

2016年普通高等学校招生全国统一考试（四川卷）

理科综合（化学部分）

1. 化学与生产和生活密切相关。下列过程中没有发生化学变化的是

- A. 氯气作水杀菌消毒剂
- B. 硅胶作袋装食品的干燥剂
- C. 二氧化硫作纸浆的漂白剂
- D. 肥皂水作蚊虫叮咬处的清洗剂

【答案】B

【解析】

试题分析：A、氯气和水反应生成盐酸和次氯酸，次氯酸具有强氧化性，能使蛋白质变性而杀菌消毒，发生化学变化，错误；B、硅胶作干燥剂是利用其吸水性，没有发生化学变化，正确；C、二氧化硫和有色物质化合使之生成无色物质，错误；D、肥皂水显碱性，与蚊虫叮咬处释放的酸发生中和反应，错误。

考点：化学变化和物理变化的判断

【考点定位】考查物理变化和化学变化的判断，物质的用途

【名师点睛】本题以生活中常见物质的用途为载体考查物理变化和化学变化的判断。解答此类题目要注意抓住化学变化的特征是有新物质生成；遵循质量守恒定律，即反应前后原子的种类不改变、个数不增减，原子核不发生变化；化学变化的实质是旧化学键断裂和新化学键形成，二者缺一不可。物质的性质决定物质的用途，这就要求我们在日常学习中多从化学的视角关注生活，关注生活中的化学知识。题目较易。

2. 根据下列实验操作和现象得出的结论正确的是

| 选项 | 实验操作 | 现象 | 结论 |
|----|------------------------|--------|-----------------------------|
| A | 将某溶液与稀盐酸反应产生的气体通入澄清石灰水 | 石灰水变浑浊 | 该溶液中一定含有 CO_3^{2-} |
| B | 常温下，将铁片浸入足量浓硫酸中 | 铁片不溶解 | 常温下，铁与浓硫酸一定没有发生化学反应 |
| C | 向某食盐溶液中滴加淀粉溶液 | 溶液颜色不变 | 该食盐中一定没有添加 KIO_3 |
| D | 向苯酚钠溶液中滴加乙酸溶液 | 溶液变浑浊 | 相同条件下，乙酸的酸性一定比苯酚强 |

【答案】D

【解析】

试题分析：A、将某溶液与稀盐酸反应产生的气体通入澄清石灰水产生白色沉淀，该溶液中可能含有碳酸氢根离子、碳酸根、亚硫酸根、亚硫酸氢根等离子，错误；B、铁在常温下在浓硫酸中钝化，发生了化学反应，错误；C、碘酸钾和淀粉不反应，碘单质遇到淀粉才显蓝色，错误；D、苯酚钠和乙酸反应生成苯酚和乙酸钠，说明乙酸酸性比苯酚强，故正确。

【考点定位】考查化学实验方案的分析、评价，离子检验，元素化合物知识。

【名师点睛】化学是一门以实验为基础的科学，化学实验的考查是高考命题的一个重点。该题型是选择题中化学实验考查的常见题型。解答此类题目注意逐项分析化学实验基本操作、实验方案的科学性、简约性和环保性；实验现象和实验结论的科学性；还要注意分析实验操作、现象和实验结论是否存在逻辑关系。平时学习中要注意教材中的演示实验要分析、理解到位，包括实验操作、现象和结论。题目难度中等。

3. 下列关于离子共存或离子反应的说法正确的是

- A. 某无色溶液中可能大量存在 H^+ 、 Cl^- 、 MnO_4^-
- B. $pH=2$ 的溶液中可能大量存在 Na^+ 、 NH_4^+ 、 SiO_3^{2-}
- C. Fe^{2+} 与 H_2O_2 在酸性溶液中的反应： $2Fe^{2+}+H_2O_2+2H^+=2Fe^{3+}+2H_2O$
- D. 稀硫酸和 $Ba(OH)_2$ 溶液反应： $H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+OH^-=BaSO_4\downarrow+H_2O$

【答案】C

【解析】

试题分析：A、水溶液中 MnO_4^- 呈紫色， H^+ 、 MnO_4^- 和 Cl^- 发生氧化还原反应，不能大量共存，错误；B、硅酸根离子和氢离子反应生成硅酸沉淀，不能大量共存，错误；C、满足质量守恒、电子守恒和电荷守恒，正确；D、正确的离子方程式应为 $2H^++SO_4^{2-}+Ba^{2+}+2OH^-=BaSO_4\downarrow+2H_2O$ ，错误。

