

湖南省 2022 年普通高中学业水平选择性考试

化学

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在本试卷和答题卡上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Cl 35.5 K 39 Fe 56 Se 79 Ba 137

一、选择题：本题共 10 小题，每小题 3 分，共 30 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 化学促进了科技进步和社会发展，下列叙述中没有涉及化学变化的是
A. 《神农本草经》中记载的“石胆能化铁为铜”
B. 利用“侯氏联合制碱法”制备纯碱
C. 科学家成功将 CO_2 转化为淀粉或葡萄糖
D. 北京冬奥会场馆使用 CO_2 跨临界直冷制冰

【答案】D

【解析】

【详解】A. “石胆能化铁为铜”指的是铁可以与硫酸铜发生置换反应生成铜，发生了化学变化，A 不符合题意；

B. 工业上利用“侯氏联合制碱法”制备纯碱，二氧化碳、氨气、氯化钠和水发生反应生成的碳酸氢钠晶体经加热后分解生成碳酸钠即纯碱，发生了化学变化，B 不符合题意；

C. CO_2 转化为淀粉或葡萄糖，有新物质生成，发生了化学变化，C 不符合题意；

D. 使用 CO_2 跨临界直冷制冰，将水直接转化为冰，没有新物质生成，只发生了物理变化，没有涉及化学变化，D 符合题意；

综上所述，本题选 D。

2. 下列说法错误的是

- A. 氢键，离子键和共价键都属于化学键

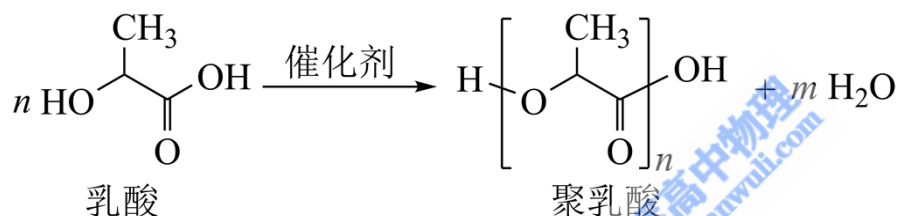
- B. 化学家门捷列夫编制了第一张元素周期表
- C. 药剂师和营养师必须具备化学相关知识
- D. 石灰石是制造玻璃和水泥的主要原料之一

【答案】A

【解析】

- 【详解】A. 离子键和共价键都属于化学键，氢键属于分子间作用力，A 说法错误；
- B. 第一张元素周期表是俄国化学家门捷列夫编制的，B 说法正确；
- C. 药剂师和营养师的工作分别与药剂和营养物质有关，因此必须具备相关的化学专业知识才能胜任相关工作，C 说法正确；
- D. 制造玻璃的主要原料是石灰石、石英和纯碱，制造水泥的主要原料是石灰石和黏土，D 说法正确；
- 综上所述，本题选 A。

3. 聚乳酸是一种新型的生物可降解高分子材料，其合成路线如下：



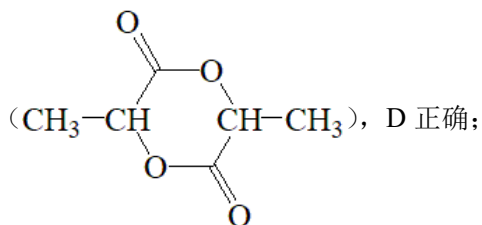
下列说法错误的是

- A. $m=n-1$
- B. 聚乳酸分子中含有两种官能团
- C. 1mol 乳酸与足量的 Na 反应生成 1mol H_2
- D. 两分子乳酸反应能够生成含六元环的分子

【答案】B



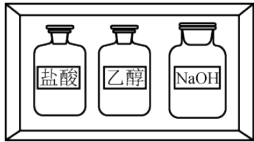

【解析】

- 【详解】A. 根据氧原子数目守恒可得： $3n=2n+1+m$ ，则 $m=n-1$ ，A 正确；
- B. 聚乳酸分子中含有三种官能团，分别是羟基、羧基、酯基，B 错误；
- C. 1 个乳酸分子中含有 1 个羟基和 1 个羧基，则 1mol 乳酸和足量的 Na 反应生成 1mol H_2 ，C 正确；
- D. 1 个乳酸分子中含有 1 个羟基和 1 个羧基，则两分子乳酸可以缩合产生含六元环的分子



故选 B。

4. 化学实验操作是进行科学实验的基础。下列操作符合规范的是

			
A. 碱式滴定管排气泡	B. 溶液加热	C. 试剂存放	D. 溶液滴加

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 碱式滴定管排气泡时，把橡皮管向上弯曲，出口上斜，轻轻挤压玻璃珠附近的橡皮管可以使溶液从尖嘴涌出，气泡即可随之排出，A 符合规范；

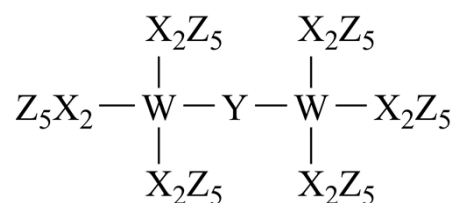
B. 用试管加热溶液时，试管夹应夹在距离管口的 $\frac{1}{3}$ 处，B 不符合规范；

C. 实验室中，盐酸和 NaOH 要分开存放，有机物和无机物要分开存放，C 不符合规范；

D. 用滴管滴加溶液时，滴管不能伸入试管内部，应悬空滴加，D 不符合规范；

故选 A。

5. 科学家合成了一种新的共价化合物(结构如图所示)，X、Y、Z、W 为原子序数依次增大的短周期元素，W 的原子序数等于 X 与 Y 的原子序数之和。下列说法错误的是



A. 原子半径：X>Y>Z

B. 非金属性：Y>X>W

C. Z 的单质具有较强的还原性

D. 原子序数为 82 的元素与 W 位于同一主族

【答案】C

【解析】

【分析】由共价化合物的结构可知，X、W 形成 4 个共价键，Y 形成 2 个共价键，Z 形成 1 个共价键，X、Y、Z、W 是原子序数依次增大的短周期元素，W 的原子序数等于 X 与 Y 的原子序数之和，则 X 为 C 元素、Y 为 O 元素、Z 为 F 元素、W 为 Si 元素。

【详解】A. 同周期元素，从左到右原子半径依次减小，则 C、O、F 的原子半径大小顺序为 $C > O > F$ ，故 A 正确；

B. 同周期元素，从左到右元素的非金属性依次增强，同主族元素，从上到下元素的非金属性依次减弱，则 C、O、Si 的非金属性强弱顺序为 $O > C > Si$ ，故 B 正确；

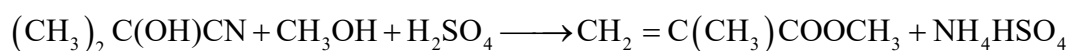
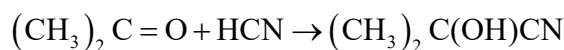
C. 位于元素周期表右上角的氟元素的非金属性最强，单质具有很强的氧化性，故 C 错误；

D. 原子序数为 82 的元素为铅元素，与硅元素都位于元素周期表 IVA 族，故 D 正确；

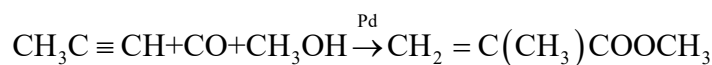
故选 C。

6. 甲基丙烯酸甲酯是合成有机玻璃的单体。

旧法合成的反应：



新法合成的反应：



下列说法错误的是(阿伏加德罗常数的值为 N_A)

A. HCN 的电子式为 $\text{H}:\text{C}::\text{N}:$

B. 新法没有副产物产生，原子利用率高

C. $1\text{L}0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NH_4HSO_4 溶液中 NH_4^+ 的微粒数小于 $0.05N_A$

D. Pd 的作用是降低反应的活化能，使活化分子数目增多，百分数不变

【答案】D

【解析】

【详解】A. 氢氰酸为共价化合物，结构式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ ，电子式为 $\text{H}:\text{C}::\text{N}:$ ，故 A 正确；

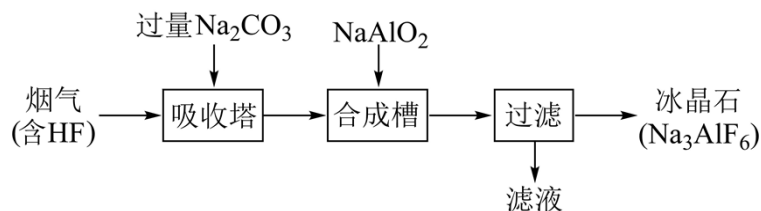
B. 由方程式可知，新法合成甲基丙烯酸甲酯的反应为没有副产物生成，原子利用率为 100 的化合反应，故 B 正确；

C. 硫酸氢铵是强酸弱碱的酸式盐，铵根离子在溶液中会发生水解反应，所以 $1\text{L}0.05\text{mol/L}$ 的硫酸氢铵溶液中铵根离子的数目小于 $0.05\text{mol/L} \times 1\text{L} \times N_A \text{mol}^{-1} = 0.05N_A$ ，故 C 正确；

