

福建省 2022 年高考化学试题

1. 福建多个科研机构经过长期联合研究发现，使用 C_{60} 和改性的 Cu 基催化剂，可打通从合成气经草酸二甲酯常压催化加氢制备乙二醇的技术难关。下列说法正确的是

- A. 草酸属于无机物
B. C_{60} 与石墨互为同分异构体
C. Cu 属于过渡元素
D. 催化剂通过降低焓变加快反应速率

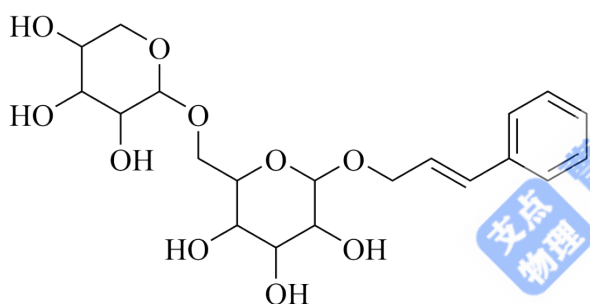
【答案】C

【解析】

- 【详解】A. 草酸属于二元弱酸，即乙二酸，属于有机物，A 错误；
B. C_{60} 与石墨是碳元素的不同单质，互为同素异形体，B 错误；
C. Cu 为 IB 族，属于过渡元素，C 正确；
D. 催化剂通过降低反应的活化能加快反应速率，反应焓变不变，D 错误；

故选 C。

2. 络塞维是中药玫瑰红景天中含有的一种天然产物，分子结构见下图。关于该化合物下列说法正确的是



- A. 不能发生消去反应
B. 能与醋酸发生酯化反应
C. 所有原子都处于同一平面
D. 1mol 络塞维最多能与 3mol H_2 反应

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 该化合物的分子中，与羟基相连的碳原子的邻位碳原子上有氢原子，可发生消去反应，A 错误；
B. 该化合物含有羟基，可与醋酸发生酯化反应，B 正确；
C. 该化合物的结构中含有饱和碳原子，不可能所有原子处于同一平面上，C 错误；
D. 1mol 络塞维最多能与 4mol H_2 反应，其中苯环消耗 3mol H_2 ，碳碳双键消耗 1mol H_2 ，D 错误；

故选 B。

3. 常温常压下, 电化学还原制氨气的总反应方程式: $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{通电}]{\text{催化剂}} 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$, 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

德罗常数的值, 下列说法正确的是

- A. 9g 水中含有的孤电子对数为 $2N_A$
- B. 每产生 34g NH_3 , N_2 失去的电子数为 $6N_A$
- C. $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水中, 含有的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分子数少于 N_A
- D. 消耗 11.2L N_2 (已折算为标况) 时, 产生的 O_2 分子数为 $0.75N_A$

【答案】D

【解析】

【详解】A. H_2O 分子中孤电子对数为 $\frac{1}{2}(6-2)=2$, 9g H_2O 的物质的量为 $\frac{9\text{g}}{18\text{g/mol}}=0.5\text{mol}$, 含有的孤电子对数为 N_A , 故 A 错误;

B. 该反应中 N_2 中 N 元素化合价由 0 价下降到 -3 价, 34g NH_3 的物质的量为 $\frac{34\text{g}}{17\text{g/mol}}=2\text{mol}$, 每产生 34g NH_3 , N_2 得到 6mol 电子, 数目为 $6N_A$, 故 B 错误;

C. 氨水的体积未知, 无法计算 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的分子数, 故 C 错误;

D. 11.2L N_2 的物质的量为 0.5mol, 由方程式可知, 消耗 0.5mol N_2 , 产生的 0.75mol O_2 , 数目为 $0.75N_A$, 故 D 正确;

故选 D。

4. 某非线性光学晶体由钾元素(K)和原子序数依次增大的 X、Y、Z、W 四种短周期元素组成。X 与 Y、Z 与 W 均为同周期相邻元素, X 的核外电子总数为最外层电子数的 2 倍, Z 为地壳中含量最多的元素。下列说法正确的是

- A. 简单氢化物沸点: $Z > W$
- B. YW_3 分子的空间构型为三角锥形
- C. 原子半径: $Y < X < Z < W$
- D. 最高价氧化物对应水化物的碱性: $X < Y$

【答案】A

【解析】

【分析】X 的核外电子总数为最外层电子数的 2 倍, X 为 Be; Z 为地壳中含量最多的元素, Z 为 O, X 与

Y、Z 与 W 均为同周期相邻元素，Y 为 B，W 为 F，据此解答。

【详解】A. H_2O 常温下为液态，HF 常温下为气体，沸点 $H_2O > HF$ ，故 A 正确；

B. YW_3 为 BF_3 ，中心 B 原子有 3 对价电子且没有孤电子对，空间构型为平面三角形，故 B 错误；

C. 四种元素为同周期元素，随核电荷数增大原子半径减小，原子半径： $Be > B > O > F$ ，故 C 错误；

D. Be 最高价氧化物水化物为 $Be(OH)_2$ ，溶液显两性，B 最高价氧化物的水化物为 H_3BO_3 ，溶液显酸性，故 D 错误；

故选：A。

5. 探究醋酸浓度与电离度(α)关系的步骤如下，与相关步骤对应的操作或叙述正确的

	步骤	操作或叙述
A	I.用 NaOH 标准溶液标定醋酸溶液浓度	滴定时应始终注视滴定管中的液面
B	II.用标定后的溶液配制不同浓度的醋酸溶液	应使用干燥的容量瓶
C	III.测定步骤I中所得溶液的 pH	应在相同温度下测定
D	IV.计算不同浓度溶液中醋酸的电离度	计算式为 $\alpha = \frac{c(H^+)}{c(CH_3COO^-)} \times 100\%$

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

【详解】A. 中和滴定时眼睛应始终注视锥形瓶内溶液颜色的变化，A 错误；

B. 配制不同浓度的醋酸溶液时，容量瓶不需要干燥，B 错误；

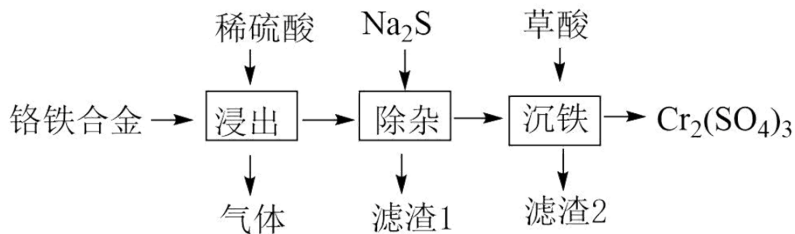
C. 温度影响醋酸的电离平衡，因此测定步骤I中所得溶液的 pH 时应在相同温度下测定，C 正确；