【考点定位】考查离子反应，离子共存和离子方程式正误判断。

【名师点睛】解离子共存问题要注意：①审清题目的隐含信息：颜色、酸碱性、特殊反应和题目的要求，如“一定能”、“可能”、“一定不能”等，②理清哪种离子和哪种离子间发生何种反应，如复分解、氧化还原反、络合和水解相互促进的反应，③结合要求作出正确判断。学科网.离子方程式正误判断——注意“七查”。1.“一查”是否符合客观事实。2.“二查”“反应条件”“连接符号”“↑”“↓”是否使用恰当。3.“三查”拆分是否正确。4.“四查”是否“漏写”离子反应。5.“五查”是否符合三个守恒(1)质量守恒；(2)电荷守恒；(3)得失电子守恒。6.“六查”是否符合离子配比。7.“七查”反应物的“量”——过量、少量、足量等。

4. N_A 为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 2.4g 镁在足量的 O_2 中燃烧，转移的电子数为 $0.1N_A$
- B. 标准状况下，5.6 L CO_2 气体中含有的氧原子数为 $0.5N_A$
- C. 氢原子数为 $0.4N_A$ 的 CH_3OH 分子中含有的 σ 键数为 $0.4N_A$
- D. 0.1 L 0.5 mol/L CH_3COOH 溶液中含有的 H^+ 数为 $0.05N_A$

【答案】B

【解析】

试题分析：A、2.4 g 镁的物质的量为 $2.4/24=0.1 \text{ mol}$ ，反应中失去 0.2 mol 电子，故错误；B、标准状况下 5.6 L 二氧化碳的物质的量为 $5.6/22.4=0.25 \text{ mol}$ ，含有的氧原子为 0.5 mol ，故正确；C、甲醇的结构为 CH_3OH ，氢原子数为 $0.4N_A$ 的甲醇分子为 0.1 mol ，含有 5 mol σ 键，故错误；D、醋酸是弱酸，不能完全电离，故错误。

【考点定位】考查阿伏加德罗常数、以物质的量为中心的计算、相关物质的结构与性质。

【名师点睛】本题型为新课标高考的常见题型。解答本类题目要审清选项中涉及的以下几个方面：①要审清所求粒子的种类，如分子、原子、离子、质子、中子、电子等，②涉及物质的体积时要审清物质的状态和温度、压强，③涉及中子数和化学键的计算，要审清相关物质的结构和特殊物质的摩尔质量，④涉及化学反应要明确相关反应的特点和电子转移；⑤涉及溶液中的微粒要关注电离和水解；⑥要注意审清运算公式。

5. 某电动汽车配载一种可充放电的锂离子电池。放电时电池的总反应为： $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 = \text{LiCoO}_2 + \text{C}_6 (x < 1)$ 。下列关于该电池的说法不正确的是

- A. 放电时， Li^+ 在电解质中由负极向正极迁移
- B. 放电时，负极的电极反应式为 $\text{Li}_x\text{C}_6 - x\text{e}^- = x\text{Li}^+ + \text{C}_6$
- C. 充电时，若转移 1 mol e^- ，石墨 C_6 电极将增重 $7x \text{ g}$
- D. 充电时，阳极的电极反应式为 $\text{LiCoO}_2 - x\text{e}^- = \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}^+$

【答案】C

【解析】

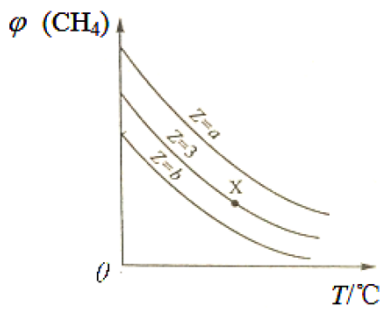
试题分析：A、放电时，阳离子在电解质中向正极移动，故正确；B、放电时，负极失去电子，故正确；C、充电时，若转移 1 mol 电子，则石墨电极上溶解 $1/x \text{ mol C}_6$ ，电极质量减少，故错误；D、充电时阳极失去电子，为原电池的正极的逆反应，故正确。

【考点定位】考查电化学原理的应用，化学电源。

【名师点睛】电化学问题分析思路：首先要根据题给信息和装置确定考查的是原电池和电解池，然后根据反应类型、电子和电流方向、电解质中的离子流向、电极材料和实验现象等确定装置的两极，结合电极材料和离子种类、放电顺序确定放电的微粒，结合溶液的酸碱性、反应物和生成物结合原子守恒和电荷守恒确定电极反应式，进一步确定总反应进行作答。涉及电化学计算要紧抓电子守恒，涉及酸碱性分析要根据电极反应分析电极周围的 pH 变化，根据总反应分析整个过程中的 pH 变化。

6. 一定条件下， CH_4 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 发生反应： $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ，设起始 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)} = Z$ ，在恒压

下，平衡时 $\varphi(\text{CH}_4)$ 的体积分数与 Z 和 T （温度）的关系如图所示。下列说法正确的是



- A. 该反应的焓变 $\Delta H > 0$
- B. 图中 Z 的大小为 $a > 3 > b$
- C. 图中 X 点对应的平衡混合物中 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)} = 3$
- D. 温度不变时，图中 X 点对应的平衡在加压后 $\varphi(\text{CH}_4)$ 减小

