

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. 聚乙烯用作绝缘材料 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;

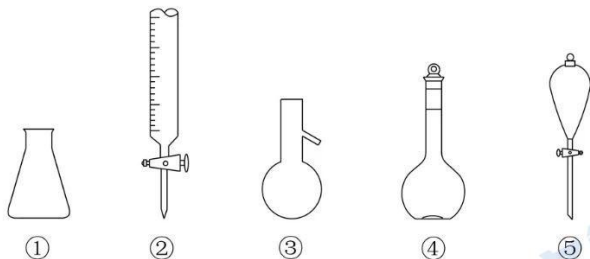
B. 氧化钙可以和水发生反应生成氢氧化钙, 可以用作食品干燥剂, B 项不符合题意;

C. 聚乙烯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 $\text{X} > \text{Y}$, 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 中插入红热的碳, 产生红棕色气体, 证明碳可与浓 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 $X \downarrow aHCl \downarrow \frac{a}{2}H_2 \uparrow X^{a+}$ 、 $Y \downarrow bH_2SO_4 \downarrow bH_2 \uparrow Y^{2b+}$ 。

【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 $\frac{a}{2} = \frac{10V_1}{10V_2} = \frac{V_1}{V_2}$, 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 $\frac{a}{2b}$, 由选项可知 $\frac{a}{2b} = \frac{V_1}{V_2}$, 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

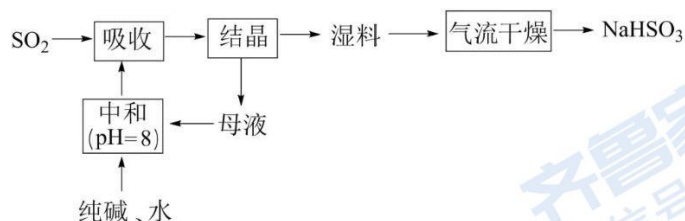
【解析】

【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 SiO_2 反应生成具有黏性的 Na_2SiO_3 , 会导致瓶盖无法打开, 共 2 处错误, 故答案为 B。

8. 工业上以 SO_2 和纯碱为原料制备无水 NaHSO_3 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 NaHCO_3
C. 气流干燥湿料时温度不宜过高
D. 中和后溶液中含 Na_2SO_3 和 NaHCO_3

【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 NaHSO_3 , 则母液为饱和 NaHSO_3 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: $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaHCO}_3$, $\text{NaHSO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaHCO}_3$, 所以调节 pH 为 8 进行中和后得到 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 , 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: $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 \downarrow$, $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{CO}_2 \uparrow + \text{NaHSO}_3 \downarrow$, 此时会析出大量 NaHSO_3 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 NaHSO_3 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 NaHSO_3 和过量的二氧化硫形成的亚硫酸, 没有 NaHCO_3 , 假设产物中存在 NaHCO_3 , 则其会与生成的 NaHSO_3 发生反应, 且 NaHCO_3 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. NaHSO_3 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 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 , D 正确;
故选 B。

9. 关于 CH_3OH 、 N_2H_4 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 的结构与性质, 下列说法错误的是
- A. CH_3OH 为极性分子
B. N_2H_4 空间结构为平面形
C. N_2H_4 的沸点高于 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$
D. CH_3OH 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ 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 $\begin{matrix} H \\ | \\ \sim N - N - H \\ | \\ H \end{matrix}$, 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 $1\text{mol} O_2$ 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 $(CH_3)_2NNH_2$ 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;

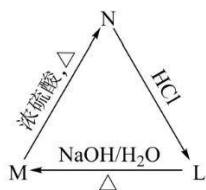
C. 用标准稀盐酸溶液滴定待测氢氧化钠溶液可测定出氢氧化钠的浓度, 取待测液时需选取碱式滴定管, 酸式滴定管则盛装标准盐酸溶液, 所以所选仪器还应有碱式滴定管, C 不符合题意;

