

1.【答案】D

【解析】铅炼厂的工业废水常含有 Pb^{2+} ，应用阳离子交换膜将其转化为 H^+ 而除去，D 错误。

2.【答案】C

【解析】反应 I 的产物为  与乙醇，反应 II  与 HCl 反应生成 Y 和 $NaCl$ ，C

错误。

3.【答案】D

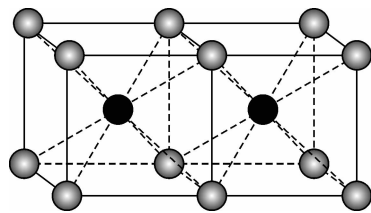
【解析】过量银氨溶液呈碱性， Br_2 与 OH^- 反应褪色，而不能说明是碳碳双键的缘故，A 错误；容量瓶不宜用于溶解固体，B 错误；乙醚密度小于水， I_2 的乙醚溶液应从分液漏斗上口倒出，C 错误；通过 O_2 传感器测定 O_2 含量减少，即可证明铁钉发生了吸氧腐蚀，D 正确。

4.【答案】C

【解析】O 的电负性大于 Cl， $HOCl$ 中 Cl 为 +1，存在过氧键 (O—O) 且 O 均为 -1 价，故 H_2O_2 并未出现化合价变化，A 错误； $HOCl$ 的结构式为 $H-O-O-Cl$ ，只有 σ 键，B 错误；反应过程为放热反应以及 H_2O_2 受热易分解，不宜温度过高，故应采取较低温度下进行，C 正确；未给出温度和压强，无法计算 O_2 的物质的量，D 错误。

5.【答案】C

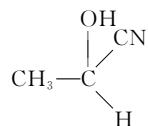
【解析】顶点属于该晶胞的是 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ ，即 1 个 B_6 ，A 正确；“无隙并置”后可发现，Ca 与垂直方向上的邻近晶胞的 Ca 距离最短，距离为 a pm，如图，B 正确；若以 Ca 为顶点时， B_6 位于晶胞的体心，C 错误；该晶胞与 $CsCl$ 晶胞结构相似，D 正确。



6.【答案】C

【解析】由转化流程图中物质的结构可知，X、Y、Z、W 分别为 H、C、N、O，且基态 M 原子的价层电子数是 H、

C、N、O 原子的未成对电子数之和的一半，即 4 个，说明 M 为 Si。物质转化关系为 $CH_3-\overset{O}{\parallel}C-H \xrightarrow{HCN}$



。电子层结构相同的 O^{2-} 、 Na^+ ，依据“序小径大”可知离子半径： $O^{2-} > Na^+$ ，A 正确；Si 属于共

价晶体，B 正确；第一电离能 $N > H > C$ ，C 错误；H、C、N、O 四种元素可形成铵盐，含有离子键，D 正确。

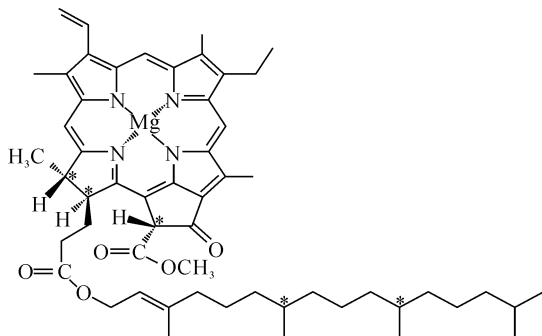
7.【答案】C

【解析】通过 CO_2 的酸化可知，溶浸应为“碱浸”，试剂 X 可以是 $NaOH$ 溶液，A 正确；“酸化”时，“酸化”反应生成氢氧化铝沉淀和碳酸氢根离子，B 正确；红褐色固体为 $Fe(OH)_3$ ，C 错误；若有 Fe^{2+} ，调 pH 为 3.2， Fe^{2+} 未沉淀，后续浓缩结晶所得产品中可能含有 $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ，D 正确。