D. 电离度是指弱电解质在溶液里达电离平衡时，已电离的电解质分子数占原来总分子数（包括已电离的

和未电离的）的百分数，因此醋酸的电离度计算式为 $\alpha = \frac{c(H^+)}{c(CH_3COOH)} \times 100\%$ ，D 错误；

答案选 C。

6. 用铬铁合金(含少量 Ni、Co 单质)生产硫酸铬的工艺流程如下：



下列说法错误的是

- A. “浸出”产生的气体含有 H_2
- B. “除杂”的目的是除去 Ni、Co 元素
- C. 流程中未产生六价铬化合物
- D. “滤渣 2”的主要成分是 $Fe_2(C_2O_4)_3$

【答案】D

【解析】

【分析】由流程可知，加入稀硫酸溶解，生成气体为氢气，溶液中含 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 加入 Na_2S 分离出滤渣 1 含 CoS 和 NiS ， Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 不会沉淀，再加入草酸除铁生成 FeC_2O_4 ，过滤分离出硫酸铬，以此来解答。

【详解】A. 四种金属均与稀硫酸反应生成 H_2 ，A 正确；

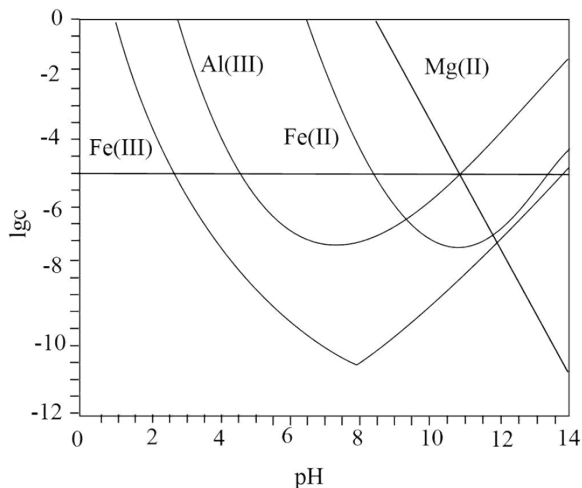
B. 共有四种金属，由流程可知，沉铁后分离出硫酸铬，则“除杂”的目的是除去 Ni、Co 元素，B 正确；

C. 由上述分析可知，流程中未产生六价铬化合物，C 正确；

D. “滤渣 2”的主要成分是 FeC_2O_4 ，D 错误；

故本题选 D。

7. 锂辉石是锂的重要来源，其焙烧后的酸性浸出液中含有 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 和 Mg^{2+} 杂质离子，可在 0~14 范围内调节 pH 对其净化(即相关离子浓度 $c < 10^{-5} mol \cdot L^{-1}$)。25°C 时， lgc 与 pH 关系见下图(碱性过强时 $Fe(OH)_3$ 和 $Fe(OH)_2$ 会部分溶解)。下列说法正确的是



- A. Mg^{2+} 可被净化的 pH 区间最大
- B. 加入适量 H_2O_2 ，可进一步提升净化程度
- C. 净化的先后顺序： Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+}
- D. $K_{sp}[Fe(OH)_3] < K_{sp}[Fe(OH)_2] < K_{sp}[Al(OH)_3]$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 对离子净化时，相关离子浓度 $c < 10^{-5} \text{mol/L}$ ，则 $\lg c < -5$ ，由图可知，可作净化的 pH 区间最大的是 Fe^{3+} ，A 错误；

B. 加入适量 H_2O_2 ，可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，提高净化程度，B 正确；

C. 由图可知，净化的先后顺序为 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Mg^{2+} ，C 错误；

D. 对离子净化时，相关离子浓度 $c < 10^{-5} \text{mol/L}$ ， $\lg c < -5$ ，由图可知， Fe^{3+} 完全沉淀的 pH 约为 2.5， $c(H^+) = 10^{-2.5} \text{mol/L}$ ， $c(OH^-) = 10^{-11.5} \text{mol/L}$ ， $K_{sp}[Fe(OH)_3] = 10^{-5} \text{mol/L} \times (10^{-11.5} \text{mol/L})^3 = 10^{-39.5}$ ， Al^{3+} 完全沉淀的 pH 约为 4.5， $c(H^+) = 10^{-4.5} \text{mol/L}$ ， $c(OH^-) = 10^{-9.5} \text{mol/L}$ ， $K_{sp}[Al(OH)_3] = 10^{-5} \text{mol/L} \times (10^{-9.5} \text{mol/L})^3 = 10^{-33.5}$ ， Fe^{2+} 完全沉淀的 pH 约为 8.5， $c(H^+) = 10^{-8.5} \text{mol/L}$ ， $c(OH^-) = 10^{-5.5} \text{mol/L}$ ， $K_{sp}[Fe(OH)_2] = 10^{-5} \text{mol/L} \times (10^{-5.5} \text{mol/L})^2 = 10^{-16}$ ，则有 $K_{sp}[Fe(OH)_3] < K_{sp}[Al(OH)_3] < K_{sp}[Fe(OH)_2]$ ，D 错误；

故选 B。

8. 实验室需对少量污染物进行处理。以下处理方法和对应的反应方程式均错误的是

- A. 用硫磺处理洒落在地上的水银： $S + Hg = HgS$
- B. 用盐酸处理银镜反应后试管内壁的金属银： $2Ag + 2H^+ = 2Ag^+ + H_2 \uparrow$
- C. 用烧碱溶液吸收蔗糖与浓硫酸反应产生的刺激性气体： $SO_3 + 2OH^- = SO_4^{2-} + H_2O$
- D. 用烧碱溶液吸收电解饱和食盐水时阳极产生的气体： $Cl_2 + 2OH^- = Cl^- + ClO^- + H_2O$