【答案】A

【解析】

试题分析：A、从图分析，随着温度升高甲烷的体积分数逐渐减小，说明升温平衡正向移动，则正反应为吸热反应，故正确；B、 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CH}_4)}$ 的比值越大，则甲烷的体积分数越小，故 $a < 3 < b$ ，故错误；C、起始加入量的比值为 3，但随着反应的进行甲烷和水是按等物质的量反应，所以到平衡时比值不是 3，故错误；D、温度不变时，加压，平衡逆向移动，甲烷的体积分数增大，故错误。

【考点定位】考查化学平衡图像分析

【名师点睛】化学平衡图像题的解题思路：一、看懂图：横纵坐标的物理意义，图像的变化趋势，曲线的特殊点，如起点、交点、折点、终点；二、想规律：外界条件对化学反应速率和化学平衡的影响规律；三、作出正确的判断。注意“先拐先平”和“定一议二”方法的运用。

7. 向 1 L 含 0.01 mol NaAlO_2 和 0.02 mol NaOH 的溶液中缓慢通入 CO_2 ，随 $n(\text{CO}_2)$ 增大，先后发生三个不同的反应，当 $0.01 \text{ mol} < n(\text{CO}_2) \leq 0.015$ 时发生的反应是：

$2 \text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ 。下列对应关系正确的是

| 选项 | $n(\text{CO}_2)/\text{mol}$ | 溶液中离子的物质的量浓度 |
|----|-----------------------------|---|
| A | 0 | $c(\text{Na}^+) > c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$ |
| B | 0.01 | $c(\text{Na}^+) > c(\text{AlO}_2^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$ |
| C | 0.015 | $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-)$ |
| D | 0.03 | $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ |

【答案】D

【解析】

试题分析：向 1 L 含 0.01 mol NaAlO_2 和 0.02 mol NaOH 的溶液中缓慢通入二氧化碳，首先进行的反应为氢氧化钠和二氧化碳反应生成碳酸钠和水，0.02 mol 氢氧化钠消耗 0.01 mol 二氧化碳，生成 0.01 mol 碳酸钠；然后偏铝酸钠和二氧化碳反应生成氢氧化铝和碳酸钠，0.01 mol 偏铝酸钠消耗 0.005 mol 二氧化碳，生成 0.005 mol 碳酸钠；再通入二氧化碳，二氧化碳和碳酸钠反应生成碳酸氢钠，消耗 0.015 mol 二氧化碳，生成 0.03 mol 碳酸氢钠。A、未通入二氧化碳时，根据溶液中的电荷守恒有 $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$ ， $c(\text{Na}^+) < c(\text{AlO}_2^-) + c(\text{OH}^-)$ ，错误；B、当通入的二氧化碳为 0.01 mol 时，则溶液为含有 0.01 mol 碳酸钠和 0.01 mol 偏铝酸钠的混合液，氢氧根离子浓度小于碳酸根离子浓度，错误；C、当通入的二氧化碳为 0.015 mol 时溶液中含有 0.015 mol 碳酸钠，离子浓度的关系为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HCO}_3^-)$ ，故错误；D、当通入二氧化碳的量为 0.03 mol 时，溶液为碳酸氢钠溶液，溶液显碱性，离子浓度关系为 $c(\text{Na}^+) > c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，故正确。

【考点定位】考查电解质溶液中的离子平衡，钠、铝及其化合物的性质

【名师点睛】本题将元素化合物知识与电解质溶液中离子浓度大小比较综合在一起考查，熟练掌握相关元素化合物知识，理清反应过程，结合相关物质的用量正确判断相关选项中溶液的成分是解题的关键。电解质溶液中微粒浓度大小比较要抓住两个平衡：电离平衡和盐类的水解平衡，抓两个微弱：弱电解质的电离和盐类的水解是微弱的，正确判断溶液的酸碱性，进行比较。涉及等式关系要注意电荷守恒式、物料守恒式和质子守恒式的灵活运用。

第 II 卷（非选择题 共 58 分）

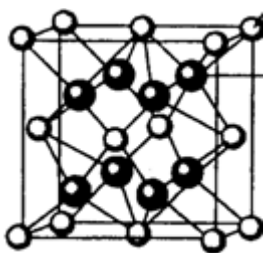
8. (13 分) M、R、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素，Z 是一种过渡元素。M 基态原子 L 层中 p 轨道电子数是 s 轨道电子数的 2 倍，R 是同周期元素中最活泼的金属元素，X 和 M 形成的一种化合物是引起酸雨的主要大气污染物，Z 的基态原子 4s 和 3d 轨道半充满。请回答下列问题：

