

山东省 2021 年普通高中学业水平等级考试

化学

注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
- 2.回答选择题时、选出每小题答案后、用铅笔在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-18 F-19 Cl-35.5

一、选择题: 本题共 10 小题, 每小题 2 分, 共 20 分. 每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 有利于实现“碳达峰、碳中和”的是

- A. 风能发电 B. 粮食酿酒 C. 燃煤脱硫 D. 石油裂化

【答案】A

【解析】

【分析】

【详解】碳达峰是指我国承诺 2030 年前, 二氧化碳的排放不再增长, 达到峰值之后逐步降低; 碳中和是指通过植树造林、节能减排等形式, 抵消自身产生的二氧化碳排放量, 实现二氧化碳“零排放”, 故选 A。

【点睛】

2. 下列物质应用错误的是

- A. 石墨用作润滑剂 B. 氧化钙用作食品干燥剂
C. 聚乙炔用作绝缘材料 D. 乙二醇溶液用作汽车防冻液

【答案】C

【解析】

【分析】

【详解】A. 石墨层与层之间的作用力很小, 容易在层间发生相对滑动, 是一种很好的固体润滑剂, A 项不符合题意;

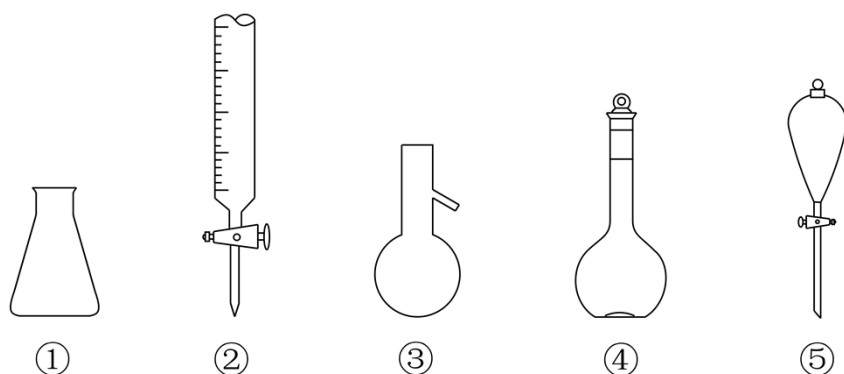
B. 氧化钙可以和水发生反应生成氢氧化钙, 可以用作食品干燥剂, B 项不符合题意;

C. 聚乙炔的结构中有单键和双键交替, 具有电子容易流动的性质, 是导电聚合物, C 项符合题意;

D. 乙二醇容易与水分子形成氢键, 可以与水以任意比例互溶。混合后由于改变了冷却水的蒸汽压, 冰点显著降低, 故乙二醇可以用作汽车防冻液, D 项不符合题意;

故选 C。

3. 关于下列仪器使用的说法错误的是



- A. ①、④不可加热
B. ②、④不可用作反应容器
C. ③、⑤可用于物质分离
D. ②、④、⑤使用前需检漏

【答案】A

【解析】

【分析】①是锥形瓶，②是酸式滴定管，③是蒸馏烧瓶，④是容量瓶，⑤是梨形分液漏斗

【详解】A. 锥形瓶可以加热，但需要加石棉网，容量瓶不能加热，A 项符合题意；

B. 酸式滴定管用于量取一定体积的溶液，容量瓶只能用于配制一定物质的量浓度的溶液，都不能作反应容器，B 项不符合题意；

C. 蒸馏烧瓶用于蒸馏操作，分离相互溶解的液体，分液漏斗用于分液操作，分离相互不溶解的液体，两者均可用于物质分离，C 项不符合题意；

D. 酸式滴定管带有旋塞、容量瓶带有瓶塞、分液漏斗带有瓶塞和旋塞，使用前均需检查是否漏水，D 项不符合题意；

故选 A。

4. X、Y 为第三周期元素、Y 最高正价与最低负价的代数和为 6，二者形成的一种化合物能以 $[XY_4]^+[XY_6]^-$ 的形式存在。下列说法错误的是

- A. 原子半径：X>Y
B. 简单氢化物的还原性：X>Y
C. 同周期元素形成的单质中 Y 氧化性最强
D. 同周期中第一电离能小于 X 的元素有 4 种

【答案】D

【解析】

【分析】Y 位于第三周期，且最高正价与最低负价的代数和为 6，则 Y 是 Cl 元素，由 X、Y 形成的阴离子和阳离子知，X 与 Y 容易形成共价键，根据化合物的形式知 X 是 P 元素。

【详解】A. P 与 Cl 在同一周期，则 P 半径大，即 X>Y，A 项不符合题意；

- B. 两者对应的简单氢化物分别是 PH_3 和 HCl ，半径是 $\text{P}^{3-} > \text{Cl}^-$ ，所以 PH_3 的失电子能力强，还原性强，即 $X > Y$ ，B 项不符合题意；
- C. 同周期元素从左往右，金属性减弱，非金属性增强，各元素对应的金属单质还原性减弱，非金属单质的氧化性增强，所以 Cl_2 的氧化性最强，C 项不符合题意；
- D. 同一周期，从左到右，第一电离能呈现增大的趋势，第 VA 族元素的第一电离能大于相邻元素的第一电离能，所以第三周期第一电离能从小到大依次为 Na、Al、Mg、Si、S、P、Cl，所以有 5 种，D 项符合题意，故选 D。

5. 下列由实验现象所得结论错误的是

- A. 向 NaHSO_3 溶液中滴加氢硫酸，产生淡黄色沉淀，证明 HSO_3^- 具有氧化性
- B. 向酸性 KMnO_4 溶液中加入 Fe_3O_4 粉末，紫色褪去，证明 Fe_3O_4 中含 Fe(II)
- C. 向浓 HNO_3 中插入红热的炭，产生红棕色气体，证明炭可与浓 HNO_3 反应生成 NO_2
- D. 向 NaClO 溶液中滴加酚酞试剂，先变红后褪色，证明 NaClO 在溶液中发生了水解反应

【答案】C

【解析】

【分析】

- 【详解】A. 淡黄色沉淀是 S，在反应过程中硫元素由 NaHSO_3 中的 +4 价降低到 0 价，发生还原反应， HSO_3^- 体现氧化性，A 项不符合题意；
- B. 酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性，与还原性物质反应紫色才会褪去，所以可以证明 Fe_3O_4 中有还原性物质，即 Fe(II) ，B 项不符合题意；
- C. 在该反应中浓硝酸体现氧化性，N 元素化合价降低，生成的产物可能是 NO 或者 NO_2 ，NO 暴露于空气中也会迅速产生红棕色气体，无法证明反应产物，C 项符合题意；
- D. 先变红说明溶液显碱性，证明 NaClO 在溶液中发生了水解， $\text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NaOH} + \text{HClO}$ ，后来褪色，是因为水解产生了漂白性物质 HClO ，D 项不符合题意；
- 故选 C。

6. X、Y 均为短周期金属元素，同温同压下， 0.1mol X 的单质与足量稀盐酸反应，生成 H_2 体积为 $V_1\text{L}$ ； 0.1mol Y 的单质与足量稀硫酸反应，生成 H_2 体积为 $V_2\text{L}$ 。下列说法错误的是

- A. X、Y 生成 H_2 的物质的量之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

B. X、Y 消耗酸的物质的量之比一定为 $\frac{2V_1}{V_2}$

C. 产物中 X、Y 化合价之比一定为 $\frac{V_1}{V_2}$

D. 由 $\frac{V_1}{V_2}$ 一定能确定产物中 X、Y 的化合价

【答案】D

【解析】

【分析】设与 1mol X 反应消耗 HCl 的物质的量为 amol，与 1mol Y 反应消耗 H_2SO_4 的物质的量为 b mol，根据转移电子守恒以及 H 原子守恒可知 $X \sim aHCl \sim \frac{a}{2}H_2 \sim X^{a+}$ 、 $Y \sim bH_2SO_4 \sim bH_2 \sim X^{2b+}$ 。

【详解】A. 同温同压下，气体体积之比等于其物质的量之比，因此 X、Y 生成 H_2 的物质的量之比一定为

$\frac{V_1}{V_2}$ ，故 A 正确；

B. X、Y 反应过程中消耗酸的物质的量之比为 $\frac{a}{b}$ ，因 $\frac{\frac{a}{2}}{b} = \frac{10V_1}{10V_2} = \frac{V_1}{V_2}$ ，因此 $\frac{a}{b} = \frac{2V_1}{V_2}$ ，故 B 正确；

C. 产物中 X、Y 化合价之比为 $\frac{a}{2b}$ ，由 B 项可知 $\frac{a}{2b} = \frac{V_1}{V_2}$ ，故 C 正确；

D. 因短周期金属单质与盐酸或稀硫酸反应时，生成的盐中金属元素化合价有 +1、+2、+3 三种情况，因此

存在 a=1, 2, 3, b=0.5, 1 的多种情况，由 $\frac{a}{b} = \frac{2V_1}{V_2}$ 可知，当 a=1, b=0.5 时， $\frac{V_1}{V_2}=1$ ，当 a=2, b=1 时，

$\frac{V_1}{V_2}=1$ ，两种情况下 X、Y 的化合价不同，因此根据 $\frac{V_1}{V_2}$ 可能无法确定 X、Y 的化合价，故 D 错误；

综上所述，错误的 D 项，故答案为 D。

7. 某同学进行蔗糖水解实验，并检验产物中的醛基，操作如下：向试管 I 中加入 1mL 20% 蔗糖溶液，加入 3 滴稀硫酸，水浴加热 5 分钟。打开盛有 10% NaOH 溶液的试剂瓶，将玻璃瓶塞倒放，取 1mL 溶液加入试管 II，盖紧瓶塞；向试管 II 中加入 5 滴 2% $CuSO_4$ 溶液。将试管 II 中反应液加入试管 I，用酒精灯加热试管 I 并观察现象。实验中存在的错误有几处？

A. 1

B. 2

C. 3

D. 4

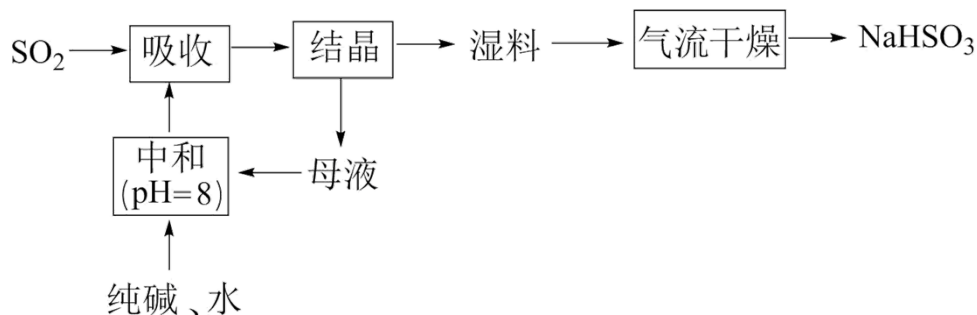
【答案】B

【解析】

【分析】

【详解】第1处错误：利用新制氢氧化铜溶液检验蔗糖水解生成的葡萄糖中的醛基时，溶液需保持弱碱性，否则作水解催化剂的酸会将氢氧化铜反应，导致实验失败，题干实验过程中蔗糖水解后溶液未冷却并碱化；第2处错误：NaOH溶液具有强碱性，不能用玻璃瓶塞，否则NaOH与玻璃塞中SiO₂反应生成具有黏性的Na₂SiO₃，会导致瓶盖无法打开，共2处错误，故答案为B。