【答案】B

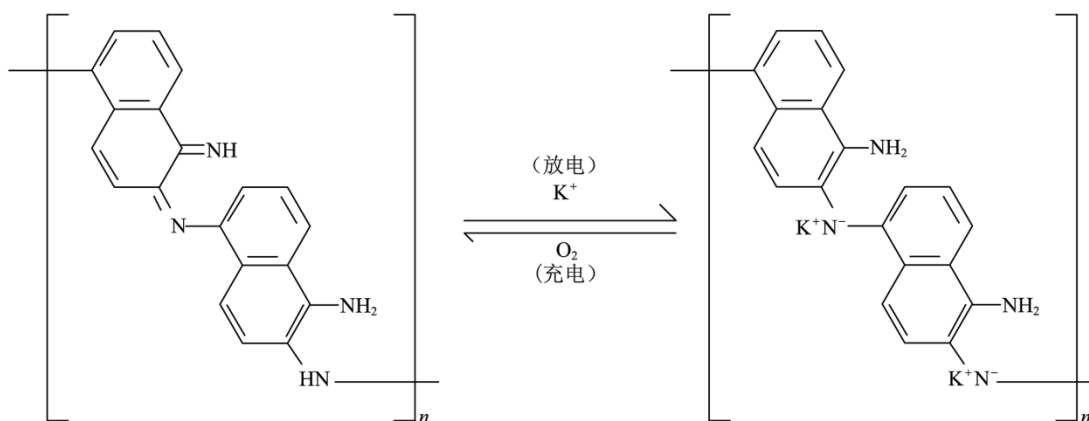
【解析】

【详解】A. S 和 Hg 发生化合反应生成 HgS，可以用硫磺处理洒落在地上的水银，方程式为：

$S + Hg = HgS$ ，处理方法和对应的反应方程式正确，不合题意；

- B. Ag 不活泼，不能和盐酸反应生成氢气，处理方法和对应的反应方程式均错误，符合题意；
- C. 蔗糖与浓硫酸反应产生的刺激性气体为 SO_2 ，可以用 NaOH 溶液吸收 SO_2 ，离子方程式为：
 $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，处理方法正确，对应的反应方程式错误，不符合题意；
- D. 电解饱和食盐水时阳极产生的气体为 Cl_2 ，可以用 NaOH 溶液吸收 Cl_2 ，离子方程式为：
 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，处理方法和对应的反应方程式均正确，不符合题意；
- 故选 B。

9. 一种化学“自充电”的锌-有机物电池，电解质为 KOH 和 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 水溶液。将电池暴露于空气中，某电极无需外接电源即能实现化学自充电，该电极充放电原理如下图所示。下列说法正确的是

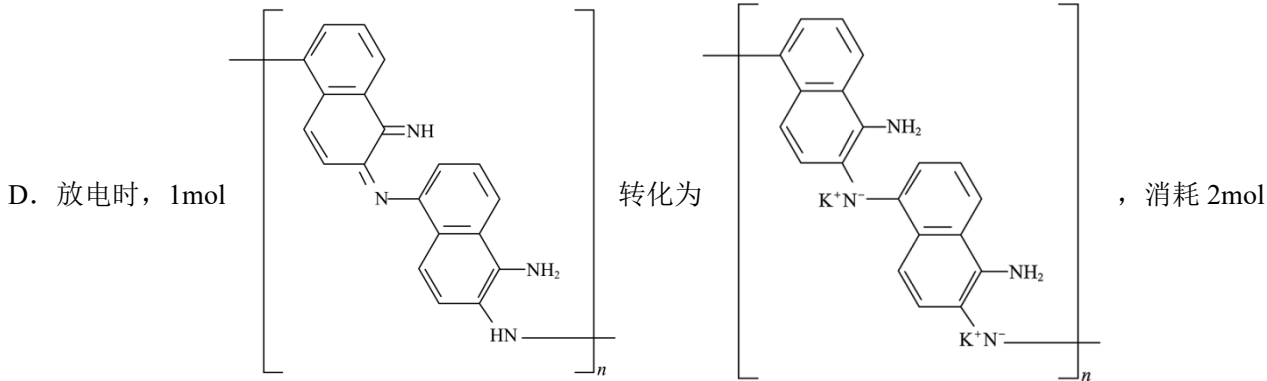


- A. 化学自充电时， $c(\text{OH}^-)$ 增大
- B. 化学自充电时，电能转化为化学能
- C. 化学自充电时，锌电极反应式： $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Zn}$
- D. 放电时，外电路通过 0.02mol 电子，正极材料损耗 0.78g

【答案】A

【解析】

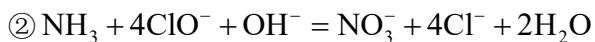
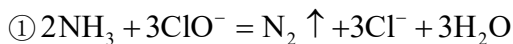
- 【详解】A. 由图可知，化学自充电时，消耗 O_2 ，该反应为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ， $c(\text{OH}^-)$ 增大，故 A 正确；
- B. 化学自充电时，无需外接电源即能实现化学自充电，该过程不是电能转化为化学能，故 B 错误；
- C. 由图可知，化学自充电时，锌电极作阴极，该电极的电极反应式为 $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- = 4\text{OH}^-$ ，故 C 错误；



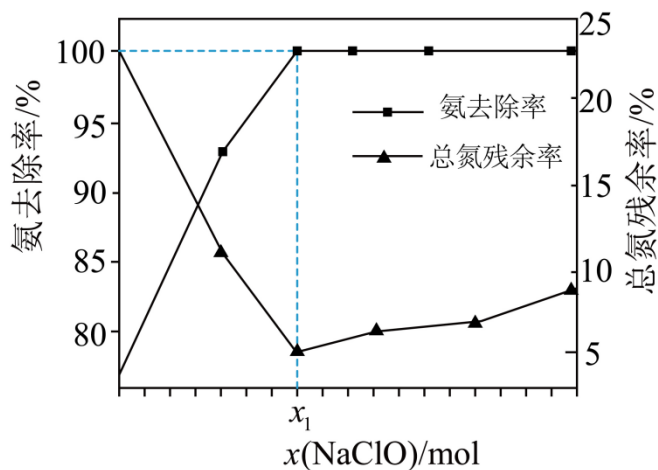
K^+ , 外电路通过 0.02mol 电子时, 正极物质增加 $0.02\text{mol } K^+$, 增加的质量为 $0.02\text{mol} \times 39\text{g/mol} = 0.78\text{g}$, 故 D 错误;

故选 A。

10. 氨是水体污染物的主要成分之一, 工业上可用次氯酸盐作处理剂, 有关反应可表示为:



在一定条件下模拟处理氨氮废水: 将 $1\text{L } 0.006\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水分别和不同量的 NaClO 混合, 测得溶液中氨去除率、总氮(氨氮和硝氮的总和)残余率与 NaClO 投入量(用 x 表示)的关系如下图所示。下列说法正确的是