(1) R 基态原子的电子排布式是 ①，X 和 Y 中电负性较大的是 ②（填元素符号）。

(2) X 的氢化物的沸点低于与其组成相似的 M 的氢化物，其原因是_____。

(3) X 与 M 形成的 XM_3 分子的空间构型是_____。

(4) M 和 R 所形成的一种离子化合物 R_2M 晶体的晶胞如图所示，则图中黑球代表的离子是_____（填离子符号）。



(5) 在稀硫酸中，Z 的最高价含氧酸的钾盐（橙色）氧化 M 的一种氢化物，Z 被还原为 +3 价，该反应的化

学方程式是_____。

【答案】

(1) ① $1s^22s^22p^63s^1$ 或 $[\text{Ne}]3s^1$ ②Cl

(2) H_2S 分子间不存在氢键, H_2O 分子间存在氢键

(3) 平面三角形

(4) Na^+

(5) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+3\text{H}_2\text{O}_2+4\text{H}_2\text{SO}_4\rightleftharpoons\text{K}_2\text{SO}_4+\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{O}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$

【解析】

试题分析: 根据题意知 M、R、X、Y 为原子序数依次增大的短周期主族元素, Z 是一种过渡元素。M 基态原子 L 层 p 轨道电子数是 s 轨道电子数的 2 倍, 则 M 是 O 元素; R 是同周期元素中最活泼的金属元素, 且原子序数大于 O, 则 R 在第三周期, 应是 Na 元素; X 和 M 形成的一种化合物是形成酸雨的主要大气污染物, 则 X 是 S 元素, 进而知 Y 为 Cl 元素; Z 的基态原子 4s 和 3d 轨道半充满, 即价电子排布式为 $3d^54s^1$, Z 是 Cr 元素, 据此作答。

(1) R 是 Na 元素, 原子序数为 11, 根据构造原理确定其基态原子的电子排布式为 $1s^22s^22p^63s^1$ 或 $[\text{Ne}]3s^1$; S 和 Cl 比较电负性较大的是 Cl 元素, 答案为: $1s^22s^22p^63s^1$; Cl。

(2) H_2S 的沸点低于 H_2O 的主要原因是水分子间形成氢键, 使水的沸点升高, 答案为: H_2S 分子间不存在氢键, H_2O 分子间存在氢键。

(3) SO_3 中硫原子的价层电子对数为 $3+(6-3\times 2)/2=3$, 没有孤电子对, 硫原子的杂化方式为 sp^2 , 该分子的空间构型为平面三角形, 答案为: 平面三角形。

(4) 根据晶胞结构可以算出白球的个数为 $8\times\frac{1}{8}+6\times\frac{1}{2}=4$, 黑球的个数为 8 个, 由于这种离子化合物的化学式为 Na_2O , 黑球代表的是 Na^+ , 答案为: Na^+ 。

(5) 根据题意知重铬酸钾被还原为 Cr^{3+} , 则过氧化氢被氧化生成氧气, 利用化合价升降法配平, 反应的化学方程式为: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+3\text{H}_2\text{O}_2+4\text{H}_2\text{SO}_4\rightleftharpoons\text{K}_2\text{SO}_4+\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{O}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$,

答案为: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7+3\text{H}_2\text{O}_2+4\text{H}_2\text{SO}_4\rightleftharpoons\text{K}_2\text{SO}_4+\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3+3\text{O}_2\uparrow+7\text{H}_2\text{O}$ 。

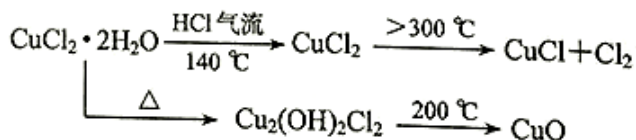
【考点定位】 考查物质结构与性质模块, 涉及元素推断、原子结构和元素的性质, 分子结构与性质, 晶胞计算, 氧化还原方程式的书写。

【名师点睛】 本题考查化学选修 3《物质结构与性质》的相关知识, 以填空或简答方式考查, 常涉及如下高频考查点: 原子结构与元素的性质(基态微粒的电子排布式、电离能及电负性的比较)、元素周期律; 分子结构与性质(化学键类型、原子的杂化方式、分子空间构型的分析与判断); 晶体结构与性质(晶体类型、性

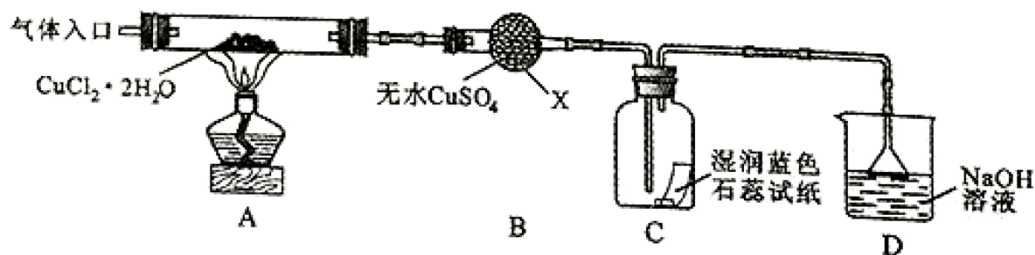
质及与粒子间作用的关系、以晶胞为单位的密度、微粒间距与微粒质量的关系计算及化学式分析等)。对于此类题要掌握以下几点: (1) II A 族元素的价电子构型为 ns^2 、V A 族元素的价电子构型为 ns^2np^3 , 分别属于全满或半满状态, 属于稳定结构, 因此 II A 族、V A 族元素的第一电离能分别大于同周期相邻元素。(2) 金属元素的电负性较小, 非金属元素的电负性较大。同周期元素从左到右, 元素的电负性递增, 同主族元素自上而下, 元素的电负性递减。(3) 化学键影响物质的物理性质和化学性质; 范德华力和氢键只影响物质的物理性质。(4) 均摊法在有关晶胞计算中的规律。根据题给信息准确推断相关元素、结合相关知识进行作答是得分的关键。题目难度适中。