8. 工业上以SO₂和纯碱为原料制备无水NaHSO₃的主要流程如图，下列说法错误的是



- A. 吸收过程中有气体生成
- B. 结晶后母液中含有NaHCO₃
- C. 气流干燥湿料时温度不宜过高
- D. 中和后溶液中含Na₂SO₃和NaHCO₃

【答案】B

【解析】

【分析】根据工艺流程逆向分析可知，以二氧化硫和纯碱为原料，得到结晶成分为NaHSO₃，则母液为饱和NaHSO₃和过量的二氧化硫形成的亚硫酸，溶液呈酸性，所以加入纯碱进行中和，涉及的反应为： $H_2SO_3 + 2Na_2CO_3 = Na_2SO_3 + 2NaHCO_3$ ， $NaHSO_3 + Na_2CO_3 = Na_2SO_3 + NaHCO_3$ ，所以调节pH为8进行中和后得到Na₂SO₃和NaHCO₃，通入二氧化硫气体进行混合吸收，此时吸收过程中发生反应为： $Na_2SO_3 + SO_2 + H_2O = 2NaHSO_3 \downarrow$ ， $SO_2 + NaHCO_3 = CO_2 + NaHSO_3 \downarrow$ ，此时会析出大量NaHSO₃晶体，经过离心分离，将得到的湿料再进行气流干燥，最终得到NaHSO₃产品，据此分析解答。

【详解】A. 根据上述分析可知，吸收过程中有二氧化碳生成，A正确；

B. 结晶后母液中含饱和NaHSO₃和过量的二氧化硫形成的亚硫酸，没有NaHCO₃，假设产物中存在NaHCO₃，则其会与生成的NaHSO₃发生反应，且NaHCO₃溶解度较低，若其残留于母液中，会使晶体不纯，假设不成立，B错误；

C. NaHSO₃高温时易分解变质，所以气流干燥过程中温度不宜过高，C正确；

D. 结合上述分析可知，中和后溶液中含Na₂SO₃和NaHCO₃，D正确；

故选B。

9. 关于CH₃OH、N₂H₄和(CH₃)₂NNH₂的结构与性质，下列说法错误的是

- A. CH₃OH为极性分子
- B. N₂H₄空间结构为平面形

C. N_2H_4 的沸点高于 $(CH_3)_2NNH_2$

D. CH_3OH 和 $(CH_3)_2NNH_2$ 中 C、O、N 杂化方式均相同

【答案】B

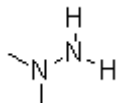
【解析】

【分析】

【详解】A. 甲醇可看成是甲烷中的一个氢原子被羟基取代得到的，为四面体结构，是由极性键组成的极性分子，A 正确；

B. N_2H_4 中 N 原子的杂化方式为 sp^3 ，不是平面形，B 错误；

C. N_2H_4 分子中连接 N 原子的 H 原子数多，存在氢键的数目多，而偏二甲肼 $((CH_3)_2NNH_2)$ 只有一端可以形成氢键，另一端的两个甲基基团比较大，影响了分子的排列，沸点较 N_2H_4 的低，C 正确；

D. CH_3OH 为四面体结构，-OH 结构类似于水的结构， $(CH_3)_2NNH_2$ 的结构简式为 ，两者分子中

C、O、N 杂化方式均为 sp^3 ，D 正确；

故选 B。

10. 以 KOH 溶液为离子导体，分别组成 CH_3OH-O_2 、 $N_2H_4-O_2$ 、 $(CH_3)_2NNH_2-O_2$ 清洁燃料电池，下列说法正确的是

A. 放电过程中， K^+ 均向负极移动

B. 放电过程中，KOH 物质的量均减小

C. 消耗等质量燃料， $(CH_3)_2NNH_2-O_2$ 燃料电池的理论放电量最大

D. 消耗 $1mol O_2$ 时，理论上 $N_2H_4-O_2$ 燃料电池气体产物的体积在标准状况下为 $11.2L$

【答案】C

【解析】

【分析】碱性环境下，甲醇燃料电池总反应为： $2CH_3OH+3O_2+4KOH=2K_2CO_3+6H_2O$ ； $N_2H_4-O_2$ 清洁燃料电池总反应为： $N_2H_4+O_2=N_2+2H_2O$ ；偏二甲肼 $[(CH_3)_2NNH_2]$ 中 C 和 N 的化合价均为 -2 价，H 元素化合价为 +1 价，所以根据氧化还原反应原理可推知其燃料电池的总反应为： $(CH_3)_2NNH_2+4O_2+4KOH=2K_2CO_3+N_2+6H_2O$ ，据此结合原电池的工作原理分析解答。

【详解】A. 放电过程为原电池工作原理，所以钾离子均向正极移动，A 错误；

B. 根据上述分析可知， $N_2H_4-O_2$ 清洁燃料电池的产物为氮气和水，其总反应中未消耗 KOH，所以 KOH 的物质的量不变，其他两种燃料电池根据总反应可知，KOH 的物质的量减小，B 错误；

C. 理论放电量与燃料的物质的量和转移电子数有关，设消耗燃料的质量均为 mg ，则甲醇、 N_2H_4 和

$(CH_3)_2NNH_2$ 放电量（物质的量表达式）分别是： $\frac{mg}{32g/mol} \times 6$ 、 $\frac{mg}{32g/mol} \times 4$ 、 $\frac{mg}{60g/mol} \times 16$ ，通过比较

可知 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 理论放电量最大，C正确；

D. 根据转移电子数守恒和总反应式可知，消耗 1molO_2 生成的氮气的物质的量为 1mol ，在标准状况下为 22.4L ，D错误；

故选C。

二、选择题 本题共5小题，每小题4分，共20分。每小题有一个或两个选项符合题目要求，全部选对得4分，选对但不全的得2分，有选错的得0分。

11. 为完成下列各组实验，所选玻璃仪器和试剂均准确、完整的是(不考虑存放试剂的容器)

	实验目的	玻璃仪器	试剂
A	配制 100mL 一定物质的量浓度的 NaCl 溶液	100mL 容量瓶、胶头滴管、烧杯、量筒、玻璃棒	蒸馏水、 NaCl 固体
B	制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体	烧杯、酒精灯、胶头滴管	蒸馏水、饱和 FeCl_3 溶液
C	测定 NaOH 溶液浓度	烧杯、锥形瓶、胶头滴管、酸式滴定管	待测 NaOH 溶液、已知浓度的盐酸、甲基橙试剂
D	制备乙酸乙酯	试管、量筒、导管、酒精灯	冰醋酸、无水乙醇、饱和 Na_2CO_3 溶液

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】AB

【解析】

【分析】

【详解】A. 配制 100mL 一定物质的量浓度的 NaCl 溶液的步骤为：计算、称量、溶解、转移、洗涤、定容、摇匀等，需要的仪器有：托盘天平、药匙、烧杯、量筒、玻璃棒、 100mL 容量瓶、胶头滴管等，选项中所选玻璃仪器和试剂均准确，A符合题意；

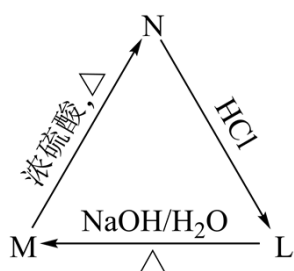
B. 往烧杯中加入适量蒸馏水并加热至沸腾，向沸水滴加几滴饱和氯化铁溶液，继续煮沸至溶液呈红褐色停止加热，得到氢氧化铁胶体，所选玻璃仪器和试剂均准确，B符合题意；

C. 用标准稀盐酸溶液滴定待测氢氧化钠溶液可测定出氢氧化钠的浓度，取待测液时需选取碱式滴定管，酸式滴定管则盛装标准盐酸溶液，所以所选仪器还应有碱式滴定管，C不符合题意；

D. 制备乙酸乙酯时需要用浓硫酸作催化剂和吸水剂，所选试剂中缺少浓硫酸，D不符合题意；

故选AB。

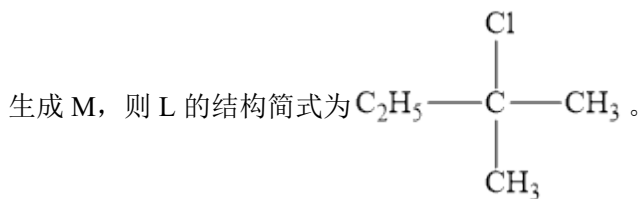
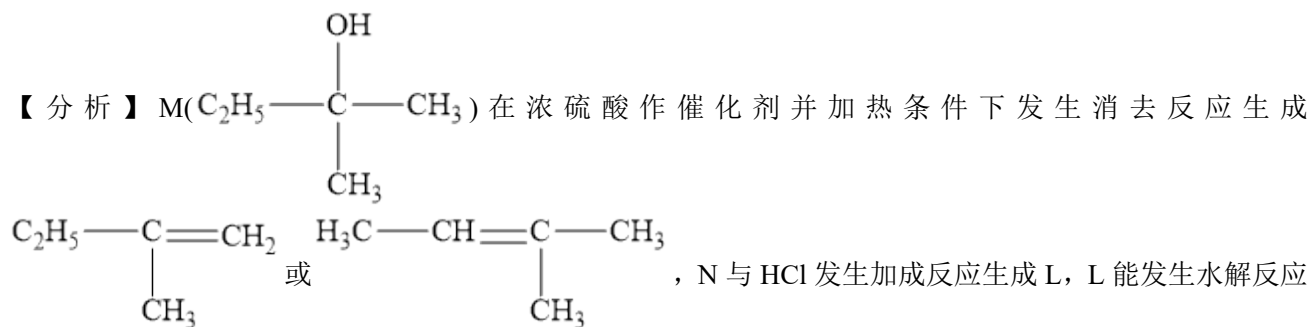
12. 立体异构包括顺反异构、对映异构等。有机物 M(2—甲基—2—丁醇)存在如图转化关系，下列说法错误的是



- A. N 分子可能存在顺反异构
- B. L 的任一异构体最多有 1 个手性碳原子
- C. M 的同分异构体中，能被氧化为酮的醇有 4 种
- D. L 的同分异构体中，含两种化学环境氢的只有 1 种

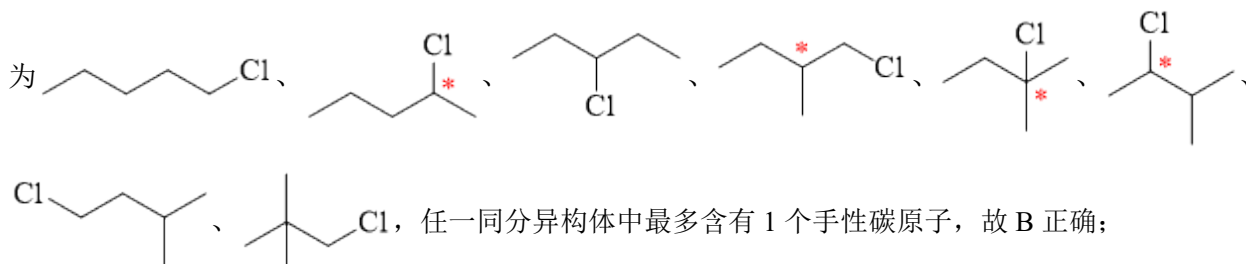
【答案】AC

【解析】

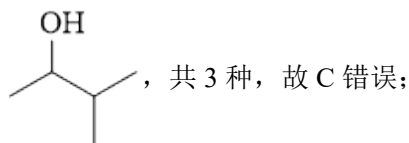
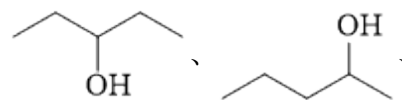