D. 由方程式可知，钨为新法合成甲基丙烯酸甲酯的催化剂，能降低反应的活化能，使活化分子的数目和百分数都增大，故 D 错误；

故选 D。

7. 铝电解厂烟气净化的一种简单流程如下：



下列说法错误的是

- A. 不宜用陶瓷作吸收塔内衬材料
- B. 采用溶液喷淋法可提高吸收塔内烟气吸收效率
- C. 合成槽中产物主要有 Na_3AlF_6 和 CO_2
- D. 滤液可回收进入吸收塔循环利用

【答案】 C

【解析】

【分析】 烟气(含 HF)通入吸收塔，加入过量的碳酸钠，发生反应 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HF} = 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ，向合成槽中通入 NaAlO_2 ，发生反应 $6\text{NaF} + \text{NaAlO}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{Na}_3\text{AlF}_6 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，过滤得到 Na_3AlF_6 和含有 Na_2CO_3 的滤液。

【详解】 A. 陶瓷的成分中含有 SiO_2 ， SiO_2 能与烟气中的 HF 发生反应，因此不宜用陶瓷作吸收塔内衬材料，故 A 正确；

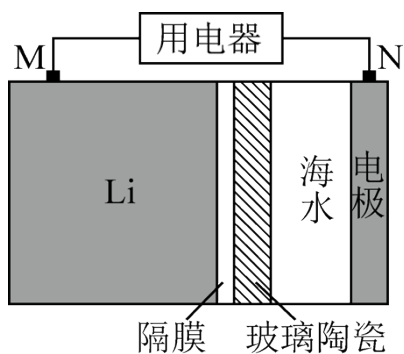
B. 采用溶液喷淋法可增大反应物的接触面积，提高吸收塔内烟气吸收效率，故 B 正确；

C. 由上述分析可知，合成槽内发生反应 $6\text{NaF} + \text{NaAlO}_2 + 2\text{CO}_2 = \text{Na}_3\text{AlF}_6 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ ，产物是 Na_3AlF_6 和 Na_2CO_3 ，故 C 错误；

D. 由上述分析可知，滤液的主要成分为 Na_2CO_3 ，可进入吸收塔循环利用，故 D 正确；

答案选 C。

8. 海水电池在海洋能源领域备受关注，一种锂-海水电池构造示意图如下。下列说法错误的是



- A. 海水起电解质溶液作用
- B. N 极仅发生的电极反应： $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$
- C. 玻璃陶瓷具有传导离子和防水的功能
- D. 该锂-海水电池属于一次电池

【答案】B

【解析】

【分析】锂海水电池的总反应为 $2\text{Li}+2\text{H}_2\text{O}=2\text{LiOH}+\text{H}_2\uparrow$ ，M 极上 Li 失去电子发生氧化反应，则 M 电极为负极，电极反应为 $\text{Li}-\text{e}^+=\text{Li}^+$ ，N 极为正极，电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，同时氧气也可以在 N 极得电子，电极反应为 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ 。

【详解】A. 海水中含有丰富的电解质，如氯化钠、氯化镁等，可作为电解质溶液，故 A 正确；

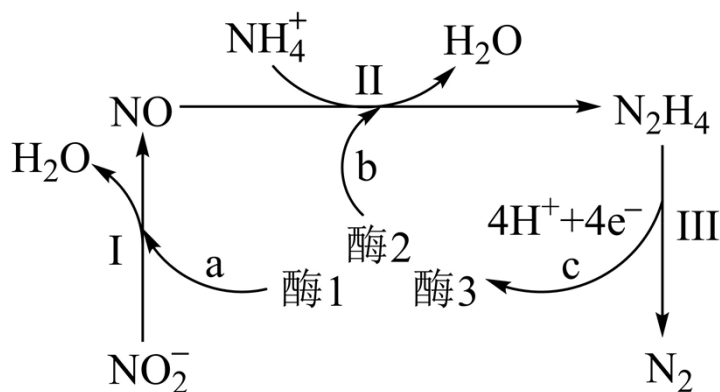
B. 由上述分析可知，N 为正极，电极反应为 $2\text{H}_2\text{O}+2\text{e}^-=2\text{OH}^-+\text{H}_2\uparrow$ ，和反应 $\text{O}_2+4\text{e}^-+2\text{H}_2\text{O}=4\text{OH}^-$ ，故 B 错误；

C. Li 为活泼金属，易与水反应，玻璃陶瓷的作用是防止水和 Li 反应，并能传导离子，故 C 正确；

D. 该电池不可充电，属于一次电池，故 D 正确；

答案选 B。

9. 科学家发现某些生物酶体系可以促进 H^+ 和 e^- 的转移(如 a、b 和 c)，能将海洋中的 NO_2^- 转化为 N_2 进入大气层，反应过程如图所示。



下列说法正确的是

- A. 过程I中 NO_2^- 发生氧化反应
- B. a 和 b 中转移的 e^- 数目相等
- C. 过程II中参与反应的 $n(\text{NO}):n(\text{NH}_4^+)=1:4$
- D. 过程I→III的总反应为 $\text{NO}_2^- + \text{NH}_4^+ = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

【答案】C

【解析】

【详解】A. 由图示可知，过程 I 中 NO_2^- 转化为 NO ，氮元素化合价由+3 价降低到+2 价， NO_2^- 作氧化剂，被还原，发生还原反应，A 错误；

B. 由图示可知，过程 I 为 NO_2^- 在酶 1 的作用下转化为 NO 和 H_2O ，依据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒可知，反应的离子方程式为： $\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ + e^- \xrightarrow{\text{酶1}} \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ ，生成 1mol NO ，a 过程转移 1mol e^- ，过程 II 为 NO 和 NH_4^+ 在酶 2 的作用下发生氧化还原反应生成 H_2O 和 N_2H_4 ，依据得失电子守恒、电荷守恒和原子守恒可知，反应的离子方程式为： $2\text{NO} + 8\text{NH}_4^+ \xrightarrow{\text{酶2}} 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{N}_2\text{H}_4 + 8\text{H}^+$ ，消耗 1mol NO ，b 过程转移 4mol e^- ，转移电子数目不相等，B 错误；

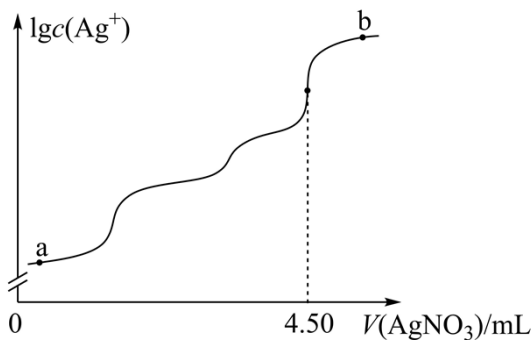
C. 由图示可知，过程 II 发生反应的参与反应的离子方程式为： $2\text{NO} + 8\text{NH}_4^+ \xrightarrow{\text{酶2}} 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{N}_2\text{H}_4 + 8\text{H}^+$ ， $n(\text{NO}):n(\text{NH}_4^+)=1:4$ ，C 正确；

D. 由图示可知，过程 III 为 N_2H_4 转化为 N_2 和 4H^+ 、 $4e^-$ ，反应的离子方程式为： $\text{N}_2\text{H}_4 = \text{N}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^-$ ，过程 I-III 的总反应为： $2\text{NO}_2^- + 8\text{NH}_4^+ = 5\text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O} + 24\text{H}^+ + 18e^-$ ，D 错误；

答案选 C。

10. 室温时，用 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的标准 AgNO_3 溶液滴定 15.00mL 浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液，通过电位滴定法获得 $\lg c(\text{Ag}^+)$ 与 $V(\text{AgNO}_3)$ 的关系曲线如图所示(忽略沉淀对离子的吸附作用。若溶液中离子浓度小于 $1.0\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，认为该离子沉淀完全。 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl})=1.8\times 10^{-10}$ ，

$K_{\text{sp}}(\text{AgBr})=5.4\times 10^{-13}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgI})=8.5\times 10^{-17}$)。下列说法正确的是



- A. a 点：有白色沉淀生成
- B. 原溶液中 I^- 的浓度为 $0.100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C. 当 Br^- 沉淀完全时，已经有部分 Cl^- 沉淀
- D. b 点： $c(Cl^-) > c(Br^-) > c(I^-) > c(Ag^+)$

【答案】C

【解析】

【分析】向含浓度相等的 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 混合溶液中滴加硝酸银溶液，根据三种沉淀的溶度积常数，三种离子沉淀的先后顺序为 I^- 、 Br^- 、 Cl^- ，根据滴定图示，当滴入 4.50mL 硝酸银溶液时， Cl^- 恰好沉淀完全，此时共消耗硝酸银的物质的量为 $4.50\text{mL} \times 10^{-3}\text{L/mL} \times 0.1000\text{mol/L} = 4.5 \times 10^{-4}\text{mol}$ ，所以 Cl^- 、 Br^- 和 I^- 均为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$ 。

【详解】A. I^- 先沉淀， AgI 是黄色的，所以 a 点有黄色沉淀 AgI 生成，故 A 错误；

B. 原溶液中 I^- 的物质的量为 $1.5 \times 10^{-4}\text{mol}$ ，则 I^- 的浓度为 $\frac{1.5 \times 10^{-4}\text{mol}}{0.01500\text{L}} = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，故 B 错误；

