

(2024 年, 第 1 题)

1. 关于天津博物馆典藏文物的相关化学知识, 判断错误的是

- A. 太保鼎(西周)的材质是青铜, 青铜属于合金
- B. 《雪景寒林图》(北宋)的材质是绢(蚕丝织品), 绢属于天然高分子制品
- C. 白釉龙柄联腹传瓶(隋), 其材质是陶瓷, 陶瓷属于无机非金属材料
- D. 乾隆款珐琅彩芍药雉鸡图玉壶春瓶(清), 其珐琅彩由矿物颜料经高温烧制而成, 该颜料属于有机化合物

【答案】D

【解析】

【详解】A. 青铜是铜锡合金, 属于合金, A 正确;

B. 绢(蚕丝织品)属于蛋白质, 绢属于天然有机高分子, B 正确;

C. 陶瓷是硅酸盐产品, 属于无机非金属材料, C 正确;

D. 珐琅彩由矿物颜料经高温烧制而成, 属于无机化合物, D 错误;

故选 D。

(2024 年, 第 4 题)

2. 我国学者在碳化硅(SiC)表面制备出超高迁移率半导体外延石墨烯。下列说法正确的是

- A. SiC 是离子化合物
- B. SiC 晶体的熔点高、硬度大
- C. 核素 ^{14}C 的质子数为 8
- D. 石墨烯属于烯烃

【答案】B

【解析】

【详解】A. SiC 晶体结构与金刚石相似, 属于共价晶体, A 错误;

B. SiC 晶体结构与金刚石相似, 属于共价晶体, 熔点高、硬度大, B 正确;

C. C 元素为 6 号元素, 故核素 ^{14}C 的质子数为 6, C 错误;

D. 石墨烯是碳元素构成的单质, 不属于烯烃, D 错误;

故选 B。

(2024 年, 第 7 题)

3. 实验室中下列做法错误的是

- A. 含重金属离子(如 Pb^{2+} 、 Hg^{2+} 等)的废液, 加水稀释后排放
- B. 轻微烫伤时, 先用洁净的冷水处理, 再涂抹烫伤药膏
- C. 乙炔等可燃性气体点燃前要检验纯度
- D. 将有机废液收集后送专业机构处理

【答案】A

【解析】

【详解】A. 含重金属离子会污染水源、土壤，不能直接排放，A 错误；

B. 轻微烫伤时，可先用洁净的冷水吸收大量热后，再涂上对症药膏，B 正确；

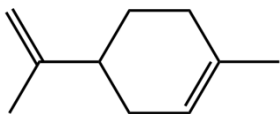
C. 乙炔等可燃性气体点燃前要检验纯度，防止爆炸，C 正确；

D. 有机废液中可能含有有毒有害物质，应收集后送专业机构处理，D 正确；

故选 A。

(2024 年，第 9 题)

4. 柠檬烯是芳香植物和水果中的常见组分。下列有关它的说法错误的是



柠檬烯

A. 属于不饱和烃

B. 所含碳原子采取 sp^2 或 sp^3 杂化

C. 与氯气能发生 1, 2-加成和 1, 4-加成

D. 可发生聚合反应

【答案】C

【解析】

【详解】A. 如图，柠檬烯中含有碳碳双键，属于不饱和烃，A 正确；

B. 如图，柠檬烯中含有碳碳双键和单键，碳碳双键上的碳原子为 sp^2 杂化，单键上的碳原子为 sp^3 杂化，B 正确；

C. 如图，柠檬烯不是共轭二烯烃，不能发生 1, 4-加成，C 错误；

D. 如图，柠檬烯中含有碳碳双键，能发生加聚反应，D 正确；

故选 C。

(2024 年，第 12 题)

5. 甲胺(CH_3NH_2)水溶液中存在以下平衡： $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$ 。已知：25°C 时， CH_3NH_2 的 $K_b = 4.2 \times 10^{-4}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ 。下列说法错误的是