【详解】A. 顺反异构是指化合物分子中由于具有自由旋转的限制因素, 使各个基团在空间的排列方式不同而出现的非对映异构现象, $\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 、 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 都不存在顺反异构, 故 A 错误;

B. 手性碳原子是指与四个各不相同原子或基团相连的碳原子, L 的同分异构体结构及手性碳原子(用*标记)



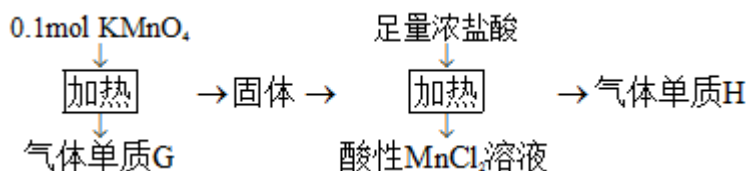
C. 当与羟基相连的碳原子上只有 1 个氢原子时，醇发生催化氧化反应生成酮，羟基取代戊烷同分异构体中含有 2 个氢原子的碳原子上 1 个氢原子即满足条件，满足条件的结构有：



D. 连接在同一碳原子上的氢原子等效，连接在同一碳原子上的甲基等效，由 B 项解析可知，L 的同分异构体中，含有 2 种化学环境的氢原子的结构为 Cl，故 D 正确；

综上所述，说法错误的是 AC，故答案为：AC。

13. 实验室中利用固体 KMnO_4 进行如图实验，下列说法错误的是



- A. G 与 H 均为氧化产物
 B. 实验中 KMnO_4 只作氧化剂
 C. Mn 元素至少参与了 3 个氧化还原反应
 D. G 与 H 的物质的量之和可能为 0.25mol

【答案】BD

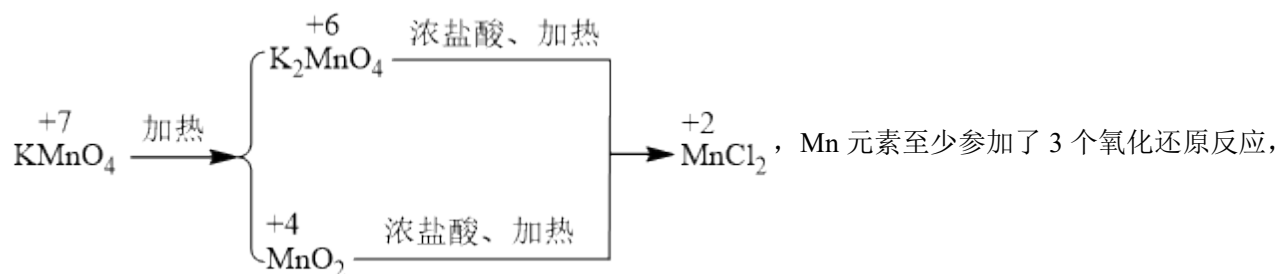
【解析】

【分析】 KMnO_4 固体受热分解生成 K_2MnO_4 、 MnO_2 、 O_2 ， K_2MnO_4 、 MnO_2 均具有氧化性，在加热条件下能与浓盐酸发生氧化还原反应，反应过程中 Cl 被氧化为 Cl_2 ， K_2MnO_4 、 MnO_2 被还原为 MnCl_2 ，因此气体单质 G 为 O_2 ，气体单质 H 为 Cl_2 。

【详解】A. 加热 KMnO_4 固体的反应中，O 元素化合价由 -2 升高至 0 被氧化，加热 K_2MnO_4 、 MnO_2 与浓盐酸的反应中，Cl 元素化合价由 -1 升高至 0 被氧化，因此 O_2 和 Cl_2 均为氧化产物，故 A 正确；

B. KMnO_4 固体受热分解过程中，Mn 元素化合价降低被还原，部分 O 元素化合价升高被氧化，因此 KMnO_4 既是氧化剂也是还原剂，故 B 错误；

C. Mn 元素在反应过程中物质及化合价变化为

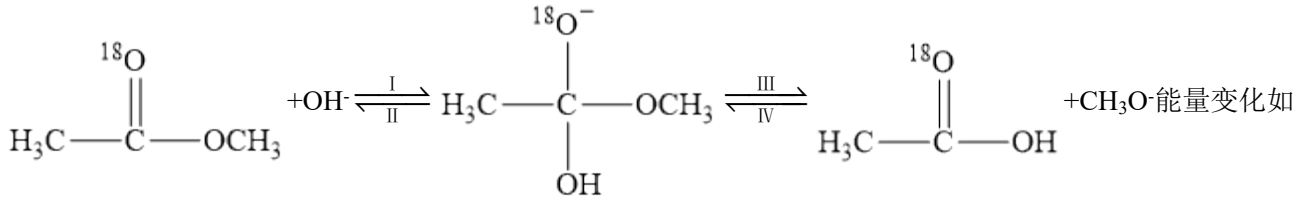


故 C 正确；

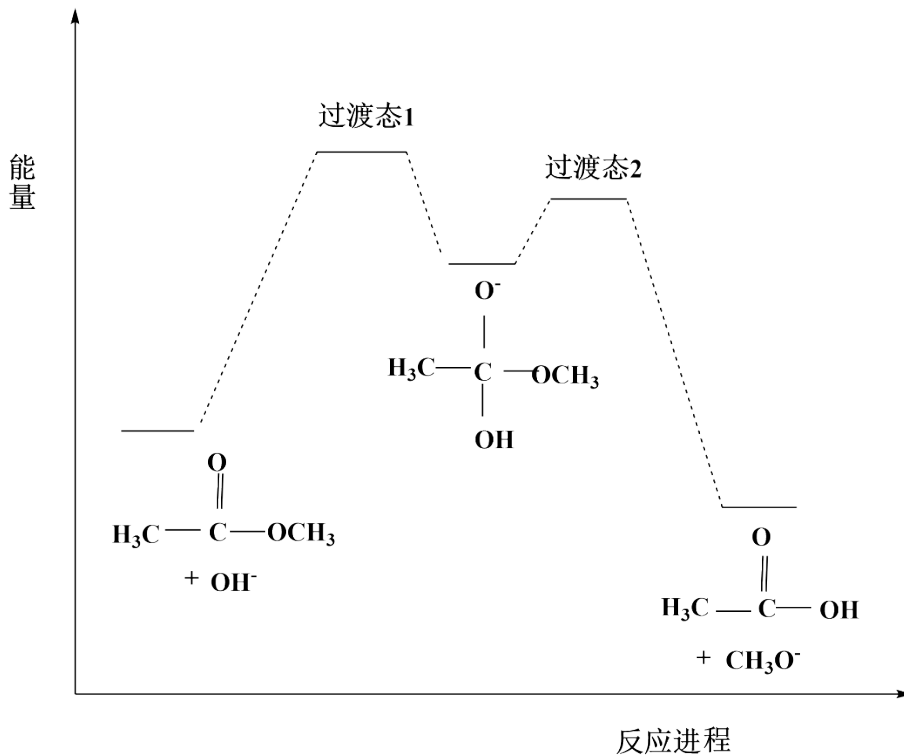
D. 每生成 1mol O₂ 转移 4mol 电子，每生成 1mol Cl₂ 转移 2mol 电子，若 KMnO₄ 转化为 MnCl₂ 过程中得到的电子全部是 Cl⁻ 生成 Cl₂ 所失去的，则气体的物质的量最大，由 2KMnO₄ ~ 5Cl₂ 可知， $n(\text{气体})_{\text{max}}=0.25\text{mol}$ ，但该气体中一定含有 O₂，因此最终所得气体的物质的量小于 0.25mol，故 D 错误；

综上所述，说法错误的是 BD，故答案为：BD。

14. ¹⁸O 标记的乙酸甲酯在足量 NaOH 溶液中发生水解，部分反应历程可表示为：



图所示。已知 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}^-}{|}}{\underset{\underset{\text{OH}}{|}}{\text{C}}}-\text{OCH}_3 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{OH}}{|}}{\underset{\underset{\text{O}^-}{|}}{\text{C}}}-\text{OCH}_3$ 为快速平衡，下列说法正确的是