9. (13 分) CuCl 广泛应用于化工和印染等行业。某研究性学习小组拟热分解 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 制备 CuCl , 并进行相关探究。

【资料查阅】



【实验探究】 该小组用下图所示装置进行实验 (夹持仪器略)。



请回答下列问题:

- (1) 仪器 X 的名称是_____。
- (2) 实验操作的先后顺序是 a → _____ → e (填操作的编号)。
 - a. 检查装置的气密性后加入药品
 - b. 熄灭酒精灯, 冷却
 - c. 在“气体入口”处通入干燥 HCl
 - d. 点燃酒精灯, 加热
 - e. 停止通入 HCl, 然后通入 N_2
- (3) 在实验过程中, 观察到 B 中物质由白色变为蓝色, C 中试纸的颜色变化是_____。
- (4) 装置 D 中发生的氧化还原反应的离子方程式是_____。
- (5) 反应结束后, 取出 CuCl 产品进行实验, 发现其中含有少量的 CuCl_2 或 CuO 杂质, 根据资料信息分析:
 - ①若杂质是 CuCl_2 , 则产生的原因是_____。
 - ②若杂质是 CuO , 则产生的原因是_____。

【答案】 (1) 干燥管

(2) c d b

(3) 先变红，后褪色

(4) $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

(5) ①加热时间不足或温度偏低 ②通入 HCl 的量不足

【解析】

试题分析：(1) 根据仪器 X 的构造特点知其名称为干燥管，答案为：干燥管。

(2) 加热 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 制备 CuCl ，为防止生成的 CuCl 被空气中的氧气氧化和 Cu^+ 水解，必须要先通入干燥的 HCl 气体赶走装置中的空气再加热，且要在 HCl 气流中加热制备，反应结束后先熄灭酒精灯，继续通入氮气直至装置冷却，所以操作顺序为：a-c-d-b-e，答案为：c d b。

(3) B 中物质由白色变为蓝色，说明有水生成，产物中还有 Cl_2 ，所以 C 中石蕊试纸先逐渐变为红色，后褪色，答案为：先变红，后褪色。

(4) D 中是 Cl_2 和 NaOH 反应生成氯化钠、次氯酸钠和水，反应的离子方程式为：

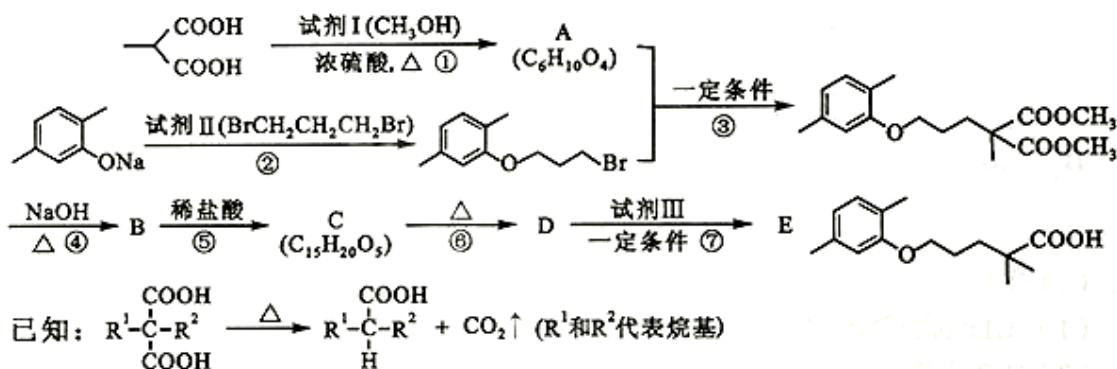
$\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，答案为： $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) ①根据题给信息知若杂质是 CuCl_2 ，说明 CuCl_2 没有反应完全，原因为加热时间不足或温度偏低，答案为：加热时间不足或温度偏低；②若杂质是氧化铜，说明 CuCl_2 水解生成 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2$ ，进一步分解生成 CuO ，原因是通入 HCl 的量不足，答案为：通入 HCl 的量不足。