A. CH_3NH_2 的 $K_b = \frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2)}$

B. CH_3NH_2 溶液中存在 $c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = c(\text{OH}^-)$

C. 25°C 时，0.1 mol/L NH_4Cl 溶液与 0.1 mol/L $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 溶液相比， NH_4Cl 溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 小

D. 0.01mol/L CH_3NH_2 溶液与相同浓度的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 溶液以任意比例混合，混合液中存在

$$c(\text{CH}_3\text{NH}_2) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = 0.01\text{mol/L}$$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由 (CH_3NH_2) 的电离方程式可知， CH_3NH_2 的 $K_b = \frac{c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{CH}_3\text{NH}_2)}$ ，A 正确；

B. 由 (CH_3NH_2) 的电离方程式及电荷守恒可知， CH_3NH_2 溶液中存在

$$c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = c(\text{OH}^-)$$
，B 正确；

C. 由 CH_3NH_2 的 $K_b = 4.2 \times 10^{-4}$ ， $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ ，碱性 $\text{CH}_3\text{NH}_2 > \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，由越弱越水解可得， 25°C 时， 0.1mol/L NH_4Cl 溶液与 0.1mol/L $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 溶液相比， NH_4Cl 溶液中的

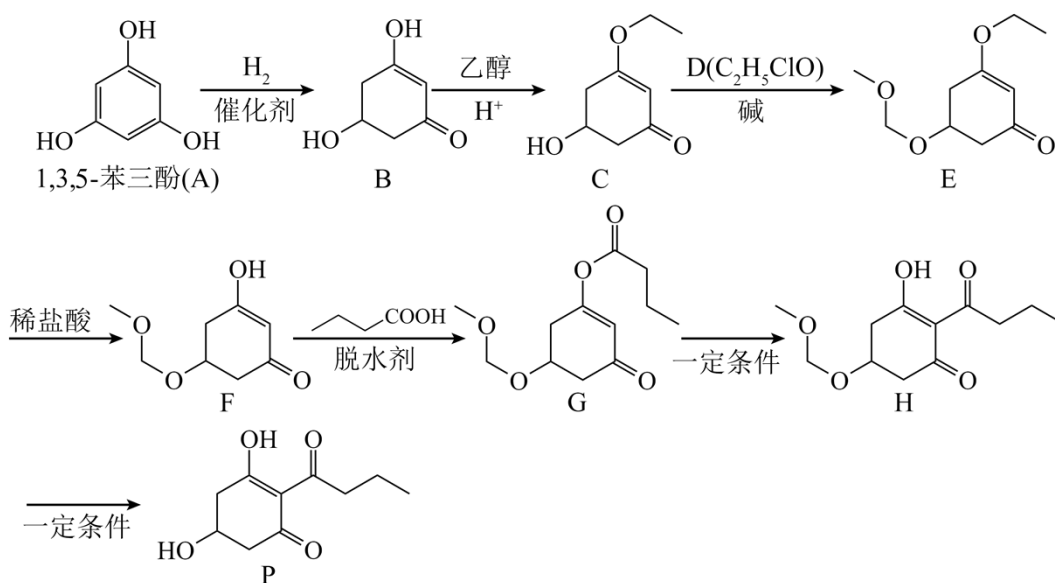
$c(\text{H}^+)$ 大，C 错误；

D. 0.01mol/L CH_3NH_2 溶液与相同浓度的 $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$ 溶液以任意比例混合，由物料守恒得，混合液中存在 $c(\text{CH}_3\text{NH}_2) + c(\text{CH}_3\text{NH}_3^+) = 0.01\text{mol/L}$ ，D 正确；

故选 C。

(2024 年，第 14 题)

