

**7. C** 【命题点】物质的组成和性质,涉及  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$  的性质、质量分数的计算等知识。

【解析】孔雀石颜料和蓝铜矿颜料的主要成分中均含有  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$  受热易分解,字画主要由纸张和绢、绫、棉等织物作为材料,要防止受潮和氧化,所以需控制温度和湿度, **A 正确**;孔雀石和蓝铜矿中含有的  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$  都不易被空气氧化, **B 正确**;  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CuCO}_3$  都能与酸反应,所以不耐酸, **C 错误**;摩尔质量:  $\text{Cu}(\text{OH})_2 < \text{CuCO}_3$ , 所以铜的质量分数:  $\text{Cu}(\text{OH})_2 > \text{CuCO}_3$ , **D 正确**。

**快解** 根据  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$  都能与酸反应可快速确定 C 项错误;D 项可以通过比较  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  和  $\text{CuCO}_3$  中的铜元素的质量分数来判断。

**8. D** 【命题点】金丝桃苷的结构与性质、有机反应类型等。

【解析】金丝桃苷分子中的苯环、羰基和碳碳双键能与  $\text{H}_2$  发生加成反应, **A 正确**;金丝桃苷分子中含有 21 个碳原子, **B 正确**;金丝桃苷分子中含有羟基,能与乙酸发生酯化反应, **C 正确**;金丝桃苷分子中含有羟基,能与金属钠发生反应, **D 错误**。

**9. C** 【命题点】阿伏加德罗常数的相关计算。

【解析】

选项	分析	结果
A	标准状况下 22.4 L $\text{N}_2$ 的物质的量为 1 mol, 1 个 $\text{N}_2$ 分子中含有 14 个中子, 所以 1 mol $\text{N}_2$ 中含有 14 mol 中子, 数目为 $14N_A$	错误
B	1 mol 重水和 1 mol 水中含有的质子数相同	错误
C	石墨烯和金刚石中都只含有碳原子, 12 g 石墨烯和 12 g 金刚石中都含有 1 mol C 原子, 所以均含有 $N_A$ 个 C 原子	正确
D	$\text{NaCl}$ 溶液中除含有 $\text{Cl}^-$ 和 $\text{Na}^+$ 外还含有水分子以及少量 $\text{H}^+$ 、 $\text{OH}^-$ , 1 L 1 mol $\cdot$ L $^{-1}$ $\text{NaCl}$ 溶液中含有的电子数远大于 $28N_A$	错误

**关键点拨** 重水中的氢原子含有 1 个质子、1 个中子。

**10. B** 【命题点】喷泉实验,涉及物质间的反应等知识。

【解析】 $\text{H}_2\text{S}$  在稀盐酸中的溶解度很小,所以不能产生喷泉现象, **A 错误**;  $\text{HCl}$  能与稀氨水反应,且  $\text{HCl}$  极易溶于水,使烧瓶内的压强突然减小而产生压强差,所以会产生喷泉现象, **B 正确**;  $\text{NO}$  不溶于稀硫酸,所以不能产生喷泉现象, **C 错误**;  $\text{CO}_2$  在饱和  $\text{NaHCO}_3$  溶液中溶解度很小,所以不能产生喷泉现象, **D 错误**。

**关键点拨** 产生喷泉现象的原理是容器内外产生较大的压强差,所以需要气体能与液体反应或被液体吸收。

### 11. A 【命题点】离子方程式的正误判断。

【解析】 $\text{Cl}_2$  具有强氧化性,能将  $\text{SO}_3^{2-}$  氧化为  $\text{SO}_4^{2-}$  且生成少量  $\text{H}^+$ ,由于  $\text{Cl}_2$  量不足,所以生成的  $\text{H}^+$  会与  $\text{SO}_3^{2-}$  反应生成  $\text{HSO}_3^-$ ,**A 正确**;碳酸的酸性弱于盐酸,所以  $\text{CO}_2$  与  $\text{CaCl}_2$  溶液不反应,**B 错误**;  $\text{FeCl}_3$  对  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解起催化作用,正确的离子方程式为  $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ,**C 错误**;同浓度同体积  $\text{NH}_4\text{HSO}_4$  溶液与  $\text{NaOH}$  溶液混合时, $\text{OH}^-$  只与  $\text{H}^+$  反应,正确的离子方程式为  $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$ ,**D 错误**。

