

山东省 2023 年普通高中学业水平等级考试

化学

可能用到的相对原子质量：H-1 C-12 N-14 O-16 F-19 Si-28 S-32 Cl-35.5 K-39
Cu-64

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. 下列之物具有典型的齐鲁文化特色，据其主要化学成分不能与其他三种归为一类的是

- A. 泰山墨玉 B. 龙山黑陶 C. 齐国刀币 D. 淄博琉璃

【答案】C

【解析】

【详解】墨玉、黑陶、琉璃均为陶瓷制品，均属于硅酸盐制品，主要成分均为硅酸盐材料，而刀币的主要成分为青铜，故答案为：C。

2. 实验室中使用盐酸、硫酸和硝酸时，对应关系错误的是

- A. 稀盐酸：配制 AlCl_3 溶液
B. 稀硫酸：蔗糖和淀粉的水解
C. 稀硝酸：清洗附有银镜的试管
D. 浓硫酸和浓硝酸的混合溶液：苯的磺化

【答案】D

【解析】

【详解】A. 实验室配制 AlCl_3 溶液时向其中加入少量的稀盐酸以抑制 Al^{3+} 水解，A 不合题意；
B. 蔗糖和淀粉的水解时常采用稀硫酸作催化剂，B 不合题意；
C. 清洗附有银镜的试管用稀硝酸，反应原理为： $3\text{Ag}+4\text{HNO}_3(\text{稀})=3\text{AgNO}_3+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ ，C 不合题意；
D. 苯的磺化是苯和浓硫酸共热，反应生成苯磺酸的反应，故不需要用到浓硫酸和浓硝酸的混合溶液，D 符合题意；

故答案为：D。

3. 下列分子属于极性分子的是

- A. CS_2 B. NF_3 C. SO_3 D. SiF_4

【答案】B

【解析】

【详解】A. CS_2 中 C 上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (4-2 \times 2) = 0$ ， σ 键电子对数为 2，价层电子对数为 2， CS_2 的空

间构型为直线形，分子中正负电中心重合，CS₂属于非极性分子，A项不符合题意；

B. NF₃中N上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (5-3 \times 1) = 1$ ，σ键电子对数为3，价层电子对数为4，NF₃的空间构型为三角锥形，分子中正负电中心不重合，NF₃属于极性分子，B项符合题意；

C. SO₃中S上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (6-3 \times 2) = 0$ ，σ键电子对数为3，价层电子对数为3，SO₃的空间构型为平面正三角形，分子中正负电中心重合，SO₃属于非极性分子，C项不符合题意；

D. SiF₄中Si上的孤电子对数为 $\frac{1}{2} \times (4-4 \times 1) = 0$ ，σ键电子对数为4，价层电子对数为4，SiF₄的空间构型为正四面体形，分子中正负电中心重合，SiF₄属于非极性分子，D项不符合题意；

答案选B。

4. 实验室安全至关重要，下列实验室事故处理方法错误的是

- A. 眼睛溅进酸液，先用大量水冲洗，再用饱和碳酸钠溶液冲洗
- B. 皮肤溅上碱液，先用大量水冲洗，再用2%的硼酸溶液冲洗
- C. 电器起火，先切断电源，再用二氧化碳灭火器灭火
- D. 活泼金属燃烧起火，用灭火毯(石棉布)灭火

【答案】A

【解析】

【详解】A. 眼睛溅进酸液，先用大量水冲洗，再用3%-5%的碳酸氢钠溶液冲洗，故A错误；

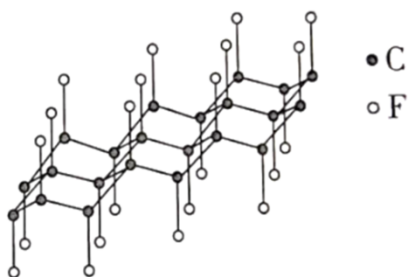
B. 立即用大量水冲洗，边洗边眨眼，尽可能减少碱对眼睛的伤害，再用2%的硼酸中和残余的碱，故B正确；

C. 电器起火，先切断电源，再用二氧化碳灭火器灭火，故C正确；

D. 活泼金属会与水反应，所以燃烧起火，用灭火毯(石棉布)灭火，故D正确；

答案为A。

5. 石墨与F₂在450°C反应，石墨层间插入F得到层状结构化合物(CF)_x，该物质仍具润滑性，其单层局部结构如图所示。下列关于该化合物的说法正确的是



A. 与石墨相比，(CF)_x导电性增强

- B. 与石墨相比, $(CF)_x$ 抗氧化性增强
- C. $(CF)_x$ 中 C—C 的键长比 C—F 短
- D. $1\text{mol}(CF)_x$ 中含有 $2x\text{mol}$ 共价单键

【答案】B

【解析】

- 【详解】A. 石墨晶体中每个碳原子上未参与杂化的 1 个 2p 轨道上电子在层内离域运动, 故石墨晶体能导电, 而 $(CF)_x$ 中没有未参与杂化的 2p 轨道上的电子, 故与石墨相比, $(CF)_x$ 导电性减弱, A 错误;
- B. $(CF)_x$ 中 C 原子的所有价键均参与成键, 未有未参与成键的孤电子或者不饱和键, 故与石墨相比, $(CF)_x$ 抗氧化性增强, B 正确;
- C. 已知 C 的原子半径比 F 的大, 故可知 $(CF)_x$ 中 C—C 的键长比 C—F 长, C 错误;
- D. 由题干结构示意图可知, 在 $(CF)_x$ 中 C 与周围的 3 个碳原子形成共价键, 每个 C-C 键被 2 个碳原子共用, 和 1 个 F 原子形成共价键, 即 $1\text{mol}(CF)_x$ 中含有 $2.5x\text{mol}$ 共价单键, D 错误;

故答案为: B。

6. 鉴别浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaClO 、 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 三种溶液, 仅用下列一种方法不可行的是

- A. 测定溶液 pH
- B. 滴加酚酞试剂
- C. 滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液
- D. 滴加饱和 Na_2CO_3 溶液

【答案】C

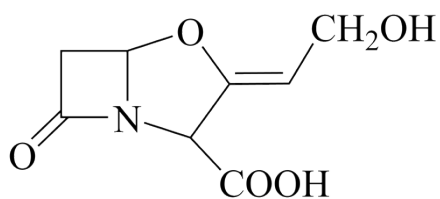
【解析】

- 【详解】A. NaClO 溶液显弱碱性, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液显强碱性, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性, 则测定溶液 pH 是可以鉴别出来的, 故 A 不符合题意;
- B. NaClO 溶液显弱碱性, 滴入酚酞先变红后褪色, $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液显强碱性, 滴入酚酞溶液, 显红色, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液显酸性, 滴入酚酞不变色, 则滴加酚酞试剂是可以鉴别出来的, 故 B 不符合题意;
- C. NaClO 溶液滴入碘化钾溶液, 发生氧化还原反应生成碘, 液面会由无色变成黄色, 振荡后会变成无色, 而 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液滴入碘化钾溶液后, 因不与两者反应而没有现象, 则仅用滴加 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KI}$ 溶液无法鉴别, 则 C 符合题意;
- D. 饱和 Na_2CO_3 溶液和 NaClO 溶液不反应, 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应生成碳酸钡沉淀, 和 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液

发生双水解反应生成沉淀和气体，则滴入饱和 Na_2CO_3 溶液是可以鉴别出来的，故 D 不符合题意；

答案 C。

7. 抗生素克拉维酸的结构简式如图所示，下列关于克拉维酸的说法错误的是



克拉维酸

- A. 存在顺反异构
- B. 含有 5 种官能团
- C. 可形成分子内氢键和分子间氢键
- D. 1mol 该物质最多可与 1molNaOH 反应

【答案】D

【解析】

【详解】A. 由题干有机物结构简式可知，该有机物存在碳碳双键，且双键两端的碳原子分别连有互不同的原子或原子团，故该有机物存在顺反异构，A 正确；

B. 由题干有机物结构简式可知，该有机物含有羟基、羧基、碳碳双键、醚键和酰胺基等 5 种官能团，B 正确；

C. 由题干有机物结构简式可知，该有机物中的羧基、羟基、酰胺基等官能团具有形成氢键的能力，故其分子间可以形成氢键，其中距离较近的某些官能团之间还可以形成分子内氢键，C 正确；

D. 由题干有机物结构简式可知，1mol 该有机物含有羧基和酰胺基各 1mol，这两种官能团都能与强碱反应，故 1mol 该物质最多可与 2molNaOH 反应，D 错误；

故答案为：D。

8. 一定条件下，乙酸酐 $\left[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \right]$ 醇解反应

$\left[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{ROH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOR} + \text{CH}_3\text{COOH} \right]$ 可进行完全，利用此反应定量测定有机醇

(ROH) 中的羟基含量，实验过程中酯的水解可忽略。实验步骤如下：

①配制一定浓度的乙酸酐-苯溶液。

②量取一定体积乙酸酐-苯溶液置于锥形瓶中，加入 mgROH 样品，充分反应后，加适量水使剩余乙酸酐

完全水解： $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

③加指示剂并用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ - 甲醇标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 $V_1\text{mL}$ 。

④在相同条件下, 量取相同体积的乙酸酐-苯溶液, 只加适量水使乙酸酐完全水解; 加指示剂并用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ - 甲醇标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 $V_2\text{mL}$ 。对于上述实验, 下列做法正确的是