6. 天然产物 P 是具有除草活性的植物化感物质，其合成路线如下：



(1) A 因官能团位置不同而产生的异构体(不包含 A)数目为_____；其中核磁共振氢谱有四组峰的异构体的结构简式为_____，系统命名为_____。

(2) B 的含氧官能团名称为_____。

(3) 写出 B → C 的化学方程式_____。

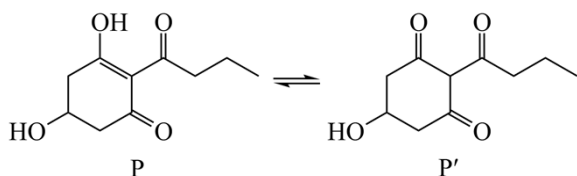
(4) D 的结构简式为_____。

(5) F → G 的反应类型为_____。

(6) 根据 G 与 H 的分子结构，判断下列说法正确的是_____ (填序号)。

a. 二者互为同分异构体 b. H 的水溶性相对较高 c. 不能用红外光谱区分二者

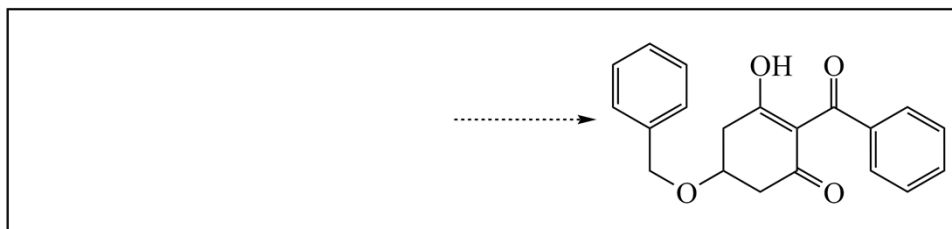
(7) 已知产物 P 在常温下存在如下互变异构平衡。下列说法错误的是_____ (填序号)。



a. P 和 P' 经催化加氢可得相同产物 b. P 和 P' 互为构造异构体

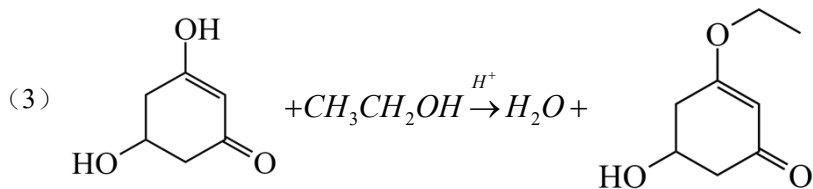
c. P 存在分子内氢键 d. P' 含有手性碳原子

(8) 已知氯代烃(R-Cl)与醇(R'-OH)在碱的作用下生成醚(R-O-R')。以甲苯和化合物 C 为原料，参照题干路线，完成目标化合物的合成_____ (无机试剂任选)。