【考点定位】考查化学实验探究，化学实验方案的分析、评价，元素及化合物知识。

【名师点睛】本题以热分解 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 制备 CuCl 为载体考查化学实验探究、化学实验方案的分析、评价，元素及化合物知识。解答本题首先要根据题给资料明确实验的原理，理清题给装置图中每一个装置的作用和相关反应，结合 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 CuCl 易水解， CuCl 易被氧化的性质知实验过程中要注意防止空气的干扰，确定装置的连接顺序；(5) 小题要根据杂质的成分结合题给资料分析杂质产生的原因。

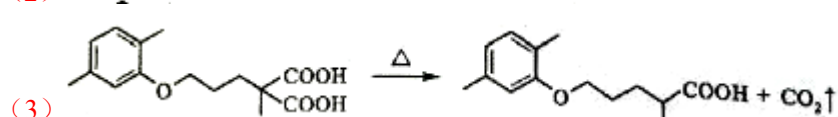
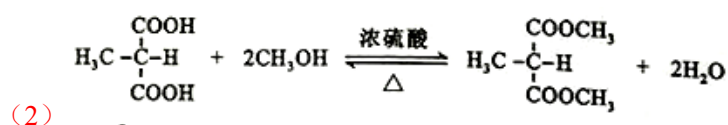
10. (16分) 高血脂严重影响人体健康，化合物 E 是一种临床治疗高血脂症的药物。E 的合成路线如下（部分反应条件和试剂略）：



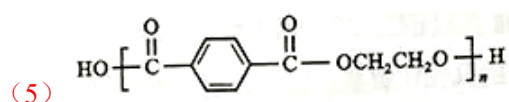
请回答下列问题：

- (1) 试剂 I 的名称是 ①，试剂 II 中官能团的名称是 ②，第②步的反应类型是 ③。
- (2) 第①步反应的化学方程式是_____。
- (3) 第⑥步反应的化学方程式是_____。
- (4) 第⑦步反应中，试剂 III 为单碘代烷烃，其结构简式是_____。
- (5) C 的同分异构体在酸性条件下水解，生成 X、Y 和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$ 。若 X 含有羧基和苯环，且 X 和 Y 的核磁共振氢谱都只有两种类型的吸收峰，则 X 与 Y 发生缩聚反应所得缩聚物的结构简式是_____。

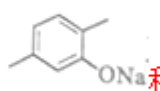
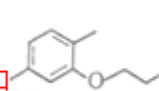
【答案】(1) ① 甲醇 ② 溴原子 ③ 取代反应



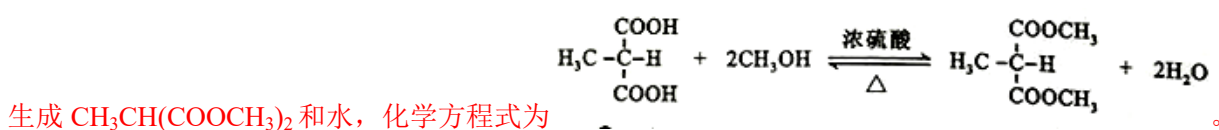
(4) CH_3I



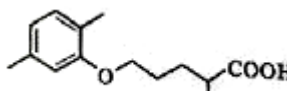
【解析】

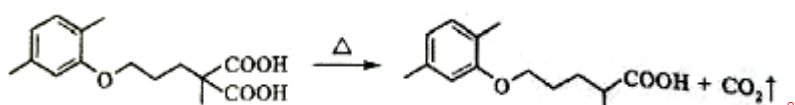
试题分析：(1) 试剂 I 的结构简式为 CH_3OH ，名称为甲醇；试剂 II 的结构简式为 $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ ，所含官能团的名称为溴原子；根据  和  的结构及试剂 II 判断第②步的反应类型为取代反应。

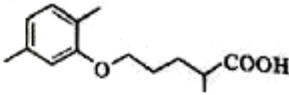
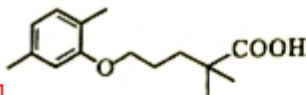
(2) 根据题给转化关系知第①步反应为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{COOH})_2$ 和 CH_3OH 在浓硫酸、加热的条件下发生酯化反应



(3) 根据题给转化关系推断 C 为 ，结合题给信息反应知  在

加热条件下反应生成 ，化学方程式为



(4) 试剂Ⅲ为单碘代烷烃, 根据  和  的结构推断, 试剂Ⅲ的结构简式是 CH_3I 。

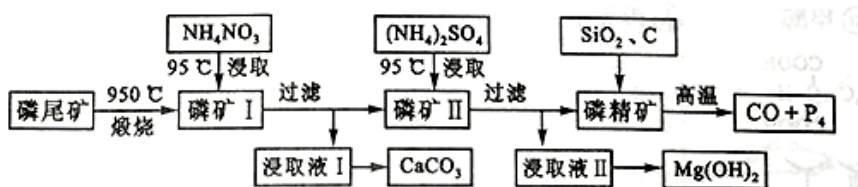
(5) C 的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{20}\text{O}_5$, 其同分异构体在酸性条件下水解, 含有酯基, 生成 X、Y 和 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{OH}$, 生成物 X 含有羧基和苯环, 且 X 和 Y 的核磁共振氢谱均只有两种类型的吸收峰, 则 X 为对二苯甲酸, Y 为