A. x_1 的数值为 0.009

B. $x > x_1$ 时, $c(\text{Cl}^-) = 4c(\text{NO}_3^-)$

C. $x > x_1$ 时, x 越大, 生成 N_2 的量越少

D. $x = x_1$ 时, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{ClO}^-)$

【答案】C

【解析】

【详解】A. x_1 时, 氨的去除率为 100%、总氮残留率为 5%, $n(\text{NH}_3)=0.006\text{mol/L}\times 1\text{L}=0.006\text{mol}$, 95% 的氨气参与反应①、有 5% 的氨气参与反应②, 反应①消耗 $n(\text{ClO}^-)_1=\frac{0.006\text{mol}\times 95\%}{2}\times 3=0.00855\text{mol}$, 参与反应②消耗 $n(\text{ClO}^-)_2=4\times 0.006\text{mol}\times 5\%=0.0012\text{mol}$, $x_1=0.00855\text{mol}+0.0012\text{mol}=0.00975\text{mol}$, A 错误;

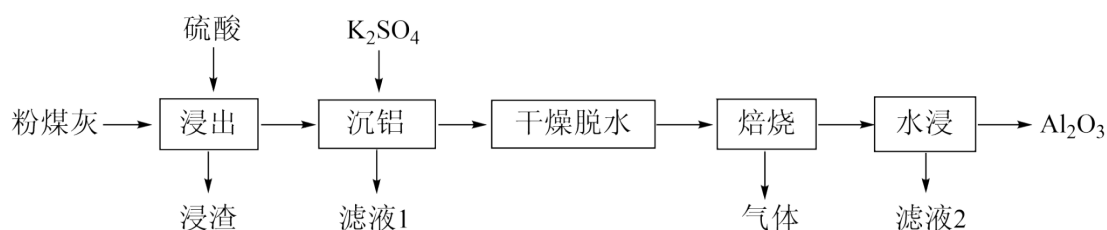
B. $x>x_1$ 时, 反应①也生成氯离子, 所以 $c(\text{Cl}^-)>4c(\text{NO}_3^-)$, B 错误;

C. $x>x_1$ 时, x 越大, 氨总去除率不变, 氮残余率增大, 说明生成的硝酸根离子越多, 生成 N_2 的量越少, C 正确;

D. $x=x_1$ 时, 氨的去除率为 100%, 溶液中没有 NH_4^+ 和 ClO^- , 含有 Na^+ 、 H^+ 、 NO_3^- 、 Cl^- 和 OH^- , 根据电荷守恒得 $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{Cl}^-)+c(\text{OH}^-)+c(\text{NO}_3^-)$, D 错误;

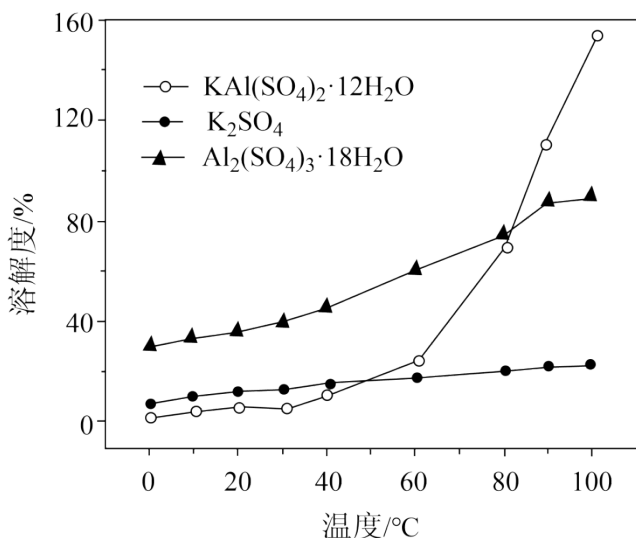
故本题选 C。

11. 粉煤灰是火电厂的大宗固废。以某电厂的粉煤灰为原料(主要含 SiO_2 、 Al_2O_3 和 CaO 等)提铝的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1) “浸出”时适当升温的主要目的是_____， Al_2O_3 发生反应的离子方程式为_____。
- (2) “浸渣”的主要成分除残余 Al_2O_3 外, 还有_____。实验测得, 5.0g 粉煤灰(Al_2O_3 的质量分数为 30%)经浸出、干燥后得到 3.0g “浸渣”(Al_2O_3 的质量分数为 8%), Al_2O_3 的浸出率为_____。
- (3) “沉铝”时, 体系中三种物质的溶解度曲线如下图所示, 加入 K_2SO_4 沉铝的目的是_____, “沉铝”的最佳方案为_____。



(4) “焙烧”时，主要反应的化学方程式为_____。

(5) “水浸”后得到的“滤液 2”可返回_____工序循环使用。

【答案】(1) ①. 提高浸出率(或提高浸出速率) ②. $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) ①. SiO_2 和 CaSO_4 ②. 84%

(3) ①. 使更多的铝元素转化为晶体析出，同时保证晶体纯度 ②. 高温溶解再冷却结晶

(4) $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{SO}_3 \uparrow$ 或

$4\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{O}_2 \uparrow$

(5) 沉铝

【解析】

【分析】粉煤灰为原料(主要含 SiO_2 、 Al_2O_3 和 CaO 等)加入硫酸，浸渣为二氧化硅、硫酸钙，加入硫酸钾，产生复盐明矾沉铝，干燥脱水，焙烧产生氧化铝、硫酸钾和二氧化硫气体，水浸除去硫酸钾，得到氧化铝。

【小问 1 详解】

温度高速率大，“浸出”时适当升温的主要目的是提高反应速率，提高浸出率； Al_2O_3 和 H_2SO_4 发生反应生成 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 和 H_2O ，离子反应方程式为 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ；

故答案为：提高浸出率(或提高浸出速率)； $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 2 详解】

“浸渣”的主要成分除残余 Al_2O_3 外，还有二氧化硅、硫酸钙；5.0g 粉煤灰 Al_2O_3 的质量为 $5.0\text{g} \times 30\% = 1.5\text{g}$ ，

3.0g“浸渣” Al_2O_3 的质量为 $3.0\text{g} \times 8\% = 0.24\text{g}$ ，则 Al_2O_3 的浸出率为 $\frac{1.5\text{g} - 0.24\text{g}}{1.5\text{g}} \times 100\% = 84\%$ ；