8.【答案】C

【解析】叶绿素中含有 Mg^{2+} ，结构中 2 个单键 N 原子应各得 1 个电子，满足未成对电子成对，继而剩余孤电

子对与 Mg^{2+} 形成配位键, A 正确; 两种物质中含有的官能团完全不同, B 正确; 18-冠-6 为单个分子, 而超分子至少 2 种分子(或至少 1 种分子和 1 种离子)作用而成, C 错误; 1 个叶绿素分子中含有 5 个手性碳原子:



叶绿素

(标有“*”号为手性碳原子), 故 1 mol 叶绿素分子中

含有手性碳原子数目为 $5N_A$, D 正确。

9. 【答案】C

【解析】路径 1、路径 2 的最大活化能分别为 $31.49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $28.69 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则反应速率: 路径 1 < 路径 2, A 正确; CH_2O 的结构为 $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$, 其空间结构为平面三角形, 理论上键角均为 120° , 由于双键对单键的排斥力较大, 致使 $\angle\text{HCH}$ 小于 120° , B 正确; 由图像可知 $\text{CH}_2\text{O} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ 的能量低于 $\text{CH}_2\text{ONO} + \text{OH}$ 的能量, C 错误; 活化能越小, 反应速率越快, 第二步反应快, 其中间产物为 TS2, D 正确。

10. 【答案】D

【解析】白色晶体为 NaHCO_3 , 离子方程式应为 $\text{Na}^+ + \text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3 \downarrow$, A 错误; CuCl 不能拆开, B 错误; 产物为 BaSO_4 和 NO , C 错误; 黑色沉淀是 MnO_2 , 说明溶液环境并非强酸性环境, 根据电子得失守恒、原子守恒可写出对应的离子方程式, D 正确。

11. 【答案】D

【解析】放电时, 通过总反应可看出 Y 极为负极, X 极为正极, Ca^{2+} 向 X 极(正极)方向移动, A 正确; $\text{Ca} - 2\text{e}^- = \text{Ca}^{2+}$, 可知转移 1 mol e^- 时, 理论上消耗 0.5 mol Ca, 即 20 g Ca, B 正确; Ca 易与 H_2O 发生反应, C 正确; 充电时, 阳极的电极反应式为 $\text{CaSe}_x - 2\text{e}^- = x\text{Se} + \text{Ca}^{2+}$, D 错误。

12. 【答案】C

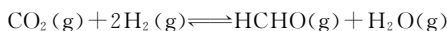
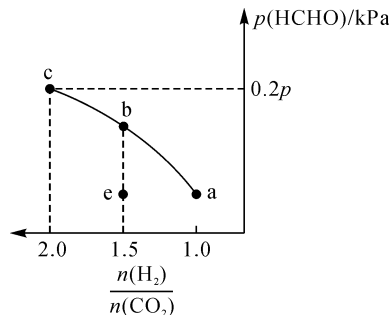
【解析】由滴定曲线的起点 pH 为 11 结合 MOH 的物质的量浓度为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 可知其为弱碱, A 正确; 加入 10 mL 盐酸, 得到溶质为物质的量相同的 MCl 和 MOH, 且溶液呈碱性, 即 M^+ 的水解程度小于 MOH 的电离程度, 则有 $c(\text{M}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{MOH}) > c(\text{OH}^-)$, B 正确; 利用初始 $\text{pH} = 11$, 计算 $K_b = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = \frac{c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{MOH})} = \frac{(10^{-3})^2}{0.1 - 10^{-3}} \approx 1.01 \times 10^{-5}$, $\text{pH} = 9$ 时, 将 $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 代入 $K_b = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})}$, 即 $1.01 \times 10^{-5} = \frac{10^{-5} \cdot c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})}$, 即 $\frac{c(\text{M}^+)}{c(\text{MOH})} = 1.01$, 则 $c(\text{M}^+)$ 略大于 $c(\text{MOH})$, C 错误; 向弱碱中滴入强酸, 溶液中导电离子浓度逐渐增大, 导电能力增强, 故混合溶液的导电能力: O 点 > N 点, D 正确。