**快解** 本题在不确定 A 是否正确的情況下可采用排除法, $\text{CO}_2$  与  $\text{CaCl}_2$  溶液不反应排除 B, $\text{Fe}^{3+}$  作  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解的催化剂排除 C, $\text{OH}^-$  先与  $\text{H}^+$  反应排除 D。

**刷有所得**  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  与  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{BaCl}_2$  溶液均不反应,但通入  $\text{NH}_3$  后可发生反应。

### 12. B 【命题点】碱性硼化钒-空气电池的工作原理,涉及电极的判断、电极反应式的书写和电解液的 pH 变化等。

#### 思路分析

电极或总反应	反应式
VB <sub>2</sub> 电极 (负极)反应式	$\text{VB}_2 + 16\text{OH}^- - 11\text{e}^- = \text{VO}_4^{3-} + 2\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{H}_2\text{O}$
复合碳电极 (正极)反应式	$\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
电池总反应	$4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$

【解析】正极的电极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ,负载通过 0.04 mol 电子时,正极有 0.01 mol  $\text{O}_2$  参与反应,在标准状况下体积为 0.224 L,**A 正确**;正极发生的是  $\text{O}_2$  在碱性条件下得到电子生成  $\text{OH}^-$  的还原反应,所以碱性增强、正极区溶液的 pH 升高,负极  $\text{OH}^-$  参与反应使得负极区溶液的 pH 降低,**B 错误**;由思路分析可知,**C 正确**;电流由正极(复合碳电极)通过外电路流向负极(VB<sub>2</sub> 电极),电解质溶液中通过阴、阳离子的定向移动形成电流,**D 正确**。

**巧记要点** 原电池的负极发生的是元素化合价升高、失去电子的氧化反应,正极发生的是元素化合价降低、得到电子的还原反应。原电池中电流由正极通过外电路流向负极,电子由负极通过外电路流向正极。

### 13. D 【命题点】元素周期表、元素周期律以及元素化合物的性质等。

【解析】由化合物  $\text{XW}_3$  和  $\text{WZ}$  相遇会产生白烟推知  $\text{XW}_3$  是  $\text{NH}_3$ , $\text{WZ}$  是  $\text{HCl}$ ,即 W 为 H 元素、X 为 N 元素、Z 为 Cl 元素。再由四种元素的核外电子总数满足  $\text{X} + \text{Y} = \text{W} + \text{Z}$  可推知 Y 的核外电子数为 11,则 Y 为 Na 元素。Na 是活泼金属,所以非金属性在四种元素中最弱,四种元素的非金属性: $\text{Cl} > \text{N} > \text{H} > \text{Na}$ ,**A 错误**;同周期主族元素原子半径随原子序数的增大而减小,同主族元素原子半径随原子序数的增大而增

大,所以原子半径:  $\text{Na} > \text{Cl} > \text{N} > \text{H}$ , **B** 错误;  
N 的含氧酸有多种,其中  $\text{HNO}_2$  是弱酸, **C** 错误;Y 的氧化物  
**易错点**  
对应的水化物为  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaOH}$  是强碱, **D** 正确。

**关键点拨**  $\text{NH}_3$  与挥发性酸相遇生成铵盐,所以会产生白烟现象。

## 26. (14 分)

(1) 圆底烧瓶 饱和食盐水

(2) 水浴加热  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$  避免生成  $\text{NaClO}_3$  (3) 吸收尾气( $\text{Cl}_2$ ) AC

(4) 过滤 少量(冷)水洗涤 (5) 紫 小于

**【命题点】**物质的制备及性质探究实验,涉及仪器名称、实验基本操作、实验目的、实验现象、尾气处理等。

**【解析】**(1) 实验室常用  $\text{MnO}_2$  与浓盐酸在加热条件下制取  $\text{Cl}_2$ , 由于制得的  $\text{Cl}_2$  中混有  $\text{HCl}$ ,  $\text{HCl}$  会消耗 b 装置中试管内的  $\text{KOH}$ , 所以应使用饱和食盐水除去  $\text{HCl}$ 。

(2) 用酒精灯加热烧杯中的水从而对试管中的反应体系进行加热, 这样的加热方式为水浴加热。 $\text{Cl}_2$  和  $\text{NaOH}$  在不加热条件下反应生成  $\text{NaCl}$  和  $\text{NaClO}$ , 离子方程式为  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。 $\text{Cl}_2$  与  $\text{NaOH}$  反应放热, 由题意  
**关键点**  
可知, 温度较高时  $\text{Cl}_2$  与  $\text{KOH}$  反应生成  $\text{KClO}_3$ , 所以不使用冰水浴会使得溶液温度升高而生成  $\text{NaClO}_3$  杂质。