【答案】 (1) ①. 2 ②.
③. 1, 2, 3-苯三酚或苯-1, 2, 3-三酚

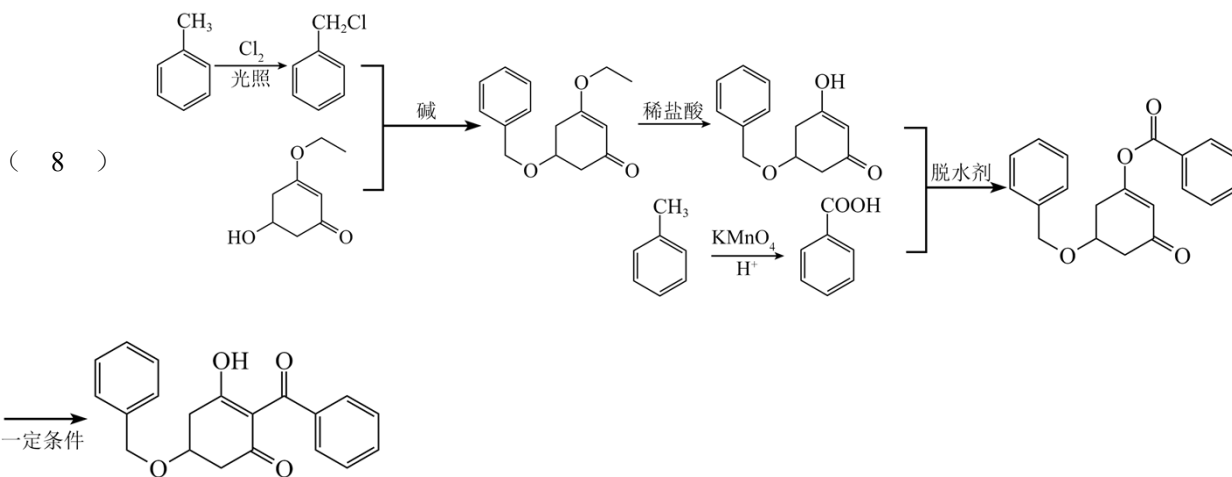
(2) 羟基、(酮)羰基



(4) CH₃-O-CH₂Cl

(5) 酯化反应或取代反应

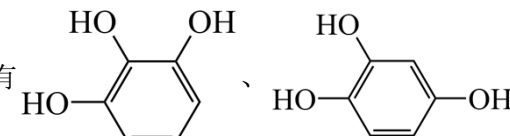
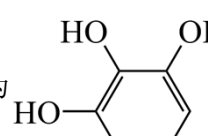
(6) ab (7) d



【解析】

【分析】B 和乙醇发生取代反应生成 C，C 中羟基断裂，D 中断裂 C-Cl 键，发生取代反应生成 E 和 HCl，则 D 为 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{Cl}$ ，F 中羟基与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 中羧基发生酯化反应生成 G；

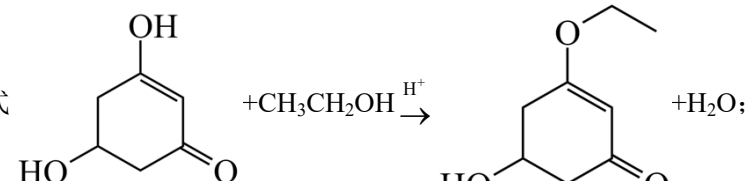
【小问 1 详解】

A 因官能团位置不同而产生的异构体有  共 2 种；其中核磁共振氢谱有四组峰的异构体的结构简式为 ，系统命名为 1, 2, 3-苯三酚；

【小问 2 详解】

B 的含氧官能团名称为羟基、(酮)羰基；

【小问 3 详解】

B \rightarrow C 发生取代反应，反应的化学方程式 ；

【小问 4 详解】

C 和 D 发生取代反应生成 E 和 HCl，D 的结构简式为 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{Cl}$ ；

【小问 5 详解】

F 中羟基和另一反应物中羧基反应生成酯基和水，F \rightarrow G 的反应类型为酯化反应或取代反应；

【小问 6 详解】

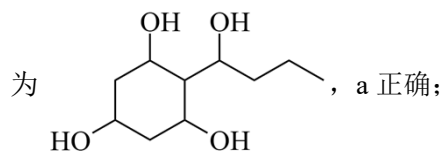
a. G 与 H 的分子式相同但结构不同，二者互为同分异构体，a 正确；

- b. H 含有羟基，是亲水基团，能与水形成分子间氢键，H 的水溶性相对较高，b 正确；
 c. G 不含有羟基，H 含有羟基，G 和 H 的官能团种类不同，能用红外光谱区分二者，c 错误；