- A. 进行容量瓶检漏时, 倒置一次即可
- B. 滴入半滴标准溶液, 锥形瓶中溶液变色, 即可判定达滴定终点
- C. 滴定读数时, 应单手持滴定管上端并保持其自然垂直
- D. 滴定读数时, 应双手一上一下持滴定管

【答案】C

【解析】

- 【详解】A. 进行容量瓶检漏时, 倒置一次, 然后玻璃塞旋转 180 度后再倒置一次, 故 A 错误;
B. 滴入半滴标准溶液, 锥形瓶中溶液变色, 且半分钟内不变回原色, 才是达到滴定终点, 故 B 错误;
C. 滴定读数时, 应单手持滴定管上端无刻度处, 并保持其自然垂直, 故 C 正确;
D. 滴定读数时, 应单手持滴定管上端无刻度处, 并保持其自然垂直, 故 D 错误;
答案为 C。

9. 一定条件下, 乙酸酐 $[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}]$ 醇解反应

$[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{ROH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOR} + \text{CH}_3\text{COOH}]$ 可进行完全, 利用此反应定量测定有机醇 (ROH) 中的羟基含量, 实验过程中酯的水解可忽略。实验步骤如下:

①配制一定浓度的乙酸酐-苯溶液。

②量取一定体积乙酸酐-苯溶液置于锥形瓶中, 加入 mgROH 样品, 充分反应后, 加适量水使剩余乙酸酐完全水解: $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

③加指示剂并用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ - 甲醇标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 $V_1\text{mL}$ 。

④在相同条件下, 量取相同体积的乙酸酐-苯溶液, 只加适量水使乙酸酐完全水解; 加指示剂并用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ - 甲醇标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 $V_2\text{mL}$ 。ROH 样品中羟基含量(质量分数)计算正确的是

A. $\frac{c(V_2-V_1) \times 17}{1000m} \times 100\%$

B. $\frac{c(V_1-V_2) \times 17}{1000m} \times 100\%$

C. $\frac{0.5c(V_2-V_1) \times 17}{1000m} \times 100\%$

D. $\frac{c(0.5V_2-V_1) \times 17}{1000m} \times 100\%$

【答案】A

【解析】

【详解】根据滴定过程中，用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ -甲醇标准溶液滴定乙酸酐完全水解生成的乙酸，消耗标准溶液 $V_2\text{mL}$ ，需要消耗 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ -甲醇的物质的量为 $V_2\times c\times 10^{-3}\text{mol}$ ，即乙酸酐的总物质的量=

$$\frac{V_2\times c\times 10^{-3}}{2}\text{mol}；\text{则 ROH 与乙酸酐反应后剩余的乙酸酐的物质的量}=\frac{V_1\times c\times 10^{-3}}{2}\text{mol}；\text{设醇解的乙酸酐}$$

物质的量为 x ，水解的乙酸酐的物质的量为 y ，则 $x+y=\frac{V_2\times c\times 10^{-3}}{2}\text{mol}$ ； $x+2y=\frac{V_1\times c\times 10^{-3}}{2}\text{mol}$ ；联立

计算得： $x=n(\text{ROH})=V_2\times c\times 10^{-3}-V_1\times c\times 10^{-3}\text{mol}$ ，ROH 样品中羟基质量分数=

$$\frac{V_2\times c\times 10^{-3}-V_1\times c\times 10^{-3}\text{mol}\times 17\text{g/mol}}{\text{mg}}\times 100\%=\frac{(V_2-V_1)\times c\times 17}{10^3m}\times 100\%，\text{A 正确；故选 A。}$$

10. 一定条件下，乙酸酐 $[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}]$ 醇解反应

$[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{ROH} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COOR} + \text{CH}_3\text{COOH}]$ 可进行完全，利用此反应定量测定有机醇

(ROH) 中的羟基含量，实验过程中酯的水解可忽略。实验步骤如下：

①配制一定浓度的乙酸酐-苯溶液。

②量取一定体积乙酸酐-苯溶液置于锥形瓶中，加入 mg ROH 样品，充分反应后，加适量水使剩余乙酸酐

完全水解： $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}$ 。

③加指示剂并用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ -甲醇标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液 $V_1\text{ mL}$ 。

④在相同条件下，量取相同体积的乙酸酐-苯溶液，只加适量水使乙酸酐完全水解；加指示剂并用

$\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ -甲醇标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液 $V_2\text{ mL}$ 。根据上述实验原理，下列说法正确的是

- A. 可以用乙酸代替乙酸酐进行上述实验
- B. 若因甲醇挥发造成标准溶液浓度发生变化，将导致测定结果偏小
- C. 步骤③滴定时，不慎将锥形瓶内溶液溅出，将导致测定结果偏小
- D. 步骤④中，若加水量不足，将导致测定结果偏大

【答案】B

【解析】

【分析】用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaOH-甲醇标准溶液滴定乙酸酐完全水解生成的乙酸，消耗标准溶液 $V_2\text{ mL}$ ，则消耗 NaOH 的物质的量为 $(V_2 \times c \times 10^{-3})\text{ mol}$ ，即乙酸酐的总物质的量为 $\frac{(V_2 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ ，ROH 与乙酸酐反应后剩余的乙酸酐的物质的量为 $\frac{(V_1 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ ，所以与 ROH 反应消耗的乙酸酐的物质的量为 $\frac{(V_2 \times c \times 10^{-3} - V_1 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ 。

【详解】A. 乙酸与醇的酯化反应可逆，不能用乙酸代替乙酸酐进行上述实验，A 项错误；

B. 若甲醇挥发，NaOH-甲醇溶液的浓度将偏大，滴定时消耗 NaOH-甲醇溶液的体积偏小，步骤④中所得 V_2 偏小，而 ROH 的物质的量为 $\frac{(V_2 \times c \times 10^{-3} - V_1 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ ，故将导致测定结果偏小，B 项正确；

C. 步骤③滴定时，不慎将锥形瓶内溶液溅出，消耗 NaOH-甲醇溶液的体积偏小即 V_1 偏小，而 ROH 的物质的量为 $\frac{(V_2 \times c \times 10^{-3} - V_1 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ ，故将导致测定结果偏大，C 项错误；

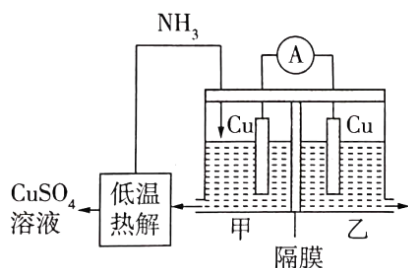
D. 步骤④中，若加水量不足，乙酸酐未完全水解，生成乙酸的物质的量偏小，消耗 NaOH-甲醇溶液的体积偏小即 V_2 偏小，而 ROH 的物质的量为 $\frac{(V_2 \times c \times 10^{-3} - V_1 \times c \times 10^{-3})}{2}\text{ mol}$ ，故将导致测定结果偏小，D

项错误；

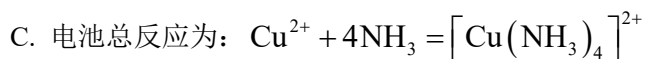
答案选 B。

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. 利用热再生氨电池可实现 CuSO_4 电镀废液的浓缩再生。电池装置如图所示，甲、乙两室均预加相同的 CuSO_4 电镀废液，向甲室加入足量氨水后电池开始工作。下列说法正确的是



- A. 甲室 Cu 电极为正极
- B. 隔膜为阳离子膜



D. NH_3 扩散到乙室将对电池电动势产生影响

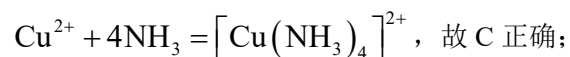
【答案】CD

【解析】

【详解】A. 向甲室加入足量氨水后电池开始工作，则甲室 Cu 电极溶解，变为铜离子与氨气形成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，因此甲室 Cu 电极为负极，故 A 错误；

B. 再原电池内电路中阳离子向正极移动，若隔膜为阳离子膜，电极溶解生成的铜离子要向右侧移动，通入氨气要消耗铜离子，显然左侧阳离子不断减小，明显不利于电池反应正常进行，故 B 错误；

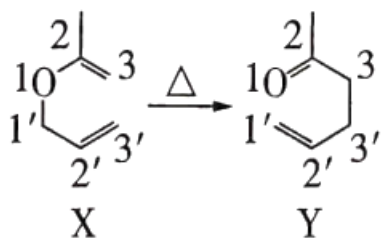
C. 左侧负极是 $\text{Cu} - 2\text{e}^- + 4\text{NH}_3 = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，正极是 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$ ，则电池总反应为：



D. NH_3 扩散到乙室会与铜离子反应生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，铜离子浓度降低，铜离子得电子能力减弱，因此将对电池电动势产生影响，故 D 正确。

综上所述，答案为 CD。

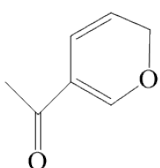
12. 有机物 X → Y 的异构化反应如图所示，下列说法错误的是



A. 依据红外光谱可确证 X、Y 存在不同的官能团

B. 除氢原子外，X 中其他原子可能共平面

C. 含醛基和碳碳双键且有手性碳原子的 Y 的同分异构体有 4 种(不考虑立体异构)

D. 类比上述反应， 的异构化产物可发生银镜反应和加聚反应

【答案】C

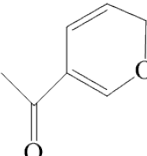
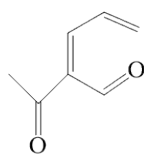
【解析】