(3)  $\text{Cl}_2$  是有毒气体, 所以必须进行尾气处理, 防止污染空气。 $\text{Cl}_2$  可以与  $\text{Na}_2\text{S}$  反应, 化学方程式为  $\text{Cl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{NaCl} + \text{S} \downarrow$ ;  $\text{Cl}_2$  可以与  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  反应, 化学方程式为  $2\text{Cl}_2 + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{Ca}(\text{ClO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。 $\text{Cl}_2$  在食盐水和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中溶解度较小, 所以可用  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  溶液来进行尾气处理, **A、C** 符合题意。

(4) 从溶液中获得溶质的常见方法为蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥。

(5) 2 号试管中溶液变为棕色, 说明有  $\text{I}_2$  生成, 则加入  $\text{CCl}_4$  振荡, 静置后  $\text{CCl}_4$  层呈紫色, 故 2 号试管中  $\text{I}^-$  被氧化, 而 1 号试管中  $\text{I}^-$  未被氧化, 所以该条件下氧化性:  $\text{KClO}_3 < \text{NaClO}$ 。

**关键点拨** 由信息可知要制得  $\text{KClO}_3$  和  $\text{NaClO}$ , 再由原料可知  $\text{Cl}_2$  与碱反应在加热条件下生成  $\text{ClO}_3^-$ 、温度较低时生成  $\text{ClO}^-$ 。

**刷有所得** 实验装置中的最后一个装置一般是尾气处理装置或防止空气中的  $\text{CO}_2$ 、水蒸气等进入而影响实验结果的装置。

## 27. (15 分)

(1) 除去油脂、溶解铝及其氧化物  $\text{Al}(\text{OH})_4^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  (3)  $\text{O}_2$  或空气  $\text{Fe}^{3+}$

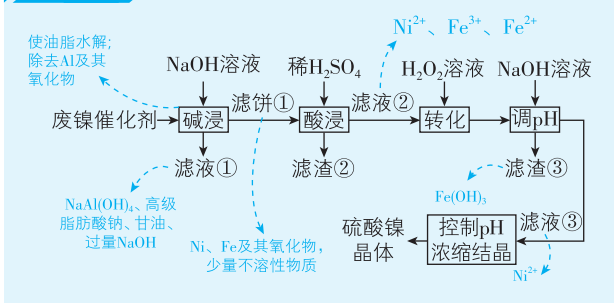
(4)  $0.01 \times (10^{7.2-14})^2$  [或  $10^{-5} \times (10^{8.7-14})^2$ ] 3.2~6.2

(5)  $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

(6) 提高镍回收率

【命题点】无机化工流程,涉及物质的制备、元素单质及其化合物的性质、沉淀溶解平衡、氧化还原反应等知识。

### 思路分析



【解析】(1) Al 及其氧化物能与 NaOH 溶液反应生成易溶于水的  $\text{NaAl}(\text{OH})_4$ , 油脂在 NaOH 水溶液、加热条件下水解生成易溶于水的高级脂肪酸钠和甘油。滤液①中含有  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ , 所以加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$  将“滤液①”调为中性后生成的沉淀是  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , 发生的反应为  $\text{Al}(\text{OH})_4^- + \text{H}^+ = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) Ni、Fe 及其氧化物能与稀硫酸反应, 所以滤液②中含有的金属离子有  $\text{Ni}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 。

(3) “转化”过程中加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的目的是将  $\text{Fe}^{2+}$  氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{O}_2$  或空气也可达到该目的。若先加 NaOH, 因  $\text{Fe}^{2+}$  完全沉淀的 pH 大于  $\text{Ni}^{2+}$ , 则溶液中存在  $\text{Ni}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$ , 再氧化后生成的  $\text{Fe}^{3+}$  可能会有部分残留在滤液③中。

(4) 由表格数据可知当  $c(\text{Ni}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{pH} = 7.2$  时开始沉淀, 可得  $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 0.01 \times (10^{7.2-14})^2$ , 当  $c(\text{Ni}^{2+}) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $\text{pH} = 8.7$  时沉淀完全, 可得  $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 10^{-5} \times (10^{8.7-14})^2$ 。由于  $c(\text{Ni}^{2+}) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 所以  $c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{0.01 \times (10^{7.2-14})^2}{1}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-7.8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 此时  $\text{pH} = 6.2$ , 由表格中数据可知当  $\text{pH} = 3.2$  时  $\text{Fe}^{3+}$  已沉淀完全, 所以调节 pH 范围为 3.2~6.2。