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

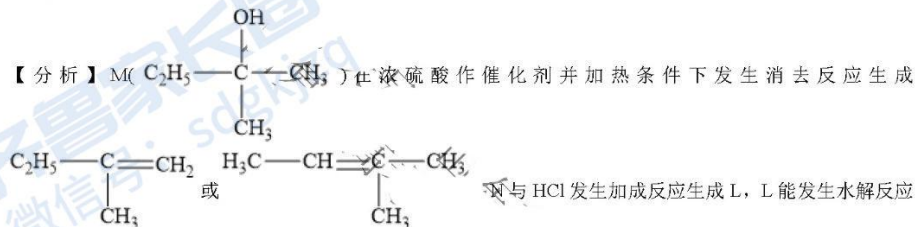
的是



- 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

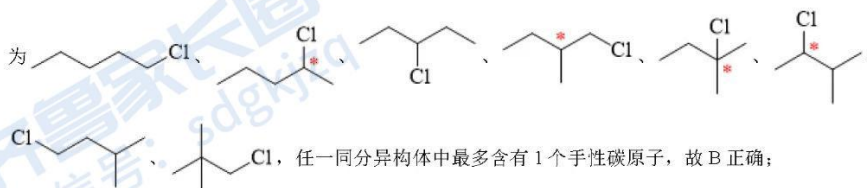
【解析】



【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

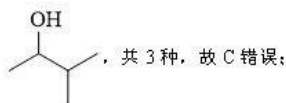
错误;

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 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

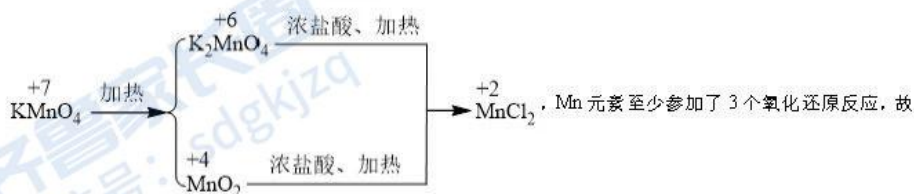
【解析】

【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

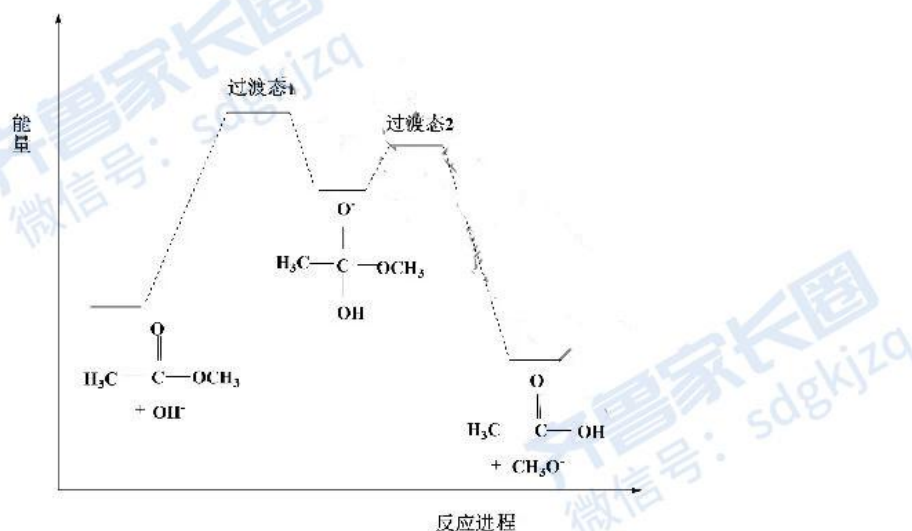
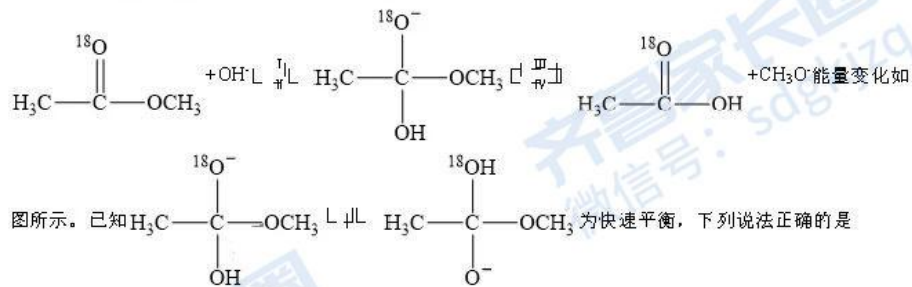