C. 当 Br^- 沉淀完全时 (Br^- 浓度为 $1.0 \times 10^{-5}\text{mol/L}$)，溶液中的 $c(Ag^+) = \frac{K_{sp}(AgBr)}{c(Br^-)} = \frac{5.4 \times 10^{-13}}{1.0 \times 10^{-5}} = 5.4 \times 10^{-8}$

mol/L ，若 Cl^- 已经开始沉淀，则此时溶液中的 $c(Cl^-) = \frac{K_{sp}(AgCl)}{c(Ag^+)} = \frac{1.8 \times 10^{-13}}{5.4 \times 10^{-8}} = 3.3 \times 10^{-3}\text{mol/L}$ ，原溶液中

的 $c(Cl^-) = c(I^-) = 0.0100\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则已经有部分 Cl^- 沉淀，故 C 正确；

D. b 点加入了过量的硝酸银溶液， Ag^+ 浓度最大，则 b 点各离子浓度为：

$c(Ag^+) > c(Cl^-) > c(Br^-) > c(I^-)$ ，故 D 错误；

故选 C。

二、选择题，本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。在每小题给出的四个选项中，有一个或两个选项符合题目要求。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

11. 下列离子方程式正确的是

- A. Cl_2 通入冷的 NaOH 溶液: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- B. 用醋酸和淀粉-KI 溶液检验加碘盐中的 IO_3^- : $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. FeSO_4 溶液中加入 H_2O_2 产生沉淀: $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$
- D. NaHCO_3 溶液与少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合: $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

【答案】AC

【解析】

【详解】A. Cl_2 通入冷的 NaOH 溶液中发生反应生成氯化钠和次氯酸钠, 该反应的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$, A 正确;

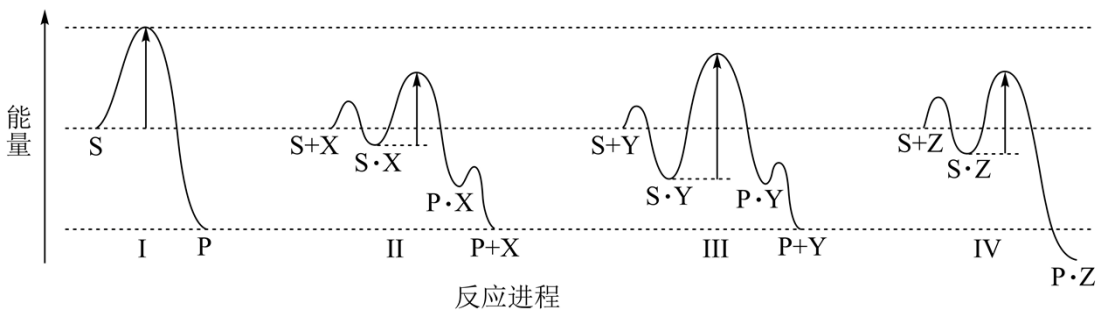
B. 用醋酸和淀粉-KI 溶液检验加碘盐中的 IO_3^- 的原理是 IO_3^- 在酸性条件下与 I^- 发生归中反应生成 I_2 而遇淀粉变蓝, 由于醋酸是弱酸, 在离子方程式中不能用 H^+ 表示, 因此 B 不正确;

C. H_2O_2 具有较强的氧化性, FeSO_4 溶液中加入 H_2O_2 产生的沉淀是氢氧化铁, 该反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 4\text{H}^+$, C 正确;

D. NaHCO_3 溶液与少量的 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液混合后发生反应生成碳酸钡沉淀、碳酸钠和水, NaHCO_3 过量, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 全部参加反应, 因此该反应的离子方程式为 $2\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$, D 不正确;

综上所述, 本题选 AC。

12. 反应物(S)转化为产物(P 或 P·Z)的能量与反应进程的关系如下图所示:



下列有关四种不同反应进程的说法正确的是

- A. 进程I是放热反应
- B. 平衡时 P 的产率: II>I
- C. 生成 P 的速率: III>II
- D. 进程IV中, Z 没有催化作用

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 由图中信息可知，进程I中 S 的总能量大于产物 P 的总能量，因此进程 I 是放热反应，A 说法正确；

B. 进程II中使用了催化剂 X，但是催化剂不能改变平衡产率，因此在两个进程中平衡时 P 的产率相同，B 说法不正确；

C. 进程III中由 S•Y 转化为 P•Y 的活化能高于进程II中由 S•X 转化为 P•X 的活化能，由于这两步反应分别是两个进程的决速步骤，因此生成 P 的速率为III<II，C 说法不正确；

D. 由图中信息可知，进程IV中 S 吸附到 Z 表面生成 S•Z，然后 S•Z 转化为产物 P•Z，由于 P•Z 没有转化为 P+Z，因此，Z 没有表现出催化作用，D 说法正确；

综上所述，本题选 AD。

13. 为探究 FeCl_3 的性质，进行了如下实验(FeCl_3 和 Na_2SO_3 溶液浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)。

实验	操作与现象
①	在 5mL 水中滴加 2 滴 FeCl_3 溶液，呈棕黄色；煮沸，溶液变红褐色。
②	在 5mL FeCl_3 溶液中滴加 2 滴 Na_2SO_3 溶液，变红褐色； 再滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，产生蓝色沉淀。
③	在 5mL Na_2SO_3 溶液中滴加 2 滴 FeCl_3 溶液，变红褐色； 将上述混合液分成两份，一份滴加 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，无蓝色沉淀生； 另一份煮沸，产生红褐色沉淀。

依据上述实验现象，结论不合理的是

- A. 实验①说明加热促进 Fe^{3+} 水解反应
- B. 实验②说明 Fe^{3+} 既发生了水解反应，又发生了还原反应
- C. 实验③说明 Fe^{3+} 发生了水解反应，但没有发生还原反应
- D. 整个实验说明 SO_3^{2-} 对 Fe^{3+} 的水解反应无影响，但对还原反应有影响

【答案】D

【解析】

【分析】铁离子水解显酸性，亚硫酸根离子水解显碱性，两者之间存在相互促进的水解反应，同时铁离子

具有氧化性，亚硫酸根离子具有还原性，两者还会发生氧化还原反应，在同一反应体系中，铁离子的水解反应与还原反应共存并相互竞争，结合实验分析如下：实验①为对照实验，说明铁离子在水溶液中显棕黄色，存在水解反应 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$ ，煮沸，促进水解平衡正向移动，得到红褐色的氢氧化铁胶体；实验②说明少量亚硫酸根离子加入铁离子后，两者发生水解反应得到红褐色的氢氧化铁胶体；根据铁氰化钾检测结果可知，同时发生氧化还原反应，使铁离子被还原为亚铁离子，而出现特征蓝色沉淀；实验③通过反滴操作，根据现象描述可知，溶液仍存在铁离子的水解反应，但由于铁离子少量，没检测出亚铁离子的存在，说明铁离子的水解反应速率快，铁离子的还原反应未来得及发生。

【详解】A. 铁离子的水解反应为吸热反应，加热煮沸可促进水解平衡正向移动，使水解程度加深，生成较多的氢氧化铁，从而使溶液显红褐色，故 A 正确；

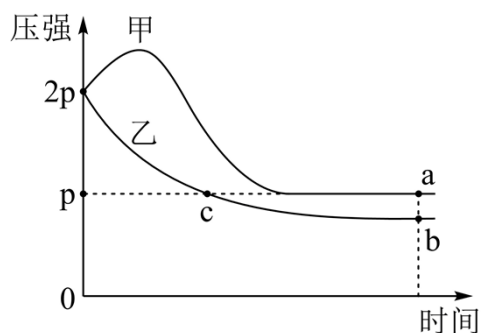
B. 在 5mL FeCl_3 溶液中滴加 2 滴同浓度的 Na_2SO_3 溶液，根据现象和分析可知， Fe^{3+} 既发生了水解反应，生成红褐色的氢氧化铁，又被亚硫酸根离子还原，得到亚铁离子，加入铁氰化钾溶液后，出现特征蓝色沉淀，故 B 正确；

C. 实验③中在 5mL Na_2SO_3 溶液中滴加 2 滴同浓度少量 FeCl_3 溶液，根据现象和分析可知，仍发生铁离子的水解反应，但未来得及发生铁离子的还原反应，即水解反应比氧化还原反应速率快，故 C 正确；

D. 结合三组实验，说明铁离子与亚硫酸根离子混合时，铁离子的水解反应占主导作用，比氧化还原反应的速率快，因证据不足，不能说明亚硫酸根离子对铁离子的水解作用无影响，事实上，亚硫酸根离子水解显碱性，可促进铁离子的水解反应，故 D 错误。

综上所述，答案为 D。

14. 向体积均为 1L 的两恒容容器中分别充入 2mol X 和 1mol Y 发生反应： $2\text{X}(\text{g}) + \text{Y}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Z}(\text{g}) \Delta H$ ，其中甲为绝热过程，乙为恒温过程，两反应体系的压强随时间的变化曲线如图所示。下列说法正确的是