【详解】A. 由题干图示有机物 X、Y 的结构简式可知，X 含有碳碳双键和醚键，Y 含有碳碳双键和酮羰

基，红外光谱图中可以反映不同官能团或化学键的吸收峰，故依据红外光谱可确证 X、Y 存在不同的官能团，A 正确；

B. 由题干图示有机物 X 的结构简式可知，X 分子中存在两个碳碳双键所在的平面，单键可以任意旋转，故除氢原子外，X 中其他原子可能共平面，B 正确；

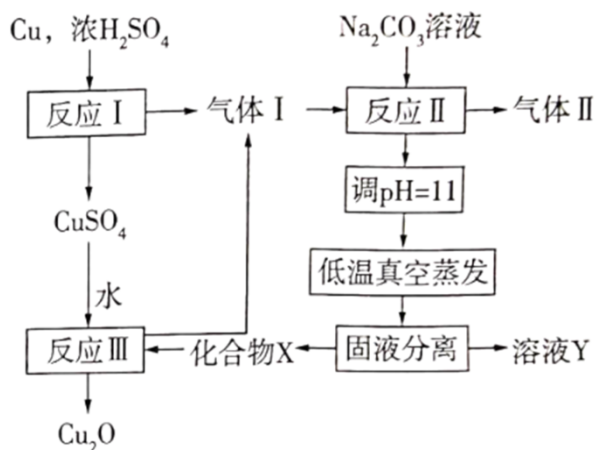
C. 由题干图示有机物 Y 的结构简式可知，Y 的分子式为： $C_6H_{10}O$ ，则含醛基和碳碳双键且有手性碳原子（即同时连有四个互不相同的原子或原子团的碳原子）的 Y 的同分异构体有： $CH_3CH=CHCH(CH_3)CHO$ 、 $CH_2=C(CH_3)CH(CH_3)CHO$ 、 $CH_2=CHCH(CH_3)CH_2CHO$ 、 $CH_2=CHCH_2CH(CH_3)CHO$ 和 $CH_2=CHCH(CH_2CH_3)CHO$ 共 5 种（不考虑立体异构），C 错误；

D. 由题干信息可知，类比上述反应， 的异构化产物为： 含有碳碳双键和醛基，

故可发生银镜反应和加聚反应，D 正确；

故答案为：C。

13. 一种制备 Cu_2O 的工艺路线如图所示，反应II所得溶液 pH 在 3~4 之间，反应III需及时补加 NaOH 以保持反应在 pH = 5 条件下进行。常温下， H_2SO_3 的电离平衡常数 $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}$ ， $K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$ 。下列说法正确的是



A. 反应I、II、III均为氧化还原反应

B. 低温真空蒸发主要目的是防止 $NaHSO_3$ 被氧化

C. 溶液 Y 可循环用于反应II所在操作单元吸收气体I

D. 若 Cu_2O 产量不变，参与反应III的 X 与 $CuSO_4$ 物质的量之比 $\frac{n(X)}{n(CuSO_4)}$ 增大时，需补加 NaOH 的量

减少

【答案】CD

【解析】

【分析】铜和浓硫酸反应(反应I)生成二氧化硫气体(气体 I)和硫酸铜,生成的二氧化硫气体与碳酸钠反应(反应 II), 所得溶液 pH 在 3~4 之间, 溶液显酸性, 根据 H_2SO_3 的电离平衡常数 $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-2}, K_{a2} = 6.3 \times 10^{-8}$, 可知 NaHSO_3 溶液显酸性(电离大于水解), 则反应 II 所得溶液成分是 NaHSO_3 , 调节溶液 pH 值至 11, 使 NaHSO_3 转化为 Na_2SO_3 , 低温真空蒸发(防止 Na_2SO_3 被氧化), 故固液分离得到 Na_2SO_3 晶体和 Na_2SO_3 溶液, Na_2SO_3 和 CuSO_4 反应的离子方程式是 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + \text{Cu}_2\text{O} + 4\text{H}^+$, 反应过程中酸性越来越强, 使 Na_2SO_3 转化成 SO_2 气体, 总反应方程式是 $2\text{CuSO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$, 需及时补加 NaOH 以保持反应在 $\text{pH} = 5$ 条件下进行, 据此分析解答。

【详解】A. 反应I是铜和浓硫酸反应, 生成二氧化硫, 是氧化还原反应, 反应II是 SO_2 和碳酸钠溶液反应, 生成 NaHSO_3 、水和二氧化碳, 是非氧化还原反应, 反应III是 Na_2SO_3 和 CuSO_4 反应生成 Cu_2O , 是氧化还原反应, 故 A 错误;

B. 低温真空蒸发主要目的是防止 Na_2SO_3 被氧化, 而不是 NaHSO_3 , 故 B 错误;

C. 经分析溶液 Y 的成分是 Na_2SO_3 溶液, 可循环用于反应II的操作单元吸收 SO_2 气体(气体I), 故 C 正确;

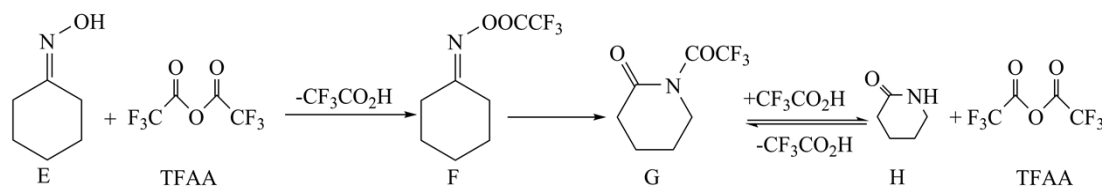
D. 制取 Cu_2O 总反应方程式是 $2\text{CuSO}_4 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \uparrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$, 化合物 X 是指 Na_2SO_3 , 若

Cu_2O 产量不变, 增大 $\frac{n(\text{X})}{n(\text{CuSO}_4)}$ 比, 多的 Na_2SO_3 会消耗氢离子, 用于控制 pH 值, 可减少 NaOH 的

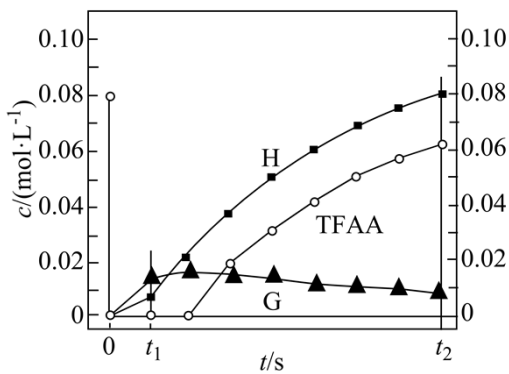
量, 故 D 正确;

答案 CD。

14. 一定条件下, 化合物 E 和 TFAA 合成 H 的反应路径如下:



已知反应初始 E 的浓度为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, TFAA 的浓度为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 部分物种的浓度随时间的变化关系如图所示, 忽略反应过程中的体积变化。下列说法正确的是

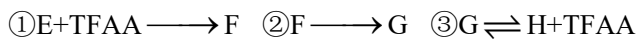


- A. t_1 时刻，体系中有 E 存在
 B. t_2 时刻，体系中无 F 存在
 C. E 和 TF 反应生成 F 的活化能很小
 D. 反应达平衡后，TF 的浓度为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

【答案】AC

【解析】

【分析】一定条件下，化合物 E 和 TF 合成 H 的反应路径中，共发生三个反应：



t_1 之后的某时刻，H 为 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时 TF 的浓度仍为 0，则表明 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ E、起始时的 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ TF、G 分解生成的 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ TF 全部参加反应，生成 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ F；在 t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TF 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则 F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

【详解】A. t_1 时刻，H 的浓度小于 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时反应③生成 F 的浓度小于 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，参加反应①的 H 的浓度小于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则参加反应 E 的浓度小于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所以体系中有 E 存在，A 正确；

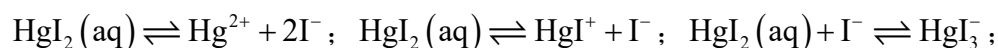
B. 由分析可知， t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TF 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则 F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，所以体系中有 F 存在，B 不正确；

C. t_1 之后的某时刻，H 为 $0.02\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，此时 TF 的浓度仍为 0，表明此时 E 和 TF 完全反应生成 F，所以 E 和 TF 生成 F 的反应速率快，反应的活化能很小，C 正确；

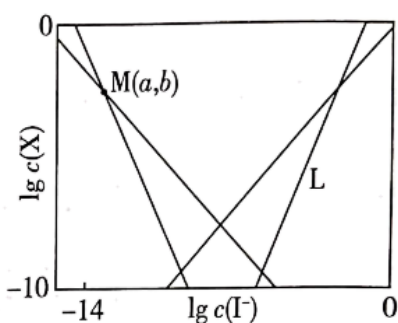
D. 在 t_2 时刻，H 为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，TF 为 $0.06\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，G 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，F 为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，只有 F、G 全部转化为 H 和 TF 时，TF 的浓度才能为 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，而 $\text{G} \rightleftharpoons \text{H+TF}$ 为可逆反应，所以反应达平衡后，TF 的浓度一定小于 $0.08\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，D 不正确；