C 正确;

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(气体)_{max} = 0.25mol, 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:



- 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;

B. 反应 I 为加成反应, 而 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}^-}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 与 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{OH}}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 为快速平衡, 反应 II 的成键和断键方式为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}^-}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 或 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{OH}}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$, 后者能生成 $^{18}\text{OH}^-$, 因此反应结束后, 溶液中存在 $^{18}\text{OH}^-$, 故 B 正确;

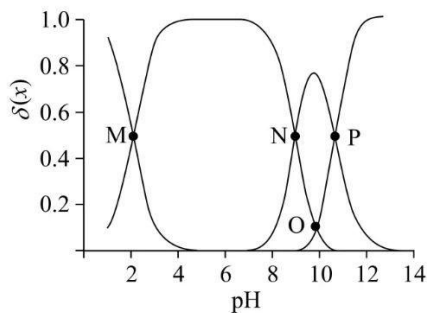
C. 反应 III 的成键和断键方式为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}^-}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 或 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{OH}}{|}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$, 因此反应结束后溶液中不会存在 CH_3^{18}H , 故 C 错误;

D. 该总反应对应反应物的总能量高于生成物总能量, 总反应为放热反应, 因此 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$ 和 CH_3O^- 的总能量与 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\overset{^{18}\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 和 OH^- 的总能量之差等于图示总反应的焓变, 故 D 错误;

综上所述, 正确的是 B 项, 故答案为 B。

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 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, $c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{R}^-) = 2c(\text{H}_3\text{R}^{2+}) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+)$
- 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:

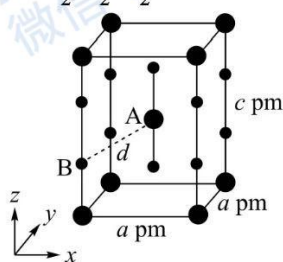
(1) 基态 F 原子核外电子的运动状态有 9 种。

(2) O、F、Cl 电负性由大到小的顺序为 F > O > Cl; OF_2 分子的空间构型为 角(V)形; OF_2 的熔、沸点 低于 Cl_2O , 原因是 Cl_2O 的相对分子质量大, Cl_2O 的熔、沸点高。

(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。XeF₂ 中心原子的价层电子对数为 5, 下列对 XeF₂ 中心原子杂化方式推断合理的是 D (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 2 个 XeF_2 分子。以晶胞参数为单位长度建立 xyz 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 $r \text{ pm}$, 则 B 点原子的分数坐标为 $(0, 0, \frac{r}{c})$; 晶胞中 A、B 间距离 $d = \sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2} \text{ pm}$ 。



【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.

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

【解析】

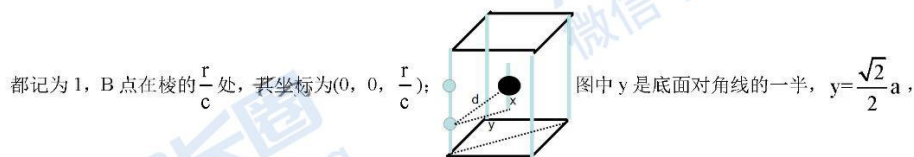
【分析】

【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;