A. $\Delta H > 0$

B. 气体的总物质的量： $n_a < n_c$

C. a 点平衡常数： $K > 12$

D. 反应速率： $v_{a正} < v_{b正}$

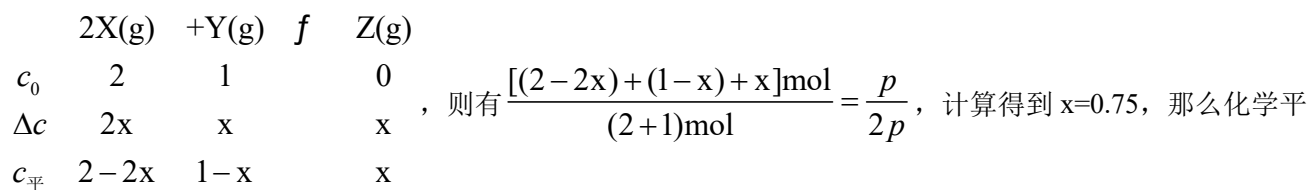
【答案】B

【解析】

【详解】A. 甲容器在绝热条件下，随着反应的进行，压强先增大后减小，根据理想气体状态方程 $PV=nRT$ 可知，刚开始压强增大的原因是因为容器温度升高，则说明上述反应过程放热，即 $\Delta H < 0$ ，故 A 错误；

B. 根据 A 项分析可知，上述密闭溶液中的反应为放热反应，图中 a 点和 c 点的压强相等，因甲容器为绝热过程，乙容器为恒温过程，若两者气体物质的量相等，则甲容器压强大于乙容器压强，则说明甲容器中气体的总物质的量此时相比乙容器在减小即气体总物质的量： $n_a < n_c$ ，故 B 正确；

C. a 点为平衡点，此时容器的总压为 p，假设在恒温恒容条件下进行，则气体的压强之比等于气体的物质的量（物质的量浓度）之比，所以可设 Y 转化的物质的量浓度为 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则列出三段式如下：



衡常数 $K = \frac{c(Z)}{c^2(X) \cdot c(Y)} = \frac{0.75}{0.5^2 \times 0.25} = 12$ ，又甲容器为绝热条件，等效为恒容条件下升温，平衡逆向移动，则平衡常数减小即平衡常数 $K < 12$ ，故 C 错误；

D. 根据图像可知，甲容器达到平衡的时间短，温度高，所以达到平衡的速率相对乙容器的快，即 $V_{a\text{正}} > V_{b\text{正}}$ ，故 D 错误。

综上所述，答案为 B。

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分。第 15~17 题为必考题，每个试题考生都必须作答。第 18、19 题为选考题，考生根据要求作答。

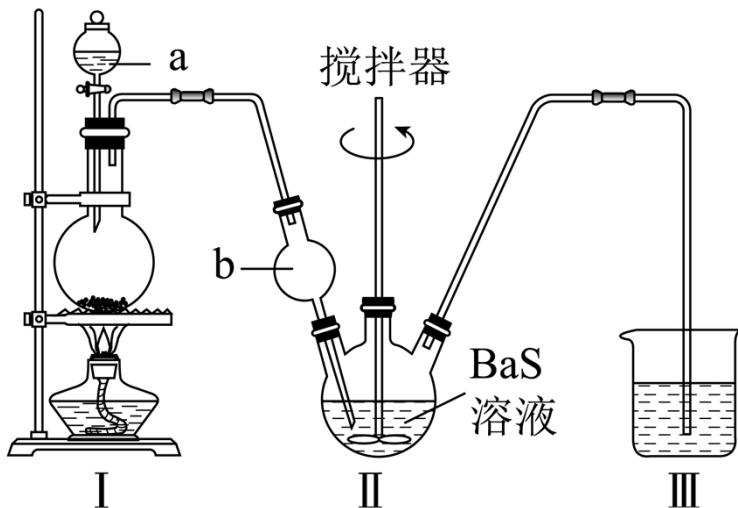
(一)必考题：此题包括 3 小题，共 39 分。

15. 某实验小组以 BaS 溶液为原料制备 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，并用重量法测定产品中 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的含量。设计了如下实验方案：

可选用试剂：NaCl 晶体、BaS 溶液、浓 H_2SO_4 、稀 H_2SO_4 、 CuSO_4 溶液、蒸馏水

步骤 1. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的制备

按如图所示装置进行实验，得到 BaCl_2 溶液，经一系列步骤获得 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 产品。



步骤 2，产品中 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的含量测定

①称取产品 0.5000g ，用 100mL 水溶解，酸化，加热至近沸；

②在不断搅拌下，向①所得溶液逐滴加入热的 $0.100\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液，

③沉淀完全后， 60°C 水浴 40 分钟，经过滤、洗涤、烘干等步骤，称量白色固体，质量为 0.4660g 。

回答下列问题：

- (1) I 是制取_____气体的装置，在试剂 a 过量并微热时，发生主要反应的化学方程式为_____；
- (2) I 中 b 仪器的作用是_____；III 中的试剂应选用_____；
- (3) 在沉淀过程中，某同学在加入一定量热的 H_2SO_4 溶液后，认为沉淀已经完全，判断沉淀已完全的方法是_____；
- (4) 沉淀过程中需加入过量的 H_2SO_4 溶液，原因是_____；
- (5) 在过滤操作中，下列仪器不需要用到的是_____ (填名称)；



(6) 产品中 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 的质量分数为_____ (保留三位有效数字)。

【答案】(1) ①. HCl ②. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{NaCl} \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$

(2) ①. 防止倒吸 ②. CuSO_4 溶液

(3) 静置，取上层清液于一洁净试管中，继续滴加硫酸溶液，无白色沉淀生成，则已沉淀完全

(4) 使钡离子沉淀完全

(5) 锥形瓶 (6) 97.6%

【解析】

【分析】装置 I 中浓硫酸和氯化钠共热制备 HCl，装置 II 中氯化氢与 BaS 溶液反应制备 BaCl₂·2H₂O，装置 III 中硫酸铜溶液用于吸收生成的 H₂S，防止污染空气。

【小问 1 详解】

由分析可知，装置 I 为浓硫酸和氯化钠共热制取 HCl 气体的装置，在浓硫酸过量并微热时，浓硫酸与氯化钠反应生成硫酸氢钠和氯化氢，发生主要反应的化学方程式为：
$$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{NaCl} \xrightarrow{\text{微热}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$$

【小问 2 详解】

氯化氢极易溶于水，装置 II 中 b 仪器的作用是：防止倒吸；装置 II 中氯化氢与 BaS 溶液反应生成 H₂S，H₂S 有毒，对环境有污染，装置 III 中盛放 CuSO₄ 溶液，用于吸收 H₂S。

【小问 3 详解】

硫酸与氯化钡反应生成硫酸钡沉淀，因此判断沉淀已完全的方法是静置，取上层清液于一洁净试管中，继续滴加硫酸溶液，无白色沉淀生成，则已沉淀完全。

【小问 4 详解】

为了使钡离子沉淀完全，沉淀过程中需加入过量的硫酸溶液。

【小问 5 详解】

过滤用到的仪器有：铁架台、烧杯、漏斗、玻璃棒，用不到锥形瓶。

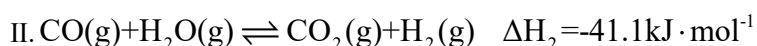
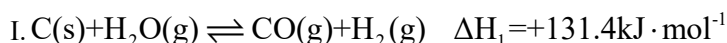
【小问 6 详解】

由题意可知，硫酸钡的物质的量为：
$$\frac{0.4660\text{g}}{233\text{g/mol}} = 0.002\text{mol}$$
，依据钡原子守恒，产品中 BaCl₂·2H₂O 的物质

的量为 0.002mol，质量为 0.002mol×244g/mol=0.488g，质量分数为：
$$\frac{0.488\text{g}}{0.5000\text{g}} \times 100\% = 97.6\%$$

16. 2021 年我国制氢量位居世界第一，煤的气化是一种重要的制氢途径。回答下列问题：

(1) 在一定温度下，向体积固定的密闭容器中加入足量的 C(s) 和 1molH₂O(g)，起始压强为 0.2MPa 时，发生下列反应生成水煤气：

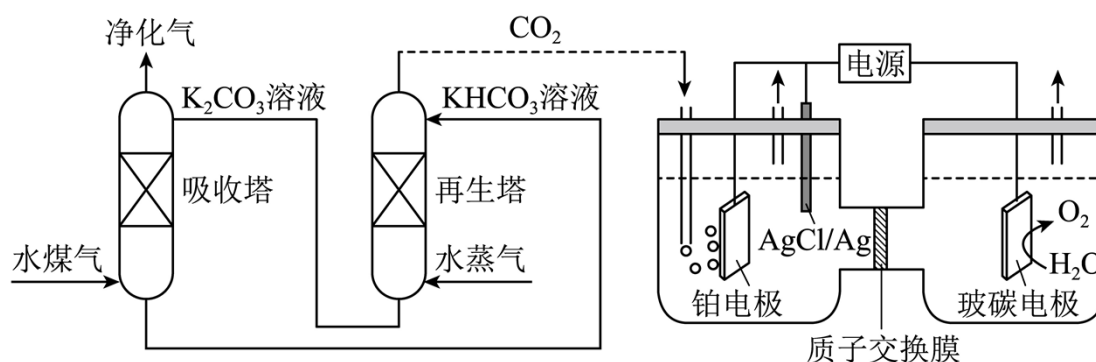


①下列说法正确的是_____；

- A.平衡时向容器中充入惰性气体，反应I的平衡逆向移动
 B.混合气体的密度保持不变时，说明反应体系已达到平衡
 C.平衡时 H_2 的体积分数可能大于 $\frac{2}{3}$
 D.将炭块粉碎，可加快反应速率