故答案为：SiO₂ 和 CaSO₄；84%。

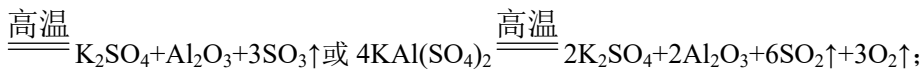
【小问 3 详解】

根据沉铝体系中，Al₂(SO₄)₃·18H₂O 溶解度最大，KAl(SO₄)₂·12H₂O 溶解度最小，更容易析出，加入 K₂SO₄ 沉铝的目的是更多的使 Al₂(SO₄)₃ 转化为 KAl(SO₄)₂·12H₂O，使更多的铝元素转化为晶体析出，同时保证晶体纯度；KAl(SO₄)₂·12H₂O 溶解度受温度影响较大，“沉铝”的最佳方案为高温溶解再冷却结晶；

故答案为：使更多的铝元素转化为晶体析出，同时保证晶体纯度；高温溶解再冷却结晶。

【小问 4 详解】

“焙烧”时，KAl(SO₄)₂ 分解为 K₂SO₄、Al₂O₃ 和 SO₃ 或 K₂SO₄、Al₂O₃、SO₂ 和 O₂，反应方程式为 2KAl(SO₄)₂



故答案为：2KAl(SO₄)₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ K₂SO₄ + Al₂O₃ + 3SO₃↑ 或 4KAl(SO₄)₂ $\xrightarrow{\text{高温}}$ 2K₂SO₄ + 2Al₂O₃ + 6SO₂↑ + 3O₂↑。

【小问 5 详解】

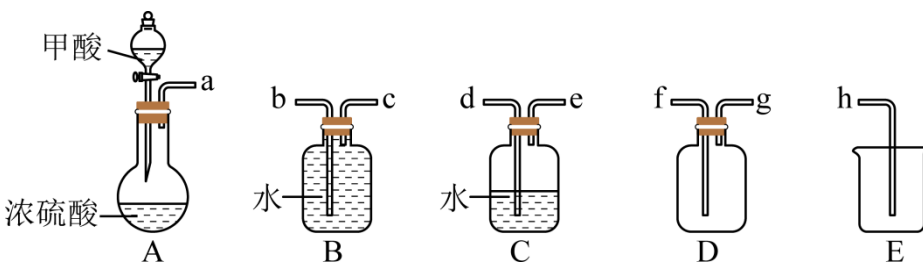
“水浸”后得到的“滤液 2”成分为 K₂SO₄，可在沉铝工序循环使用；

故答案为：沉铝。

12. 某兴趣小组设计实验探究 Ce-MnO_x，催化空气氧化 CO 的效率。回答下列问题：

步骤 I 制备 CO

在通风橱中用下图装置制备 CO (加热及夹持装置省略)，反应方程式： $\text{HCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CO}\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



(1) 装置 A 中盛放甲酸的仪器的名称是_____。

(2) 从 B、C、D 中选择合造的装置收集 CO，正确的接口连接顺序为

a→_____→_____→_____→_____→h(每空填一个接口标号)。

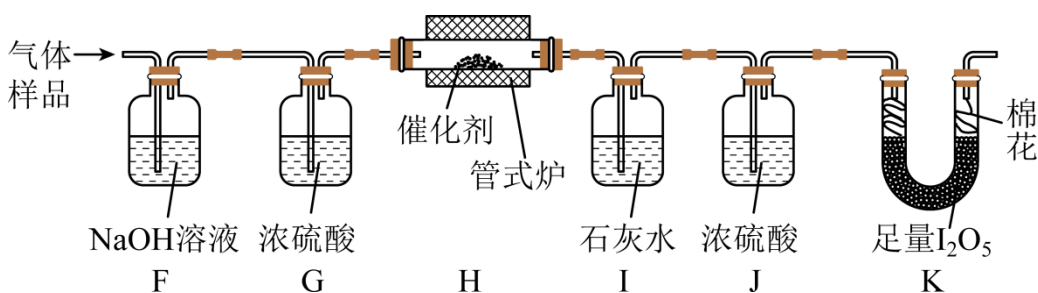
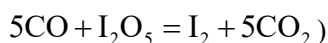
步骤 II 检验 CO

将 CO 通入新制银氨溶液中，有黑色沉淀生成。

(3) 该反应的化学方程式为_____。

步骤 III 探究 Ce-MnO_x 催化空气氧化 CO 的效率

将一定量 CO 与空气混合，得到 CO 体积分数为 1% 的气体样品。使用下图装置(部分加热及夹持装置省略)，调节管式炉温度至 120℃，按一定流速通入气体样品。(已知： I_2O_5 是白色固体，易吸水潮解：



(4) 通入 11.2L (已折算为标况) 的气体样品后，继续向装置内通入一段时间氮气，最终测得 U 形管内生成了 0.1016g I_2 。

①能证明 CO 被空气氧化的现象是_____；

②CO 被催化氧化的百分率为_____；

③若未通入氮气，②的结果将_____ (填“偏大”“偏小”或“无影响”)。

(5) 探究气体与催化剂接触时长对催化氧化效率的影响时，采用_____方法可以缩短接触时长。

(6) 步骤 III 装置存在的不足之处是_____。

【答案】 (1) 分液漏斗

(2) a→d→e→c→b

(3) $CO + 2[Ag(NH_3)_2]OH = 2Ag \downarrow + (NH_4)_2CO_3 + 2NH_3$

(4) ①. 石灰水变浑浊 ②. 60% ③. 偏大

(5) 增大气体样品流速

(6) 尾气出口未加防潮装置(或其他相似表述)

【解析】

【分析】 在通风橱中用下图装置制备一氧化碳，用 A 装置制取一氧化碳，该气体中含有甲酸蒸气，故用水除去甲酸，再用 B 装置排水收集一氧化碳气体，排出的水用 E 中的烧杯接收。根据气体样品通过氢氧化钠吸收空气中的二氧化碳，浓硫酸吸水，一氧化碳在 H 中被氧气氧化生成二氧化碳，二氧化碳能被石灰水吸收，J 中的浓硫酸吸收气体中的水蒸气，干燥的一氧化碳和 I_2O_5 ，进而测定生成的碘的质量，计算一氧化碳的被氧化的百分率。据此解答。