13. 【答案】D

【解析】稀硝酸与 Ag 反应的产物应为 NO, 在瓶口遇 O_2 产生 NO_2 , A 错误; 分析实验②和③, 可知③中产生沉淀 AgCl, 能够加速 Ag 的溶解, 但并不能证明 Cl^- 具有催化作用, B 错误; 该反应的发生主要是因为生成了溶解度较低的 AgI, 促进反应正向进行, 致使 Ag 溶解, 但不能说明氧化性 $\text{Ag}^+ > \text{H}^+$, C 错误; 该探究实验说明溶解银的关键在于试剂的氧化性和能否生成银盐沉淀, D 正确。

14. 【答案】C

【解析】翻转图像得到右图。e点未达到平衡，比甲醛平衡分压低，说明反应仍要继续正向进行，即 $v_{正} > v_{逆}$ ，A 错误； $n(\text{H}_2)$ 的物质 量越大，总压也将逐渐变大，最终 HCHO 的平衡分压将变小，B 错误；温度不变，故 a、b、c 三点的平衡常数相同，由图像可知，应利用 c 点数据进行平衡常数计算，恒容条件下，压强之比 = 物质的量之比，初始物质的量为 1 mol CO_2 、2 mol H_2 ，压强为 $1.2p$ kPa，说明 CO_2 的分压为 $0.4p$ kPa，则 H_2 的分压应为 $0.8p$ kPa。列出三段式：



初始量：	$0.4p$	$0.8p$	0	0
变化量：	$0.2p$	$0.4p$	$0.2p$	$0.2p$
平衡量：	$0.2p$	$0.4p$	$0.2p$	$0.2p$

$$K_p = \frac{p(\text{H}_2\text{O}) \cdot p(\text{HCHO})}{p^2(\text{H}_2) \cdot p(\text{CO}_2)} = \frac{0.2p \times 0.2p}{(0.4p)^2 \times 0.2p} = \frac{5}{4p} (\text{kPa})^{-1}, \text{C 正确; b 点时再投入 1 mol } \text{CO}_2, 1.5 \text{ mol } \text{H}_2,$$

相当于初始投入 2 mol CO_2 、3 mol H_2 ，相当于加压，平衡正向移动， CO_2 的平衡转化率增大，D 错误。

15. 【答案】(除标注外，每空 2 分，共 14 分)

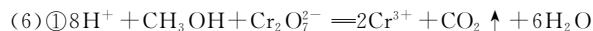
(1) c (1 分)

(2) 33.6

(3) 使反应物充分接触，反应充分 (1 分)

(4) 引入杂质离子 Al^{3+}

(5) 重结晶 (1 分)



$$\textcircled{2} \text{无明显现象(或未形成蓝紫色溶液和气泡)} (1 \text{分})$$
(7) $\text{Cl}-\text{Cl}$ 的键长小于 $\text{Br}-\text{Br}$ ； $\text{F}-\text{F}$ 中 F 原子半径小，原子间排斥力大，致使键能最小

$$(8) \frac{7.35}{m} \% \left(\text{或} \frac{0.0735}{m} \right)$$

【解析】(1) 普通坩埚和石英坩埚中的 SiO_2 以及 Al_2O_3 坩埚中的 Al_2O_3 在高温下均可与碳酸钠和氢氧化钠反应，故应选用氮化硅坩埚。

(2) 1 mol $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 被氧化为红棕色固体 Fe_2O_3 和 CrO_4^{2-} ，失去 7 mol 电子，则需要 1.75 mol O_2 或 $\frac{7}{6}$ mol KClO_3 ， O_2 在标准状况下的体积为 39.2 L，是 KClO_3 物质的量的 $39.2 \div \frac{7}{6} = 33.6$ 倍。

(3) 使反应物充分接触，反应充分。

(4) 用稀硫酸调 pH 为 7~8，是为了将 Na_2SiO_3 、 NaAlO_2 转化为 H_2SiO_3 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀，若仅调 pH 至 3~4，可能使 Al^{3+} 沉淀不完全，溶液中含有部分 Al^{3+} 。

(6) CH_3OH 被酸性 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液氧化成 CO_2 ， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 被还原为 Cr^{3+} ，根据电子得失守恒可知存在如下关系： $\text{CH}_3\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，再根据电荷守恒得出要补齐 8 个 H^+ ，结合原子守恒补充 H_2O ，得出离子方程式为 $8\text{H}^+ + \text{CH}_3\text{OH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = 2\text{Cr}^{3+} + \text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$ ， $\textcircled{2}$ 由实验结论“酸性条件下 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液的氧化性更强”可知向碱化的 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液加入相同量甲醇，无明显现象(或未形成蓝紫色溶液和气泡)。