故选 AC。

15. 在含 $\text{HgI}_2(\text{g})$ 的溶液中，一定 $c(\text{I}^-)$ 范围内，存在平衡关系： $\text{HgI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{HgI}_2(\text{aq})$ ；



$\text{HgI}_2(\text{aq}) + 2\text{I}^- \rightleftharpoons \text{HgI}_4^{2-}$ ，平衡常数依次为 K_0 、 K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 。已知 $\lg c(\text{Hg}^{2+})$ 、 $\lg c(\text{HgI}^+)$ 、 $\lg c(\text{HgI}_3^-)$ 、 $\lg c(\text{HgI}_4^{2-})$ 随 $\lg c(\text{I}^-)$ 的变化关系如图所示，下列说法错误的是



- A. 线 L 表示 $\lg c(\text{HgI}_4^{2-})$ 的变化情况
- B. 随 $c(\text{I}^-)$ 增大， $c[\text{HgI}_2(\text{aq})]$ 先增大后减小
- C. $a = \lg \frac{K_1}{K_2}$
- D. 溶液中 I 元素与 Hg 元素的物质的量之比始终为 2:1

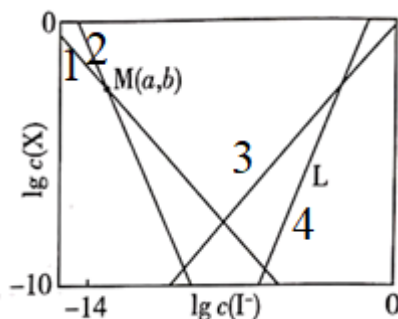
【答案】B

【解析】

【分析】由题干反应方程式 $\text{HgI}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2\text{I}^-$ 可知， $K_1 = \frac{c(\text{Hg}^{2+})c^2(\text{I}^-)}{c(\text{HgI}_2)}$ ，则有 $c(\text{Hg}^{2+}) = \frac{K_1 c(\text{HgI}_2)}{c^2(\text{I}^-)}$ ，

则有 $\lg c(\text{Hg}^{2+}) = \lg K_1 + \lg c(\text{HgI}_2) - 2\lg c(\text{I}^-)$ ，同理可得： $\lg c(\text{HgI}^+) = \lg K_2 + \lg c(\text{HgI}_2) - \lg c(\text{I}^-)$ ， $\lg c(\text{HgI}_3^-) = \lg K_3 + \lg c(\text{HgI}_2) + \lg c(\text{I}^-)$ ， $\lg c(\text{HgI}_4^{2-}) = \lg K_4 + \lg c(\text{HgI}_2) + 2\lg c(\text{I}^-)$ ，且由 $\text{HgI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{HgI}_2(\text{aq})$ 可知 $K_0 =$

$c[\text{HgI}_2(\text{aq})]$ 为一定值，故可知图示中



曲线 1、2、3、4 即 L 分别代表

$\lg c(\text{HgI}^+)$ 、 $\lg c(\text{Hg}^{2+})$ 、 $\lg c(\text{HgI}_3^-)$ 、 $\lg c(\text{HgI}_4^{2-})$ ，据此分析解题。

【详解】A. 由分析可知，线 L 表示 $\lg c(\text{HgI}_4^{2-})$ 的变化情况，A 正确；

B. 已知 $\text{HgI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{HgI}_2(\text{aq})$ 的化学平衡常数 $K_0 = c[\text{HgI}_2(\text{aq})]$, 温度不变平衡常数不变, 故随 $c(\text{I}^-)$ 增大, $c[\text{HgI}_2(\text{aq})]$ 始终保持不变, B 错误;

C. 由分析可知, 曲线 1 方程为: $\lg c(\text{Hg}^{2+}) = \lg K_1 + \lg c(\text{HgI}_2) - 2 \lg c(\text{I}^-)$, 曲线 2 方程为:

$\lg c(\text{HgI}^+) = \lg K_2 + \lg c(\text{HgI}_2) - \lg c(\text{I}^-)$ 即有 ① $b = \lg K_1 + \lg c(\text{HgI}_2) - 2a$, ② $b = \lg K_2 + \lg c(\text{HgI}_2) - a$, 联合 ①② 可知得:

$$a = \lg K_1 - \lg K_2 = \lg \frac{K_1}{K_2}, \text{ C 正确};$$

D. 溶液中的初始溶质为 HgI_2 , 根据原子守恒可知, 该溶液中 I 元素与 Hg 元素的物质的量之比始终为 2:1, D 正确;

故答案为: B。

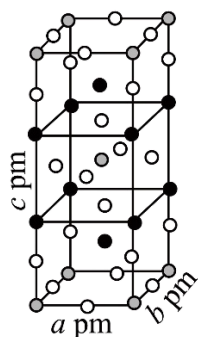
三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 60 分。

16. 卤素可形成许多结构和性质特殊的化合物。回答下列问题:

(1) -40°C 时, F_2 与冰反应生成 HOF 和 HF 。常温常压下, HOF 为无色气体, 固态 HOF 的晶体类型为____, HOF 水解反应的产物为____(填化学式)。

(2) ClO_2 中心原子为 Cl, Cl_2O 中心原子为 O, 二者均为 V 形结构, 但 ClO_2 中存在大 π 键 (Π_3^5)。
 ClO_2 中 Cl 原子的轨道杂化方式____; 为 O-Cl-O 键角____ Cl-O-Cl 键角(填 “>” “<” 或 “=”)。比较 ClO_2 与 Cl_2O 中 Cl-O 键的键长并说明原因_____。

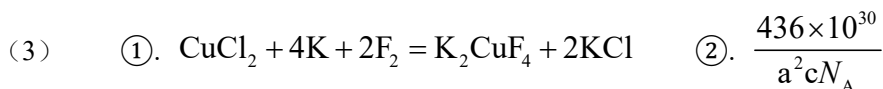
(3) 一定条件下, CuCl_2 、K 和 F_2 反应生成 KCl 和化合物 X。已知 X 属于四方晶系, 晶胞结构如图所示(晶胞参数 $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), 其中 Cu 化合价为 +2。上述反应的化学方程式为____。若阿伏加德罗常数的值为 N_A , 化合物 X 的密度 $\rho = \text{_____ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含 N_A 的代数式表示)。



【答案】(1) ①. 分子晶体 ②. HF 、 H_2O_2 和 O_2

(2) ①. sp^2 ②. > ③. ClO_2 分子中 Cl-O 键的键长小于 Cl_2O 中 Cl-O 键的键长, 其原因

是： ClO_2 分子中既存在 σ 键，又存在大 π 键，原子轨道重叠的程度较大，因此其中 $\text{Cl}-\text{O}$ 键的键长较小，而 Cl_2O 只存在普通的 σ 键。



【解析】

【小问 1 详解】

常温常压下， HOF 为无色气体，则 HOF 的沸点较低，因此，固态 HOF 的晶体类型为分子晶体。 HOF 分子中 F 显 -1 价，其水解时结合 H_2O 电离的 H^+ 生成 HF ，则 OH^- 结合 H_2O 电离的 OH^- ，两者反应生成 H_2O_2 ， H_2O_2 不稳定，其分解生成 O_2 ，因此， HOF 水解反应的产物为 HF 、 H_2O_2 和 O_2 。

【小问 2 详解】

ClO_2 中心原子为 Cl ， Cl_2O 中心原子为 O ，二者均为 V 形结构，但 ClO_2 中存在大 π 键 (Π_3^5)。由 ClO_2 中存在 Π_3^5 可以推断，其中 Cl 原子只能提供 1 对电子，有一个 O 原子提供 1 个电子，另一个 O 原子提供 1 对电子，这 5 个电子处于互相平行的 p 轨道中形成大 π 键， Cl 提供孤电子对与其中一个 O 形成配位键，与另一个 O 形成的是普通的共价键 (σ 键，这个 O 只提供了一个电子参与形成大 π 键)， Cl 的价层电子对数为 3，则 Cl 原子的轨道杂化方式为 sp^2 ； Cl_2O 中心原子为 O ，根据价层电子对的计算公式可知

$$n = \frac{6 + 1 \times 2}{2} = 4$$

因此， O 的杂化方式为 sp^3 ；根据价层电子对互斥理论可知， $n = 4$ 时，价电子对的几何构型为正四面体， $n = 3$ 时，价电子对的几何构型平面正三角形， sp^2 杂化的键角一定大于 sp^3 的，因此，虽然 ClO_2 和 Cl_2O 均为 V 形结构，但 $\text{O}-\text{Cl}-\text{O}$ 键角大于 $\text{Cl}-\text{O}-\text{Cl}$ 键角，孤电子对对成键电子对的排斥作用也改变不了这个结论。 ClO_2 分子中 $\text{Cl}-\text{O}$ 键的键长小于 Cl_2O 中 $\text{Cl}-\text{O}$ 键的键长，其原因是： ClO_2 分子中既存在 σ 键，又存在大 π 键，原子轨道重叠的程度较大，因此其中 $\text{Cl}-\text{O}$ 键的键长较小，而 Cl_2O 只存在普通的 σ 键。

