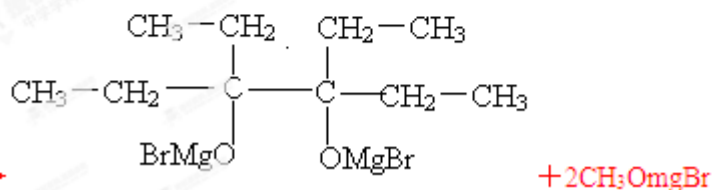
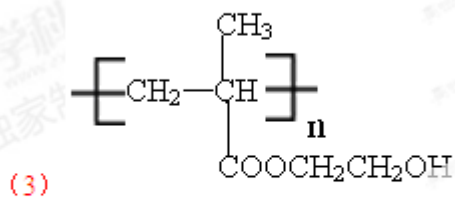
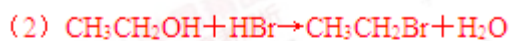
(3) 由于 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是无色透明晶体, 易溶于水, 学科网因此要从溶液中得到硫代硫酸钠晶体, 责问需要经过蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥、得到产品。

III. [探究与反思]

(1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 的稀溶液与 BaCl_2 溶液混合无沉淀生成, 而实验过程中有白色沉淀生成, 因此要进一步验证, 则可以向白色沉淀中滴加稀盐酸, 若沉淀未完全溶解, 并有刺激性气味的气体产生, 则可确定产品中含有 Na_2SO_3 和 Na_2SO_4 。

(2) 由于亚硫酸盐易被氧化生成硫酸盐, 而装置中含有空气, 空气能氧化亚硫酸盐, 所以为减少装置 C 中生成的 Na_2SO_4 的量, 改进后的措施是先向 A 中烧瓶滴加浓硫酸, 产生的气体将装置中空气排尽后, 再向 C 中烧瓶加入 Na_2S 和 Na_2CO_3 混合溶液。

【答案】(1) sp^2 、 sp^3 ；3，4-二乙基-2，4-己二烯；消去反应

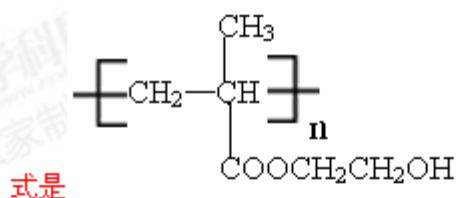


【解析】(1) 根据 A 的结构简式可作，分子中碳元素部分全部写出单键，部分形成碳碳双键，因此碳原子

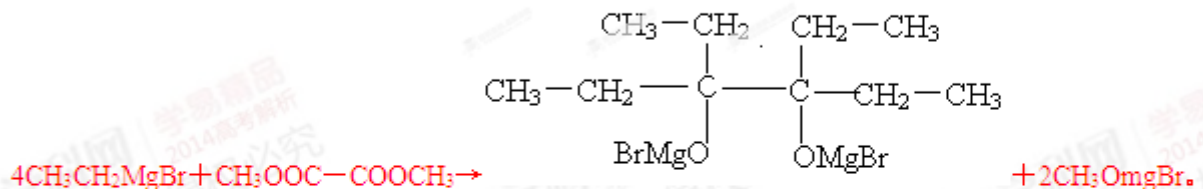
的杂化轨道类型是 sp^2 、 sp^3 。A 分子中含有 2 个碳碳双键，则依据二烯烃的命名可作，其名称为 3, 4-二乙基-2, 4-己二烯；根据 C 的分子式和性质可知，C 是乙二醇，氧化生成乙二醛，继续氧化生成乙二酸，即 D 是乙二酸，结构简式为 $\text{HOOC}-\text{COOH}$ 。D 与甲醇发生酯化反应生成 E，则 E 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{OOC}-\text{COOCH}_3$ 。根据已知信息可知 E 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{MgBr}$ 反应生成 F 和 G。G 最终生成 A，因此 F 是 CH_3OMgBr ，G 是 $\text{BrMgOC}(\text{C}_2\text{H}_5)_2-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{OMgBr}$ 。G 水解生成 H，则 H 的结构简式为 $\text{HOC}(\text{C}_2\text{H}_5)_2-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{OH}$ 。H 发生消去反应生成 A，学科网即 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)_2-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)_2=\text{CHCH}_3$ ，因此第⑩步反应类型是消去反应。