(7) $\text{Cl}-\text{Cl}$ 的键长小于 $\text{Br}-\text{Br}$ ， $\text{F}-\text{F}$ 中 F 原子半径小，原子间排斥力大，致使键能最小(8) 利用库仑滴定法测定 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 固体样品的纯度：取 m g 样品，配成 250 mL 溶液，取 2 mL 溶液进行库仑

法滴定,重复三次实验,测定平均电量(Q)为 1.158 C,将数据代入 $K_2Cr_2O_7$ 的浓度公式为 $c = \frac{Q}{F \times N \times V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 $= \frac{1.158 \text{ C}}{96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 \times 2 \times 10^{-3} \text{ L}}$, 则 $n(K_2Cr_2O_7) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.25 \text{ L}$, 其质量为 $294 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times$
 $\frac{1.158 \text{ C}}{96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1} \times 6 \times 2 \times 10^{-3} \text{ L}} \times 0.25 \text{ L} = 0.0735 \text{ g}$, 则其纯度为 $\frac{7.35}{m} \%$ (或 $\frac{0.0735}{m}$)。

16. 【答案】(除标注外,每空 2 分,共 15 分)

(1) -49 加快反应速率,提高单位时间内产量

(2) C(或碳原子)(1 分)

(3) ① 70% $\frac{7}{9}$ (或 0.778) $\frac{14}{39}$ (或 0.359)

② 温度升高, k 与 K_p 均增大, k 增大对速率的影响大于 K_p 的影响,故 v 逐渐增大 B

【解析】(1) 根据盖斯定律知 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = -49 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。实际生产考虑生产效率,故需要合适的温度、压强、催化剂,兼顾转化率和速率均较好。

(2) CO 形成的配合物,一般是碳原子作为配位原子,而不是电负性大的氧原子。

(3) ① 根据碳原子守恒可知,平衡时 $n(\text{CO}_2) = 0.3 \text{ mol}$, CO_2 的平衡转化率为 70% 。根据氧原子守恒可知,平衡时 $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.7 \text{ mol}$, 根据氢原子守恒可知,平衡时 $n(\text{H}_2) = 1.3 \text{ mol}$, 容器中加入 6 mol Ar , 平衡时 $n_{\text{总}} = 9 \text{ mol}$, $x(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7}{90}$, $p(\text{H}_2\text{O}) = \frac{70}{9} \text{ kPa}$, $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{\Delta p(\text{H}_2\text{O})}{t} = \frac{7}{9} \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1} = 0.778 \text{ kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ 。由

于反应 i 的气体分子数前后相等,故可用物质的量直接计算反应 i 的平衡常数 $K_x = \frac{n(\text{CO}) \cdot n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2) \cdot n(\text{H}_2)} =$

$$\frac{0.2 \times 0.7}{0.3 \times 1.3} = \frac{14}{39} = 0.359$$

② 温度升高,分析出 k 与 K_p 的变化情况以及对速率的影响,反应的速率常数对速率是正影响, K_p 是负影响,温度升高, k 与 K_p 均增大, k 增大对速率的影响大于 K_p 的影响,故 v 逐渐增大。平衡时升高温度(即图 2 的横坐标由右向左移动),反应 iii 逆向移动,说明逆反应速率增大的程度大于正反应速率的增大程度,又速率常数随着温度升高而增大,说明 $k_{\text{正}}$ 的增大程度小,即 $\lg k_{\text{正}}$ 的斜率小,对应曲线 B。

17. 【答案】(除标注外,每空 2 分,共 14 分)

(1) $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$ (或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$)(1 分)

(2) SiO_2 (1 分) 将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} , 防止水解产生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$

(3) $\text{Sc}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Sc}(\text{OH})_4]$

(4) 3.0×10^{-10}

(5) $2\text{Cl}^- - 2e^- = \text{Cl}_2 \uparrow$, $\text{C} - 2e^- + \text{O}^{2-} = \text{CO} \uparrow$ (2 分。1 个 1 分,不分先后)