故选 ab；

【小问 7 详解】

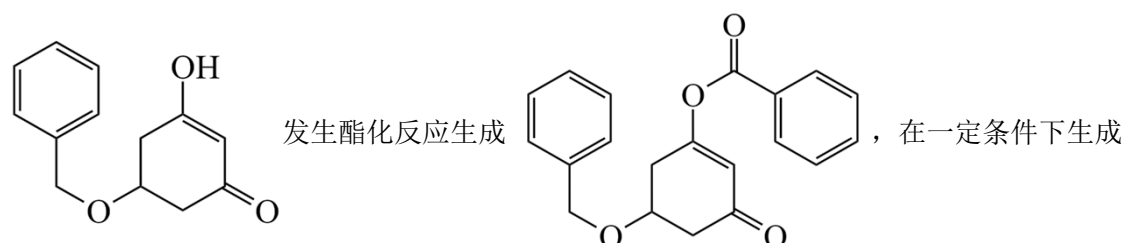
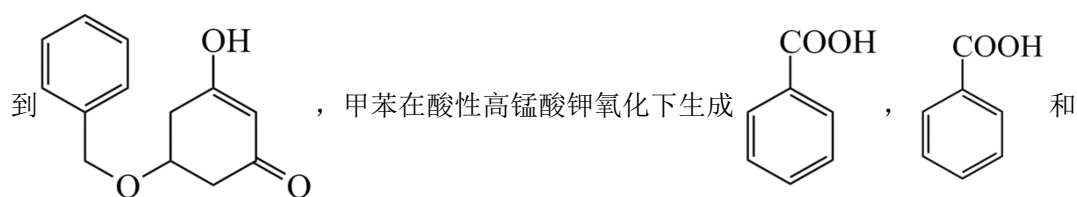
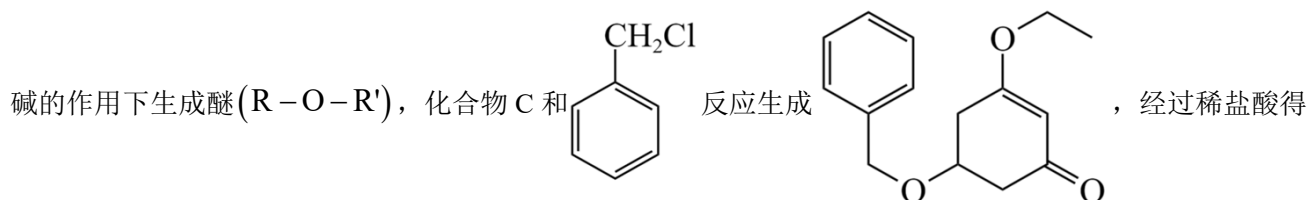
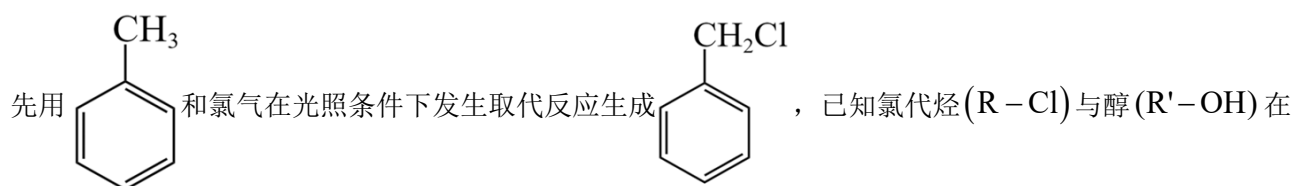
- a. P 中碳碳双键、(酮)羰基能与氢气加成，P' 中(酮)羰基能与氢气加成，P 和 P' 经催化加氢可得相同产物