②反应平衡时， $H_2O(g)$ 的转化率为50%，CO 的物质的量为0.1mol。此时，整个体系_____ (填“吸收”或“放出”)热量_____ kJ，反应I的平衡常数 $K_p =$ _____ (以分压表示，分压=总压×物质的量分数)。

(2) 一种脱除和利用水煤气中 CO_2 方法的示意图如下：



①某温度下，吸收塔中 K_2CO_3 溶液吸收一定量的 CO_2 后， $c(CO_3^{2-}):c(HCO_3^-)=1:2$ ，则该溶液的 $pH=$ _____ (该温度下 H_2CO_3 的 $K_{a1}=4.6 \times 10^{-7}$, $K_{a2}=5.0 \times 10^{-11}$)；

②再生塔中产生 CO_2 的离子方程式为_____；

③利用电化学原理，将 CO_2 电催化还原为 C_2H_4 ，阴极反应式为_____。

【答案】 (1) ①. BD ②. 吸收 ③. 31.2 ④. 0.02MPa

(2) ①. 10 ②. $2HCO_3^- \xrightarrow{\Delta} CO_2 \uparrow + CO_3^{2-} + H_2O$ ③. $2CO_2 + 12e^- + 12H^+ = C_2H_4 + 4H_2O$ 、 $AgCl + e^-$

$= Ag + Cl^-$

【解析】

【小问1详解】

- ①A. 在恒温恒容条件下，平衡时向容器中充入惰性气体不能改变反应混合物的浓度，因此反应I的平衡不移动，A 说法不正确；
 B. 在反应中有固体 C 转化为气体，气体的质量增加，而容器的体积不变，因此气体的密度在反应过程中

不断增大，当混合气体的密度保持不变时，说明反应体系已达到平衡，B 说法正确；

C. 若 C(s)和 H₂O(g)完全反应全部转化为 CO₂(g)和 H₂(g)，由 C(s)+ 2H₂O(g) = CO₂(g)+ 2H₂(g)可知，H₂ 的体积分数的极值为 $\frac{2}{3}$ ，由于可逆反应只有一定的限度，反应物不可能全部转化为生成物，因此，平衡时 H₂ 的体积分数不可能大于 $\frac{2}{3}$ ，C 说法不正确；

D. 将炭块粉碎可以增大其与 H₂O(g)的接触面积，因此可加快反应速率，D 说法正确；

综上所述，相关说法正确的是 BD。

②反应平衡时，H₂O(g)的转化率为 50%，则水的变化量为 0.5mol，水的平衡量也是 0.5mol，由于 CO 的物质的量为 0.1mol，则根据 O 原子守恒可知 CO₂ 的物质的量为 0.2mol，生成 0.2mol CO₂ 时消耗了 0.2mol CO，故在反应 I 实际生成了 0.3mol CO。根据相关反应的热化学方程式可知，生成 0.3mol CO 要吸收热量 39.42kJ，生成 0.2mol CO₂ 要放出热量 8.22kJ 此时，因此整个体系吸收热量 39.42kJ-8.22kJ=31.2kJ；由 H 原子守恒可知，平衡时 H₂ 的物质的量为 0.5mol，CO 的物质的量为 0.1mol，CO₂ 的物质的量为 0.2mol，水的物质的量为 0.5mol，则平衡时气体的总物质的量为 0.5mol+0.1mol+0.2mol+0.5mol=1.3mol，在同温同体积条件下，气体的总压之比等于气体的总物质的量之比，则平衡体系的总压为 0.2MPa×1.3=0.26MPa，反

应 I (C(s)+H₂O(g) ⇌ CO(g)+H₂(g)) 的平衡常数 $K_p = \frac{\frac{0.1}{1.3} \times \frac{0.5}{1.3}}{\frac{0.5}{1.3}} \times P_{\text{总}} = \frac{0.1}{1.3} \times 0.26\text{MPa} = 0.02\text{MPa}$ 。

【小问 2 详解】

①某温度下，吸收塔中 K₂CO₃ 溶液吸收一定量的 CO₂ 后，c(CO₃²⁻):c(HCO₃⁻)=1:2，由

$K_{a2} = \frac{c(\text{CO}_3^{2-}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HCO}_3^-)}$ 可知， $c(\text{H}^+) = \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})} \times K_{a2} = 2 \times 5.0 \times 10^{-11} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.0 \times 10^{-10} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则该

溶液的 pH=10；

②再生塔中 KHCO₃ 受热分解生成 K₂CO₃、H₂O 和 CO₂，该反应的离子方程式为 $2\text{HCO}_3^- \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ；

③利用电化学原理，将 CO₂ 电催化还原为 C₂H₄，阴极上发生还原反应，阳极上水放电生成氧气和 H⁺，H⁺ 通过质子交换膜迁移到阴极区参与反应生成乙烯，铂电极和 Ag/AgCl 电极均为阴极，在电解过程中 AgCl 可以转化为 Ag，则阴极的电极反应式为 $2\text{CO}_2 + 12\text{e}^- + 12\text{H}^+ = \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$ 。

17. 钛(Ti)及其合金是理想的高强度、低密度结构材料。以钛渣(主要成分为 TiO₂，含少量 V、Si 和 Al 的氧化物杂质)为原料，制备金属钛的工艺流程如下：

(4) “除钒”和“除硅、铝”的顺序_____ (填“能”或“不能”)交换, 理由是_____。

(5) 下列金属冶炼方法与本工艺流程中加入 Mg 冶炼 Ti 的方法相似的是_____。

- A. 高炉炼铁 B. 电解熔融氯化钠制钠 C. 铝热反应制锰 D. 氧化汞分解制汞

【答案】(1) C (2) ①. $5\text{TiO}_2+6\text{C}+10\text{Cl}_2 \xrightarrow{600^\circ\text{C}} 5\text{TiCl}_4+2\text{CO}+4\text{CO}_2$ ②. 随着温度升高, CO_2 与

C 发生反应 $\text{C}+\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$

(3) ①. $3\text{VOCl}_3+\text{Al}=3\text{VOCl}_2+\text{AlCl}_3$ ②. 蒸馏

(4) ①. 不能 ②. 若先“除硅、铝”再“除钒”, “除钒”时需要加入 Al, 又引入 Al 杂质;

(5) AC

【解析】

【分析】钛渣中加入 C、 Cl_2 进行沸腾氯化, 转化为相应的氯化物, 降温收尘后得到粗 TiCl_4 , 加入单质 Al 除钒, 再除硅、铝得到纯 TiCl_4 , 加入 Mg 还原得到 Ti。

【小问 1 详解】

记① $\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})$, ② $2\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})$, ③ $\text{TiO}_2(\text{s})+2\text{Cl}_2(\text{g})=\text{TiCl}_4(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$, ④

$\text{TiO}_2(\text{s})+\text{C}(\text{s})+2\text{Cl}_2(\text{g})=\text{TiCl}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})$;

A. 由图可知, 600°C 时 $\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})$ 的 $\Delta G < 0$, 反应自发进行, 故 A 不符合题意;

B. 由图可知, 600°C 时 $2\text{C}(\text{s})+\text{O}_2(\text{g})=2\text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta G < 0$, 反应自发进行, 故 B 不符合题意;

C. 由图可知, 600°C 时 $\text{TiO}_2(\text{s})+2\text{Cl}_2(\text{g})=\text{TiCl}_4(\text{g})+\text{O}_2(\text{g})$ 的 $\Delta G > 0$, 反应不能自发进行, 故 C 符合题意;

D. 根据盖斯定律, $\text{TiO}_2(\text{s})+\text{C}(\text{s})+2\text{Cl}_2(\text{g})=\text{TiCl}_4(\text{g})+\text{CO}_2(\text{g})$ 可由①+③得到, 则 600°C 时其 $\Delta G < 0$, 反应自发进行, 故 D 不符合题意;

故选 C;

【小问 2 详解】

①根据表中数据可知, 该温度下 C 主要生成 CO 和 CO_2 , 根据相同条件下气体的压强之比是物质的量之比可知 TiCl_4 、CO 和 CO_2 的物质的量之比约是 5: 2: 4, 所以 TiO_2 与 C、 Cl_2 反应的总化学方程式为

$5\text{TiO}_2+6\text{C}+10\text{Cl}_2 \xrightarrow{600^\circ\text{C}} 5\text{TiCl}_4+2\text{CO}+4\text{CO}_2$, 故答案为: $5\text{TiO}_2+6\text{C}+10\text{Cl}_2 \xrightarrow{600^\circ\text{C}} 5\text{TiCl}_4+2\text{CO}+4\text{CO}_2$;

②随着温度升高，CO₂与C发生反应 $C+CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ ，导致CO含量升高，故答案为：随着温度升

高，CO₂与C发生反应 $C+CO_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2CO$ ；

【小问3详解】

“降温收尘”后钒元素主要以VOCl₃形式存在，加入Al得到VOCl₂渣，根据得失电子守恒和元素守恒配平方程式为 $3VOCl_3+Al=3VOCl_2+AlCl_3$ ；AlCl₃、SiCl₄与TiCl₄沸点差异较大，“除硅、铝”过程中可采用蒸馏的方法分离AlCl₃、SiCl₄，故答案为： $3VOCl_3+Al=3VOCl_2+AlCl_3$ ；蒸馏；

【小问4详解】

若先“除硅、铝”再“除钒”，“除钒”时需要加入Al，又引入Al杂质，因此“除钒”和“除硅、铝”的顺序不能交换，故答案为：不能；若先“除硅、铝”再“除钒”，“除钒”时需要加入Al，又引入Al杂质；