(5) 由题给信息可知, 该反应是氧化还原反应, 氧化剂是  $\text{ClO}^-$ , 还原剂是  $\text{Ni}^{2+}$ , 氧化产物是  $\text{NiOOH}$ , 则还原产物是  $\text{Cl}^-$ , 结合得失电子守恒、质量守恒、碱性介质配平得  $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ 。

(6) 母液中还含有硫酸镍, 循环利用的意义是提高原料的利用率。

巧记要点 铝及其氧化物与强碱反应生成  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ , 与强酸反应生成  $\text{Al}^{3+}$ 。

### 28. (14 分)

(1) 1:4 变大 (2) d c 小于

$$(3) \frac{9}{4} \times \frac{1}{0.039^3} \text{ 或 } \frac{0.39^4 \times \frac{0.39}{4}}{0.39^6 \times \left(\frac{0.39}{3}\right)^2} \times \frac{1}{0.1^3} \text{ 等}$$

(4) 选择合适催化剂等

【命题点】化学反应原理, 涉及化学平衡的移动、平衡常数的计算等知识。

【解析】(1) 由信息可知,  $\text{CO}_2$  催化加氢生成乙烯和水的化学方程式为  $2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化}} \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ , 所以  $n(\text{C}_2\text{H}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1:4$ 。该反应正方向是气体分子数减小的反

应,所以增大压强,平衡正向移动, $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ 增大。

(2) 由于起始投料  $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:3$ , 而反应过程中两者物质的量的改变量之比也为  $1:3$ , 所以平衡时  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}_2$  的物质的量分数之比为  $3:1$ , 而  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量分数始终为  $\text{C}_2\text{H}_4$  的 4 倍, 所以曲线 a、b、c、d 分别表示的物质是  $\text{H}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4$ 。温度升高,  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量分数减小, 即平衡逆向移动, 所以正反应是放热反应, 即  $\Delta H$  小于 0。

(3) 由于  $\text{H}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量分数都是 0.39, 则  $\text{CO}_2$  和  $\text{C}_2\text{H}_4$  的物质的量分数分别为  $\frac{0.39}{3}$ 、 $\frac{0.39}{4}$ , 所以该温度下的化

$$\text{学平衡常数 } K_p = \frac{(0.39 \times 0.1 \text{ MPa})^4 \times \frac{0.39}{4} \times 0.1 \text{ MPa}}{\left(\frac{0.39}{3} \times 0.1 \text{ MPa}\right)^2 \times (0.39 \times 0.1 \text{ MPa})^6} = \frac{9}{4} \times \frac{1}{0.039^3} (\text{MPa})^{-3} \text{ 或 } \frac{0.39^4 \times \frac{0.39}{4}}{0.39^6 \times \left(\frac{0.39}{3}\right)^2} \times \frac{1}{0.1^3} (\text{MPa})^{-3} \text{ 等。}$$

(4) 由于产生了副产物, 所以可以选择合适的催化剂提高乙烯的选择性, 同时催化剂也可加快反应速率。

**关键点拨** 准确判断曲线表示对应的物质是解答本题的关键, 根据反应物之间的物质的量分数关系和生成物之间的物质的量分数关系结合图像确定曲线对应的物质。

**刷有所得** 催化剂虽然不能使平衡发生改变, 但使用不同的催化剂可选择性发生相应反应。

### 35. (15 分)

(1) B Si(硅) (2) 配位 N  $\text{sp}^3$   $\text{sp}^2$

(3)  $\text{N} > \text{H} > \text{B}$   $\text{CH}_3\text{CH}_3$  低  $\text{H}^{\delta+}$  与  $\text{H}^{\delta-}$  的静电引力

(4)  $\frac{62}{N_A abc \times 10^{-30}}$

**【命题点】** 物质结构与性质, 涉及元素周期律、配位键、杂化类型、晶胞结构分析及相关计算等。

**【解析】** (1) 同周期元素原子半径随原子序数的增大而减小, 所以原子半径:  $\text{B} > \text{N}$ , 而 H 原子半径是所有元素原子半径中最小的, 所以三种元素原子半径最大的是 B。B 位于第二周期第 IIIA 族, 是第二周期从左往右第一种非金属元素, 根据对角线规则, B 与第三周期第 IVA 族的非金属元素 Si 的化学性质相似。