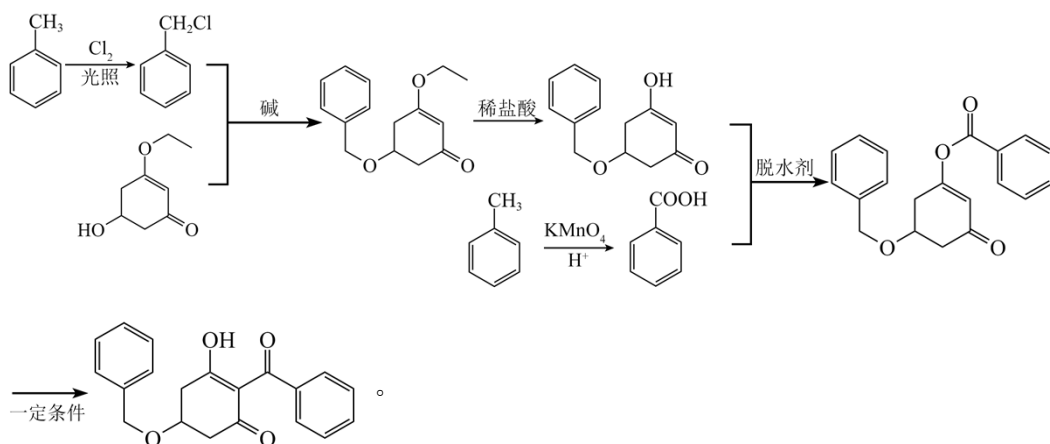
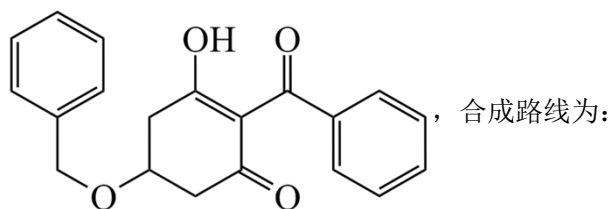


- b. 已知 P 在常温下存在互变异构得到 P'，两者分子式相同但结构不同，P 和 P' 互为构造异构体，b 正确；
 c. 电负性较大的 O 可与 H 形成氢键，其中 P 分子中碳碳双键上相连的羟基上 H 原子与相近的(酮)羰基的 O 形成分子内氢键，c 正确；
 d. 连接四种不同基团的碳为手性碳原子，因为 P' 关于连接羟基上的碳和对位的碳轴对称，所以 P' 不含有手性碳原子，d 错误；

故选 d；

【小问 8 详解】

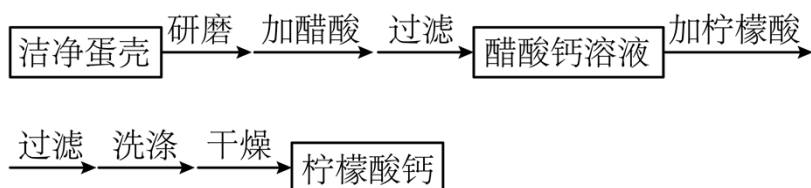




(2024 年，第 15 题)

7. 柠檬酸钙 $[\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2]$ 微溶于水、难溶于乙醇，是一种安全的食品补钙剂。某学习小组以蛋壳为主要原料，开展制备柠檬酸钙的如下实验。

I. 实验流程



- 实验中，需将蛋壳研磨成粉，其目的是_____。
- 写出蛋壳主要成分与醋酸反应的离子方程式_____，此反应的实验现象是_____。
- 实验流程中，先将蛋壳粉与醋酸反应，而不是直接与柠檬酸溶液反应。解释该设计的理由_____。
- 过滤时用到的玻璃仪器有_____。
- 洗涤柠檬酸钙最适宜的试剂是_____ (填序号)。
a. 水 b. 乙醇 c. 醋酸
- 上述实验流程中可循环使用的反应物为_____。

II. 柠檬酸钙样品纯度的测定

已知：柠檬酸钙的摩尔质量为 Mg/mol ，EDTA 与 Ca^{2+} 按 1:1 (物质的量之比) 形成稳定配合物。

将干燥后的柠檬酸钙样品 ag 置于锥形瓶中，按照滴定要求将其配成浅液，用溶液调节 pH 大于 13，加入钙指示剂，用 bmol/L 的 EDTA 标准溶液滴定至试液由紫红色变为蓝色，达到滴定终点，消耗 EDTA 标

准溶液 VmL。

(7) 配制 1mol/L NaOH 溶液时, 需将洗涤烧杯内壁和玻璃棒的洗涤液一并转移至容量瓶中, 其目的是_____。

(8) 测定实验中, 滴定管用蒸馏水洗涤后, 加入 EDTA 标准溶液之前, 需进行的操作为_____。若滴定所用锥形瓶在使用前洗净但未干燥, 会导致测定结果_____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