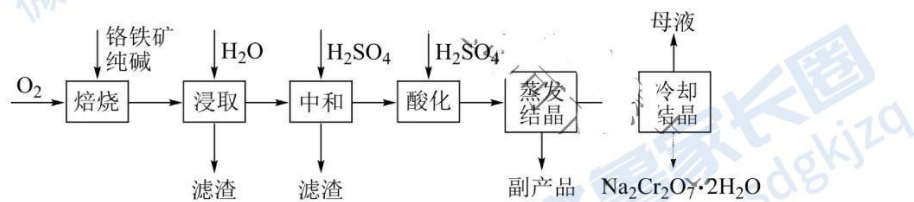
(3) XeF_2 易升华,所以是分子晶体,其中心原子的价层电子对数为 $2 + \frac{8-1 \times 2}{2} = 5$,其中心原子的杂化方式应为 sp^3d ;

(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



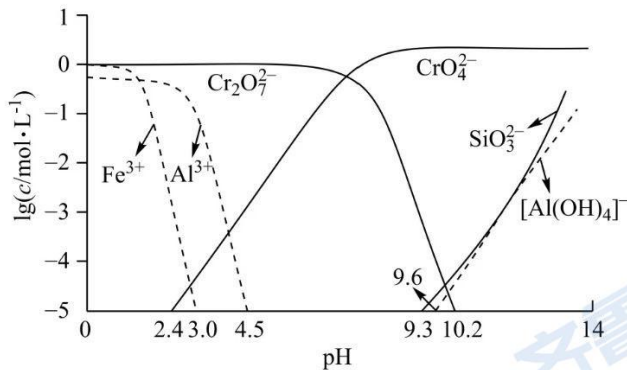
都记为 1, B 点在棱的 $\frac{r}{c}$ 处,其坐标为 $(0, 0, \frac{r}{c})$;
 $x = \frac{c}{2} - r$, 所以 $d = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{\frac{1}{2}a^2 + (\frac{c}{2} - r)^2}$ pm。

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__。

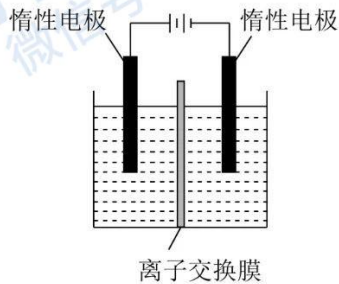
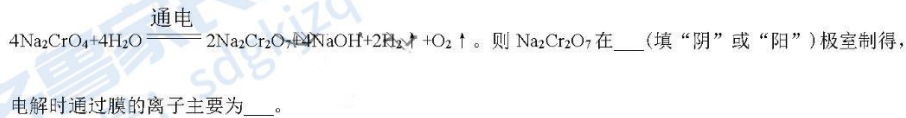
(2)矿物中相关元素可溶性组分物质的量浓度 c 与 pH 的关系如图所示。当溶液中可溶组分浓度 $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可认为已除尽。



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:



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

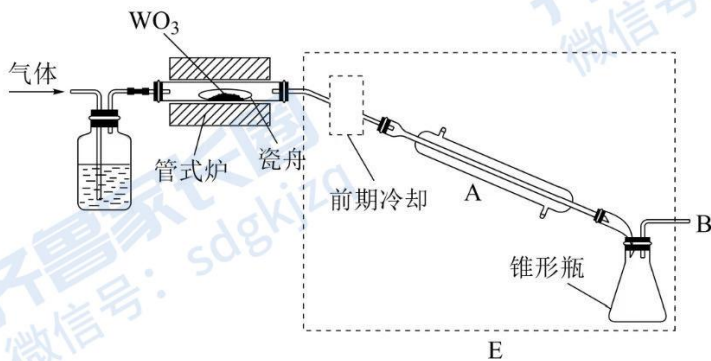
(2) 中和时调节溶液 pH 目的是将 AlO_2^- 、 SiO_3^{2-} 转化为沉淀过滤除去, 由图可知, 当溶液 $\text{pH} \geq 4.5$ 时, Al^{3+} 除尽, 当溶液 $\text{pH} > 9.3$ 时, H_2SiO_3 会再溶解生成 SiO_3^{2-} , 因此中和时 pH 的理论范围为 $4.5 \leq \text{pH} \leq 9.3$; 将 Al 元素和 Si 元素除去后, 溶液中 Cr 元素主要以 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 和 CrO_4^{2-} 存在, 溶液中存在平衡:

$2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 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阳极, 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 $M\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 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 中 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 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

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

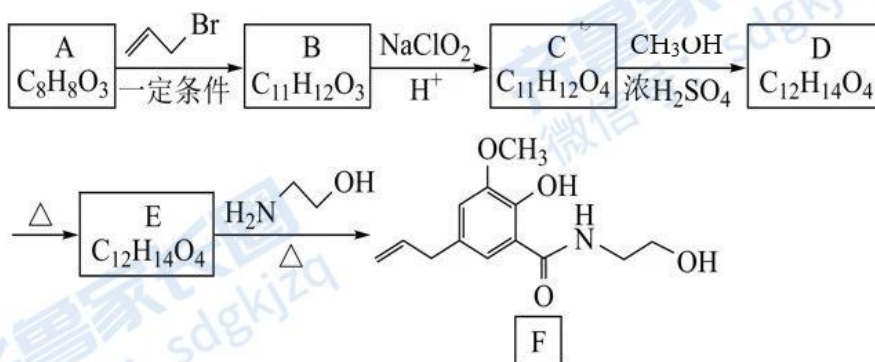
$$WCl_6 \text{ 的质量分数为: } \frac{\frac{cVM}{12000}}{(m_3 + m_1 - 2m_2)g} \times 100\% = \frac{cVM}{120(m_3 + m_1 - 2m_2)} \%$$

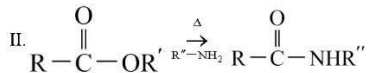
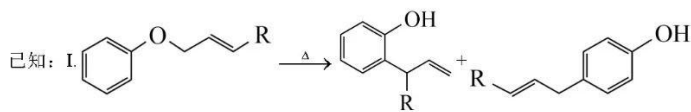
待测样品后, 开盖时间超过 1 分钟, 挥发的 CS_2 的质量增大, m_3 偏小, 但 WCl_6 的质量不变, 则滴定时消耗

$Na_2S_2O_3$ 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:





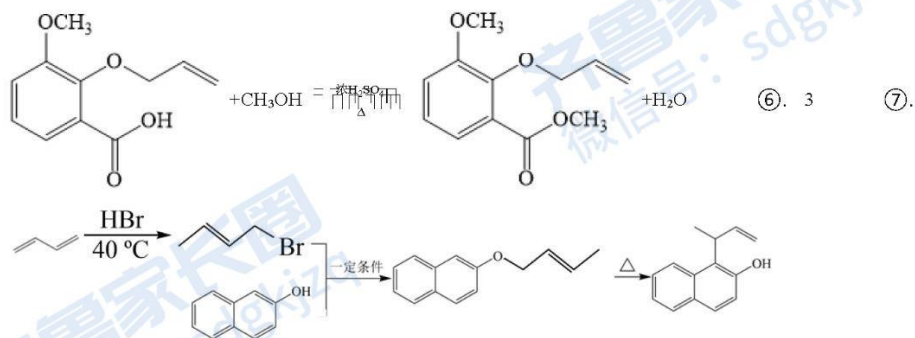
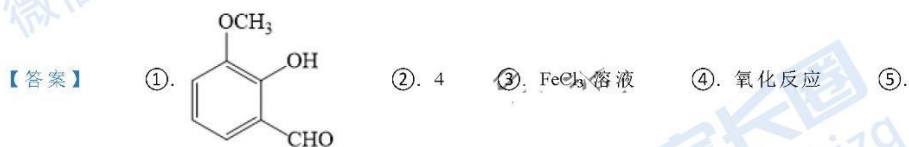
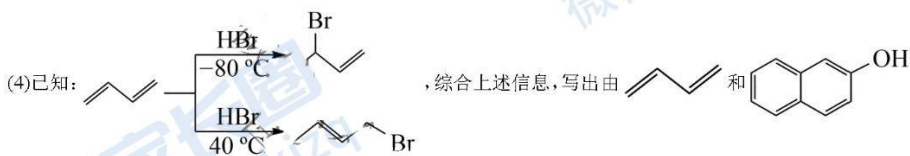
回答下列问题:

(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

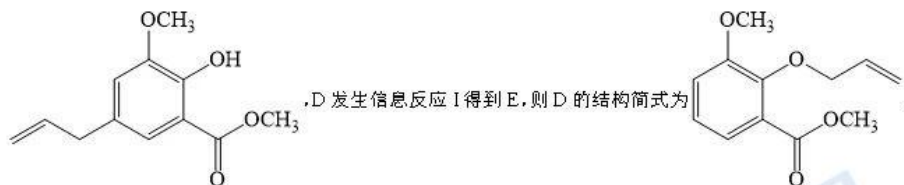
(2) 检验 B 中是否含有 A 的试剂为___; B→C 的反应类型为___。

(3) C→D 的化学方程式为___; E 中含氧官能团共___种。

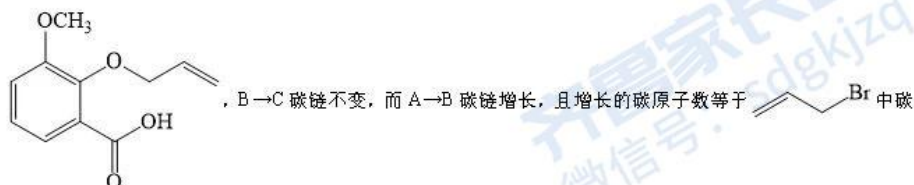


【解析】

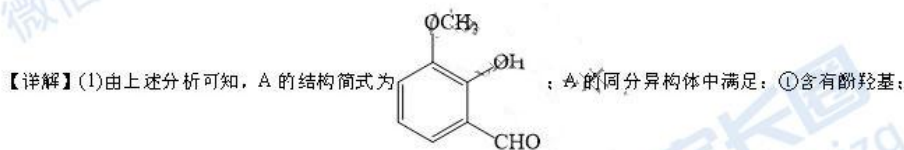
【分析】由信息反应 II 以及 F 的结构简式和 E 的分子式可知 E 的结构简式为



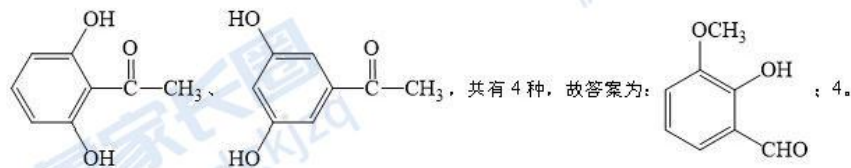
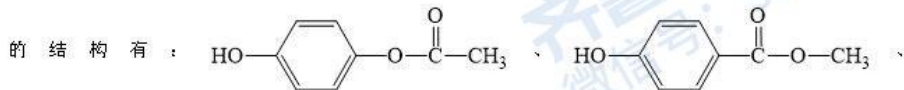
C 与 CH_3OH 发生反应生成 D, C 相较于 D 少 1 个碳原子, 说明 C→D 是酯化反应, 因此 C 的结构简式为