【小问5详解】

本工艺中加入Mg冶炼Ti的方法为热还原法；

A. 高炉炼铁的原理是用还原剂将铁矿石中铁的氧化物还原成金属铁，属于热还原法，故A符合题意；

B. 电解熔融氯化钠制取金属钠的原理是电解法，故B不符合题意；

C. 铝热反应制锰是利用Al作还原剂，将锰从其化合物中还原出来，为热还原法，故C符合题意；

D. Hg为不活泼金属，可以直接用加热分解氧化汞的方法制备汞，故D不符合题意；

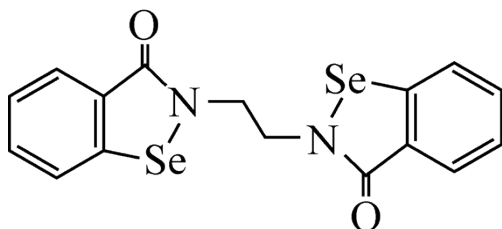
故答案选AC，故答案为：AC。

(二)选考题：共15分。请考生从给出的两道题中任选一题作答。如果多做，则按所做的第一题计分。

[选修3：物质结构与性质]

18. 铁和硒(Se)都是人体所必需的微量元素，且在医药、催化、材料等领域有广泛应用，回答下列问题：

(1) 乙烷硒啉(Ethaselen)是一种抗癌新药，其结构式如下：

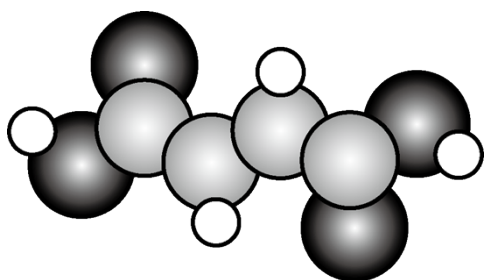


①基态Se原子的核外电子排布式为[Ar]_____；

②该新药分子中有_____种不同化学环境的 C 原子；

③比较键角大小：气态 SeO_3 分子_____ SeO_3^{2-} 离子(填“>”“<”或“=”)，原因是_____。

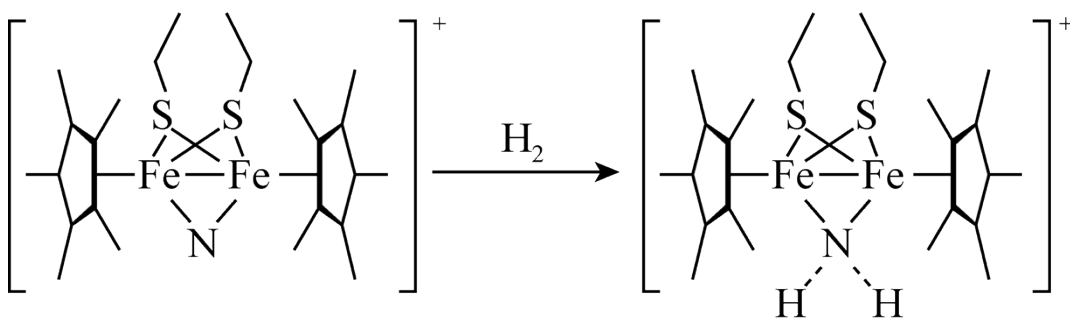
(2) 富马酸亚铁($\text{FeC}_4\text{H}_2\text{O}_4$)是一种补铁剂。富马酸分子的结构模型如图所示：



①富马酸分子中 σ 键与 π 键的数目比为_____；

②富马酸亚铁中各元素的电负性由大到小的顺序为_____。

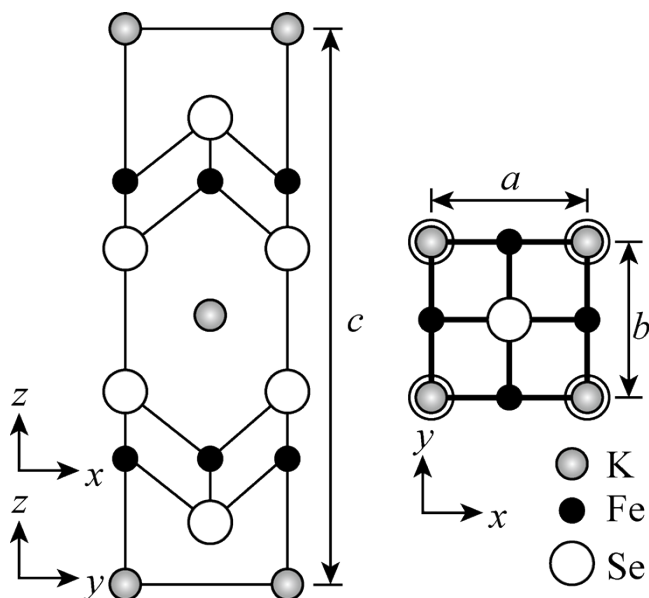
(3) 科学家近期合成了一种固氮酶模型配合物，该物质可以在温和条件下直接活化 H_2 ，将 N^3 转化为 NH_2^- ，反应过程如图所示：



①产物中 N 原子的杂化轨道类型为_____；

②与 NH_2^- 互为等电子体的一种分子为_____ (填化学式)。

(4) 钾、铁、硒可以形成一种超导材料，其晶胞在 xz 、 yz 和 xy 平面投影分别如图所示：



①该超导材料的最简化学式为_____；

②Fe 原子的配位数为_____；

③该晶胞参数 $a=b=0.4\text{nm}$ 、 $c=1.4\text{nm}$ 。阿伏加德罗常数的值为 N_A ，则该晶体的密度为_____ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$

(列出计算式)。

【答案】 (1) ①. $[\text{Ar}] 3d^{10}4s^24p^4$ ②. 6 ③. $>$ ④. SeO_3 的空间构型为平面三角形, SeO_3^{2-} 的

空间构型为三角锥形

(2) ①. 11:3 ②. $\text{O} > \text{C} > \text{H} > \text{Fe}$

(3) ①. sp^3 杂化 ②. H_2O

(4) ①. KFe_2Se_2 ②. 4 ③. $\frac{2 \times (39 + 56 \times 2 + 79 \times 2)}{N_A abc \times 10^{-21}}$

【解析】

【小问 1 详解】

①硒元素的原子序数为 34，基态原子的电子排布式为 $[\text{Ar}] 3d^{10}4s^24p^4$ ，故答案为： $[\text{Ar}] 3d^{10}4s^24p^4$ ；

②由结构简式可知，乙烷硒啉的分子结构对称，分子中含有 6 种化学环境不同的碳原子，故答案为：6；

③三氧化硒分子中硒原子的价层电子对数为 3，孤对电子对数为 0，分子的空间构型为平面三角形，键角为 120° ，亚硒酸根离子中硒原子的价层电子对数为 4，孤对电子对数为 1，离子的空间构型为三角锥形，键角小于 120° ，故答案为： $>$ ； SeO_3 的空间构型为平面三角形， SeO_3^{2-} 的空间构型为三角锥形；

【小问 2 详解】

①由球棍模型可知，富马酸的结构式为 $\text{HOOCCH}=\text{CHCOOH}$ ，分子中的单键为 σ 键，双键中含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键，则分子中 σ 键和 π 键的数目比为 11: 3，故答案为：11: 3；

②金属元素的电负性小于非金属元素，则铁元素的电负性最小，非金属元素的非金属性越强，电负性越大，氢碳氧的非金属性依次增强，则电负性依次增大，所以富马酸亚铁中四种元素的电负性由大到小的顺序为 $O > C > H > Fe$ ，故答案为： $O > C > H > Fe$ ；

【小问 3 详解】

①由结构简式可知，产物中氮原子的价层电子对数为 4，原子的杂化方式为 sp^3 杂化，故答案为： sp^3 杂化；

②水分子和氨基阴离子的原子个数都为 3、价电子数都为 8，互为等电子体，故答案为： H_2O ；

【小问 4 详解】

①由平面投影图可知，晶胞中位于顶点和体心的钾原子个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，均位于棱上和面上的铁原子和硒原子的个数为 $12 \times \frac{1}{4} + 2 \times \frac{1}{2} = 4$ ，则超导材料最简化学式为 KFe_2Se_2 ，故答案为： KFe_2Se_2 ；