(6) ① $\frac{4 \times 80}{N_A \times a^2 \times c \times 10^{-30}}$ ② 7 : 2

【解析】(1) 根据构造原理可知基态 $_{22}\text{Ti}$ 原子的电子排布式为 $[\text{Ar}]3d^2 4s^2$ (或 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$)。

(2) 原料为 Fe_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 Sc_2O_3 经酸浸可知 SiO_2 不溶,即滤渣的主要成分为 SiO_2 ,铁粉还原 Fe^{3+} 的后续过程是水解得到 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$,而 Fe^{3+} 也易水解,故将其还原掉。

(3) $n=4$ 时,产物中阴离子的化学式为 $[\text{Sc}(\text{OH})_4]^-$,则加入 NaOH 反萃取得到 $\text{Sc}(\text{OH})_3$,若 NaOH 过量, $\text{Sc}(\text{OH})_3$ 沉淀会溶解,反应的化学方程式为 $\text{Sc}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} = \text{Na}[\text{Sc}(\text{OH})_4]$ 。

(4) 当 $c(\text{F}^-) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,代入 $K_{\text{sp}}(\text{ScF}_3) = c(\text{Sc}^{3+}) \cdot c^3(\text{F}^-) = c(\text{Sc}^{3+}) \times (10^{-7})^3 = 1.0 \times 10^{-24}$,结合 $K_{\text{sp}}[\text{Sc}(\text{OH})_3] = c(\text{Sc}^{3+}) \cdot c^3(\text{OH}^-) = 2.7 \times 10^{-32}$,求得 $c(\text{OH}^-)$ 的最大值为 $3.0 \times 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

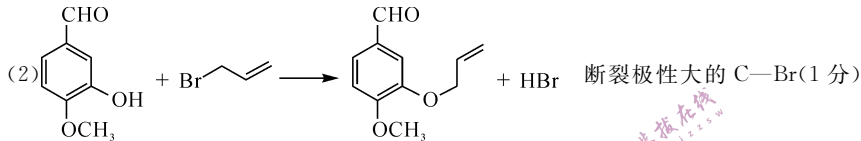
(5) 图示可知石墨放电产生 CO 、 Cl^- 放电产生 Cl_2 ，即电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$ 、 $\text{C} - 2\text{e}^- + \text{O}^{2-} = \text{CO} \uparrow$ 。

(6) 根据 TiO_2 的晶胞结构中看出 Ti 原子位于晶胞的 8 个顶点，4 个面上和体内，共 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个，根据化学式可知 O 原子含 8 个(8 个在棱上，8 个在面上，2 个在晶胞内)，即 4 个“ TiO_2 ”，则该晶胞的质量为 $\frac{4}{N_A} \times M(\text{TiO}_2) \text{ g} = \frac{4 \times 80}{N_A} \text{ g}$ ，其体积为 $a^2 c \times 10^{-30} \text{ cm}^3$ ，故晶体的密度为 $\frac{4 \times 80}{N_A \times a^2 \times c \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

氮掺杂后，棱上、面上和晶胞内各减少 1 个 O，即减少 $\frac{7}{4}$ 个 O；增加氮原子 1 个，属于该晶胞的 N 为 $\frac{1}{2}$ ，则 $(2-a) : b = (8 - \frac{7}{4}) : \frac{1}{2}$ ，得到 $a : b = 7 : 2$ 。

18. 【答案】(除标注外，每空 2 分，共 15 分)

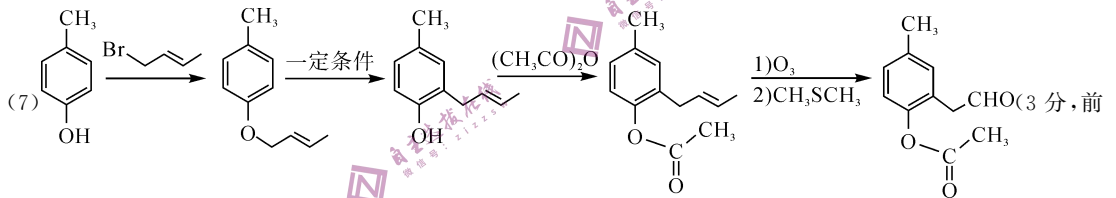
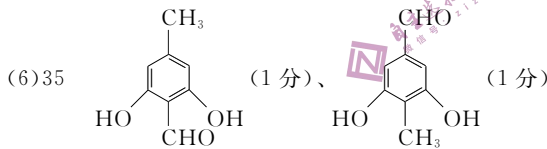
(1) 碳碳双键(1 分)