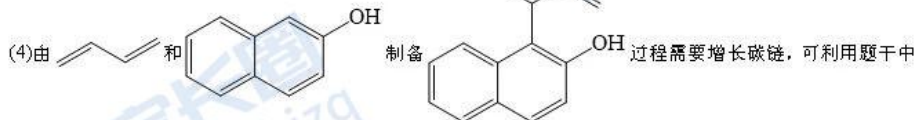
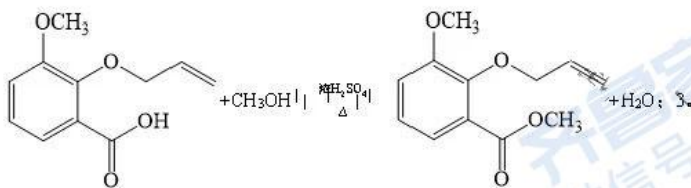
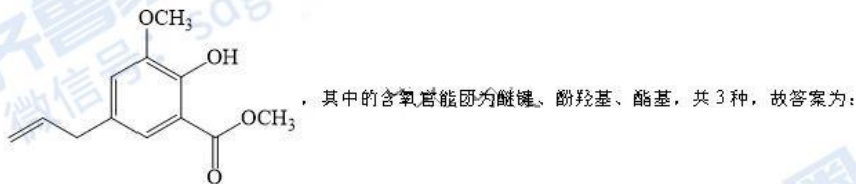
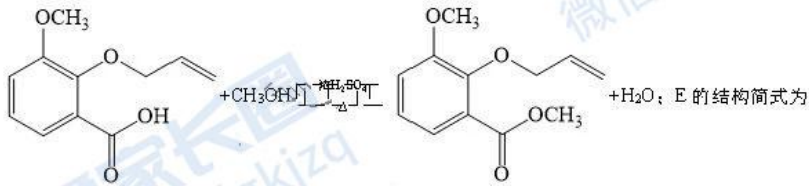
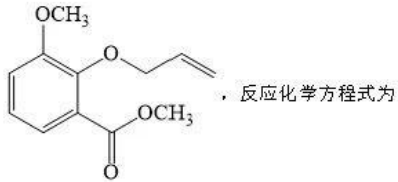
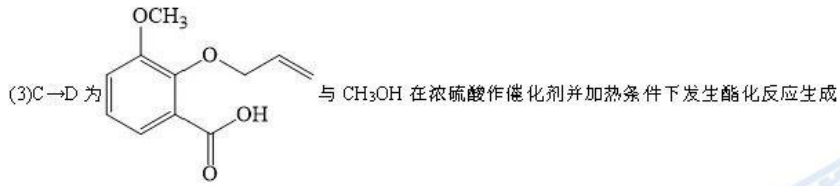
原子数, 同时 B→C 的反应条件为 $\text{NaClO}_2, \text{H}^+$, NaClO_2 具有氧化性, 因此 B→C 为氧化反应, A→B 为取代反应, $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3$ 的不饱和度为 5, 说明苯环上的取代基中含有不饱和键, 因此 A 的结构简式为