是： ClO_2 分子中既存在 σ 键，又存在大 π 键，原子轨道重叠的程度较大，因此其中 $\text{Cl}-\text{O}$ 键的键长较小，而 Cl_2O 只存在普通的 σ 键。

【小问 3 详解】

一定条件下， CuCl_2 、 K 和 F_2 反应生成 KCl 和化合物 X 。已知 X 属于四方晶系，其中 Cu 化合价为 +2。由

晶胞结构图可知，该晶胞中含有黑球的个数为 $8 \times \frac{1}{4} + 2 = 4$ 、白球的个数为 $16 \times \frac{1}{4} + 4 \times \frac{1}{2} + 2 = 8$ 、灰色球

的个数为 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$ ，则 X 中含有 3 种元素，其个数比为 1:2:4，由于其中 Cu 化合价为 +2、F 的化合价为 -

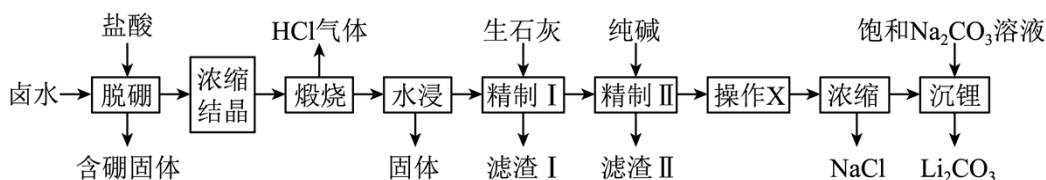
1、K 的化合价为 +1，根据化合价代数和为 0，可以推断 X 为 K_2CuF_4 ，上述反应的化学方程式为

$CuCl_2 + 4K + 2F_2 = K_2CuF_4 + 2KCl$ 。若阿伏加德罗常数的值为 N_A ，晶胞的质量为 $\frac{2 \times 218}{N_A} g$ ，晶胞的体

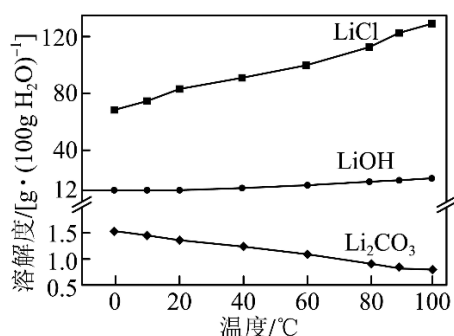
积为 $a^2 c pm^3 = a^2 c \times 10^{-30} cm^3$ ，化合物 X 的密度 $\rho = \frac{\frac{2 \times 218}{N_A} g}{a^2 c \times 10^{-30} cm^3} = \frac{436 \times 10^{30}}{a^2 c N_A} g \cdot cm^{-3}$ 。

17. 盐湖卤水(主要含 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Li^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 和硼酸根等)是锂盐的重要来源。一种以高镁卤水为

原料经两段除镁制备 Li_2CO_3 的工艺流程如下:



已知: 常温下, $K_{sp}(Li_2CO_3) = 2.2 \times 10^{-3}$ 。相关化合物的溶解度与温度的关系如图所示。



回答下列问题:

(1) 含硼固体中的 $B(OH)_3$ 在水中存在平衡: $B(OH)_3 + H_2O \rightleftharpoons H^+ + [B(OH)_4]^-$ (常温下, $K_a = 10^{-9.34}$); $B(OH)_3$ 与 NaOH 溶液反应可制备硼砂 $Na_2B_4O_5(OH)_4 \cdot 8H_2O$ 。常温下, 在 $0.10 mol \cdot L^{-1}$ 硼砂溶液中, $[B_4O_5(OH)_4]^{2-}$ 水解生成等物质的量浓度的 $B(OH)_3$ 和 $[B(OH)_4]^-$, 该水解反应的离子方程式为____, 该溶液 pH = ____。

(2) 滤渣 I 的主要成分是____(填化学式); 精制 I 后溶液中 Li^+ 的浓度为 $2.0 mol \cdot L^{-1}$, 则常温下精制 II 过程中 CO_3^{2-} 浓度应控制在____ $mol \cdot L^{-1}$ 以下。若脱硼后直接进行精制 I, 除无法回收 HCl 外, 还将增加____的用量(填化学式)。

(3) 精制 II 的目的是____; 进行操作 X 时应选择的试剂是____, 若不进行该操作而直接浓缩, 将导致

_____。

【答案】(1) ①. $[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{B}(\text{OH})_3 + 2[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ②. 9.34

(2) ①. CaSO_4 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ②. 5.5×10^{-4} ③. 纯碱

(3) ①. 加入纯碱将精制I所得滤液中的 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 (或除去精制I所得滤液中的 Ca^{2+})，提高 Li_2CO_3 纯度 ②. 盐酸 ③. 浓缩液中因 CO_3^{2-} 浓度过大使得 Li^+ 过早沉淀，即浓缩结晶得到的 NaCl 中会混有 Li_2CO_3 ，最终所得 Li_2CO_3 的产率减小

【解析】

【分析】由流程可知，卤水中加入盐酸脱硼后过滤，所得滤液经浓缩结晶后得到晶体，该晶体中含有 Na^+ 、 Li^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等，焙烧后生成 HCl 气体；烧渣水浸后过滤，滤液中加生石灰后产生沉淀，在此条件下溶解度最小的是 CaSO_4 ，则滤渣I的主要成分为 CaSO_4 ；由于 CaSO_4 微溶于水，精制I所得滤液中再加纯碱又生成沉淀，则滤渣II为 CaCO_3 ；精制II所得滤液经操作 X 后，所得溶液经浓缩结晶、过滤得到氯化钠，浓缩后的滤液中加入饱和碳酸钠溶液沉锂，得到 Li_2CO_3 。

【小问 1 详解】

含硼固体中的 $\text{B}(\text{OH})_3$ 在水中存在平衡： $\text{B}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons [\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+$ (常温下， $K = 10^{-9.34}$)；

$\text{B}(\text{OH})_3$ 与 NaOH 溶液反应可制备硼砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。常温下在 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硼砂溶液中，

$[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-}$ 水解生成等物质的量浓度的 $\text{B}(\text{OH})_3$ 和 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，该水解反应的离子方程式为

$[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4]^{2-} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{B}(\text{OH})_3 + 2[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ ，由 B 元素守恒可知， $\text{B}(\text{OH})_3$ 和 $[\text{B}(\text{OH})_4]^-$ 的浓度

均为 $0.20\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $K = \frac{c_{[\text{B}(\text{OH})_4]^-} \cdot c(\text{H}^+)}{c_{\text{B}(\text{OH})_3}} = c(\text{H}^+) = 10^{-9.34}$ ，则该溶液 $\text{pH} = 9.34$ 。

【小问 2 详解】

由分析可知，滤渣 I 的主要成分是 CaSO_4 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ；精制 I 后溶液中 Li^+ 的浓度为 $2.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，由

$K_{\text{sp}}(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 2.2 \times 10^{-3}$ 可知，则常温下精制II过程中 CO_3^{2-} 浓度应控制在 $\frac{2.2 \times 10^{-3}}{2.0^2} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 5.5 \times 10^{-4}$

$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下。若脱硼后直接进行精制I，除无法回收 HCl 外，后续在浓缩结晶时将生成更多的氯化钠晶体，因此，还将增加纯碱 (Na_2CO_3) 的用量。