②由平面投影图可知，位于棱上的铁原子与位于面上的硒原子的距离最近，所以铁原子的配位数为 4，故答案为：4；

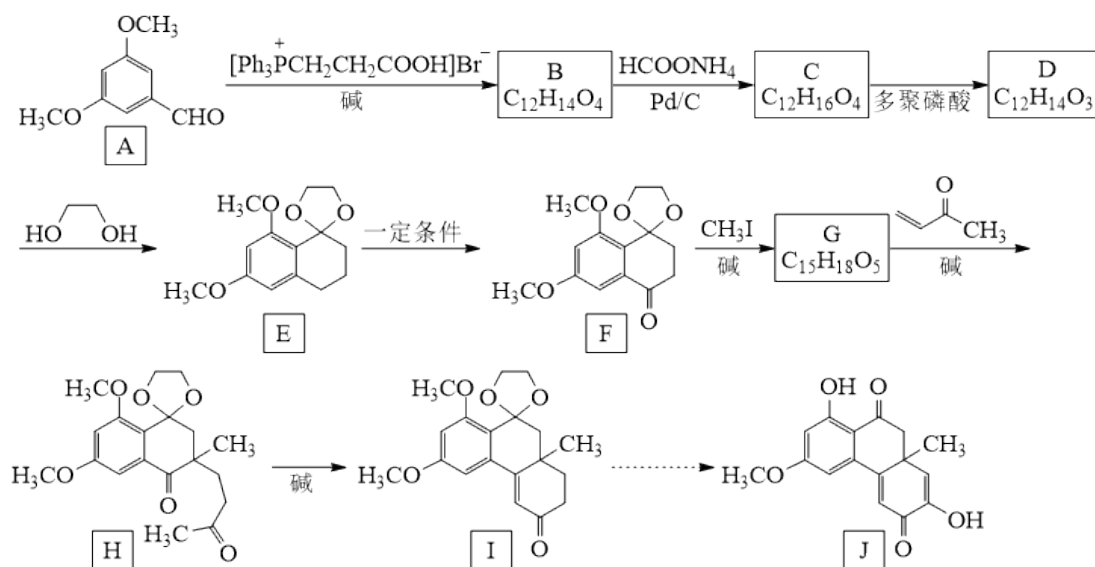
③设晶体的密度为 dg/cm^3 ，由晶胞的质量公式可得： $\frac{2 \times (39 + 56 \times 2 + 79 \times 2)}{N_A} = abc \times 10^{-21} \times d$ ，解得 $d =$

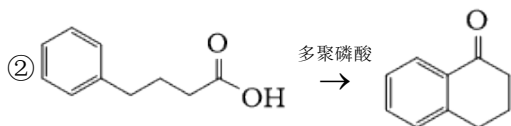
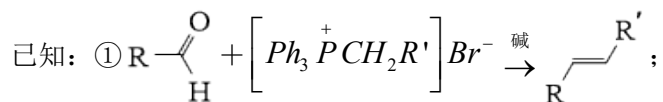
$$\frac{2 \times (39 + 56 \times 2 + 79 \times 2)}{N_A abc \times 10^{-21}}$$

，故答案为： $\frac{2 \times (39 + 56 \times 2 + 79 \times 2)}{N_A abc \times 10^{-21}}$ 。

[选修 5：有机化学基础]

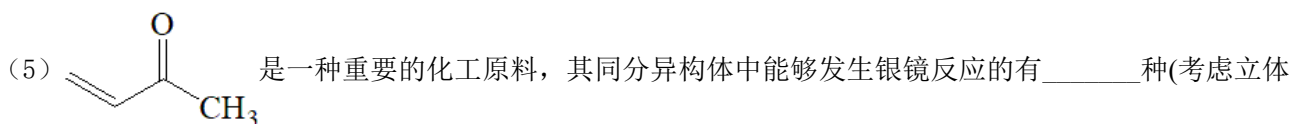
19. 物质 J 是一种具有生物活性的化合物。该化合物的合成路线如下：



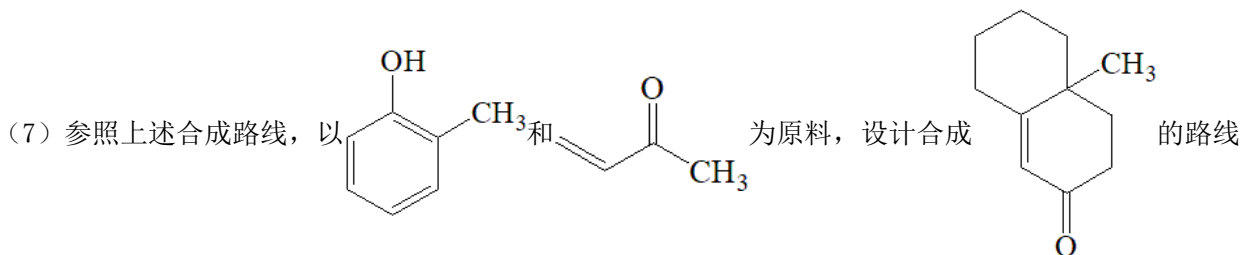


回答下列问题：

- (1) A 中官能团的名称为_____、_____；
 (2) F→G、G→H 的反应类型分别是_____、_____；
 (3) B 的结构简式为_____；
 (4) C→D 反应方程式为_____；



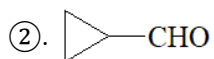
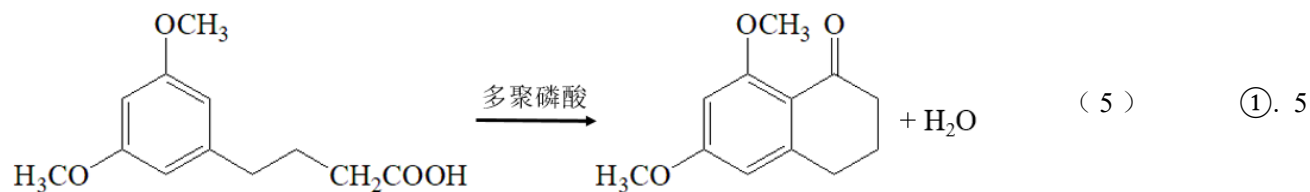
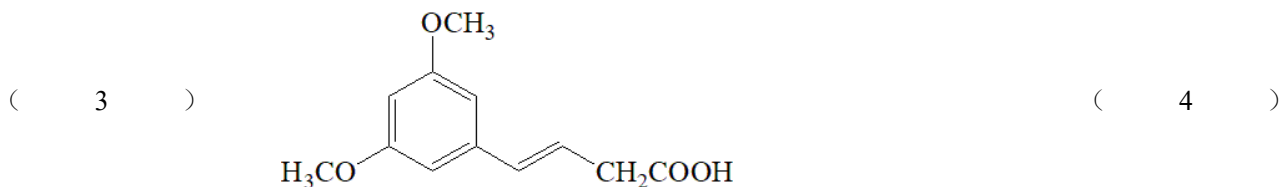
- (6) I 中的手性碳原子个数为_____ (连四个不同的原子或原子团的碳原子称为手性碳原子)；



_____ (无机试剂任选)。

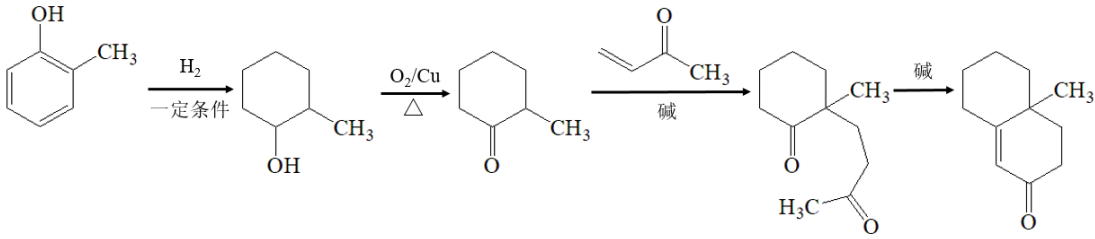
【答案】(1) ①. 醚键 ②. 醛基

- (2) ①. 取代反应 ②. 加成反应

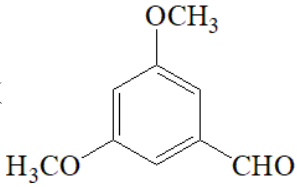


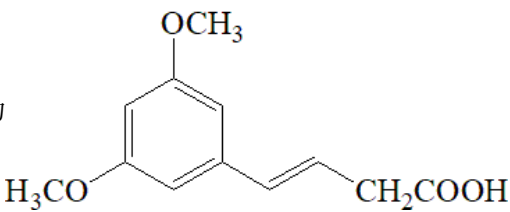
(6) 1

(7)

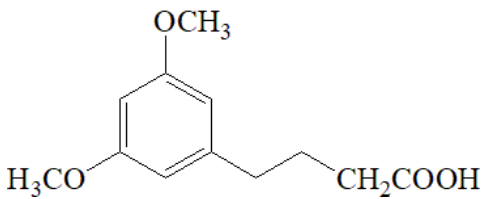
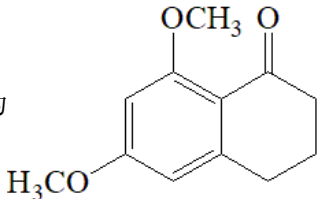


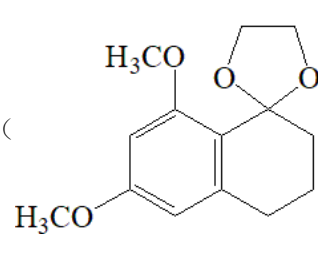
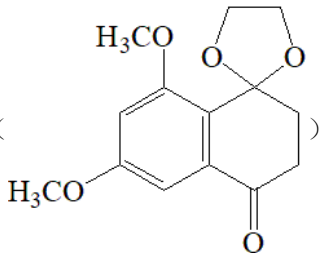
【解析】

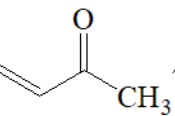
【分析】A () 和 $[\text{Ph}_3\text{P}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}]\text{Br}^-$ 反应生成 B ($\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$)，根据“已知①”