(2) 反应①是乙醇与溴化氢的取代反应生成溴乙烷，因此反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}+\text{HBr}\rightarrow\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}+\text{H}_2\text{O}$ 。

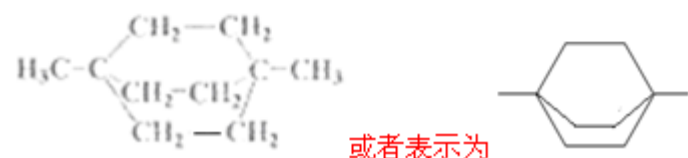
(3) 物质与 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 按物质的量之比 1:1 反应，则其产物结构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 。分子中含有碳碳双键，可以发生加聚反应生成高分子化合物，因此 I 的结构简式是



(4) 根据已知信息可知，反应⑥的化学方程式为



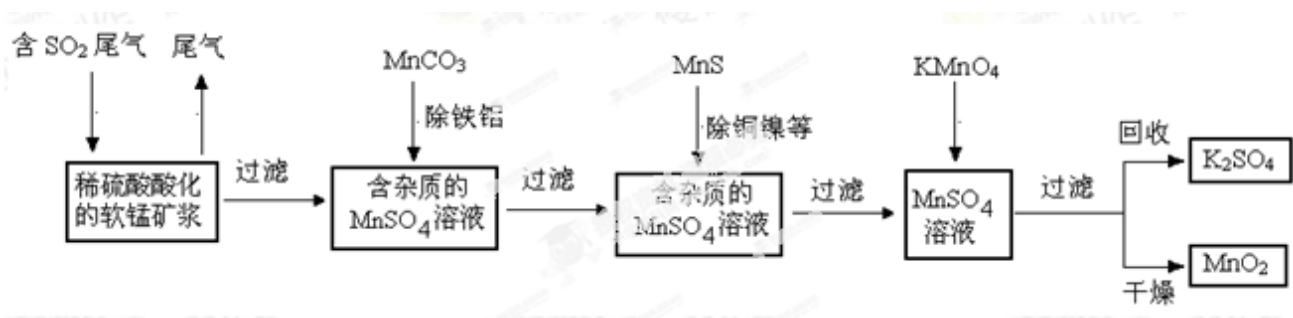
(5) 含有六元环，且一氯代物只有 2 种，说明分子中氢原子共计分为 2 类，根据同一个碳原子上的氢原子是相同的，其次同一个碳原子所连接的所有甲基上的氢原子是相同的，再就是具有对称性结构的（类似于平面镜成像中物体和像的关系），则符合条件的有机物的结构简式为



【命题意图】 本题主要是考查有机物推断、命名、碳原子杂化轨道类型、有机反应类型、同分异构体判断以及方程式书写等，是有机化学的综合考查，旨在考查学生对已知信息的获取能力、知识的迁移能力以及灵活应用基础知识解决实际问题的能力的综合考查。

11. (16 分) 污染物的有效去除和资源的充分利用是化学造福人类的重要研究课题。某化学研究小组利用软锰矿（主要成分为 MnO_2 ，另含有少量铁、铝、铜、镍等金属化合物）作脱硫剂，通过如下简化流程

既脱除燃煤尾气中的 SO_2 ，又制得电池材料 MnO_2 （反应条件已略去）。



请回答下列问题：

(1) 上述流程脱硫实现了_____（选填下列字母编号）。

A. 废弃物的综合利用 B. 白色污染的减少 C. 酸雨的减少

(2) 用 MnCO_3 能除去溶液中 Al^{3+} 和 Fe^{3+} ，其原因是_____。

(3) 已知： 25°C 、 101kPa 时， $\text{Mn}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{MnO}_2(\text{s}) \quad \Delta H = -520\text{kJ/mol}$

$\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -297\text{kJ/mol}$

$\text{Mn}(\text{s}) + \text{S}(\text{s}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{MnSO}_4(\text{s}) \quad \Delta H = -1065\text{kJ/mol}$