$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$, 则 X 与 Y 发生缩聚反应所得缩聚物的结构简式是 。

【考点定位】考查有机合成和有机推断, 涉及有机物的命名, 官能团的识别, 反应类型的判断, 结构简式、同分异构体、化学方程式的书写等。

【名师点睛】本题考查选修 5《有机化学基础》相关知识, 以简答或填空形式考查。常涉及如下高频考点: 有机物的命名; 官能团的识别、检验方法和官能团转化的反应条件; 反应类型判断; 有机物分子中原子共线、共面分析; 有机物结构简式推断及书写; 有机化学反应方程式书写; 同分异构数目判断及书写; 有机物合成路线设计等。解答此类题目首先要熟练掌握常见有机物官能团的性质和相互转化关系, 然后阅读题给信息(转化关系和题给信息反应), 与教材信息整合形成新的知识网络。有机推断的关键点是寻找突破口, 抓住突破口进行合理假设和推断。常见突破口有: 特殊颜色, 特殊状态, 特殊气味等物理性质; 特殊反应类型和反应条件, 特殊反应现象和官能团所特有的性质, 特殊制法和特殊用途等。有机合成首先判断目标有机物属于哪类有机物, 其次分析目标有机物中碳原子的个数、碳链组成与原料、中间物质的组成关系。根据给定原料, 结合信息, 利用反应规律合理地把目标有机物分解成若干个片段, 找出官能团引入、转换的途径及保护方法。找出关键点、突破点后, 要正向思维和逆向思维、纵向思维和横向思维相结合, 选择最佳合成途径。(5) 小本题是本题的难点, 首先根据 C 的分子式和题给信息确定其同分异构体属于酯类, 结合水解产物的结构和性质确定 X 为对二苯甲酸, Y 为 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$, 进一步写出缩聚产物的结构简式。审清题目的要求, 规范书写化学用语是得分的关键。题目难度适中。

11. (16 分) 资源的高效利用对保护环境、促进经济持续健康发展具有重要作用。磷尾矿主要含 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 。某研究小组提出了磷尾矿综合利用的研究方案, 制备具有重要工业用途的 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 P_4 和 H_2 , 其简化流程如下:

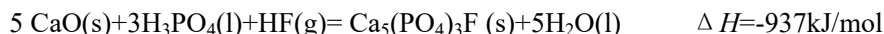
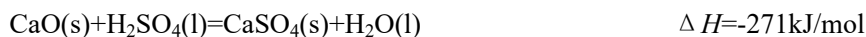


已知: ① $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 在 950°C 不分解;



请回答下列问题:

- (1) 950℃煅烧磷尾矿生成气体的主要成分是_____。
- (2) 实验室过滤所需的玻璃仪器是_____。
- (3) NH₄NO₃ 溶液能从磷矿 I 中浸取出 Ca²⁺的原因是_____。
- (4) 在浸取液 II 中通入 NH₃, 发生反应的化学方程式是_____。
- (5) 工业上常用磷精矿 [Ca₅(PO₄)₃F] 和硫酸反应制备磷酸。已知 25℃, 101kPa 时:



则 Ca₅(PO₄)₃F 和硫酸反应生成磷酸的热化学方程式是_____。

- (6) 在一定条件下 CO(g) + H₂O(g) ⇌ CO₂(g) + H₂(g), 当 CO 与 H₂O(g) 的起始物质的量之比为 1:5, 达平衡时, CO 转化了 $\frac{5}{6}$ 。若 a kg 含 Ca₅(PO₄)₃F (相对分子质量为 504) 的质量分数为 10% 的磷尾矿, 在上述过程中有 b% 的 Ca₅(PO₄)₃F 转化为 P₄, 将产生的 CO 与 H₂O(g) 按起始物质的量之比 1:3 混合, 则相同条件下达平衡时能产生 H₂ _____ kg。

【答案】 (1) CO₂

(2) 漏斗、烧杯、玻璃棒

(3) NH₄⁺ 水解使溶液呈酸性, 与 CaO、Ca(OH)₂ 反应生成 Ca²⁺

(4) MgSO₄ + 2NH₃ + 2H₂O = Mg(OH)₂↓ + (NH₄)₂SO₄

(5) Ca₅(PO₄)₃F(s) + 5H₂SO₄(l) = 5CaSO₄(s) + H₃PO₄(l) + HF(g) ΔH = -418 kJ/mol

(6) $\frac{ab}{44800}$

【解析】

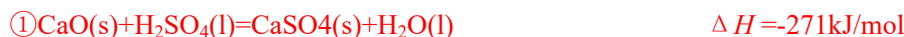
试题分析: (1) 根据题给化学工艺流程和信息①知磷尾矿 [主要含 Ca₅(PO₄)₃F 和 CaCO₃·MgCO₃] 在 950℃ 下煅烧, 其中碳酸钙和碳酸镁分解, 生成气体的成分为二氧化碳 (CO₂)。