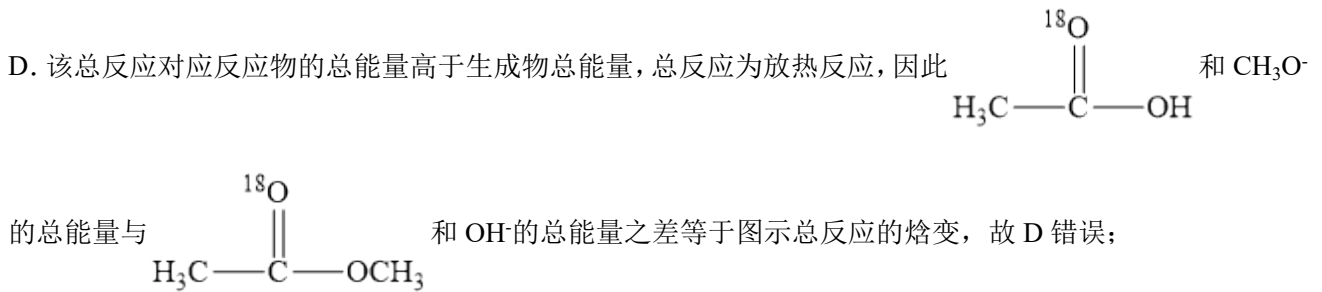
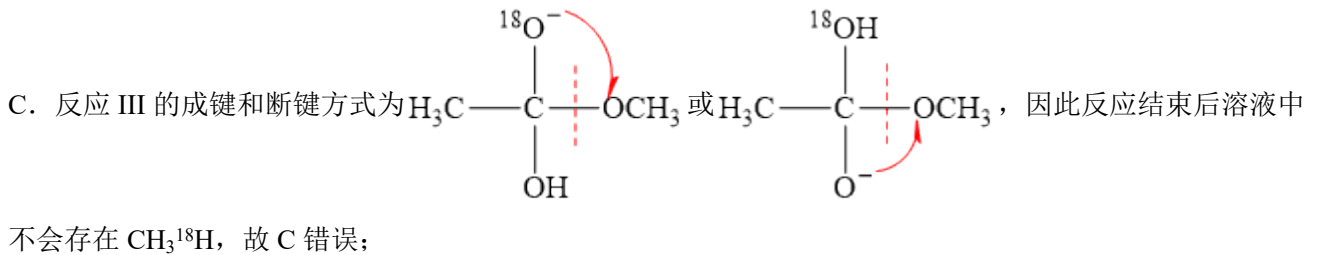
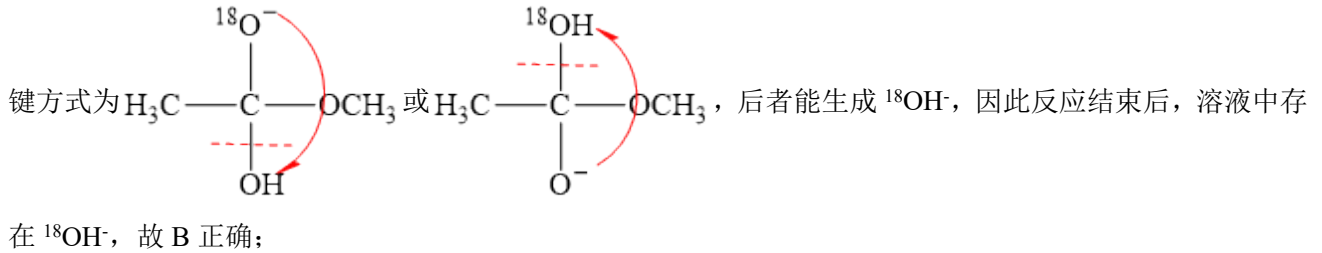
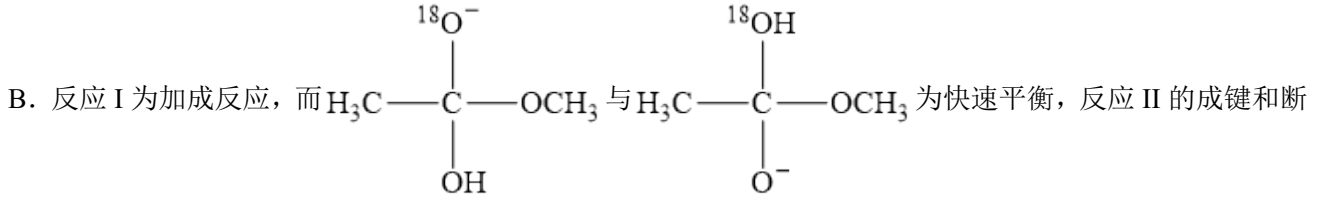
- A. 反应II、III为决速步
- B. 反应结束后，溶液中存在 ¹⁸OH⁻
- C. 反应结束后，溶液中存在 CH₃¹⁸OH
- D. 反应I与反应IV活化能的差值等于图示总反应的焓变

【答案】B

【解析】

【分析】

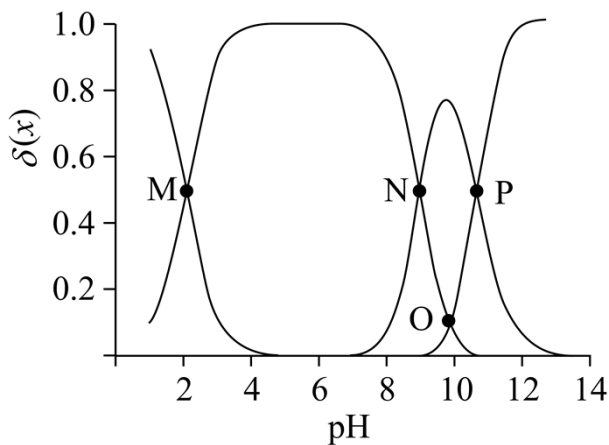
【详解】A. 一般来说，反应的活化能越高，反应速率越慢，由图可知，反应 I 和反应 IV 的活化能较高，因此反应的决速步为反应 I、IV，故 A 错误；



15. 赖氨酸 $[\text{H}_3\text{N}^+(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COO}^-]$ ，用 HR 表示] 是人体必需氨基酸，其盐酸盐 (H_3RCl_2) 在水溶液中存在如下平衡： $\text{H}_3\text{R}^{2+} \xrightleftharpoons{K_1} \text{H}_2\text{R}^+ \xrightleftharpoons{K_2} \text{HR} \xrightleftharpoons{K_3} \text{R}^-$ 。向一定浓度的 H_3RCl_2 溶液中滴加 NaOH 溶液，溶液中 H_3R^{2+} 、 H_2R^+ 、HR 和 R^- 的分布系数 $\delta(x)$ 随 pH 变化如图所示。已知

$$\delta(x) = \frac{c(x)}{c(\text{H}_3\text{R}^{2+}) + c(\text{H}_2\text{R}^+) + c(\text{HR}) + c(\text{R}^-)}$$

，下列表述正确的是



- A. $\frac{K_2}{K_1} > \frac{K_3}{K_2}$
- B. M 点, $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{R}^-) = 2c(\text{H}_2\text{R}^+) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$
- C. O 点, $\text{pH} = \frac{-\lg K_2 - \lg K_3}{2}$
- D. P 点, $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

【答案】CD

【解析】

【分析】向 H_3RCl_2 溶液中滴加 NaOH 溶液, 依次发生离子反应: $\text{H}_3\text{R}^{2+} + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{R}^+ + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{R}^+ + \text{OH}^- = \text{HR} + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HR} + \text{OH}^- = \text{R}^- + \text{H}_2\text{O}$, 溶液中 H_3R^{2+} 逐渐减小, H_2R^+ 和 HR 先增大后减小, R^- 逐渐增大。 $K_1 = \frac{c(\text{H}_2\text{R}^+) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_3\text{R}^{2+})}$, $K_2 = \frac{c(\text{HR}) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{H}_2\text{R}^+)}$, $K_3 = \frac{c(\text{R}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HR})}$, M 点 $c(\text{H}_3\text{R}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{R}^+)$, 由此可知 $K_1 = 10^{-2.2}$, N 点 $c(\text{HR}) = c(\text{H}_2\text{R}^+)$, 则 $K_2 = 10^{-9.1}$, P 点 $c(\text{HR}) = c(\text{R}^-)$, 则 $K_3 = 10^{-10.8}$ 。

【详解】A. $\frac{K_2}{K_1} = \frac{10^{-9.1}}{10^{-2.2}} = 10^{-6.9}$, $\frac{K_3}{K_2} = \frac{10^{-10.8}}{10^{-9.1}} = 10^{-1.7}$, 因此 $\frac{K_2}{K_1} < \frac{K_3}{K_2}$, 故 A 错误;

B. M 点存在电荷守恒: $c(\text{R}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) = 2c(\text{H}_3\text{R}^{2+}) + c(\text{H}_2\text{R}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$, 此时 $c(\text{H}_3\text{R}^{2+}) = c(\text{H}_2\text{R}^+)$, 因此 $c(\text{R}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-) = 3c(\text{H}_2\text{R}^+) + c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+)$, 故 B 错误;

C. O 点 $c(\text{H}_2\text{R}^+) = c(\text{R}^-)$, 因此 $\frac{c(\text{H}_2\text{R}^+)}{c(\text{R}^-)} = 1$, 即 $\frac{c(\text{H}_2\text{R}^+) \cdot c(\text{HR}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{R}^-) \cdot c(\text{HR}) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{c^2(\text{H}^+)}{K_2 \cdot K_3} = 1$,

因此 $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_2 \cdot K_3}$ ，溶液 $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = \frac{-\lg K_2 - \lg K_3}{2}$ ，故 C 正确；

D. P 点溶质为 NaCl、HR、NaR，此时溶液呈碱性，因此 $c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，溶质浓度大于水解和电离所产生微粒浓度，因此 $c(\text{Na}^+) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$ ，故 D 正确；

综上所述，正确的是 CD，故答案为 CD。

三、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

16. 非金属氟化物在生产、生活和科研中应用广泛。回答下列问题：

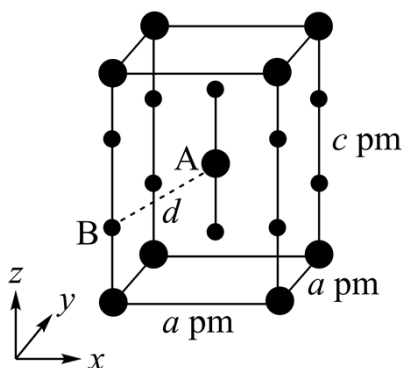
(1) 基态 F 原子核外电子的运动状态有__种。

(2) O、F、Cl 电负性由大到小的顺序为__； OF_2 分子的空间构型为__； OF_2 的熔、沸点__(填“高于”或“低于”) Cl_2O ，原因是__。

(3) Xe 是第五周期的稀有气体元素，与 F 形成的 XeF_2 室温下易升华。 XeF_2 中心原子的价层电子对数为__，下列对 XeF_2 中心原子杂化方式推断合理的是__(填标号)。

A.sp B. sp^2 C. sp^3 D. sp^3d

(4) XeF_2 晶体属四方晶系，晶胞参数如图所示，晶胞棱边夹角均为 90° ，该晶胞中有__个 XeF_2 分子。以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称为原子的分数坐标，如 A 点原子的分数坐标为 $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ 。已知 Xe—F 键长为 r pm，则 B 点原子的分数坐标为__；晶胞中 A、B 间距离 $d =$ __ pm。



【答案】 ①. 9 ②. $\text{F} > \text{O} > \text{Cl}$ ③. 角(V)形 ④. 低于 ⑤. OF_2 和 Cl_2O 都是分子晶体，结构相似， Cl_2O 的相对分子质量大， Cl_2O 的熔、沸点高 ⑥. 5 ⑦. D ⑧. 2 ⑨. $(0, 0, \frac{r}{c})$

⑩. $d = \sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2}$ pm

【解析】

【分析】

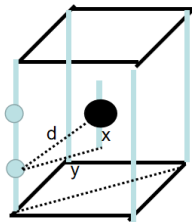
【详解】 (1) 基态 F 原子共有 9 个核外电子，则每个电子都有对应的轨道和自旋状态，所以核外电子的运动

状态有 9 种；

(2)电负性一定程度上相当于得电子能力，半径越小，得电子能力越强，电负性越大，半径由小到大的顺序为 F、O、Cl，所以电负性大小顺序为 $F > O > Cl$ ；根据 VSEPR 理论有 $2 + \frac{6-1 \times 2}{2} = 4$ ，去掉 2 对孤对电子，知 OF_2 分子的空间构型是角形 OF_2 和 Cl_2O 都是分子晶体，结构相似， Cl_2O 的相对分子质量大， Cl_2O 的熔、沸点高；

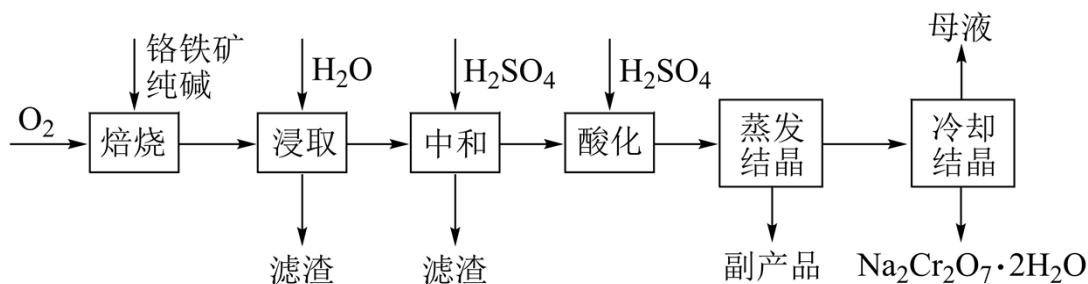
(3) XeF_2 易升华，所以是分子晶体，其中心原子的价层电子对数为 $2 + \frac{8-1 \times 2}{2} = 5$ ，其中心原子的杂化方式应为 sp^3d ；