【小问 1 详解】

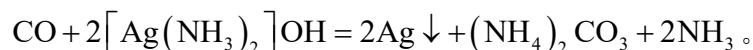
装置 A 中盛放甲酸的仪器为分液漏斗。

【小问 2 详解】

用 C 除去甲酸，B 收集一氧化碳，E 接收排出的水，故接口连接顺序为 a→d→e→c→b→h。

【小问 3 详解】

一氧化碳和银氨溶液反应生成黑色的银，同时生成碳酸铵和氨气，方程式为：



【小问 4 详解】

一氧化碳被氧气氧化生成二氧化碳，能使澄清的石灰水变浑浊。碘的物质的量为

$$\frac{0.1016\text{g}}{254\text{g/mol}} = 0.0004\text{mol}，\text{ 则结合方程式分析，还有 } 0.002\text{mol 一氧化碳未被氧气氧化，} 11.2\text{L 气体为}$$

0.5mol 其中一氧化碳为 0.005mol，则被氧化的一氧化碳为 0.005-0.002=0.003mol，则被氧化的百分率为

$$\frac{0.003}{0.005} \times 100\% = 60\%。 \text{ 如果没有通入氮气则计算的未被氧化的一氧化碳的物质的量减少，则被氧化的百}$$

分率增大。

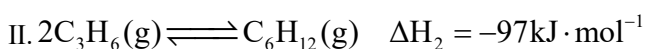
【小问 5 详解】

增大气流速率可以提高催化效率。

【小问 6 详解】

： I₂O₅ 是白色固体，易吸水潮解，但该装置出气口未加防潮装置。

13. 异丙醇(C₃H₈O)可由生物质转化得到，催化异丙醇脱水制取高值化学品丙烯(C₃H₆)的工业化技术已引起人们的关注，其主要反应如下：



回答下列问题：

(1) 已知 $2\text{C}_3\text{H}_8\text{O}(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) = 6\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -3750\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，则 C₃H₆(g) 燃烧生成 CO₂(g) 和 H₂O(g) 的热化学方程式为_____。

(2) 在 1350℃ 下，刚性密闭容器中的反应体系内水蒸气浓度与反应时间关系如下表：

反应时间 / μs	0	4	8	12	t	20
H ₂ O 浓度 / ppm	0	2440	3200	3600	4000	4100

① 4~8 μs 内, $v(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ppm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$;

② $t \underline{\hspace{1cm}} 16$ (填“>”“<”或“=”)。

(3) 在恒温刚性密闭容器中, 反应I、II均达到平衡的判据是 (填标号)。

a. $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的分压不变

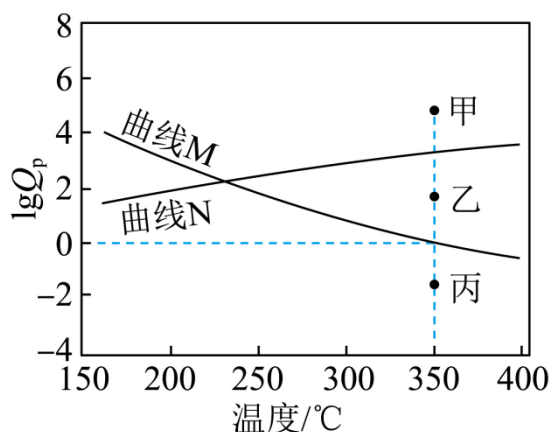
b. 混合气体密度不变

c. $n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2n(\text{C}_6\text{H}_{12})$

d. $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{逆}}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})$

(4) 在一定条件下, 若反应I、II的转化率分别为 98% 和 40%, 则丙烯的产率为 。

(5) 下图为反应I、II达到平衡时 $\lg Q_p$ 与温度的关系曲线。



(已知: 对于可逆反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons c\text{C}(\text{g}) + d\text{D}(\text{g})$, 任意时刻 $Q_p = \frac{p^c(\text{C}) \cdot p^d(\text{D})}{p^a(\text{A}) \cdot p^b(\text{B})}$, 式中 $p(\text{X})$

表示物质 X 的分压)

① 在 350 $^{\circ}\text{C}$ 恒压平衡体系中充入少量水蒸气时, 反应I的状态最有可能对应图中的 点(填“甲”“乙”或“丙”), 判断依据是 。

② 350 $^{\circ}\text{C}$ 时, 在密闭容器中加入一定量的 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, 体系达到平衡后, 测得 C_6H_{12} 的分压为 $x \text{MPa}$, 则水蒸气的分压为 MPa (用含 x 的代数式表示)。

【答案】 (1) $2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) = 6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -3854 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①. 190 ②. >

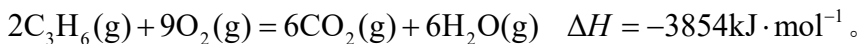
(3) ad (4) 58.8%

(5) ①. 甲 ②. 反应 I 平衡曲线为 N, 恒压时充入水蒸气, $Q_p > K_p$ ③. $(\sqrt{x} + 2x)$

【解析】

【小问 1 详解】

设 III $2\text{C}_3\text{H}_8\text{O}(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) = 6\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -3750 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 根据盖斯定律 III-2×I 得



【小问 2 详解】

① 4~8 μs 内, $v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{3200-2440}{8-4} \text{ppm} \cdot \mu\text{s}^{-1} = 190\text{ppm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$, 则 $v(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}) = v(\text{H}_2\text{O}) = 190\text{ppm} \cdot \mu\text{s}^{-1}$;

② 0~4 μs 、4~8 μs 、8~12 μs , $\Delta c(\text{H}_2\text{O})$ 逐渐减小, 说明反应速率减小, 8~12 μs 内,

$\Delta c(\text{H}_2\text{O}) = 400\text{ppm}$, 12~t μs 内, $\Delta c(\text{H}_2\text{O}) = 400\text{ppm}$, 则 $t-12 > 4$, 即 $t > 16$ 。

【小问 3 详解】

a. H_2O 的分压不变, 则 C_3H_6 的分压也不变, 反应 I、II 各组分分压不变, 反应 I、II 均达到平衡, a 正确;

b. 反应物和生成物均为气体, 混合气体的总质量不变, 刚性密闭容器体积不变, 则混合气体密度不变, 不能作为反应 I、II 均达到平衡的判据, b 错误;

c. 当 $n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2n(\text{C}_6\text{H}_{12})$ 时, 反应不一定达到平衡, 不能作为反应 I、II 均达到平衡的判据, c 错误;

d. $v_{\text{正}}(\text{H}_2\text{O}) = v_{\text{逆}}(\text{C}_3\text{H}_8\text{O})$, 说明正逆反应速率相等, 反应 I 达平衡, 各组分分压不变, C_3H_6 的分压不变, 说明反应 II 也达平衡, d 正确;