SO_2 与 MnO_2 反应生成无水 MnSO_4 的热化学方程式是_____。

(4) MnO_2 可作超级电容器材料。用惰性电极电解 MnSO_4 溶液可制得 MnO_2 ，其阳极的电极反应式是_____。

(5) MnO_2 是碱性锌锰电池的正极材料。碱性锌锰电池放电时，正极的电极反应式是_____。

(6) 假设脱除的 SO_2 只与软锰矿浆中的 MnO_2 反应。按照图示流程，将 $a\text{ m}^3$ （标准状况）含 SO_2 的体积分数为 $b\%$ 的尾气通入矿浆，若 SO_2 的脱除率为 89.6% ，最终得到 MnO_2 的质量为 $c\text{ kg}$ ，则除去铁、铝、铜、镍等杂质时，所引入的锰元素相当于 MnO_2 _____ kg 。

【答案】 (1) A、C (2) 消耗溶液中的酸，促进 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 水解生成氢氧化物沉淀

(3) $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) = \text{MnSO}_4(\text{s}) \quad \Delta H = -248\text{kJ/mol}$

(4) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ (5) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$

(6) $\frac{1500c - 87ab}{2500}$

【解析】(1) 白色污染主要是塑料等难降解的物质形成的， SO_2 能形成酸雨，因此脱硫实现了废弃物的综合利用，同时也减少了酸雨形成，即答案选 AC。

(2) 由于碳酸锰能消耗溶液中的酸，降低溶液的酸性，从而促进 Al^{3+} 和 Fe^{3+} 水解生成氢氧化物沉淀。

(3) 已知：热化学方程式① $\text{Mn(s)} + \text{O}_2(\text{g}) = \text{MnO}_2(\text{s})$ $\Delta H = -520\text{kJ/mol}$ ，② $\text{S(s)} + \text{O}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g})$ $\Delta H = -297\text{kJ/mol}$ ，③ $\text{Mn(s)} + \text{S(s)} + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{MnSO}_4(\text{s})$ $\Delta H = -1065\text{kJ/mol}$ ，则根据盖斯定律可知③ - (①+②)即得到 SO_2 与 MnO_2 反应生成无水 MnSO_4 的热化学方程式 $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) = \text{MnSO}_4(\text{s})$ $\Delta H = -248\text{kJ/mol}$ 。

(4) 电解池中阳极失去电子发生氧化反应，则用惰性电极电解 MnSO_4 溶液可制得 MnO_2 ，因此阳极是锰离子放电，其阳极电极反应式是 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 。

(5) 原电池中负极失去电子，发生氧化反应，正极得到电子，发生还原反应，因此碱性锌锰电池放电时，正极是二氧化锰得到电子，则电极反应式是 $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MnO}(\text{OH}) + \text{OH}^-$ 。

(6) 实际参加反应的 SO_2 的物质的量是 $\frac{1000a \times b\% \times 89.6\%}{22.4} = 0.4ab\text{mol}$ ，根据方程式 $\text{MnO}_2(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) = \text{MnSO}_4(\text{s})$ 可知生成硫酸镁的物质的量是 $0.4ab\text{mol}$ 。最终生成二氧化锰是 $c\text{kg}$ ，则根据方程式 $3\text{MnSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ 可知，学科网因此消耗硫酸锰的物质的量是 $\frac{1000c}{87} \times \frac{3}{5}\text{mol}$ ，则除去铁、铝、铜、镍等杂质时，所引入的锰元素的物质的量是 $\frac{1000c}{87} \times \frac{3}{5}\text{mol} - 0.4ab\text{mol}$ ，相当于二氧化锰的质量是 $(\frac{1000c}{87} \times \frac{3}{5}\text{mol} - 0.4ab\text{mol}) \times 87\text{g/mol} = (600c - 34.8ab)\text{g} = \frac{1500c - 87ab}{2500}\text{kg}$ 。

【命题意图】本题主要是考查物质制备工艺流程的有关判断与计算，涉及反应原理、溶液中的平衡、热化学方程式书写、电极反应式书写以及计算等，难度较大。该类试题从能力上考查学生阅读材料接受信息的能力、观察能力、计算能力，对知识理解、综合运用能力，属于高考题中的中高档题，创新性较强，对学生的综合素质提出了更高的要求。