(4)图中大球的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，小球的个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$ ，根据 XeF_2 的原子个数比知大球是 Xe 原子，小球是 F 原子，该晶胞中有 2 个 XeF_2 分子；由 A 点坐标知该原子位于晶胞的中心，且每个坐标系的单位长度

都记为 1，B 点在棱的 $\frac{r}{c}$ 处，其坐标为 $(0, 0, \frac{r}{c})$ ； 图中 y 是底面对角线的一半， $y = \frac{\sqrt{2}}{2} a$ ，

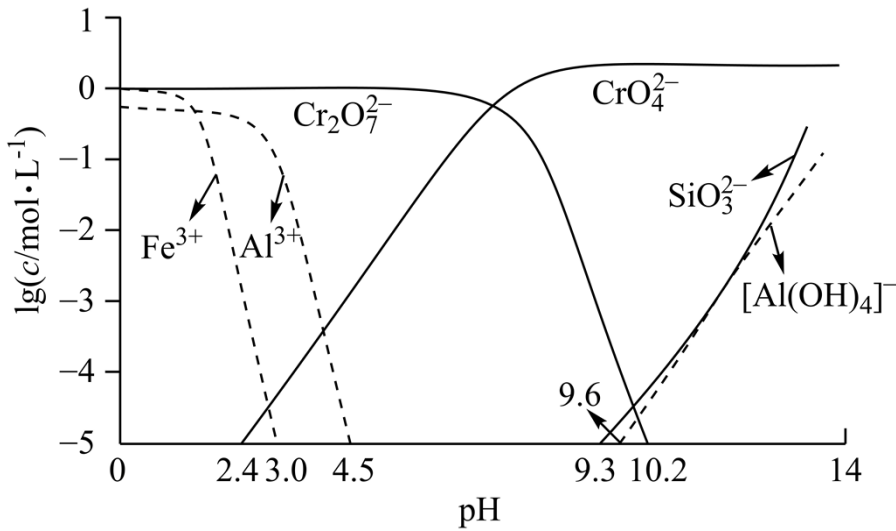
$$x = \frac{c}{2} - r, \text{ 所以 } d = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2} \text{ pm}。$$

17. 工业上以铬铁矿 ($FeCr_2O_4$ ，含 Al、Si 氧化物等杂质) 为主要原料制备红矾钠 ($Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$) 的工艺流程如图。回答下列问题：



(1)焙烧的目的是将 $FeCr_2O_4$ 转化为 Na_2CrO_4 并将 Al、Si 氧化物转化为可溶性钠盐，焙烧时气体与矿料逆流而行，目的是___。

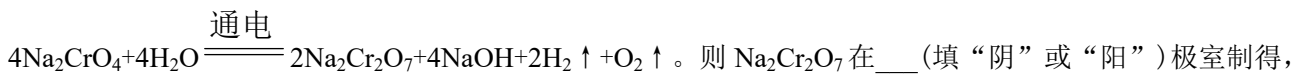
(2)矿物中相关元素可溶性组分的物质的量浓度 c 与 pH 的关系如图所示。当溶液中可溶组分浓度 $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，可认为已除尽。



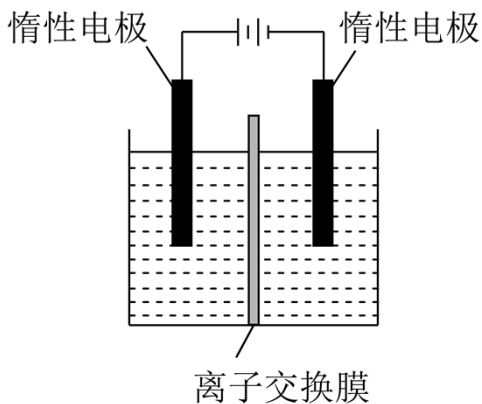
中和时 pH 的理论范围为___；酸化的目的是___；Fe 元素在___(填操作单元的名称)过程中除去。

(3) 蒸发结晶时，过度蒸发将导致___；冷却结晶所得母液中，除 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 外，可在上述流程中循环利用的物质还有___。

(4) 利用膜电解技术(装置如图所示)，以 Na_2CrO_4 为主要原料制备 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的总反应方程式为：



电解时通过膜的离子主要为___。



【答案】 ①. 增大反应物接触面积，提高化学反应速率 ②. $4.5 \leq \text{pH} \leq 9.3$ ③. 使

$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 平衡正向移动，提高 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的产率 ④. 浸取 ⑤. 所得溶液

中含有大量 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ⑥. H_2SO_4 ⑦. 阳 ⑧. Na^+

【解析】

【分析】 以铬铁矿(FeCr_2O_4 ，含 Al、Si 氧化物等杂质)为主要原料制备红矾钠($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)过程中，向铬铁矿中加入纯碱和 O_2 进行焙烧， FeCr_2O_4 转化为 Na_2CrO_4 ，Fe(II)被 O_2 氧化成 Fe_2O_3 ，Al、Si 氧化物转化为 NaAlO_2 、 Na_2SiO_3 ，加入水进行“浸取”， Fe_2O_3 不溶于水，过滤后向溶液中加入 H_2SO_4 调节溶液 pH 使

AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 转化为沉淀过滤除去，再向滤液中加入 H_2SO_4 ，将 Na_2CrO_4 转化为 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，将溶液蒸发结晶将 Na_2SO_4 除去，所得溶液冷却结晶得到 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 晶体，母液中还含有大量 H_2SO_4 。据此解答。

【详解】(1) 焙烧时气体与矿料逆流而行，目的是利用热量使 O_2 向上流动，增大固体与气体的接触面积，提高化学反应速率，故答案为：增大反应物接触面积，提高化学反应速率。

(2) 中和时调节溶液 pH 目的是将 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 转化为沉淀过滤除去，由图可知，当溶液 $\text{pH} \geq 4.5$ 时， Al^{3+} 除尽，当溶液 $\text{pH} > 9.3$ 时， H_2SiO_3 会再溶解生成 SiO_3^{2-} ，因此中和时 pH 的理论范围为 $4.5 \leq \text{pH} \leq 9.3$ ；

将 Al 元素和 Si 元素除去后，溶液中 Cr 元素主要以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 CrO_4^{2-} 存在，溶液中存在平衡：

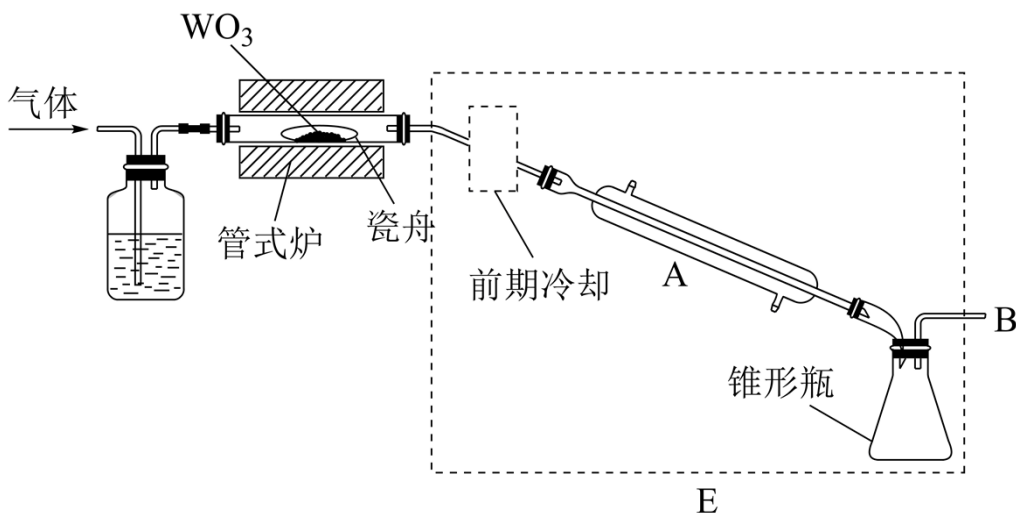
$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，降低溶液 pH，平衡正向移动，可提高 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的产率；由上述分析可知，Fe 元素在“浸取”操作中除去，故答案为： $4.5 \leq \text{pH} \leq 9.3$ ；使 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 平衡正向移动，提高 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的产率；浸取。

(3) 蒸发结晶时， Na_2SO_4 主要以 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 存在， $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的溶解度随温度升高先增大后减小，若蒸发结晶时，过度蒸发将导致所得溶液中含有大量 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ；由上述分析可知，流程中循环利用的物质除 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 外，还有 H_2SO_4 ，故答案为：所得溶液中含有大量 $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ； H_2SO_4 。

(4) 由 $4\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{NaOH} + 2\text{H}_2 \uparrow + \text{O}_2 \uparrow$ 可知，电解过程中实质是电解水，阳极上

水失去电子生成 H^+ 和 O_2 ，阴极上 H^+ 得到电子生成 H_2 ，由 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 可知， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在氢离子浓度较大的电极室中制得，即 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 在阳极室产生；电解过程中，阴极产生氢氧根离子，氢氧化钠在阴极生成，所以为提高制备 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的效率， Na^+ 通过离子交换膜移向阴极，故答案为：阳； Na^+ 。

18. 六氯化钨(WCl_6)可用作有机合成催化剂，熔点为 283°C ，沸点为 340°C ，易溶于 CS_2 ，极易水解。实验室中，先将三氧化钨(WO_3)还原为金属钨(W)再制备 WCl_6 ，装置如图所示(夹持装置略)。回答下列问题：



(1)检查装置气密性并加入 WO_3 。先通 N_2 ，其目的是___；一段时间后，加热管式炉，改通 H_2 ，对 B 处逸出的 H_2 进行后续处理。仪器 A 的名称为___，证明 WO_3 已被完全还原的现象是___。

(2) WO_3 完全还原后，进行的操作为：①冷却，停止通 H_2 ；②以干燥的接收装置替换 E；③在 B 处加装盛有碱石灰的干燥管；④.....；⑤加热，通 Cl_2 ；⑥.....。碱石灰的作用是___；操作④是___，目的是___。

(3)利用碘量法测定 WCl_6 产品纯度，实验如下：

①称量：将足量 CS_2 (易挥发)加入干燥的称量瓶中，盖紧称重为 $m_1\text{g}$ ；开盖并计时 1 分钟，盖紧称重为 $m_2\text{g}$ ；再开盖加入待测样品并计时 1 分钟，盖紧称重为 $m_3\text{g}$ ，则样品质量为___g(不考虑空气中水蒸气的干扰)。

②滴定：先将 WCl_6 转化为可溶的 Na_2WO_4 ，通过 IO_3^- 离子交换柱发生反应：

$\text{WO}_4^{2-} + \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 = \text{BaWO}_4 + 2\text{IO}_3^-$ ；交换结束后，向所得含 IO_3^- 的溶液中加入适量酸化的 KI 溶液，发生反应：