故选 ad。

【小问 4 详解】

设 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 的物质的量为 1mol, 若 1mol $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 完全反应, 理论上生成 1mol C_3H_6 , 因为反应 I、II 的转化率分别为 98% 和 40%, 反应 I 生成 $1\text{mol} \times 98\% = 0.98\text{mol}$ C_3H_6 , 反应 II 消耗了 40% C_3H_6 , 则达平衡时 C_3H_6 的物质的量为 $0.98\text{mol} \times (1-40\%) = 0.588\text{mol}$, 所以丙烯的产率为 $\frac{0.588\text{mol}}{1\text{mol}} \times 100\% = 58.8\%$ 。

【小问 5 详解】

① 反应 I 为气体体积增大的吸热反应, 反应 II 为气体体积减小的放热反应, 则升高温度, 反应 I 正向移动, Q_p 逐渐增大, 反应 II 逆向移动, Q_p 逐渐减小, 即反应 I 为平衡曲线为 N, 反应 II 平衡曲线为 M; 在 350 $^\circ\text{C}$ 恒压平衡体系中充入少量水蒸气时, 对于反应 I 而言, 相当于增大生成物浓度, 使得 $Q_p > K_p$, 即 $lg Q_p$ 增大, 反应 I 的状态最有可能对应图中的甲;

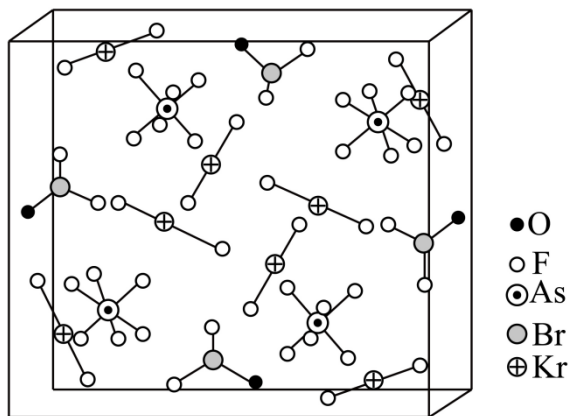
② 由图可知, 350 $^\circ\text{C}$ 时达平衡后, $lg Q_p = 0$, 则 350 $^\circ\text{C}$ 时 $K_p = Q_p = 1$, 设水蒸气的平衡分压为 a MPa, 则反

	$2\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_{12}(\text{g})$
起始/MPa	a 0
变化/MPa	2x x
平衡/MPa	a-2x x

应 II 的 C_3H_6 起始分压为 a MPa, 对反应 II 列三段式有

$$K_p = \frac{x}{(a-2x)^2} = 1, \text{ 解得 } a = (\sqrt{x} + 2x) \text{ MPa.}$$

14. 1962 年首个稀有气体化合物 XePtF_6 问世，目前已知的稀有气体化合物中，含氙($_{54}\text{Xe}$)的最多，氪($_{36}\text{Kr}$)次之，氩($_{18}\text{Ar}$)化合物极少。 $[\text{BrOF}_2][\text{AsF}_6] \cdot x\text{KrF}_2$ 是 $[\text{BrOF}_2]^+$ 、 $[\text{AsF}_6]^-$ 与 KrF_2 分子形成的加合物，其晶胞如下图所示。



回答下列问题：

- (1) 基态 As 原子的价电子排布式为_____。
- (2) Ar、Kr、Xe 原子的活泼性依序增强，原因是_____。
- (3) 晶体熔点： KrF_2 _____ XeF_2 (填“>”“<”或“=”)，判断依据是_____。
- (4) $[\text{BrOF}_2]^+$ 的中心原子 Br 的杂化轨道类型为_____。
- (5) $[\text{BrOF}_2][\text{AsF}_6] \cdot x\text{KrF}_2$ 加合物中 $x =$ _____，晶体中的微粒间作用力有 _____ (填标号)。
a. 氢键 b. 离子键 c. 极性共价键 d. 非极性共价键

【答案】(1) $4s^2 4p^3$

(2) 同族元素，从上而下原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引逐渐减弱，失电子能力逐渐增强

(3) ①. < ②. 二者为同构型的分子晶体， XeF_2 相对分子质量大，范德华力大，熔点高

(4) sp^3

(5) ①. 2 ②. bc

【解析】

【小问 1 详解】

As 位于元素周期表中第四周期 VA 族，原子序数为 33，由构造原理写出其价电子排布式为 $4s^2 4p^3$ 。

【小问 2 详解】

同族元素，从上而下原子半径逐渐增大，原子核对外层电子的有效吸引逐渐减弱，失电子能力逐渐增强，故 Ar、Kr、Xe 原子的活泼性依序增强。

【小问 3 详解】

KrF₂ 和 XeF₂ 是同构型的分子晶体，XeF₂ 相对分子质量大，范德华力大，熔点高，晶体熔点：KrF₂ < XeF₂。

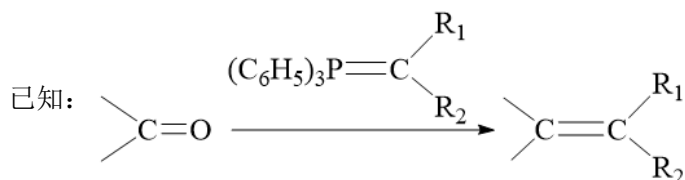
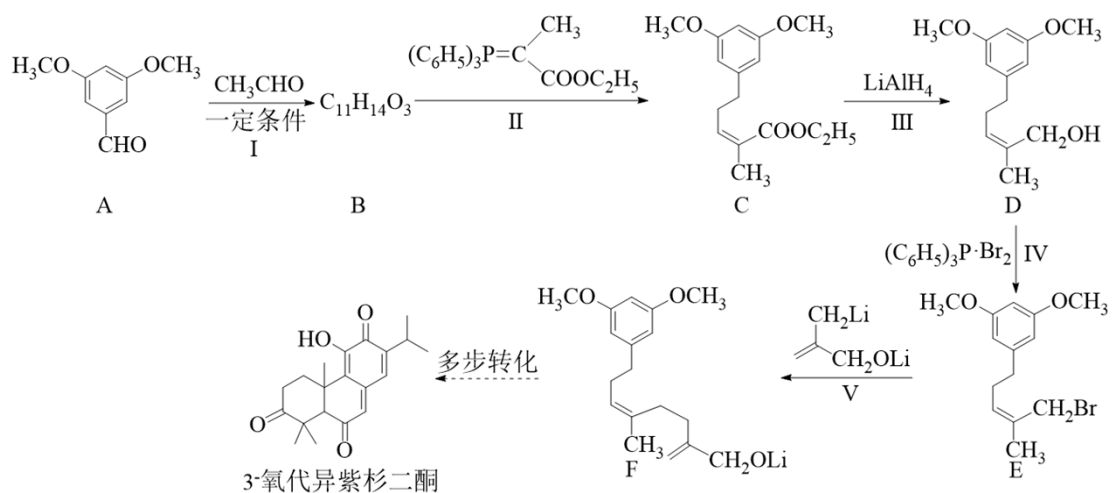
【小问 4 详解】