(2) N 原子最外层有 5 个电子, 其中有 3 个电子与 3 个氢原子成键, B 原子最外层 3 个电子全部与 3 个氢原子成键, 所以 N 原子与 B 原子形成配位键, 其中 N 原子提供孤对电子、B 原子提供空轨道。  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  中 B 原子形成 4 个  $\sigma$  键, 所以 B 原子的杂化方式是  $\text{sp}^3$ , 而  $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$  中 B 原子形成 3 个  $\sigma$  键, 所以杂化方式为  $\text{sp}^2$ 。

(3) 与 N 原子相连的 H 呈正电性, 则电负性:  $\text{N} > \text{H}$ , 与 B 原子相连的 H 呈负电性, 则电负性:  $\text{H} > \text{B}$ , 所以电负性:  $\text{N} > \text{H} > \text{B}$ 。原子总数与价电子总数均相等的微粒互为等电子体, 通常采用相邻元素替换的方法获得, 所以与  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  互为等电子体的有  $\text{CH}_3\text{CH}_3$ 。  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  中 H 元素均显正价, 而  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  中部分 H 元素显正价、部分 H 元素显负价, 使得

$\text{H}^{\delta+}$  与  $\text{H}^{\delta-}$  存在静电引力,所以  $\text{CH}_3\text{CH}_3$  熔点比  $\text{NH}_3\text{BH}_3$  低。

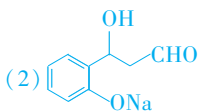
(4) 由题图可知该超晶胞中有 16 个  $\text{NH}_3\text{BH}_3$ , 所以该晶体的

$$\text{密度为 } \rho = \frac{\frac{16 \times (14 + 6 + 11)}{N_A} \text{ g}}{2a \text{ pm} \times 2b \text{ pm} \times 2c \text{ pm}} = \frac{62}{N_A abc \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

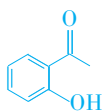
**关键点拨** 化合物中显负价的元素的非金属性比显正价元素的非金属性强, 电负性大。

### 36. (15 分)

(1) 2-羟基苯甲醛 (或水杨醛或邻羟基苯甲醛)



(3) 乙醇、浓硫酸/加热



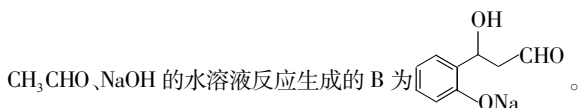
(4) 羟基、酯基 2 (5)  $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{COOH}$

(6) 随着  $\text{R}'$  体积增大, 产率降低; 原因是  $\text{R}'$  体积增大, 位阻增大

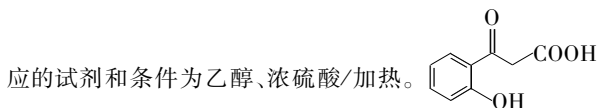
**【命题点】** 有机物的合成与推断, 涉及有机物的命名、有机物的转化、官能团、手性碳原子、同分异构体结构的书写等。

**【解析】** (1) 的名称为 2-羟基苯甲醛 (或水杨醛或邻羟基苯甲醛)。

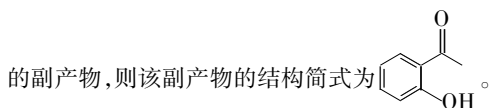
(2) 由信息反应, 结合 B 的分子式和 C 的结构简式可知, A 与



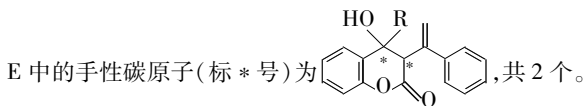
(3) 对比 C、D 的结构简式可知,  $\text{C} \rightarrow \text{D}$  发生酯化反应, 该反



(分子式为  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ) 易发生脱羧反应生成分子式为  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$



(4) 由 E 的结构简式可知, E 分子中含有的含氧官能团有酯基和羟基。手性碳原子上连有四个不同的原子或基团, 则



(5) M 为 C 的同分异构体, 则含有 6 个不饱和度, 1 mol M 与饱和碳酸氢钠溶液充分反应放出 2 mol 二氧化碳, 说明 M 分子中含有 2 个羧基, 再由能被酸性高锰酸钾溶液氧化为对苯二甲酸可知符合条件的 M 为  $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{COOH}$ 。

(6) 由表格数据可知取代基基团越大, 产率越低, 所以可能的原因是取代基体积越大, 位阻越大。