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, 则满足条件的

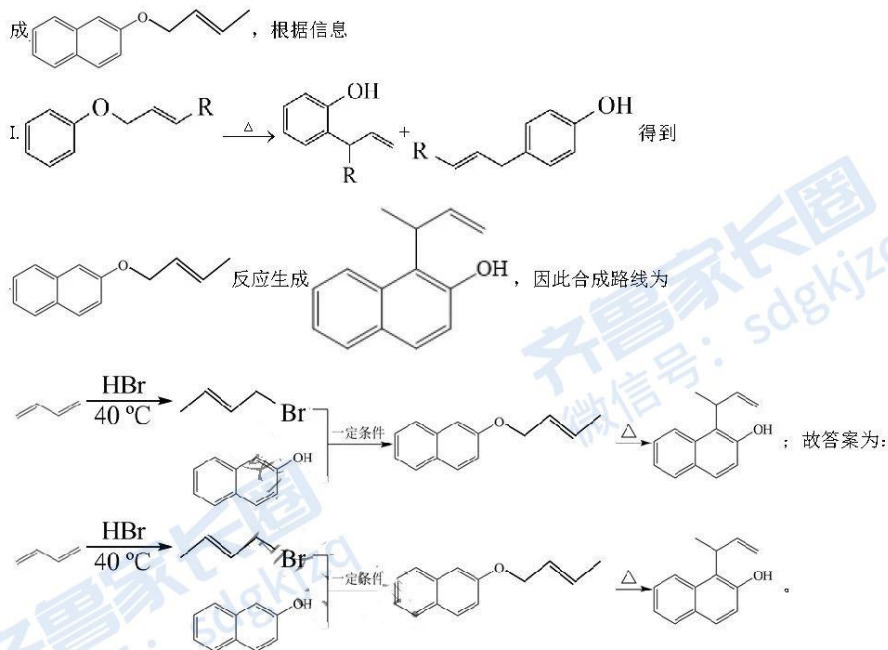


(2)A 中含有酚羟基, B 中不含酚羟基, 可利用 FeCl_3 溶液检验 B 中是否含有 A, 若含有 A, 则加入 FeCl_3 溶液后溶液呈紫色; 由上述分析可知, B→C 的反应类型为氧化反应, 故答案为: FeCl_3 溶液; 氧化反应。

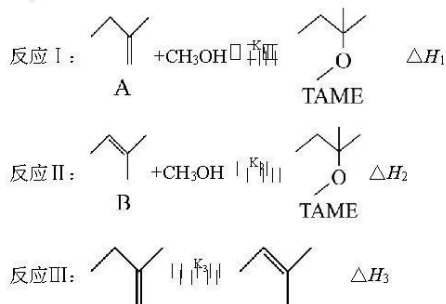


A→B 的反应实现, 然后利用信息反应 I 得到目标产物, 目标产物中碳碳双键位于端基碳原子上, 因此需要





20. 2-甲氧基-2-甲基丁烷(TAME)常用作汽油源添加剂。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：

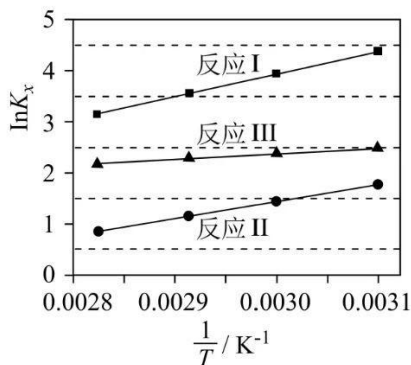


回答下列问题：

(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

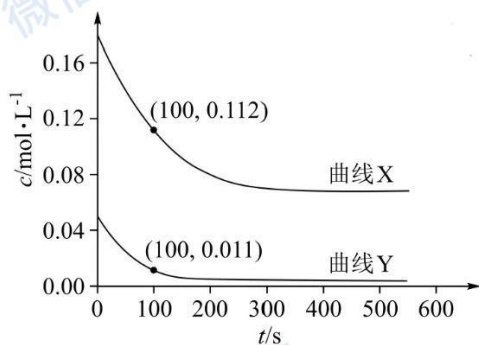
对稳定的是___(用系统命名法命名)； $\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}$ 的数值范围是___(填标号)。

- 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-1-丁烯 ②. D ③. 0.9α ④. $\frac{(1-\alpha)(1+\alpha)}{0.01\alpha^2}$ 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,B的总能量高于A的总能量,能量越低越稳定,A和B中相对稳定的是A,其用系统命名法命名为2-甲基-1-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

$$K_{x1} = \frac{\frac{1-\alpha}{1+\alpha}}{\left(\frac{0.1\alpha}{1+\alpha}\right)^2} = \frac{(1-\alpha)(1+\alpha)}{0.01\alpha^2}$$

同温同压下,再向该容器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, $n(\text{A}) : n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.1\alpha : \alpha = 1 : 10$ 。

(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Y;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 $<$ 。

关于我们

齐鲁家长圈系业内权威、行业领先的自主选拔在线旗下子平台，集聚高考领域权威专家，运营团队均有多年高考特招研究经验，熟知山东新高考及特招政策，专为山东学子服务！聚焦山东新高考，提供新高考资讯、新高考政策解读、志愿填报、综合评价、强基计划、专项计划、双高艺体、选科、生涯规划等政策资讯服务，致力于做您的山东高考百科全书。

第一时间获取山东高考升学资讯，关注**齐鲁家长圈**微信号：**sdgkjzq**。



微信搜一搜

齐鲁家长圈

打开“微信 / 发现 / 搜一搜”搜索