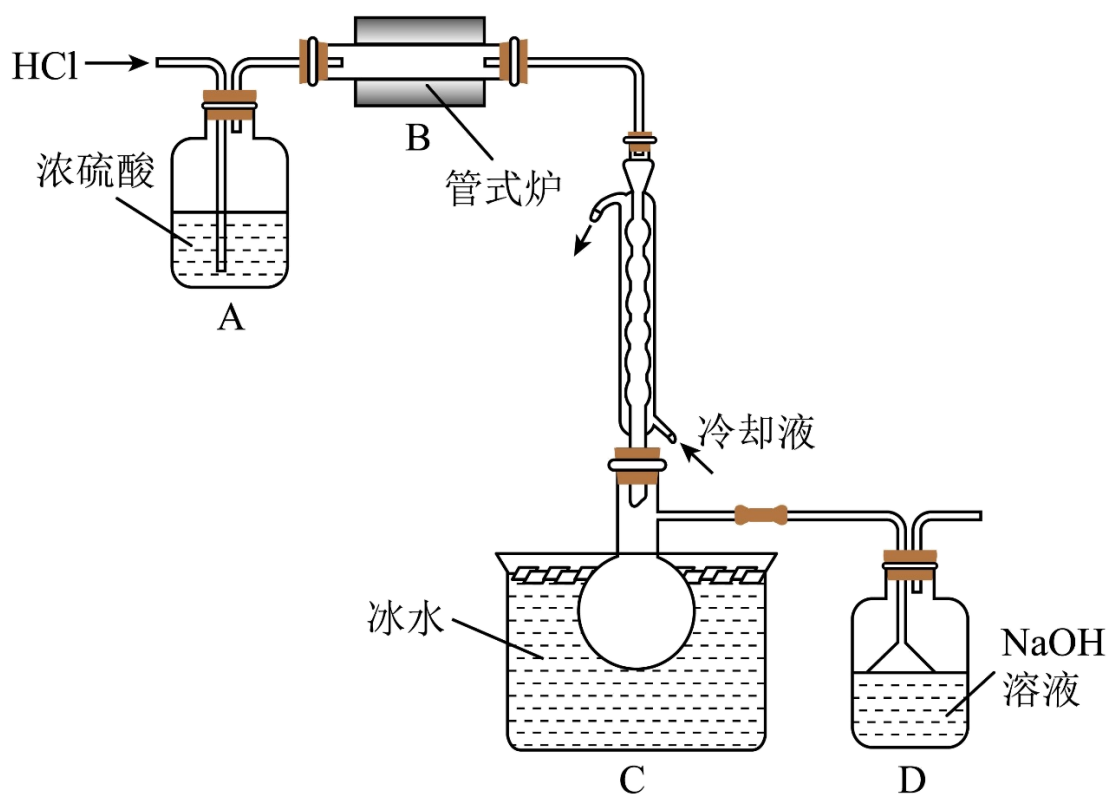
【小问 3 详解】

精制I中，烧渣水浸后的滤液中加生石灰后产生的滤渣I的主要成分为 CaSO_4 ；由于 CaSO_4 微溶于水，精制I所得滤液中还含有一定浓度的 Ca^{2+} ，还需要除去 Ca^{2+} ，因此，精制II的目的是：加入纯碱将精制I所得滤液中的 Ca^{2+} 转化为 CaCO_3 （或除去精制I所得滤液中的 Ca^{2+} ），提高 Li_2CO_3 纯度。操作X是为了除去剩余的碳酸根离子，为了防止引入杂质离子，应选择的试剂是盐酸；加入盐酸的目的是除去剩余的碳酸根离子，若不进行该操作而直接浓缩，将导致浓缩液中因 CO_3^{2-} 浓度过大使得 Li^+ 过早沉淀，即浓缩结晶得到的 NaCl 中会混有 Li_2CO_3 ，最终所得 Li_2CO_3 的产率减小。

18. 三氯甲硅烷(SiHCl_3)是制取高纯硅的重要原料，常温下为无色液体，沸点为 31.8°C ，熔点为

-126.5°C ，易水解。实验室根据反应 $\text{Si} + 3\text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{SiHCl}_3 + \text{H}_2$ ，利用如下装置制备 SiHCl_3 粗品(加热及

夹持装置略)。回答下列问题：

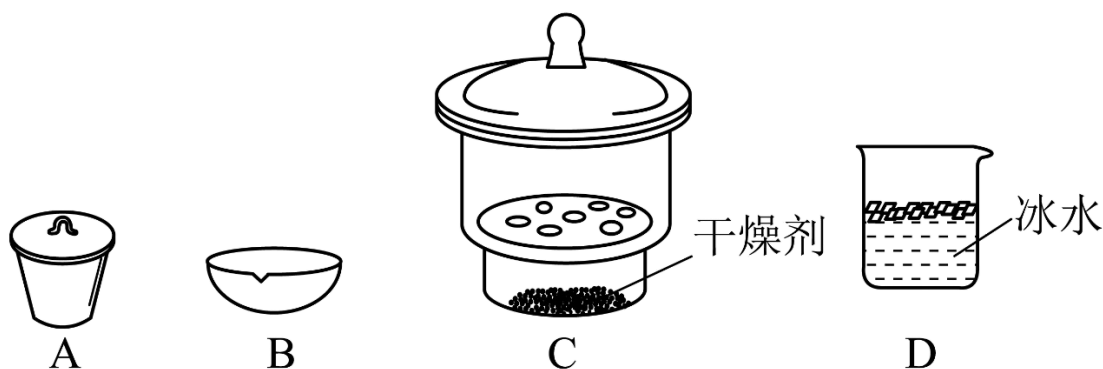


(1) 制备 SiHCl_3 时进行操作：(i)……；(ii)将盛有硅粉的瓷舟置于管式炉中；(iii)通入 HCl ，一段时间后接通冷凝装置，加热开始反应。操作(i)为_____；判断制备反应结束的实验现象是_____。图示装置存在的两处缺陷是_____。

(2) 已知电负性 $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$ ， SiHCl_3 在浓 NaOH 溶液中发生反应的化学方程式为_____。

(3) 采用如下方法测定溶有少量 HCl 的 SiHCl_3 纯度。

$m_1\text{g}$ 样品经水解、干燥等预处理过程得硅酸水合物后，进行如下实验操作：①____，②____(填操作名称)，③称量等操作，测得所得固体氧化物质量为 $m_2\text{g}$ ，从下列仪器中选出①、②中需使用的仪器，依次为____(填标号)。测得样品纯度为____(用含 m_1 、 m_2 的代数式表示)。



【答案】(1) ①. 检查装置气密性 ②. 当管式炉中没有固体剩余时 ③. C、D 之间没有干燥装置，没有处理氢气的装置



(3) ①. 高温灼烧 ②. 冷却 ③. AC ④. $\frac{135.5m_2}{60m_1} \times 100\%$

【解析】

【分析】氯化氢气体通入浓硫酸干燥后，在管式炉中和硅在高温下反应，生成三氯甲硅烷和氢气，由于三氯甲硅烷沸点为 31.8°C ，熔点为 -126.5°C ，在球形冷凝管中可冷却成液态，在装置 C 中收集起来，氢气则通过 D 装置排出同时 D 可处理多余吸收的氯化氢气体，据此解答。

【小问 1 详解】

制备 SiHCl_3 时，由于氯化氢、 SiHCl_3 和氢气都是气体，所以组装好装置后，要先检查装置气密性，然后将盛有硅粉的瓷舟置于管式炉中，通入氯化氢气体，排出装置中的空气，一段时间后，接通冷凝装置，加热开始反应，当管式炉中没有固体剩余时，即硅粉完全反应， SiHCl_3 易水解，所以需要在 C、D 之间加一个干燥装置，防止 D 中的水蒸气进入装置 C 中，另外氢氧化钠溶液不能吸收氢气，需要在 D 后面加处理氢气的装置，故答案为：检查装置气密性；当管式炉中没有固体剩余时；C、D 之间没有干燥装置，没有处理氢气的装置；

【小问 2 详解】

已知电负性 $\text{Cl} > \text{H} > \text{Si}$ ，则 SiHCl_3 中氯元素的化合价为 -1，H 元素的化合价为 -1，硅元素化合价为 +4，所

以氢氧化钠溶液和 SiHCl_3 反应时, 要发生氧化还原反应, 得到氯化钠、硅酸钠和氢气, 化学方程式为:
 $\text{SiHCl}_3 + 5\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 故答案为: $\text{SiHCl}_3 + 5\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 3\text{NaCl} + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$;

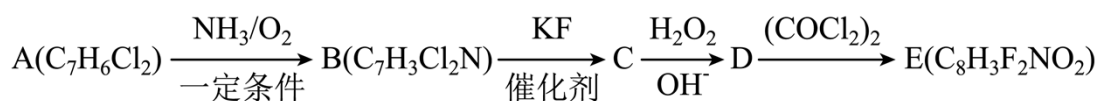
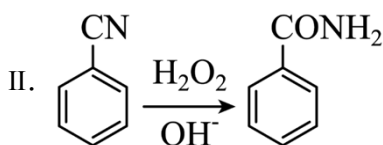
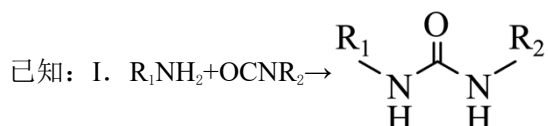
【小问 3 详解】

$m_1\text{g}$ 样品经水解, 干燥等预处理过程得到硅酸水合物后, 高温灼烧, 在干燥器中冷却后, 称量, 所用仪器包括坩埚和干燥器, 所得固体氧化物为二氧化硅, 质量为 $m_2\text{g}$, 则二氧化硅的物质的量为 $n(\text{SiO}_2) =$

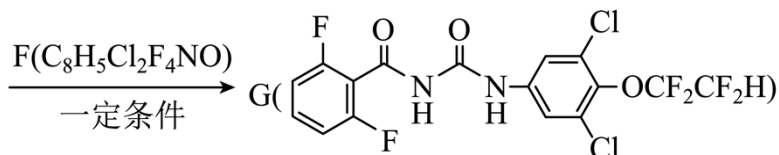
$\frac{m_2}{60}\text{mol}$, 样品纯度为 $\frac{\frac{m_2}{60} \times (28 + 1 + 35.5 \times 3)}{m_1} \times 100\% = \frac{135.5m_2}{60m_1} \times 100\%$, 故答案为: 高温灼烧; 冷却;

AC; $\frac{135.5m_2}{60m_1} \times 100\%$ 。

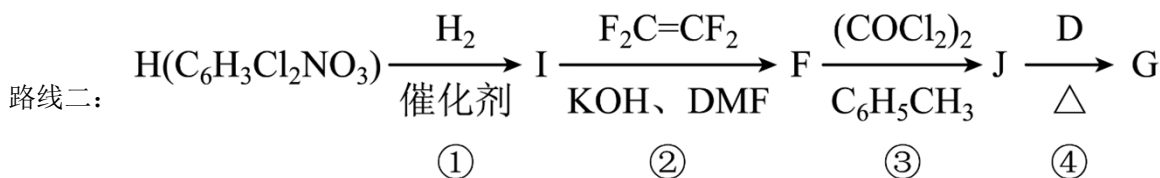
19. 根据杀虫剂氟铃脲(G)的两条合成路线, 回答下列问题。



路线:



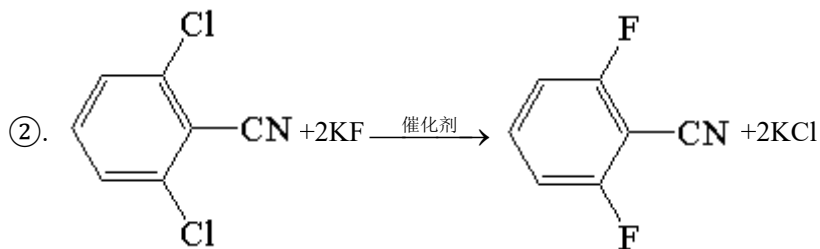
(1) A 的化学名称为_____(用系统命名法命名); $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的化学方程式为_____; D 中含氧官能团的名称为_____; E 的结构简式为_____。



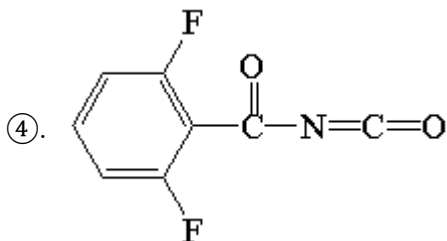
(2) H 中有_____种化学环境的氢, ①~④属于加成反应的是_____(填序号); J 中原子的轨道杂化方式有_____种。

【答案】(1)

①. 2,6-二氯甲苯

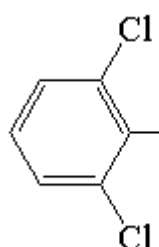


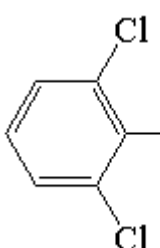
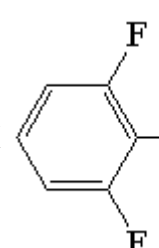
③. 酰胺基

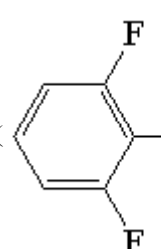


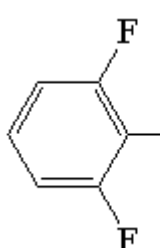
(2) ①. 2 ②. ②④ ③. 2

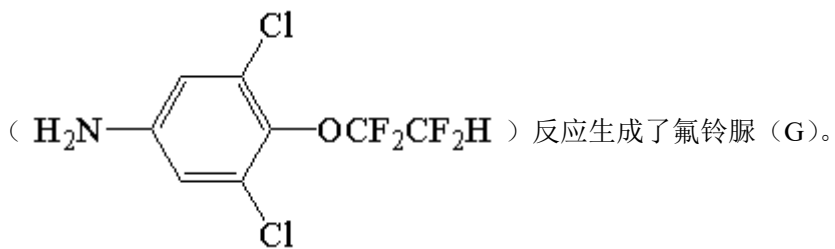
【解析】

【分析】路线：根据流程及 A 的分子式为 $C_7H_6Cl_2$ ，可推出 A 的结构式为 ，A 在氨气

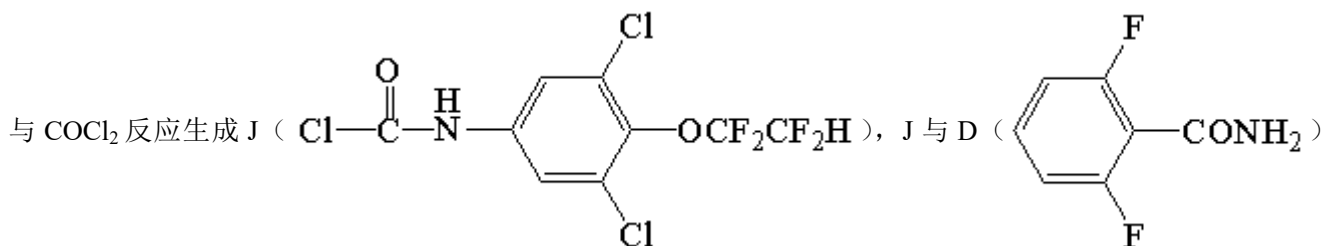
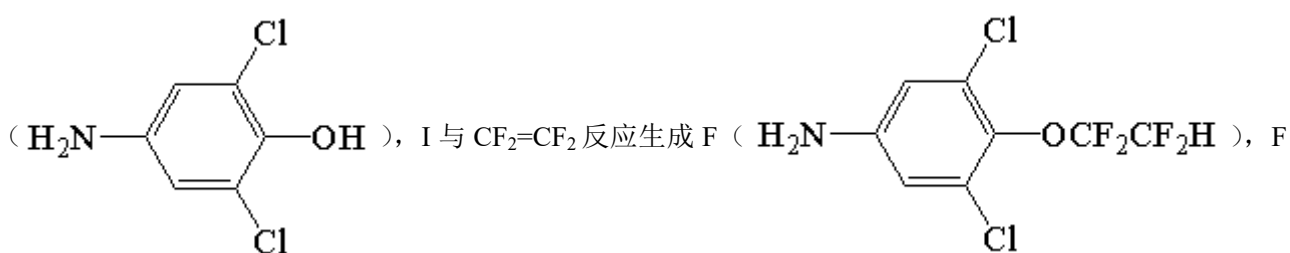
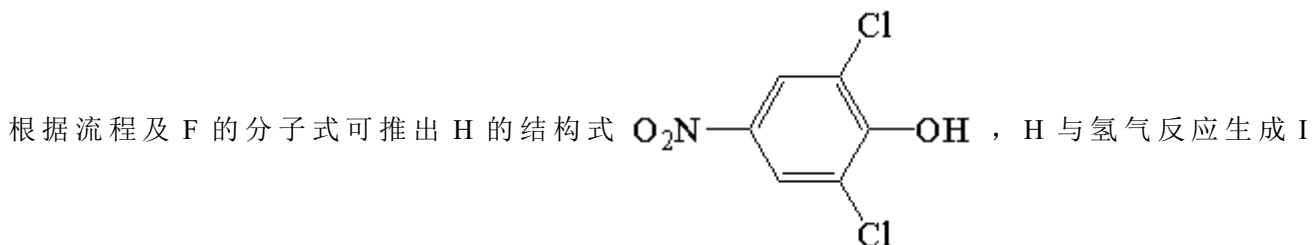
和氧气的作用下，生成了 B ()，B 与 KF 反应，生成 C ()，根据题

给信息，C 与过氧化氢反应，生成 D ()，D 和 $(COCl)_2$ 反应生成 E，E 的分子式为

$C_8H_3F_2NO_2$ ，推出 E 的结构式为 ，E 与 F

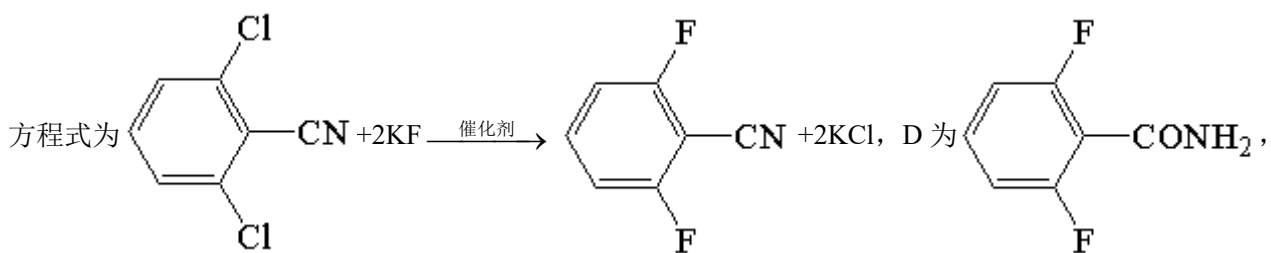
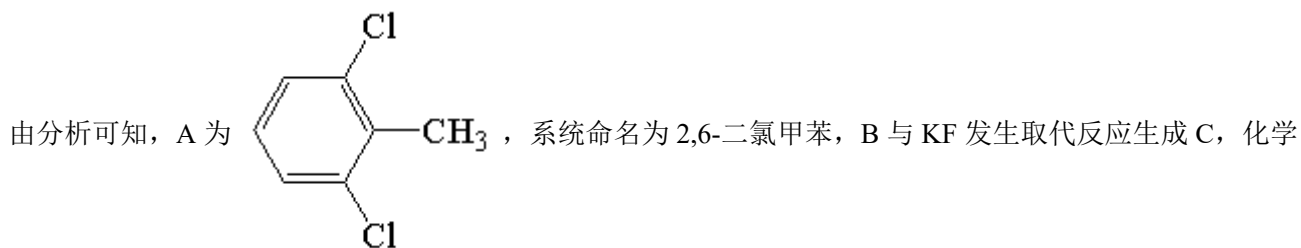


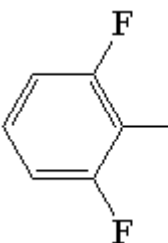
路线二:

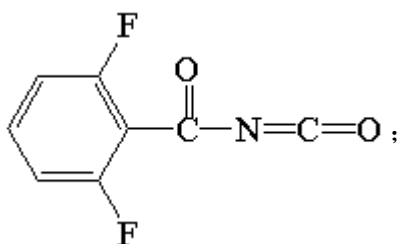
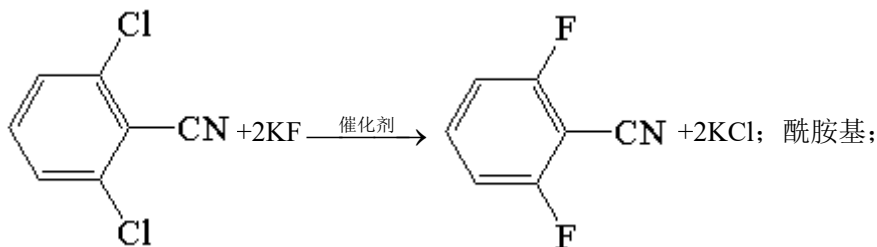


反应生成了氟铃脲 (G)。

【小问 1 详解】



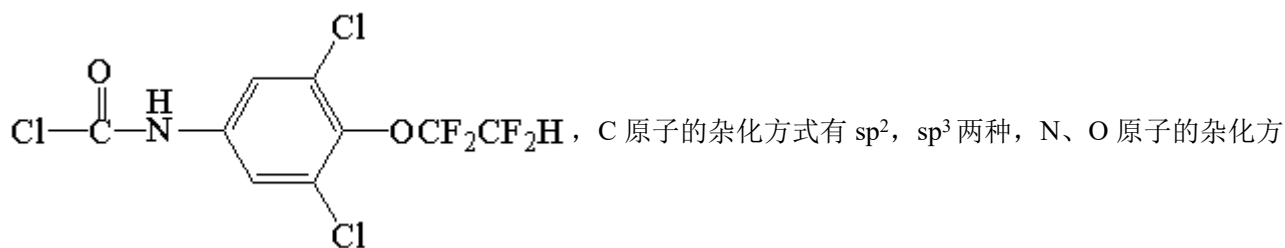
含氧官能团为酰胺基，根据分析，E为 ，故答案为：2,6-二氯甲苯；



【小问2详解】

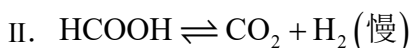
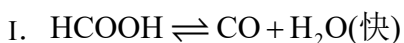
根据分析，H为 ，由结构特征可知，含有2种化学环境的氢，根据分析流程

可知H→I为还原反应，I→F为加成反应，F→J为取代反应，J→G为加成反应，J为



式均为 sp^3 ，所以J中原子的杂化方式有2种，故答案为：2；②④；2。

20. 一定条件下，水气变换反应 $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ 的中间产物是 $HCOOH$ 。为探究该反应过程，研究 $HCOOH$ 水溶液在密封石英管中的分子反应：



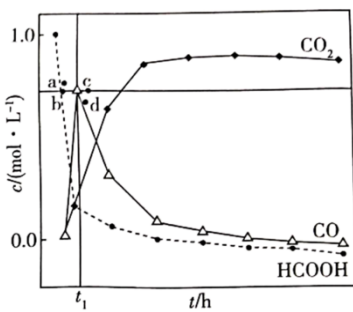
研究发现，在反应I、II中， H^+ 仅对反应I有催加速作用；反应I速率远大于反应II，近似认为反应I建立平衡

后始终处于平衡状态。忽略水电离，其浓度视为常数。回答下列问题：

(1) 一定条件下，反应I、II的焓变分别为 ΔH_1 、 ΔH_2 ，则该条件下水气变换反应的焓变 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 的代数式表示)。

(2) 反应I正反应速率方程为： $v = kc(H^+) \cdot c(HCOOH)$ ， k 为反应速率常数。 T_1 温度下， $HCOOH$ 电离平衡常数为 K_a ，当 $HCOOH$ 平衡浓度为 $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时， H^+ 浓度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，此时反应I应速率 $v = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (用含 K_a 、 x 和 k 的代数式表示)。

(3) T_3 温度下，在密封石英管内完全充满 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} HCOOH$ 水溶液，使 $HCOOH$ 分解，分解产物均完全溶于水。含碳物种浓度与反应时间的变化关系如图所示(忽略碳元素的其他存在形式)。 t_1 时刻测得 CO 、 CO_2 的浓度分别为 $0.70 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，反应II达平衡时，测得 H_2 的浓度为 $y \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。体系达平衡后 $\frac{c(CO)}{c(CO_2)} = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 y 的代数式表示，下同)，反应II的平衡常数为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。



相同条件下，若反应起始时溶液中同时还含有 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸，则图示点a、b、c、d中， CO 的浓度峰值点可能是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填标号)。与不同盐酸相比， CO 达浓度峰值时， CO_2 浓度 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”“减小”

或“不变”)， $\frac{c(CO)}{c(HCOOH)}$ 的反应 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填“增大”“减小”或“不变”)。

【答案】 (1) $\Delta H_2 - \Delta H_1$

(2) ①. $\sqrt{K_a x}$ ②. $kx\sqrt{K_a x}$

(3) ①. $\frac{5-5y}{6y}$ ②. $\frac{6y^2}{1-y}$ ③. a ④. 减小 ⑤. 不变

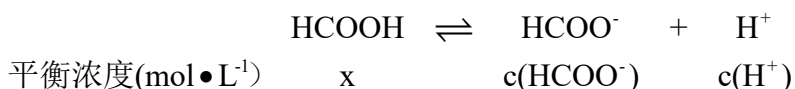
【解析】

【小问1详解】

根据盖斯定律，反应 II-反应 I=水气变换反应，故水气变换反应的焓变 $\Delta H = \Delta H_2 - \Delta H_1$ ；

【小问 2 详解】

T_1 温度时，HCOOH 建立电离平衡：

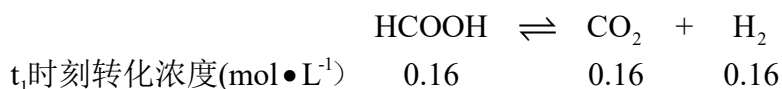
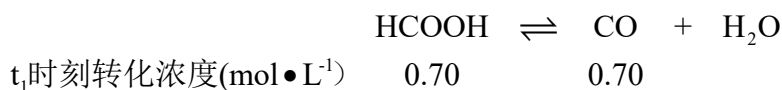


$$K_a = \frac{c(\text{HCOO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{HCOOH})}, \quad c(\text{HCOO}^-)=c(\text{H}^+), \quad \text{故 } c(\text{H}^+)=\sqrt{K_a x}。$$

$$v = kc(\text{H}^+) \cdot c(\text{HCOOH}) = kx\sqrt{K_a x}。$$

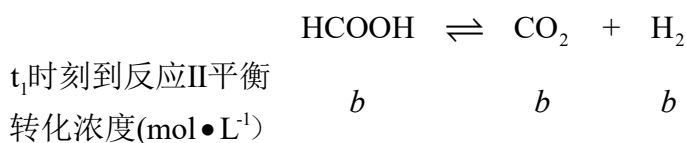
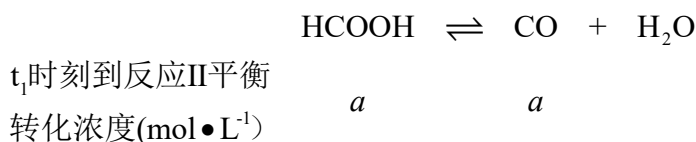
【小问 3 详解】

t_1 时刻时， $c(\text{CO})$ 达到最大值，说明此时反应 I 达平衡状态。此时



故 t_1 时刻 $c(\text{HCOOH})=1.0-0.70-0.16=0.14 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $K(\text{I})=\frac{c(\text{CO})}{c(\text{HCOOH})}=\frac{0.70}{0.14}=5$ 。 t_1 时刻→反应 II

达平衡过程，



则 $c(\text{H}_2)=b+0.16=y$ ， $b=(y-0.16)\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， $c(\text{HCOOH})=0.14-a-b=0.3-a-y$ ， $c(\text{CO})=a+0.7$ ， $K(\text{I})=$

$$\frac{c(\text{CO})}{c(\text{HCOOH})}=\frac{0.3-a-y}{a+0.7}=5, \quad a=\frac{0.8-5y}{6}。 \quad \text{故 } \frac{c(\text{CO})}{c(\text{CO}_2)}=\frac{\frac{0.8-5y}{6}+0.7}{y}=\frac{5-5y}{6y}, \quad K(\text{II})=$$

$$\frac{c(\text{CO}_2)c(\text{H}_2)}{c(\text{HCOOH})}=\frac{y\cdot y}{\frac{0.8-5y}{6}+0.7}=\frac{6y^2}{1-y}。$$

加入 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 盐酸后， H^+ 对反应 I 起催化作用，加快反应 I 的反应速率，缩短到达平衡所需时间，故

CO 浓度峰值提前，由于时间缩短，反应II消耗的 HCOOH 减小，体系中 HCOOH 浓度增大，导致 CO 浓度大于 t_1 时刻的峰值，故 $c(\text{CO})$ 最有可能在 a 处达到峰值。此时 $c(\text{CO}_2)$ 会小于不含盐酸的浓度，

$\frac{c(\text{CO})}{c(\text{HCOOH})} = K(\text{I})$ ，温度不变，平衡常数不变，则 $\frac{c(\text{CO})}{c(\text{HCOOH})}$ 的值不变。