$\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ；反应完全后，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定，发生反应： $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。滴定

达终点时消耗 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 $V\text{mL}$ ，则样品中 WCl_6 (摩尔质量为 $\text{Mg}\cdot\text{mol}^{-1}$)的质量分数为___。称量时，若加入待测样品后，开盖时间超过 1 分钟，则滴定时消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的体积将___(填“偏大”“偏小”或“不变”)，样品中 WCl_6 质量分数的测定值将___(填“偏大”“偏小”或“不变”)。

【答案】 ①. 排除装置中的空气 ②. 直形冷凝管 ③. 淡黄色固体变为银白色 ④. 吸收多余氯气，防止污染空气；防止空气中的水蒸气进入 E ⑤. 再次通入 N_2 ⑥. 排除装置中的 H_2
⑦. $(m_3+m_1-2m_2)$ ⑧. $\frac{cVM}{120(m_3+m_1-2m_2)}\%$ ⑨. 不变 ⑩. 偏大

【解析】

【分析】(1) 将 WO_3 在加热条件下用 H_2 还原为 W，为防止空气干扰，还原 WO_3 之前要除去装置中的空气；(2) 由信息可知 WCl_6 极易水解，W 与 Cl_2 反应制取 WCl_6 时，要在 B 处加装盛有碱石灰的干燥管，防止空气中的水蒸气进入 E 中；

(3)利用碘量法测定 WCl_6 产品纯度，称量时加入足量的 CS_2 用于溶解样品，盖紧称重为 $m_1\text{g}$ ，由于 CS_2 易挥发，开盖时要挥发出来，称量的质量要减少，开盖并计时 1 分钟，盖紧称重 $m_2\text{g}$ ，则挥发出来的 CS_2 的质量为 $(m_1- m_2)\text{g}$ ，再开盖加入待测样品并计时 1 分钟，又挥发出来 $(m_1- m_2)\text{g}$ 的 CS_2 ，盖紧称重为 $m_3\text{g}$ ，则样品质量为 $m_3\text{g}+2(m_1- m_2)\text{g}-m_1\text{g}=(m_3+m_1- 2m_2)\text{g}$ ；滴定时，利用关系式： $\text{WO}_4^{2-} \sim 2\text{IO}_3^- \sim 6\text{I}_2 \sim 12\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 计算样品中含 WCl_6 的质量，进而计算样品中 WCl_6 的质量分数；根据测定原理分析是否存在误差及误差是偏大还是偏小。

【详解】(1)用 H_2 还原 WO_3 制备 W，装置中不能有空气，所以先通 N_2 ，其目的是排除装置中的空气；由仪器构造可知仪器 A 的名称为直形冷凝管； WO_3 为淡黄色固体，被还原后生成 W 为银白色，所以能证明 WO_3

已被完全还原的现象是淡黄色固体变为银白色，故答案为：淡黄色固体变为银白色；

(2) 由信息可知 WCl_6 极易水解，W 与 Cl_2 反应制取 WCl_6 时，要在 B 处加装盛有碱石灰的干燥管，防止空气中的水蒸气进入 E 中，所以碱石灰的作用其一是吸收多余氯气，防止污染空气；其二是防止空气中的水蒸气进入 E；在操作⑤加热，通 Cl_2 之前，装置中有多余的 H_2 ，需要除去，所以操作④是再次通入 N_2 ，目的是排除装置中的 H_2 ，故答案为：吸收多余氯气，防止污染空气；防止空气中的水蒸气进入 E；再次通入 N_2 ；排除装置中的 H_2 ；

(3) ①根据分析，称量时加入足量的 CS_2 ，盖紧称重为 m_1g ，由于 CS_2 易挥发，开盖时要挥发出来，称量的质量要减少，开盖并计时 1 分钟，盖紧称重 m_2g ，则挥发出的 CS_2 的质量为 $(m_1 - m_2)g$ ，再开盖加入待测样品并计时 1 分钟，又挥发 $(m_1 - m_2)g$ 的 CS_2 ，盖紧称重为 m_3g ，则样品质量为： $m_3g + 2(m_1 - m_2)g - m_1g = (m_3 + m_1 - 2m_2)g$ ，故答案为： $(m_3 + m_1 - 2m_2)$ ；

②滴定时，根据关系式： $WO_4^{2-} \sim 2IO_3^- \sim 6I_2 \sim 12 S_2O_3^{2-}$ ，样品中

$$n(WCl_6) = n(WO_4^{2-}) = \frac{1}{12} n(S_2O_3^{2-}) = \frac{1}{12} cV \times 10^{-3} mol, \quad m(WCl_6) = \frac{1}{12} cV \times 10^{-3} mol \times Mg/mol = \frac{cVM}{12000} g, \quad \text{则样品中}$$

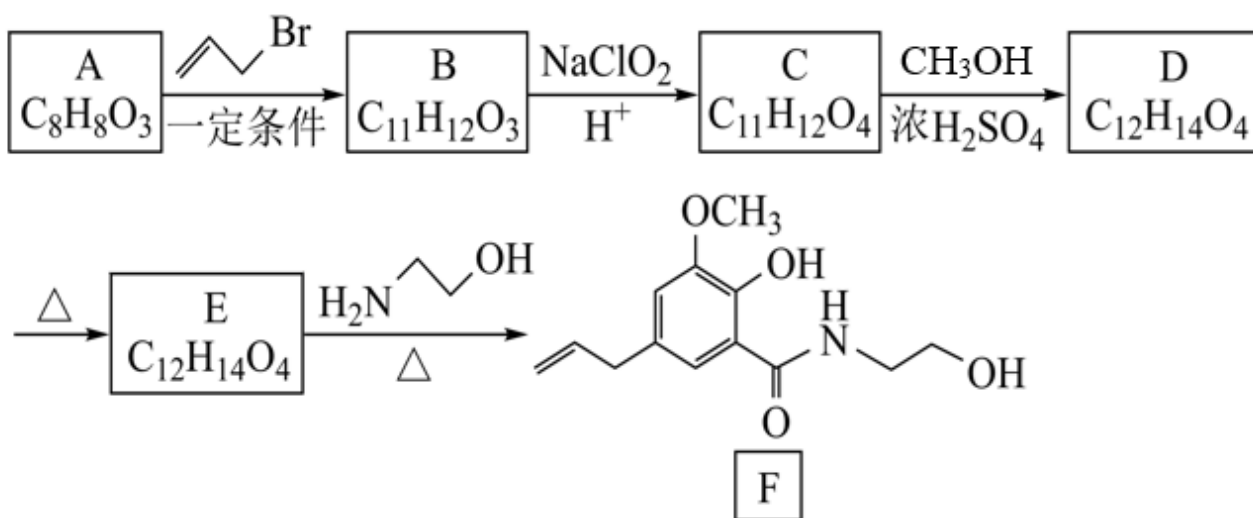
$$WCl_6 \text{ 的质量分数为: } \frac{\frac{cVM}{12000} g}{(m_3 + m_1 - 2m_2)g} \times 100\% = \frac{cVM}{120(m_3 + m_1 - 2m_2)} \%$$

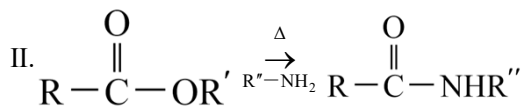
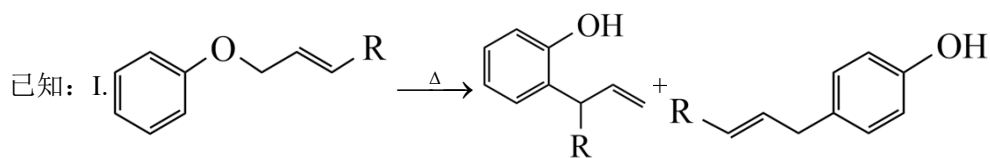
待测样品后，开盖时间超过 1 分钟，挥发的 CS_2 的质量增大， m_3 偏小，但 WCl_6 的质量不变，则滴定时消耗

$Na_2S_2O_3$ 溶液的体积将不变，样品中 WCl_6 质量分数的测定值将偏大，故答案为： $\frac{cVM}{120(m_3 + m_1 - 2m_2)} \%$ ；

不变；偏大。

19. 一种利胆药物 F 的合成路线如图：





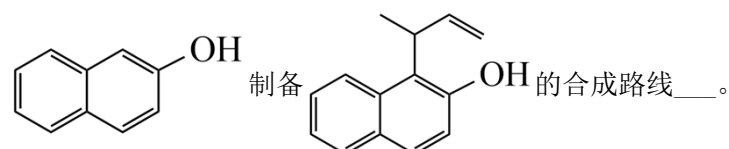
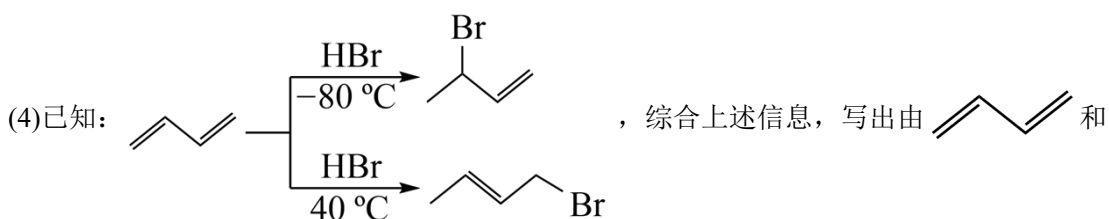
回答下列问题:

(1) A 的结构简式为___; 符合下列条件的 A 的同分异构体有___种。

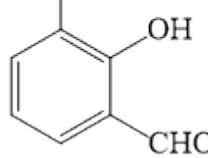
①含有酚羟基 ②不能发生银镜反应 ③含有四种化学环境的氢

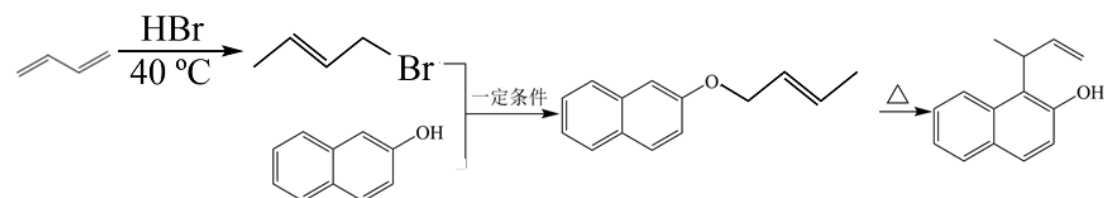
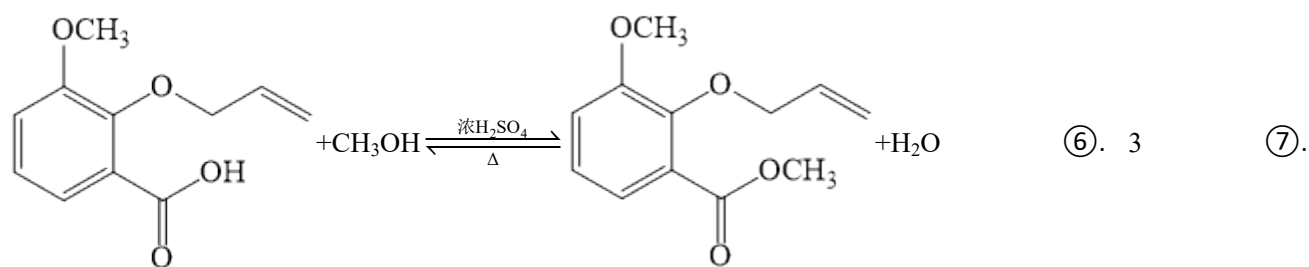
(2) 检验 B 中是否含有 A 的试剂为___; B→C 的反应类型为___。

(3) C→D 的化学方程式为___; E 中含氧官能团共___种。



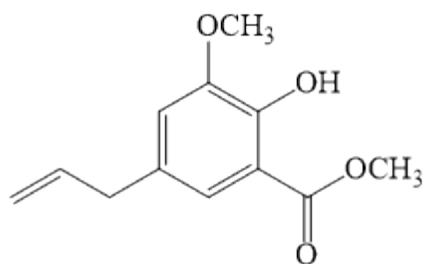
【答案】

①.  ②. 4 ③. FeCl₃ 溶液 ④. 氧化反应 ⑤.