(9) 样品中柠檬酸钙质量分数的表达式是_____ (用字母表示)。

【答案】 (1) 增大反应物接触面积, 使反应更加充分, 提高反应速率

(2) ①. $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ②. 蛋壳粉溶解, 有气泡产生

(3) 醋酸钙易溶, 柠檬酸钙微溶, 反应生成的柠檬酸钙覆盖在蛋壳粉表面会阻碍进一步反应

(4) 烧杯、漏斗、玻璃棒

(5) b (6) CH_3COOH 或醋酸

(7) 减少溶质的损失, 降低实验误差

(8) ①. 用少量 EDTA 标准溶液润洗滴定管 2~3 次 ②. 无影响

(9) $\frac{bVM}{3000a} \times 100\%$

【解析】

【分析】 碳酸钙固体研磨后有利于加快反应速率, 与柠檬酸反应过滤后得到较纯净的柠檬酸钙固体, 洗涤、干燥后得产品。本题主要考查分离实验操作和产品的纯度测定。

【小问 1 详解】

需将蛋壳研磨成粉, 其目的是增大固体反应物接触面积, 使反应更加充分, 提高反应速率;

【小问 2 详解】

蛋壳主要成分是碳酸钙, 是难溶的固体, 醋酸为弱酸, 离子方程式中不能拆开要用化学式, 碳酸钙与醋酸反应的离子方程式为: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$;

因为产生二氧化碳气体, 实验现象是: 蛋壳粉溶解, 有气泡产生;

【小问 3 详解】

实验中先将蛋壳粉与醋酸反应, 而不是直接与柠檬酸溶液反应, 原因是: 醋酸钙易溶, 柠檬酸钙微溶, 反应生成的柠檬酸钙覆盖在蛋壳粉表面会阻碍进一步反应;

【小问 4 详解】

过滤时用到的仪器有: 烧杯、漏斗、玻璃棒和滤纸, 玻璃仪器有: 烧杯、漏斗、玻璃棒;

【小问 5 详解】

柠檬酸钙微溶于水、难溶于乙醇，洗涤柠檬酸钙最适宜的试剂乙醇，答案选 b；

【小问 6 详解】

蛋壳制备柠檬酸钙的主要反应为：① $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ；②

溶液中加入柠檬酸，生成柠檬酸钙和醋酸。其中可以循环使用的物质是 CH_3COOH ；

【小问 7 详解】

配制一定物质的量浓度的溶液，需将烧杯和玻璃棒进行洗涤，将洗涤烧杯内壁和玻璃棒的洗涤液一并转移至容量瓶中，目的是将溶质全部转移至容量瓶中，减少溶质的损失，降低实验误差；

【小问 8 详解】

滴定管用蒸馏水洗涤后，加入 EDTA 标准溶液之前，需用 EDTA 对滴定管进行润洗，故操作为：用少量 EDTA 标准溶液润洗滴定管 2~3 次；

滴定所用锥形瓶在使用前洗净但未干燥，这些水分不改变标准液和待测液中的溶质，所以对滴定结果无影响；

【小问 9 详解】

柠檬酸钙的摩尔质量为 $M\text{g/mol}$ ，EDTA 与 Ca^{2+} 按 1:1 (物质的量之比) 形成稳定配合物。

$$\begin{array}{l} 3\text{EDTA} \quad \sim \quad [\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2] \\ 3\text{mol} \quad \quad \quad M \\ \frac{\text{b mol/L} \cdot \text{V mL}}{1000\text{mL/L}} \quad \quad \quad x \end{array}, \text{列比例可得样品中柠檬酸钙质量 } x = \frac{\text{bVM}}{3000} \text{ g}, \text{样品中柠檬酸钙}$$

$$\text{质量分数的表达式: } \frac{x\text{g}}{a\text{g}} \times 100\% = \frac{\text{bVM}}{3000a} \times 100\%。$$