[BrOF₂]⁺ 的中心原子 Br 的价层电子对数为： $3 + \frac{1}{2}(7 - 2 - 2 - 1) = 4$ ，杂化轨道类型为 sp³。

【小问 5 详解】

由晶胞结构可知，其中含有 6 个 KrF₂，则 [BrOF₂][AsF₆]⁻·xKrF₂ 加合物中 x = 6，晶体中的微粒间作用力有离子键、极性共价键，故选 bc。

15. 3-氧代异紫杉二酮是从台湾杉中提取的具有抗痛活性的天然产物。最近科学家完成了该物质的全合成，其关键中间体(F)的合成路线如下：



回答下列问题：

- (1) A 的含氧官能团有醛基和_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) IV 的反应类型为_____；由 D 转化为 E 不能使用 HBr 的原因是_____。
- (4) 反应 V 的化学方程式为_____。

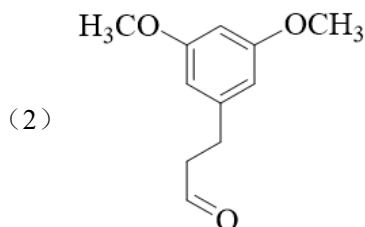
(5) 化合物 Y 是 A 的同分异构体, 同时满足下述条件:

① Y 的核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积之比为 3:3:2:2。

② Y 在稀硫酸条件下水解, 其产物之一(分子式为 $C_7H_8O_2$)遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色。则 Y 的结构简式为

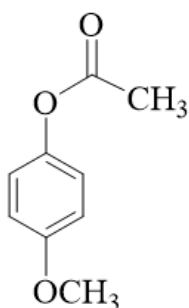
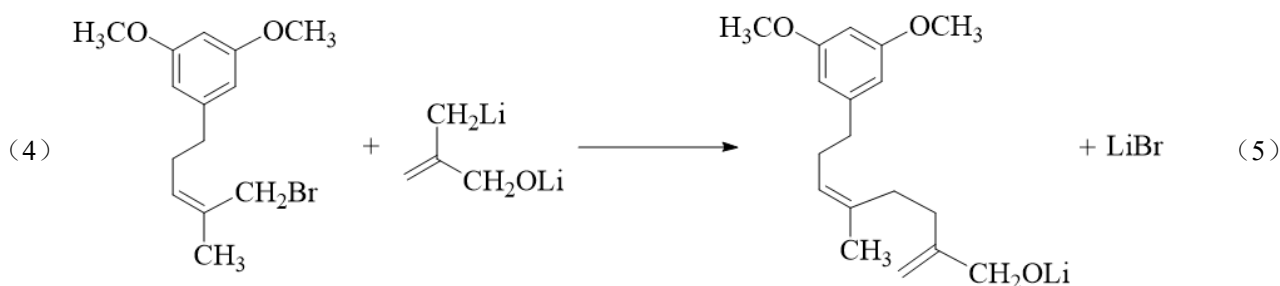
_____。

【答案】 (1) 醚键(或醚基)



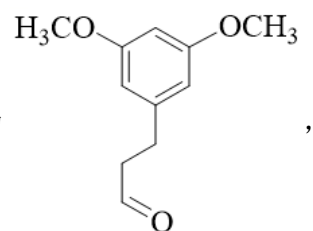
(3) ①. 取代反应 ②. HBr 会与碳碳双键发生加成反应(或

HBr 会使醚键水解)



【解析】

【分析】 有机合成可从正向和逆向共同进行推断, 根据已知信息由 C 可推出 B 为



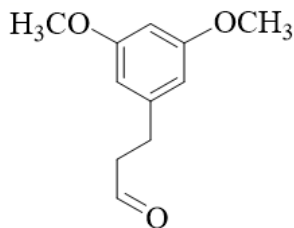
根据 C 到 D 的结构变化可知此步酯基发生水解反应, 根据 D 到 E 的结构可知此步 Br 取代了羟基, 根据 E 到 F 的结构可知脱去 $LiBr$, 为取代反应, 据此进行推断。

【小问 1 详解】

A 的含氧官能团有醛基和醚键。

【小问 2 详解】

根据分析可知，B 的结构简式为

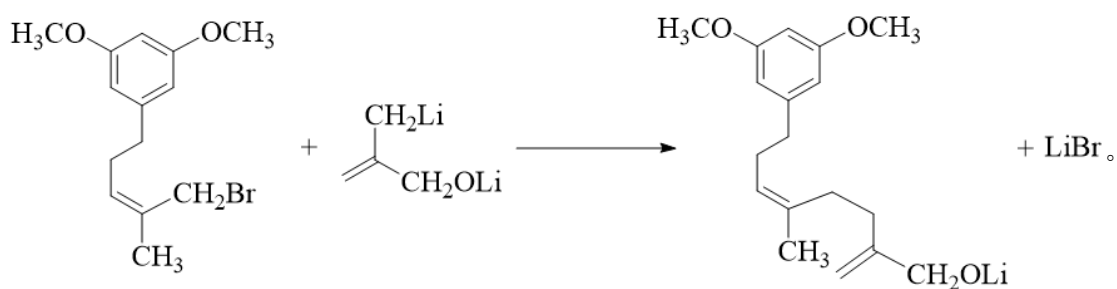


【小问 3 详解】

反应IV中 Br 取代了羟基，为取代反应，此反应不用 HBr 的原因为 HBr 会与碳碳双键发生加成反应(或 HBr 会使醚键水解)。

【小问 4 详解】

反应 V 的化学方程式为



【小问 5 详解】

产物之一(分子式为 $C_7H_8O_2$)遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色，说明含有酚羟基，酚羟基是通过酯基水解得来的，又因为核磁共振氢谱有 4 组峰，峰面积之比为 3:3:2:2，说明 Y 有两个甲基，综合可知 Y 的结构简式为