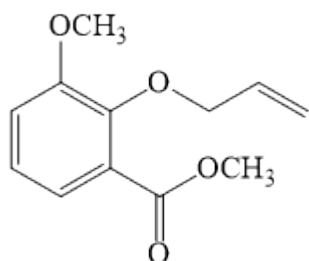


【解析】

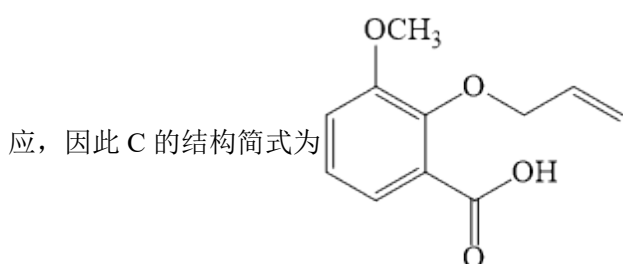
【分析】由信息反应 II 以及 F 的结构简式和 E 的分子式可知 E 的结构简式为



, D 发生信息反应 I 得到 E, 则 D 的结构简式为



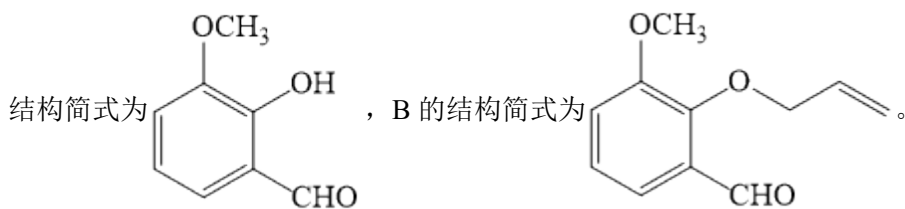
, C 与 CH_3OH 发生反应生成 D, C 相较于 D 少 1 个碳原子, 说明 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 是酯化反



应, 因此 C 的结构简式为, B \rightarrow C 碳链不变, 而 A \rightarrow B 碳链增长, 且增长的碳原子

数等于 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Br}$ 中碳原子数, 同时 B \rightarrow C 的反应条件为 $\text{NaClO}_2, \text{H}^+$, NaClO_2 具有氧化性, 因此 B \rightarrow C

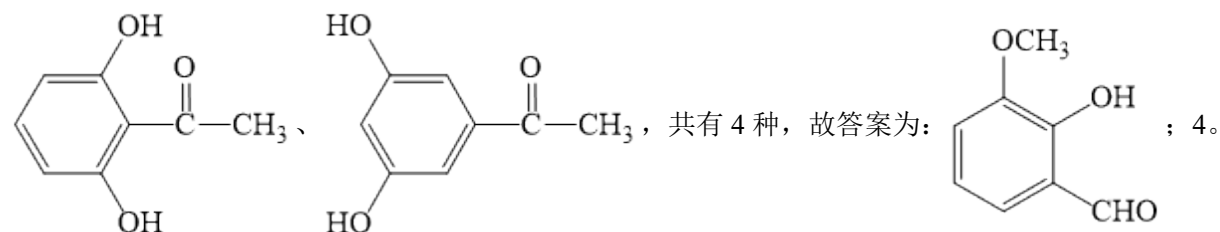
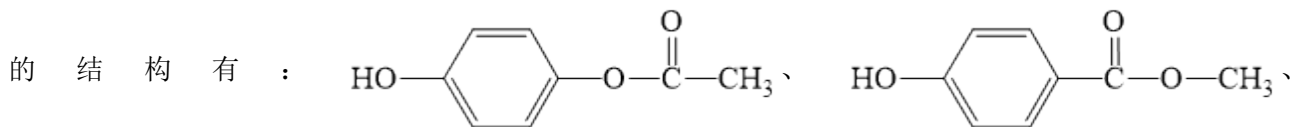
为氧化反应, A \rightarrow B 为取代反应, $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ 的不饱和度为 5, 说明苯环上的取代基中含有不饱和键, 因此 A 的



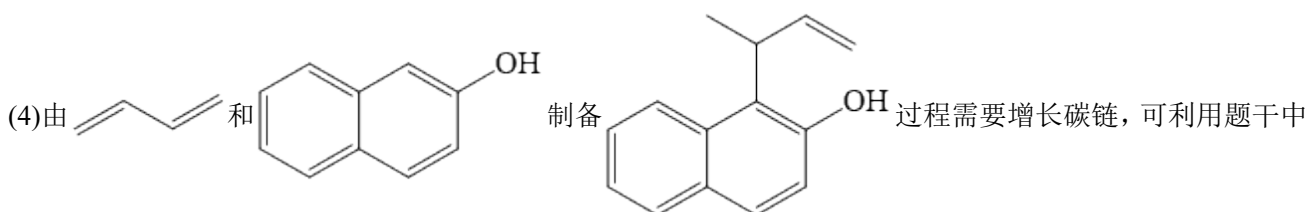
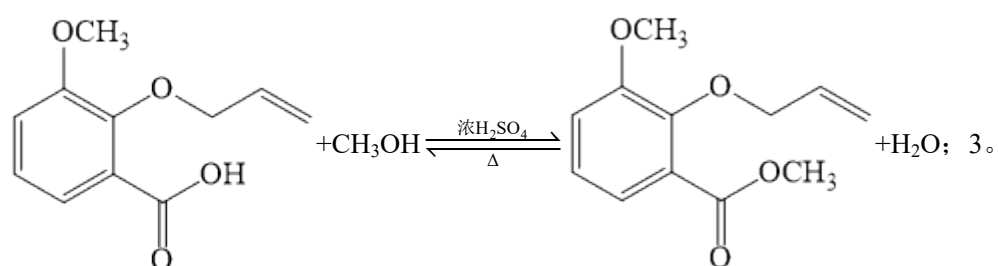
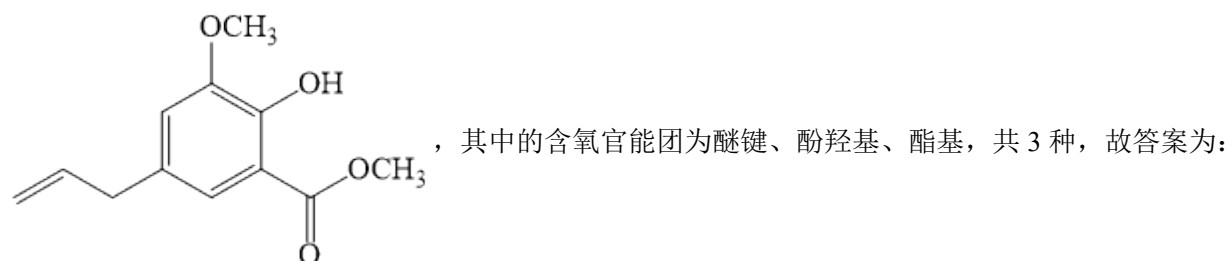
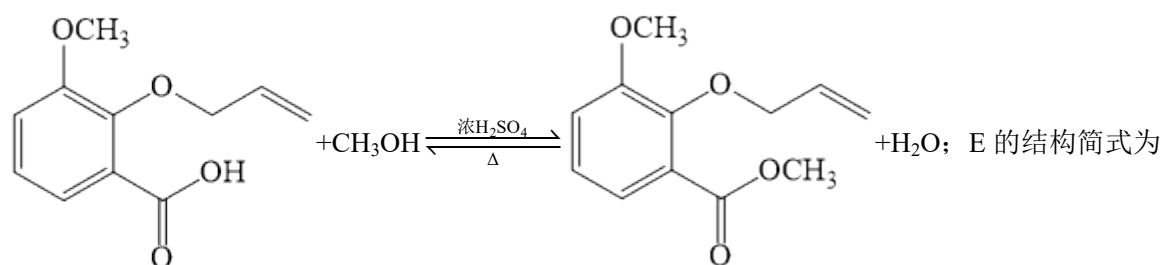
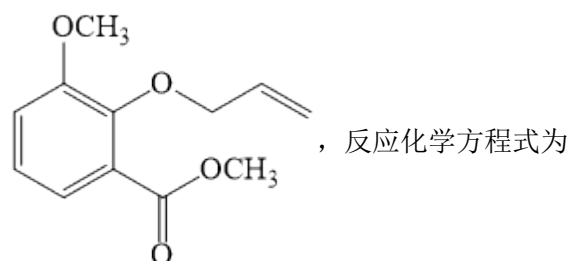
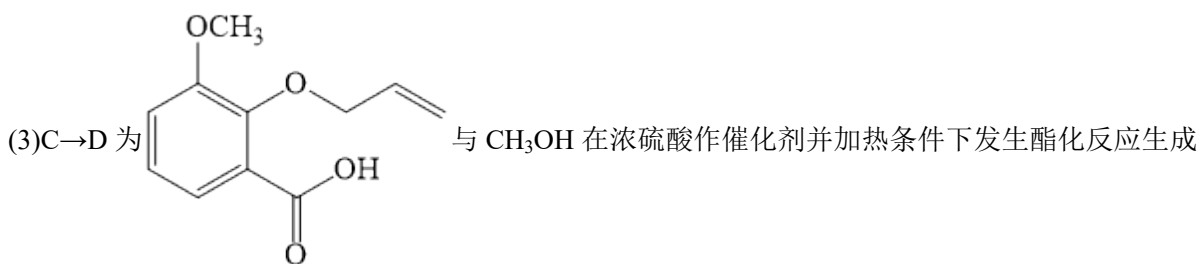
结构简式为, B 的结构简式为。

【详解】(1)由上述分析可知, A 的结构简式为; A 的同分异构体中满足: ①含有酚羟基;