(2) 实验室过滤所需的玻璃仪器是烧杯、漏斗和玻璃棒。

(3) NH₄NO₃ 溶液中铵离子水解呈酸性, 与 CaO、Ca(OH)₂ 反应生成 Ca²⁺。

(4) 根据化学工艺流程判断浸取液 II 的主要成分为硫酸镁溶液, 通入 NH₃, 发生反应的化学方程式是 MgSO₄ + 2NH₃ + 2H₂O = Mg(OH)₂↓ + (NH₄)₂SO₄。

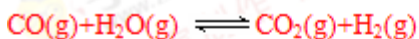
(5) 已知 25℃, 101kPa 时:



根据盖斯定律：①×5-②得 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 和硫酸反应生成磷酸的热化学方程式是 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s})+$

$5\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})=5\text{CaSO}_4(\text{s})+\text{H}_3\text{PO}_4(\text{l})+\text{HF}(\text{g}) \quad \Delta H=-418\text{kJ/mol}$ 。

(6) 根据题给数据利用三段式分析。设 CO 的起始浓度为 1 mol/L ，则水蒸气的起始浓度为 5 mol/L

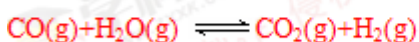


起始浓度 (mol/L) 1 5 0 0

转化浓度 (mol/L) 5/6 5/6 5/6 5/6

平衡浓度 (mol/L) 1/6 25/6 5/6 5/6

则 $K=c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)/c(\text{CO})c(\text{H}_2\text{O})=1$ 。相同条件下当 CO 与 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的起始物质的量之比为 1:3，平衡常数不变，设转化的 CO 为 $x\text{ mol}$ 。



起始浓度 (mol/L) 1 3 0 0

转化浓度 (mol/L) x x x x

平衡浓度 (mol/L) $(1-x)$ $(3-x)$ x x

则 $x^2/(1-x)(3-x)=1$ ，解得 $x=3/4$ ，即达平衡时， CO 转化了 $3/4\text{ mol}$ 。转化为 P_4 的 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 质量为 $a\times$

$10\%\times b\%\text{kg}$ ，根据反应 $4\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}+18\text{SiO}_2+30\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CaF}_2+30\text{CO}+18\text{CaSiO}_3+3\text{P}_4$ 知生成 CO 的质量为

$(30\times 28\times a\times 10\%\times b\%)/(4\times 504)\text{ kg}$ ，则转化的 CO 的质量为 $3(30\times 28\times a\times 10\%\times b\%)/4(4\times 504)\text{ kg}$ ，根据

反应： $\text{CO}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g})+\text{H}_2(\text{g})$ 知相同条件下达平衡时能产生 H_2 的质量为 $3(30\times 28\times a\times$

$10\%\times b\%)/56(4\times 504)\text{ kg}=\frac{ab}{44800}\text{ kg}$ 。

【考点定位】考查化学工艺流程分析，化学实验基本操作，化学方程式和热化学方程式的书写，盖斯定律，化学平衡和化学计算。

【名师点睛】本题以磷尾矿的综合利用的化学工艺流程为载体考查化学实验基本操作，化学方程式和热化学方程式的书写，盖斯定律，化学平衡和化学计算。工艺流程题联系生产实际，考查面广，形式灵活，是近几年高考命题的热点题型。它集元素化合物知识，基本概念和基本理论于一体，考查面广、综合性强。它们的主要考查点有：(1)从原料到产品元素不同形式的转化。(2)反应中的原理考查及反应条件控制。(3)物质的除杂、分离与检验。(4)化工生产中的环保、节能、循环利用等生产成本控制。(5)原料投料比及产率计算等。工艺流程题就是将化工生产中的生产流程用框图形式表示出来，并根据生产流程中有关的化学知识步步设问，是无机框图题的创新。解题时首先要明确原料和产品(包括副产品)，即箭头进出方向；其次依据流程图分析反应原理，紧扣信息，搞清流程中每一步发生了什么反应，弄清有关反应原理，明确目的(如沉淀反应、除杂、分离)；最后联系储存的知识，有效进行信息的利用，准确表述和工整书写。由于工艺流程常与溶液的配制、物质的分离及定量测定等基本操作有机结合起来，需要复习时牢固掌握实验基础知识，才能有效结合题中的信息，准确答题。(5) 小题要注意盖斯定律的应用，(6) 小题将平衡计算和根据化学

方程式计算相结合，题目的思考容量大，计算较繁琐，是本题的失分点。题目较难。