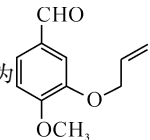
(3) CH_3COOH (1 分)

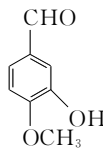
(4) 还原反应(1 分) 取代反应(或酯化反应)(1 分)

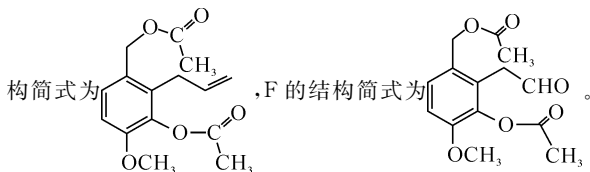
(5) sp^2 (1 分)



两步 1 分，后续两步，每步 1 分。前错，后续不得分)

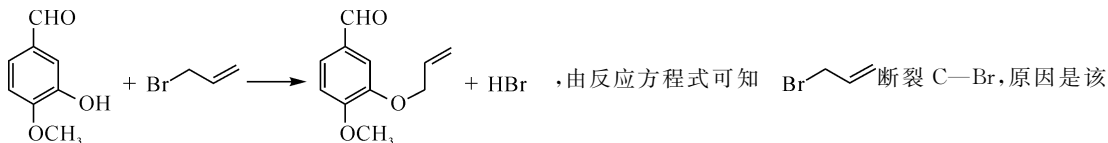
【解析】结合已知信息和 C 的结构可知 B 的结构简式为 ，结合 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 可知 A 的结构简式应为

，E→F 减少 1 个碳，结合 G 的结构简式说明 D→E 的反应引入 2 个 $-\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ ，即可推出 E 的结



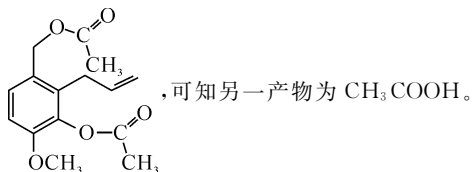
(1) 由 C 的结构可知不含氧官能团为碳碳双键。

(2) 结合 A 和 B 的结构简式可知, A → B 发生取代反应, 即化学方程式为



键极性很强。

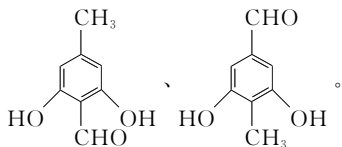
(3) $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$ 的结构简式为 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 又 D → E 发生取代反应, 且 E 的结构简式为



(4) C → D 的官能团变化为醛基转化为醇羟基, 可知发生还原反应, H → I 的官能团变化为羟基与羧基转化为酯基, 发生取代反应(酯化反应)。

(5) O 原子能够提供 p 轨道与苯环的 p 轨道“肩并肩”形成 π 键, 且 O 原子还有 1 对孤电子对, 说明其价层电子对数为 3, 即 sp^2 杂化。

(6) 遇 FeCl_3 溶液显紫色说明含酚羟基, 能发生银镜反应, 可能是一 CHO , 也可能是一 OOCH , 因此苯环上直接连接取代基可分为: 第一类: 一 CHO 、一 OH 、一 OH 、一 CH_3 , 有 16 种; 第二类: 一 CHO 、一 OH 、一 OCH_3 , 除 A 自身外还有 9 种; 第三类: 一 OOCH 、一 CH_3 、一 OH , 10 种; 共 35 种。核磁共振氢谱显示四组峰, 峰面积之比为 3 : 2 : 2 : 1 说明高度对称, 从取代基情况看, 第一类易出现对称性较高的结构, 符合条件的有



(7) 根据反应物和产物的官能团可知, 参照 H 合成路线的“ $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{E}$ ”即可。