②不能发生银镜反应, 说明结构中不含醛基; ③含有四种化学环境的氢, 说明具有对称结构, 则满足条件

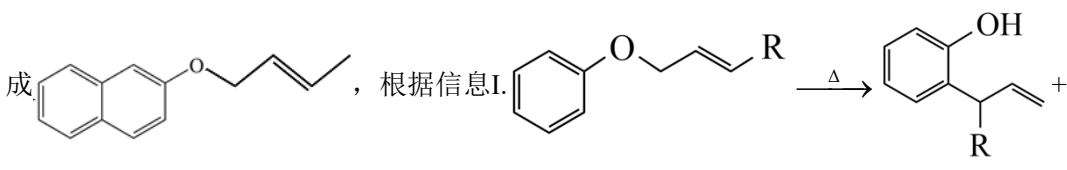


(2)A 中含有酚羟基，B 中不含酚羟基，可利用 FeCl_3 溶液检验 B 中是否含有 A，若含有 A，则加入 FeCl_3 溶液后溶液呈紫色；由上述分析可知，B→C 的反应类型为氧化反应，故答案为： FeCl_3 溶液；氧化反应。

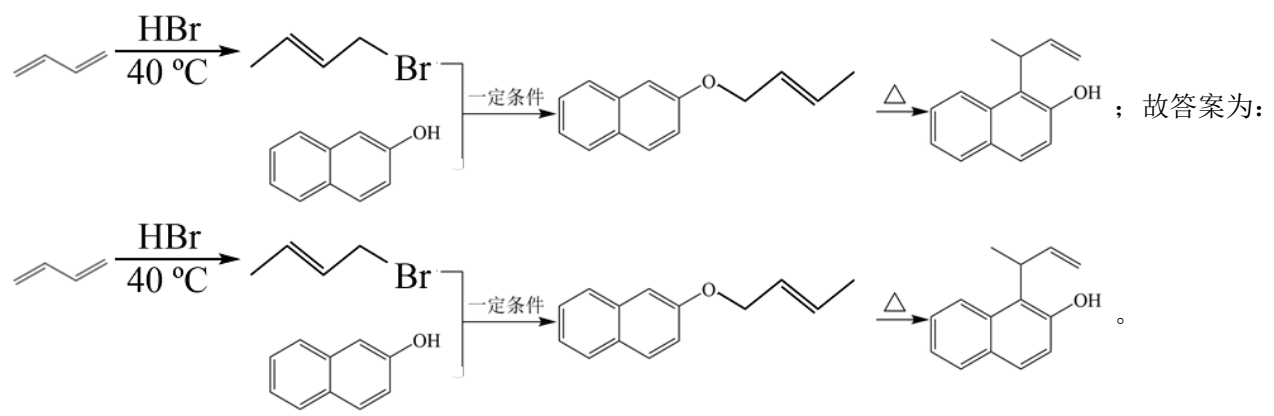
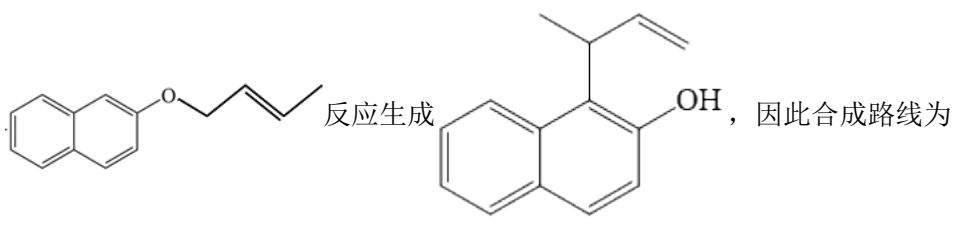


A→B 的反应实现，然后利用信息反应 I 得到目标产物，目标产物中碳碳双键位于端基碳原子上，因此需要

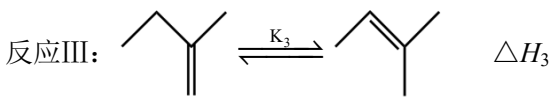
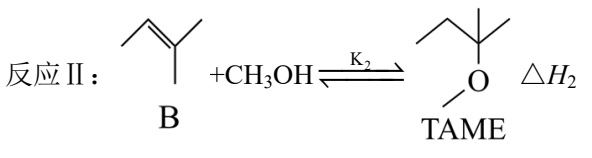
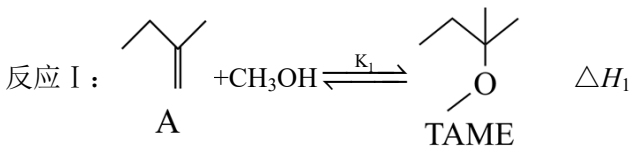
与HBr在40°C下发生加成反应生成 CH3CH2CH2CH2Br，CH3CH2CH2CH2Br 和 c1ccc(O)cc1 反应生



得到 R-CH=CH-CH2-CH2-C6H4-OH



20. 2-甲氧基-2-甲基丁烷(TAME)常用作汽油原添加剂。在催化剂作用下，可通过甲醇与烯烃的液相反应制得，体系中同时存在如图反应：

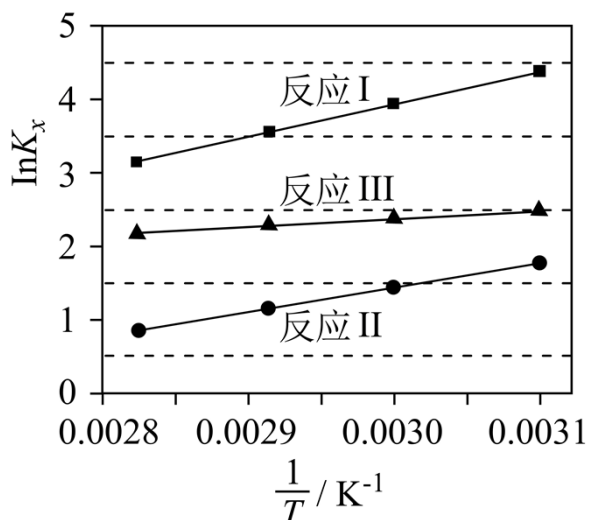


回答下列问题：

(1) 反应 I、II、III 以物质的量分数表示的平衡常数 K_x 与温度 T 变化关系如图所示。据图判断，A 和 B 中相

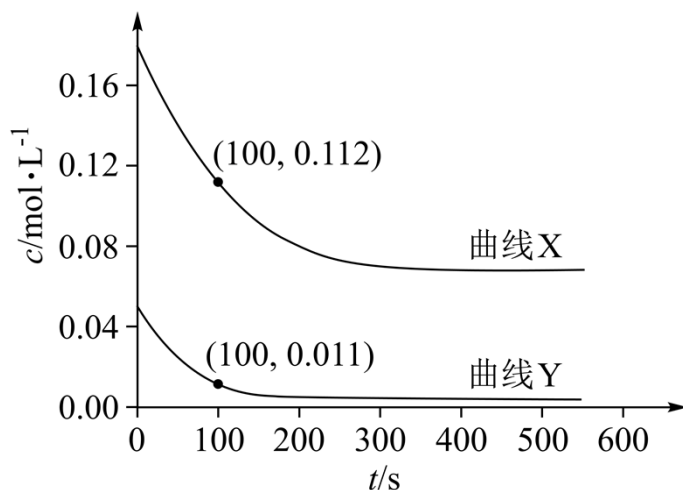
对稳定的是 (用系统命名法命名)； $\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}$ 的数值范围是 (填标号)。

A.<-1 B.-1~0 C.0~1 D.>1



(2)为研究上述反应体系的平衡关系,向某反应容器中加入 1.0molTAME,控制温度为 353K,测得 TAME 的平衡转化率为 α 。已知反应III的平衡常数 $K_{x3}=9.0$,则平衡体系中 B 的物质的量为___mol,反应 I 的平衡常数 K_{x1} =___。同温同压下,再向该容器中注入惰性溶剂四氢呋喃稀释,反应 I 的化学平衡将__(填“正向移动”“逆向移动”或“不移动”)平衡时,A 与 CH_3OH 物质的量浓度之比 $c(\text{A}):c(\text{CH}_3\text{OH})$ =___。

(3)为研究反应体系的动力学行为,向盛有四氢呋喃的另一容器中加入一定量 A、B 和 CH_3OH 。控制温度为 353K,A、B 物质的量浓度 c 随反应时间 t 的变化如图所示。代表 B 的变化曲线为__(填“X”或“Y”); $t=100\text{s}$ 时,反应III的正反应速率 $v_{\text{正}}$ ___逆反应速率 $v_{\text{逆}}$ (填“>”“<”或“=)。



【答案】 ①. 2-甲基-2-丁烯 ②. D ③. 0.9α ④. $\frac{10(1-\alpha)(1+\alpha)}{\alpha^2}$ ⑤. 逆向移动

⑥. 1:10 ⑦. X ⑧. <

【解析】

【分析】

【详解】(1)由平衡常数 K_x 与温度 T 变化关系曲线可知，反应 I、II、III 的平衡常数的自然对数随温度升高（要注意横坐标为温度的倒数）而减小，说明 3 个反应均为放热反应，即 $\Delta H_1 < 0$ 、 $\Delta H_2 < 0$ 、 $\Delta H_3 < 0$ ，因此，A 的总能量高于 B 的总能量，能量越低越稳定，A 和 B 中相对稳定的是 B，其用系统命名法命名为 2-甲基-2-丁烯；由盖斯定律可知， $I - II = III$ ，则 $\Delta H_1 - \Delta H_2 = \Delta H_3 < 0$ ，因此 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ ，由于放热反应的 ΔH 越小，其绝对值越大，则 $\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}$ 的数值范围是大于 1，选 D。

(2)向某反应容器中加入 1.0mol TAME，控制温度为 353K，测得 TAME 的平衡转化率为 α ，则平衡时

$n(\text{TAME}) = (1-\alpha) \text{ mol}$ ， $n(\text{A}) + n(\text{B}) = n(\text{CH}_3\text{OH}) = \alpha \text{ mol}$ 。已知反应 III 的平衡常数 $K_{x3} = 9.0$ ，则 $\frac{n(\text{B})}{n(\text{A})} = 9.0$ ，将该式

代入上式可以求出平衡体系中 B 的物质的量为 $0.9\alpha \text{ mol}$ ， $n(\text{A}) = 0.1\alpha \text{ mol}$ ，反应 I 的平衡常数 $K_{x1} =$

$\frac{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}}{0.1\left(\frac{\alpha}{1+\alpha}\right)^2} = \frac{10(1-\alpha)(1+\alpha)}{\alpha^2}$ 。同温同压下，再向该容器中注入惰性溶剂四氢呋喃稀释，反应 I 的化学

平衡将向着分子数增大的方向移动，即逆向移动。平衡时，TAME 的转化率变大，但是平衡常数不变，A 与 CH_3OH 物质的量浓度之比不变， $c(\text{A}) : c(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1\alpha : \alpha = 1 : 10$ 。

(3)温度为 353K，反应 III 的平衡常数 $K_{x3} = 9.0$ ， $\frac{n(\text{B})}{n(\text{A})} = 9.0$ 。由 A、B 物质的量浓度 c 随反应时间 t 的变化曲

线可知，X 代表的平衡浓度高于 Y，则代表 B 的变化曲线为 X；由母线的变化趋势可知，100s 以后各组分

的浓度仍在变化， $t = 100\text{s}$ 时 $\frac{n(\text{B})}{n(\text{A})} = \frac{0.112}{0.011} \approx 10.2 > 9$ ，因此，反应 III 正在向逆反应方向移动，故其正反应

速率 $v_{\text{正}}$ 小于逆反应速率 $v_{\text{逆}}$ ，填 $<$ 。