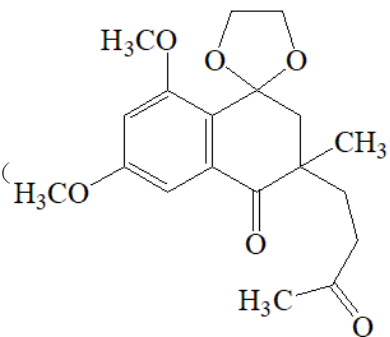
可以推出 B 的结构简式为  ; B 和 HCOONH_4 发生反应得到 C

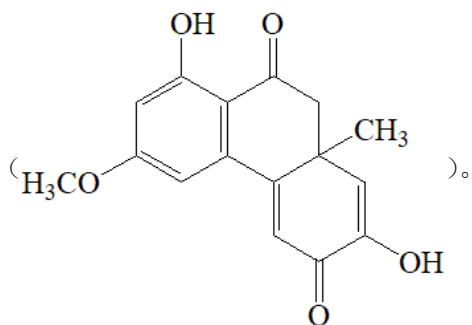
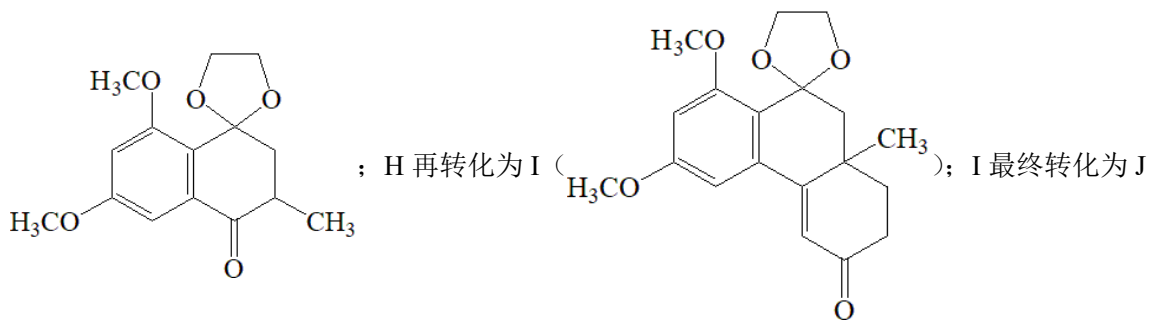
($\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}_4$)，C 又转化为 D ($\text{C}_{12}\text{O}_{14}\text{O}_3$)，根据“已知②”可推出 C 的结构简式为

 , D 的结构简式为  ; D 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

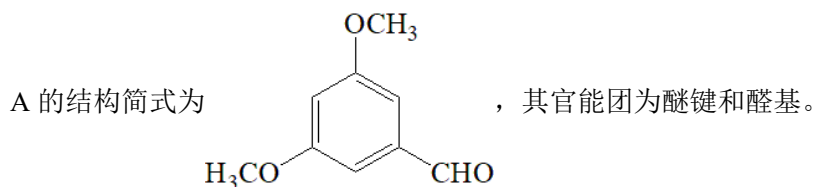
反应生成 E (); E 在一定条件下转化为 F (); F 和

CH_3I 在碱的作用下反应得到 G ($\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_5$)，G 和  反应得到 H

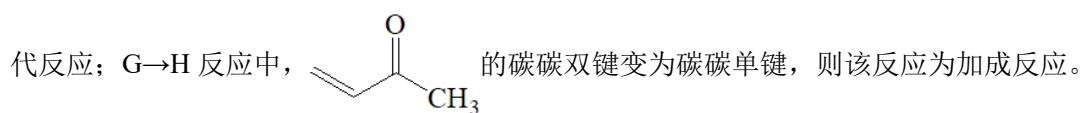
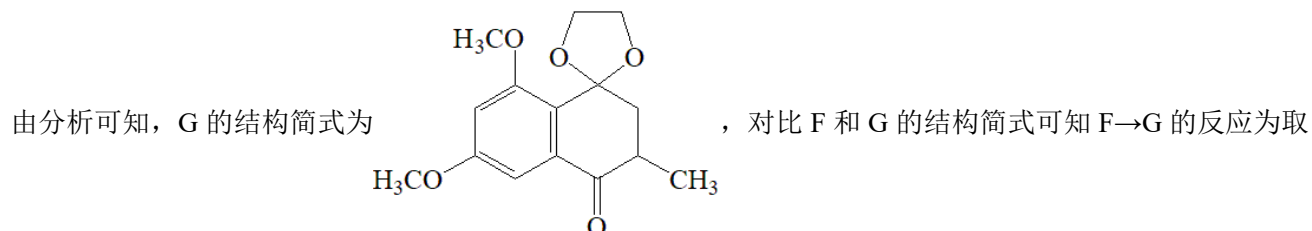
(), 对比 F 和 H 的结构简式可得知 G 的结构简式为



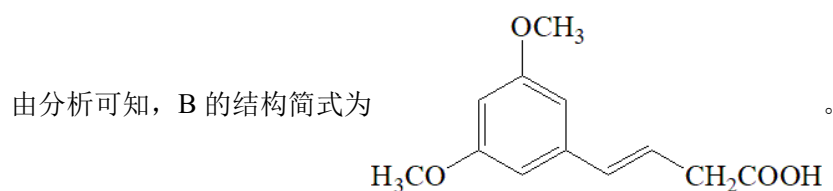
【小问 1 详解】



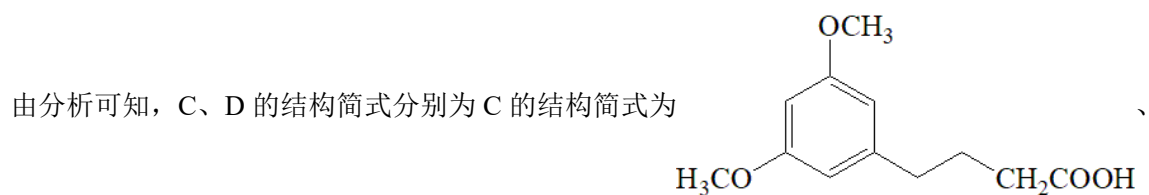
【小问 2 详解】

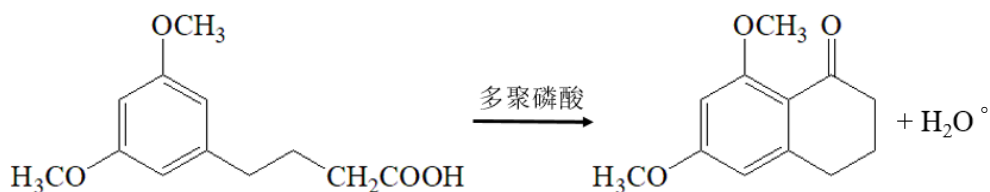
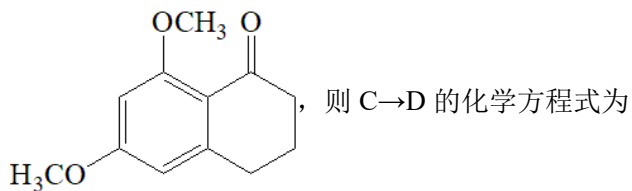


【小问 3 详解】

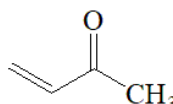


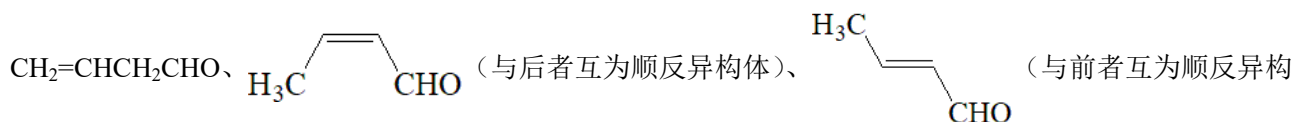
【小问 4 详解】

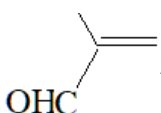
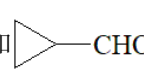


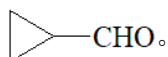


【小问 5 详解】


 的同分异构体能发生银镜反应, 说明该物质含有醛基, 根据分子式 C_4H_6O 可得知, 该物质还含有碳碳双键或者三元环, 还要分析顺反异构, 则符合条件的同分异构体有 5 种, 它们分别是



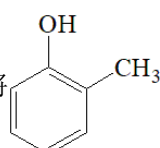
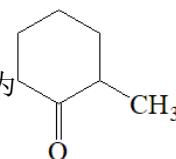
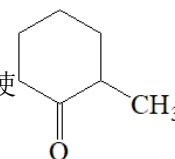
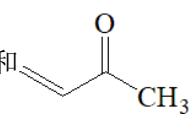
 和 -CHO, 其中核磁共振氢谱有 3 组峰, 且峰面积之比为 4:1:1 的结构简式是

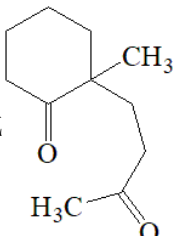
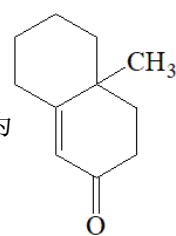


【小问 6 详解】

连四个不同的原子或原子团的碳原子成为手性碳原子, 则 I 中手性碳原子的个数为 1, 是连有甲基的碳原子。

【小问 7 详解】

结合 G→I 的转化过程可知, 可先将  转化为  , 再使  和 

反应生成  , 并最终转化为  ; 综上所述, 合成路线为:

