

河南省 2025 年高考综合改革适应性演练

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上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其他答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Si 28

一、选择题：本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1. 我国传统手工艺品是劳动人民的智慧结晶，并随着时代发展不断创新。下列手工艺品中主要成分为无机物的是

	
A. 云锦	B. 牡丹瓷
	
C. 麦秆画	D. 油纸伞

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【解析】

【详解】A. 云锦的主要成分包括蚕丝，属于有机物蛋白质，A 不符合题意；

B. 牡丹瓷属于陶瓷，主要成分是硅酸盐，B 符合题意；

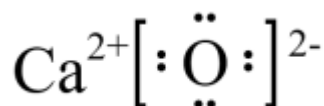
C. 麦秆画主要成分是纤维素，C 不符合题意；

D. 油纸伞骨架是由竹子为材料制作，主要成分是纤维素，伞面主要由棉纸制成，主要成分是蛋白质，D 不符合题意；

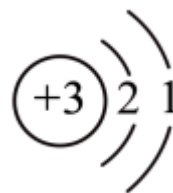
故选 B。

2. 下列化学用语或图示正确的是

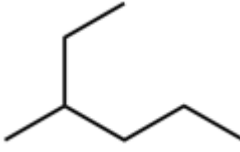
A. CaO 的电子式:



B. Li^+ 的结构示意图:



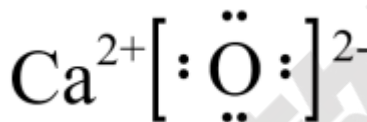
C. 中子数为 38 的镓原子: $^{38}_{31}\text{Ga}$

D.  的化学名称: 2-乙基戊烷

【答案】A

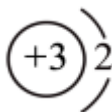
【解析】

【详解】A. CaO 是离子化合物, 电子式为



, 故 A 正确;

B. Li^+ 核外有 2 个电子, 结构示意图



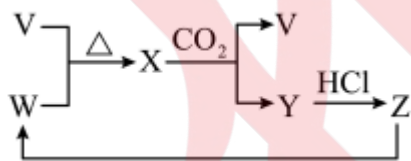
, 故 B 错误;

C. 中子数为 38 的镓原子, 质量数为 69: $^{69}_{31}\text{Ga}$, 故 C 错误;

D.  主链有 6 个碳原子, 3 号碳原子上连有 1 个甲基, 化学名称: 3-甲基己烷, 故 D 错误;

选 A。

3. W 是一种短周期金属元素的单质, V 是无色气体。它们之间的转化关系如图所示(略去部分生成物和反应条件)。下列说法错误的是



A. 气体 V 可通过排水法收集

B. X 与水反应能生成气体 V

C. Y 易溶于水, 溶液显碱性

D. 电解 Z 的水溶液可得到 W

【答案】D

【解析】

【分析】W 是一种短周期金属元素的单质, V 是无色气体, W 与 V 在加热条件下反应生成 X, X 与 CO_2 反应又能生成 V, 则 W 为 Na, V 为 O_2 , X 为 Na_2O_2 , Y 为 Na_2CO_3 , Y 与 HCl 反应生成 Z, Z 为 NaCl。

【详解】A. V 为 O_2 , 可通过排水法收集, A 正确;

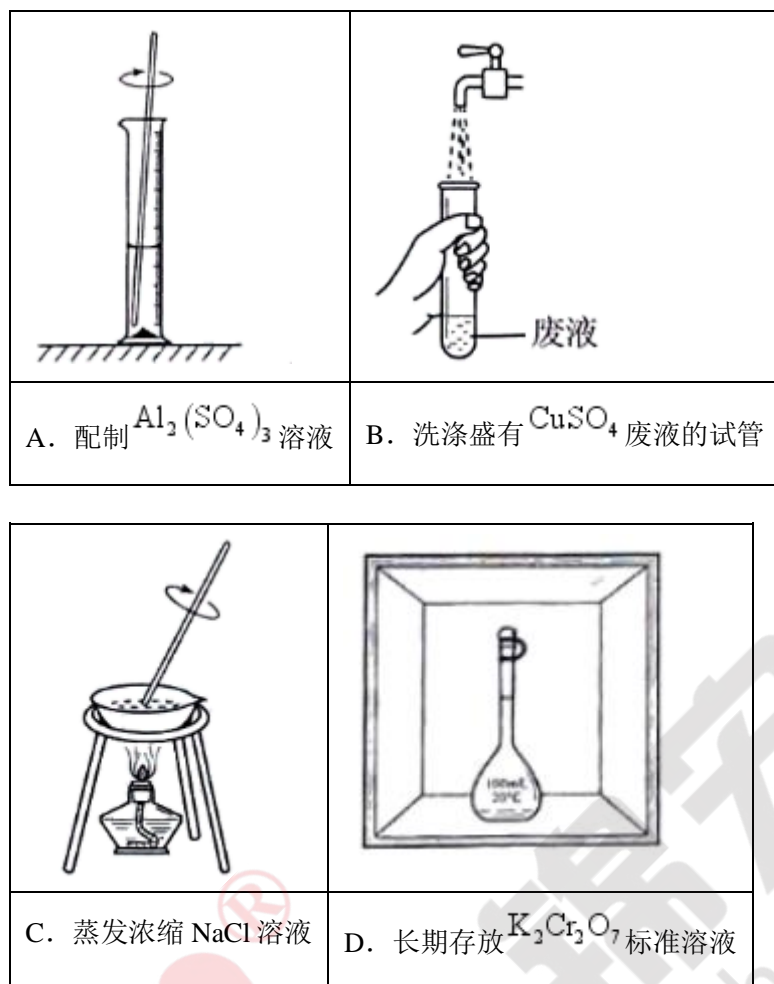
B. X 为 Na_2O_2 , Na_2O_2 与水反应能生成 O_2 , B 正确;

C. Y 为 Na_2CO_3 , 易溶于水, 由于 CO_3^{2-} 水解, 溶液显碱性, C 正确;

D. Z 为 NaCl，电解 NaCl 水溶液可得不到 W (Na)，应该电解熔融氯化钠，D 错误；

故选 D。

4. 下列图示中，操作规范的是



A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【解析】

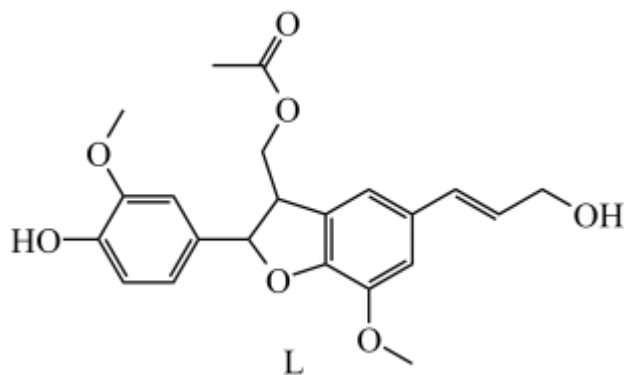
【详解】A. 配制溶液不能在量筒中进行溶解配制，A 错误；

B. CuSO_4 废液应先倒入指定废液缸中，再清洗试管，B 错误；

C. 用蒸发皿进行蒸发浓缩 NaCl 溶液，并用玻璃棒不断搅拌，C 正确；

D. 长期存放 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液应用密封的细口瓶，容量瓶用于溶液配制不能长期储存溶液，D 错误；
故选 C。

5. 化合物 L 是从我国传统中药华中五味子中提取得到的一种天然产物，其结构如图所示。下列有关该化合物的说法错误的是



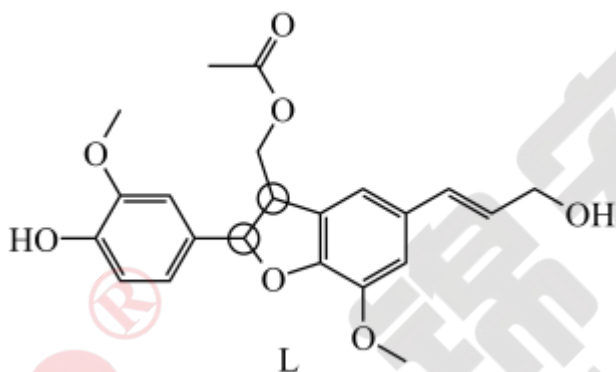
- A. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 B. 分子中含有 2 个手性碳原子
 C. 能与 NaHCO_3 溶液反应放出 CO_2 气体
 D. 既能发生加成反应，又能发生取代反应

【答案】C

【解析】

【详解】A. 化合物 L 中含碳碳双键、羟基，能使酸性 KMnO_4 溶液褪色，A 正确；

B. 已知同时连有 4 个互不相同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子，故 L 分子存在 2 个手性碳原子，



如图所示：

，B 正确；

C. 化合物 L 分子中不含羧基，含有酚羟基，酸性比碳酸强，不能与碳酸氢钠溶液反应产生 CO_2 ，C 错误；

D. 化合物 L 中含有碳碳双键可以发生加成反应，含有羟基可以发生取代反应，D 正确；

故选 C。

6. 某化合物分子式为 YWZX_2 ，W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素，X 与 Z 同主族，W 与 X 质子数之和等于 Z 的质子数，Y 最外层电子数是其内层电子总数的一半。下列说法正确的是

- A. 电负性： $\text{W} < \text{Y}$
 B. WX_2 的空间结构为直线形
 C. 最简单氢化物的沸点： $\text{X} < \text{Z}$
 D. Y 的第一电离能高于同周期相邻元素

【答案】D

【解析】

【分析】W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素，Y 最外层电子数是其内层电子总数的一半且之前还有两个元素，则 Y 为 P；因为 X 与 Z 同主族，则 X 与 Z 分别可能是 O 与 S 或 F 与 Cl，又因为 W 与 X 质子数之和等于 Z 的质子数，则 X 与 Z 分别是 F 与 Cl，则 W 是 O，W、X、Y、Z 依次是 O、F、P、Cl 由此解答。

【详解】A. 同周期元素从左到右电负性逐渐增大，同主族从上到下电负性逐渐减小，P 电负性小于 N，N 电负性小于 O，故电负性 $\text{W} > \text{Y}$ ，A 错误；

B. WX_2 的空间结构为 V 形, OF_2 中中心原子为 O, F 为配位原子, 价层电子对数 $= (6+1 \times 2)/2 = 4$, 成键电子对数为 2, 孤电子对数为 $4-2=2$, $VSEPR$ 为四面体, 孤电子对越多, 排斥力越大, 所以 OF_2 分子构型为 V 形, B 错误;

C. HF 气体之间可以形成氢键, 而 HCl 无氢键, 则最简单氢化物的沸点 $X > Z$, C 错误;

D. Y 的第一电离能高于同周期相邻元素, 第 VIIA 族的第一电离能比相邻元素高, D 正确;
故选 D。

7. 对于下列过程中发生的化学反应, 相应离子方程式正确的是

A. 向浓硝酸中加入少量氧化亚铜: $Cu_2O + 2H^+ = Cu + Cu^{2+} + H_2O$

B. 以热氢氧化钠溶液洗涤附着在试管内壁的少量硫: $3S + 6OH^- \xrightarrow{\Delta} 2S^{2-} + SO_3^{2-} + 3H_2O$

C. 醋酸铵的水解: $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 \cdot H_2O + H^+$

D. 向碘酸钾溶液中滴加双氧水: $H_2O_2 + 2IO_3^- + 6H^+ = I_2 + 2O_2 \uparrow + 4H_2O$

【答案】B

【解析】

【详解】A. 向浓硝酸中加入少量氧化亚铜, 在这个反应中, 氧化亚铜被浓硫酸氧化, 生成硫酸铜、二氧化硫和水, 反应的离子方程式 $3Cu_2O + 14H^+ + 2NO_3^- = 6Cu^{2+} + 2NO \uparrow + 7H_2O$, A 错误;

B. 氢氧化钠溶液洗涤附着在试管内壁的少量硫生成硫化钠, 亚硫酸钠和水, 离子方程式为:

$3S + 6OH^- \xrightarrow{\Delta} 2S^{2-} + SO_3^{2-} + 3H_2O$, B 正确;

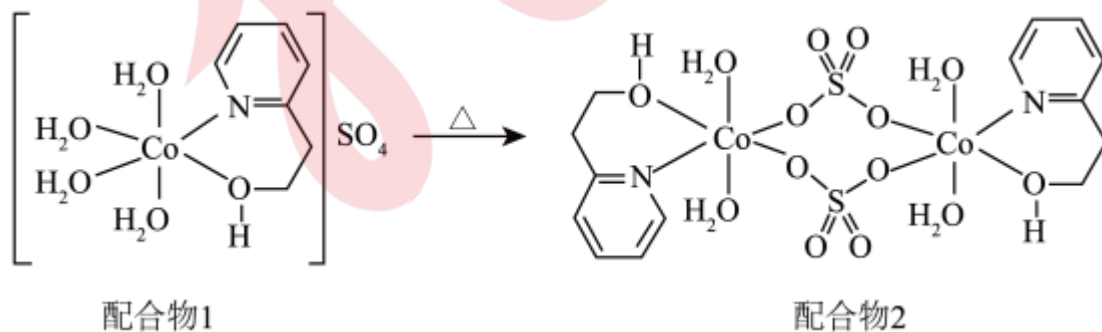
C. 醋酸铵的水解, CH_3COONH_4 中铵根与醋酸根都是弱离子, 都会发生水解, C 错误;

D. 向碘酸钾溶液中滴加双氧水, 碘酸钾中的碘元素为 +5 价, 被双氧水还原为碘化钾, 中的碘元素 -1 价,

双氧水则被氧化为氧气, 反应的离子方程式为: $IO_3^- + 3H_2O_2 = I^- + 3O_2 \uparrow + 3H_2O$, D 错误;

故选 B。

8. 配合物间的结构转变是一种有趣的现象。配合物 1 经过加热可转变为配合物 2, 如图所示。



下列说法错误的是

A. 配合物 1 中含有 2 种配体

B. 配合物 2 中 N 原子采取 sp^2 杂化

C. 转变过程中涉及配位键的断裂和形成

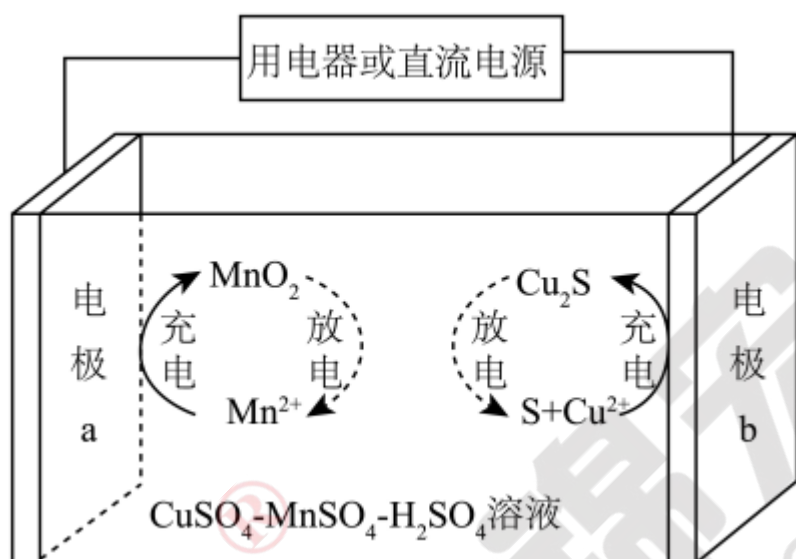
D. 转变前后, Co 的化合价由 +2 价变为 0 价

【答案】D

【解析】

- 【详解】A. 配合物 1 中， H_2O 中氧原子提供孤对电子， Co^{2+} 提供空轨道形成配位键；配合物 1 右侧 N、O 分别提供一对孤电子，与 Co^{2+} 形成配位键，则配合物 1 中含有 2 种配体，A 正确；
- B. 由配合物 2 的结构可知，N 形成 2 个 σ 键，一个配位键，故采取 sp^2 杂化，B 正确；
- C. 转变过程中，配合物 1 中断裂 2 个 H_2O 与 Co^{2+} 形成的配位键，配合物 2 中， SO_4^{2-} 中的 O 与 Co^{2+} 形成 2 个配位键，涉及配位键的断裂和形成，C 正确；
- D. 配合物 1、2 中 Co 都为 +2 价，Co 的化合价没有发生变化，D 错误；
- 故选 D。

9. 我国科学家设计了一种水系 $\text{S}-\text{MnO}_2$ 可充电电池，其工作原理如图所示。



下列说法正确的是

- A. 充电时，电极 b 为阳极
- B. 充电时，阳极附近溶液的 pH 增大
- C. 放电时，负极的电极反应： $\text{Cu}_2\text{S} - 4\text{e}^- = \text{S} + 2\text{Cu}^{2+}$
- D. 放电时，溶液中 Cu^{2+} 向电极 b 方向迁移

【答案】C

【解析】

【分析】由图可知，放电时，电极 a 上 MnO_2 转化为 Mn^{2+} ，发生还原反应，电极 b 上 Cu_2S 转化为 S，发生氧化反应，则电极 a 为正极，电极 b 为负极；充电时，电极 a 上 Mn^{2+} 转化为 MnO_2 ，发生氧化反应，电极 b 上 S 转化为 Cu_2S ，发生还原反应，此时电极 a 为阳极，电极 b 为阴极。

- 【详解】A. 充电时，S 转化为 Cu_2S ，发生还原反应，则电极 b 为阴极，A 错误；
- B. 根据分析，充电时，电极 b 为阴极，则电极 a 为阳极，电极 a 的电极反应为 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ ，阳极附近溶液的 pH 减小，B 错误；
- C. 放电时，电极 b 为负极，负极的电极反应为 $\text{Cu}_2\text{S} - 4\text{e}^- = \text{S} + 2\text{Cu}^{2+}$ ，C 正确；
- D. 放电时，溶液中 Cu^{2+} 向正极移动，即向电极 a 方向迁移，D 错误；
- 故选 C。

10. 由下列实验操作及现象能得到相应结论的是

选项	实验操作及现象	结论
A	以甲烷球棍模型为基础，用两个代表氯原子的小球替换代表氢原子的小球，只能得到一种结构模型	CH_2Cl_2 无同分异构体
B	将 SO_2 通入滴有酚酞的氨水，溶液由红色变为无色	SO_2 具有漂白性
C	将洁净的铂丝在酒精灯外焰灼烧至与原来火焰颜色相同，再蘸取某溶液在外焰上灼烧，火焰呈黄色	该溶液的溶质为钠盐
D	常温下， CH_3COOH 溶液与 KOH 溶液等体积混合，测得混合溶液 $\text{pH} = 8$	CH_3COOH 为弱酸

A. A

B. B

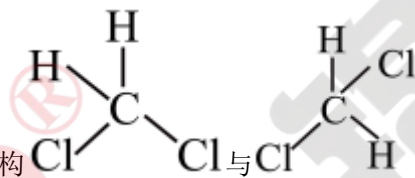
C. C

D. D

【答案】A

【解析】

【详解】A. 以甲烷球棍模型为基础，用两个代表氯原子的小球替换代表氢原子的小球，只能得到一种结

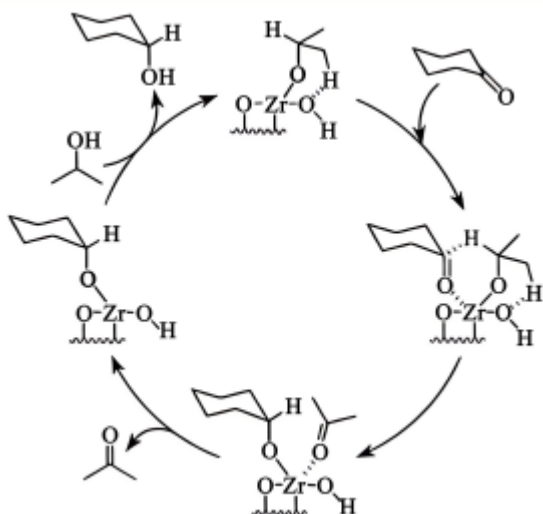
构模型，说明结构  表示同一种物质，则 CH_2Cl_2 无同分异构体，A 正确；

B. 将 SO_2 通入滴有酚酞的氨水， SO_2 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应，溶液碱性减弱，由红色变为无色，不能说明 SO_2 具有漂白性，B 错误；

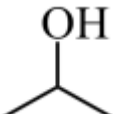
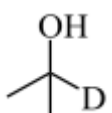
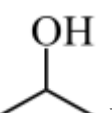

C. 将洁净的铂丝在酒精灯外焰灼烧至与原来火焰颜色相同，再蘸取某溶液在外焰上灼烧，火焰呈黄色，说明该溶液的溶质中含有 Na 元素，不一定为钠盐，C 错误；

D. 常温下， CH_3COOH 溶液与 KOH 溶液等体积混合，测得混合溶液 $\text{pH} = 8$ ，二者的浓度未知，故无法说明 CH_3COOH 为弱酸，D 错误；
故选 A。

11. 环己酮可以在 Zr 基催化剂作用下转化为环己醇，其可能的反应机理如图所示。



下列说法错误的是

- A. 该反应的还原剂是 
- B. 反应过程中涉及 O-H 键的断裂和形成
- C. 用同位素标记的  代替  可得到 

D. 环己酮转化为环己醇的反应为



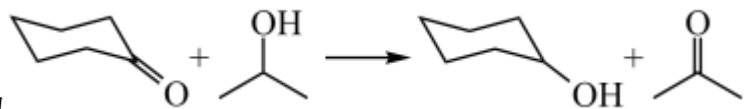
【答案】C

【解析】

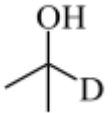
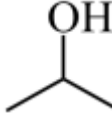

【详解】A. 由反应机理图可知

，正确，A 项不符合题意；

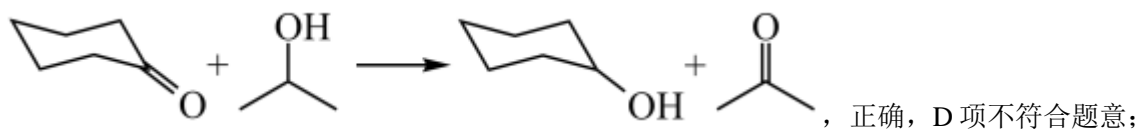
B. 由反应机理图可知，反应的总反应为



可知有 O-H 键的断裂和形成，正确，B 项不符合题意；

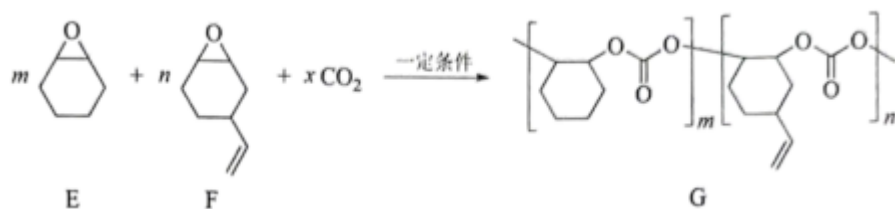
C. 用同位素标记的  代替  可得到 ，错误，C 项符合题意；

D. 环己酮可以在 Zr 基催化剂作用下转化为环己醇，反应总方程式为



答案选 C。

12. CO_2 的资源化利用有利于实现“碳中和”。一种功能性聚碳酸酯高分子材料 G 可由如下反应制备。



下列说法错误的是

A. $x = m + n$

B. 反应的原子利用率为 100%

C. G 在酸性或碱性条件下均能降解

D. E 与 F 均能使溴的四氯化碳溶液褪色

【答案】D

【解析】

【详解】A. 根据 CO_2 的个数守恒，有 $x = m + n$ ，A 正确；

B. 该反应为环氧基和碳氧双键打开的加成聚合，原子利用率为 100%，B 正确；

C. G 为聚碳酸酯，在酸性或碱性条件下都能水解，C 正确；

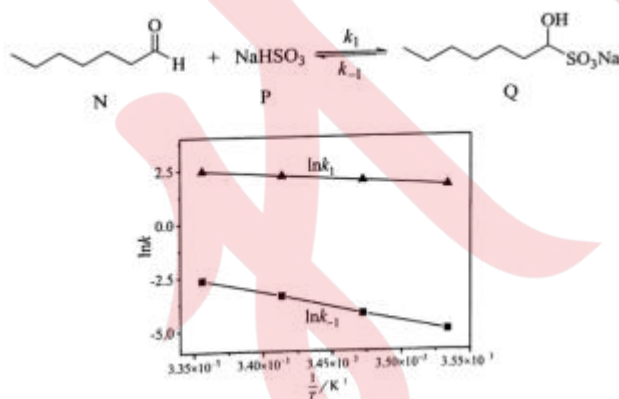
D. E 为饱和结构，不能使溴的四氯化碳溶液褪色，F 中含有碳碳双键，可以使溴的四氯化碳褪色，D 错误；

答案选 D。

13. 庚醛(N)与亚硫酸氢钠(P)可发生加成反应生成 α -羟基磺酸钠(Q)，正、逆反应速率可以表示为

$v_1 = k_1 c(\text{N}) \cdot c(\text{P})$ 和 $v_{-1} = k_{-1} c(\text{Q})$ ， k_1 和 k_{-1} 分别为正、逆反应的速率常数， E_1 和 E_{-1} 分别为正、逆反应的活化能。

$\ln k$ 与 $\frac{1}{T}$ 关系如图所示。下列说法正确的是



A. $E_1 > E_{-1}$

B. 升高温度，平衡逆向移动

C. 达到平衡时 $\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{c(\text{N}) \cdot c(\text{P})}{c(\text{Q})}$

D. 加入催化剂可以提高 N 的平衡转化率

【答案】B

【解析】

【分析】从 $\ln k$ 与 $\frac{1}{T}$ 关系图所示，随着温度升高， $\ln k$ 逐渐增大，且 $\ln k_{-1}$ 增大更多，说明升高温度，逆

反应速率增加更多，平衡应逆向移动，则该反应正向应^为放热反应。

【详解】A. 该反应为放热反应，所以正反应活化能更小，即 $E_1 < E_{-1}$ ，A 错误；

B. 该反应正向为放热反应，升高温度，平衡逆向移动，B 正确；

C. 达到平衡时正逆反应速率相等，则有 $v_1 = v_{-1}$ ，所以 $\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{c(Q)}{c(N) \cdot c(P)}$ ，C 错误；

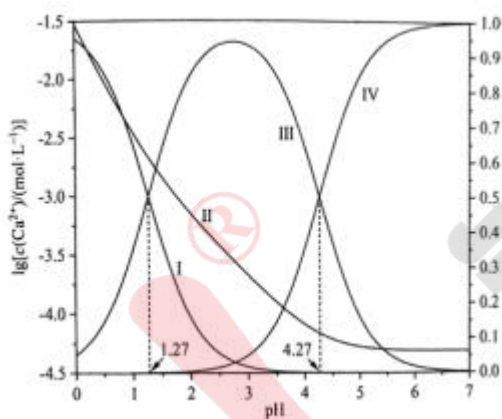
D. 加入催化剂可加快反应速率，但不影响平衡移动，不会提高 N 的平衡转化率，D 错误；

故选 B。

14. 向 CaC_2O_4 饱和溶液(有足量 CaC_2O_4 固体)中通入 HCl 气体，调节体系 pH 促进 CaC_2O_4 溶解，总反应为 $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Ca}^{2+}$ 。平衡时 $\lg \left[\frac{c(\text{Ca}^{2+})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right]$ ，分布系数 $\delta(\text{M})$ 与 pH 的变化

关系如图所示(其中 M 代表 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 HC_2O_4^- 或 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)。比如 $\delta(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c_{\Sigma}}$ ，

$c_{\Sigma} = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 。已知 $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 10^{-8.63}$ 。



下列说法正确的是

A. 曲线 I 表示 $\lg \left[\frac{c(\text{Ca}^{2+})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right] \sim \text{pH}$ 的变化关系

B. $\text{pH} = 3$ 时，溶液中 $c(\text{Cl}^-) > 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$

C. 总反应 $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Ca}^{2+}$ 的平衡常数 $K = 10^{3.09}$

D. $\text{pH} = 5$ 时， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 HC_2O_4^- 的分布系数关系为 $\frac{\delta(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{\delta(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} > 10$

【答案】B

【解析】

【分析】增大 $c(\text{Ca}^{2+})$ ， $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Ca}^{2+}$ 平衡逆向进行， $c(\text{H}^+)$ 增大，故曲线 II 代表 $\lg \left[\frac{c(\text{Ca}^{2+})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right]$ 与 pH 的变化关系； $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 为二元中强酸，分布电离

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$, $\text{HC}_2\text{O}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, 随着酸性减弱, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 含量减小, HC_2O_4^- 含量增大后减小, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 含量越高。故曲线 I 代表 $\delta(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 与 pH 的变化关系, 曲线 III 代表 $\delta(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$ 与 pH 的变化关系, 曲线 IV 代表 $\delta(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 与 pH 的变化关系。

【详解】A. 增大 $c(\text{Ca}^{2+})$, $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Ca}^{2+}$ 平衡逆向进行, $c(\text{H}^+)$ 增大, 故曲线 II 代表 $\lg\left[c(\text{Ca}^{2+})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})\right]$, A 错误;

B. 溶液中存在电荷守恒① $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$, 物料守恒

② $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$, 将①-② $\times 2$ 得

$c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) - c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) - 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$; 当 pH = 3 时 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$, 所以

$c(\text{Cl}^-) > 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, B 正确;

C. 当 pH=1.27 时, $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 10^{-1.27}$; 当

pH=4.27 时, $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = 10^{-4.27}$; 总反应

$\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{Ca}^{2+}$ 的

$$\begin{aligned} K &= \frac{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{c^2(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} \\ &= \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) \cdot c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} \\ &= \frac{10^{-8.63}}{10^{-1.27} \times 10^{-4.27}} = 10^{-3.09}, \text{ C 错误;} \end{aligned}$$

D. pH = 5 时, $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol/L}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = 10^{-4.27}$,

$\frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{c(\text{H}^+)} = \frac{10^{-4.27}}{10^{-5}} = 10^{0.73} < 10$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 和 HC_2O_4^- 的分布系数关系为

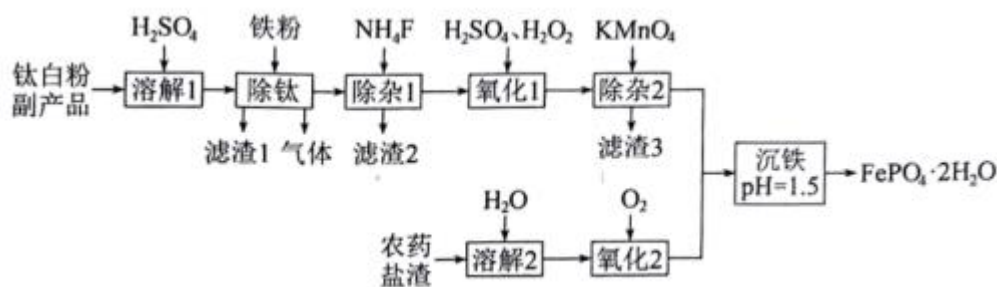
$$\frac{\delta(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{\delta(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} < 10, \text{ D 错误;}$$

故答案为: B。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 58 分。

15. 一种利用钛白粉副产品[主要成分为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 含有少量

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 TiOSO_4 、 MgSO_4 、 MnSO_4 等]和农药盐渣(主要成分为 Na_3PO_4 、 Na_2SO_3 等)制备电池级磷酸铁的工艺流程如下。



一定条件下，一些金属氟化物的 K_{sp} 如下表。

氟化物	FeF_2	MgF_2	MnF_2
K_{sp}	2.3×10^{-6}	5.1×10^{-11}	5.2×10^{-3}

回答下列问题：

- “除钛”中产生的少量气体是_____ (填化学式)；铁粉的作用之一是提高体系的 pH，使得 TiO^{2+} 水解以 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀形式除去，其另一个作用是_____。
- “除杂 1”中除去的离子是_____ (填化学式)。
- “氧化 1”中若 H_2O_2 加入速度过快，会导致 H_2O_2 用量增大，原因是_____。本步骤不能使用稀盐酸代替 H_2SO_4 溶液，原因是_____。
- 滤渣 3 的主要成分是 $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，生成该物质的离子方程式为_____。
- “氧化 2”的目的是减少_____气体的排放(填化学式)。
- “沉铁”中如果体系酸性过强，会导致 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 产量降低，原因是_____。

【答案】 (1) ①. H_2 ②. 还原 Fe^{3+}

(2) Mg^{2+}

(3) ①. 氧化生成的 Fe^{3+} 可以使 H_2O_2 分解速率增大，导致 H_2O_2 用量增大 ②. 防止盐酸与 KMnO_4 反应生成 Cl_2 ，产生污染

(4) $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + (5x+2)\text{H}_2\text{O} = 5(\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) \downarrow + 4\text{H}^+$

(5) SO_2

(6) 溶液中 H^+ 浓度较大，磷元素主要以 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 形式存在， PO_4^{3-} 浓度低，生成 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀量少

【解析】

【分析】该工艺流程的原料为钛白粉副产品[主要成分为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，含有少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 TiOSO_4 、 MgSO_4 、 MnSO_4 等]和农药盐渣(主要成分为 Na_3PO_4 、 Na_2SO_3 等)，产品为电池级磷酸铁，钛白粉副产品在硫酸中溶解 1 后，加入铁粉“除钛”过程发生反应有 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe} = 3\text{FeSO}_4$ ，提高了溶液体系的 pH，使 TiO^{2+} 水解以 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀形式除去，溶液中含有 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} ，加入 NH_4F “除杂 1”中除去 Mg^{2+} ，“氧化 1”中 Fe^{2+} 被 H_2O_2 氧化为 Fe^{3+} ，“除杂 2”中加入的 KMnO_4 与 Mn^{2+} 发生氧化还原反应生成 $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 而除去 Mn^{2+} ，溶液中 Fe^{3+} 与农药盐渣中的 PO_4^{3-} 结合生成 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

【小问 1 详解】

根据上述分析可知，“除钛”过程加入的铁粉发生的主要反应有 $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2 \uparrow$ 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe} = 3\text{FeSO}_4$ ，提高了溶液体系的 pH，使 TiO^{2+} 水解以 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀形式除去，故少量气体是 H_2 ，铁粉作用之一是提高体系的 pH，使得 TiO^{2+} 水解以 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀形式除去，其另一个作用是还原 Fe^{3+} ；

故答案为： H_2 ；还原 Fe^{3+} ；

【小问 2 详解】

“除钛”后溶液中主要含有 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 、 Mn^{2+} 、 SO_4^{2-} ，由 FeF_3 、 MgF_2 、 MnF_2 的 K_{sp} 可知， MgF_2 更难溶于水，加入 NH_4F 与 Mg^{2+} 反应生成难溶于水的 MgF_2 ，故“除杂 1”中除去的是 Mg^{2+} ；

故答案为： Mg^{2+} ；

【小问 3 详解】

“氧化 1”中 Fe^{2+} 被 H_2O_2 氧化为 Fe^{3+} ， Fe^{3+} 是 H_2O_2 分解的催化剂，可以使 H_2O_2 分解速率增大，故 H_2O_2 加入速度过快，会导致 H_2O_2 用量增大；该反应 $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 在酸性条件下发

生，本步骤若使用稀盐酸代替 H_2SO_4 溶液，则溶液中含有 Cl^- ，在“除杂 2”中会与 KMnO_4 反应生成 Cl_2 ，产生污染；

故答案为：氧化生成的 Fe^{3+} 可以使 H_2O_2 分解速率增大，导致 H_2O_2 用量增大；防止盐酸与 KMnO_4 反应生成 Cl_2 ，产生污染；

【小问 4 详解】

“除杂 2”中加入的 KMnO_4 与 Mn^{2+} 发生氧化还原反应生成 $\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，离子方程式为 $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + (5x+2)\text{H}_2\text{O} = 5(\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) \downarrow + 4\text{H}^+$ ；

故答案为： $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + (5x+2)\text{H}_2\text{O} = 5(\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}) \downarrow + 4\text{H}^+$ ；

【小问 5 详解】

农药盐渣成分中有 Na_2SO_3 ，“除杂 2”后溶液含有 H^+ ，二者混合会发生 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ，“氧化 2”的目的是使 SO_3^{2-} 转化为 SO_4^{2-} ，从而减少 SO_2 气体的排放；

故答案为： SO_2 ；

【小问 6 详解】

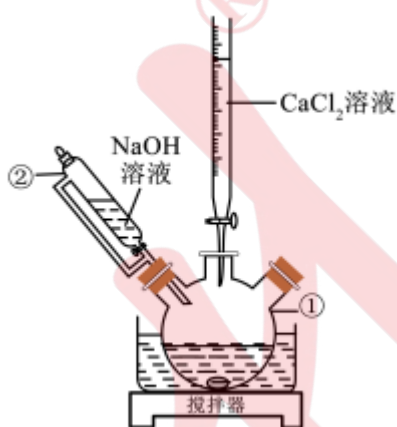
“沉铁”中如果体系酸性过强，则溶液中 H^+ 浓度较大，磷元素主要以 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 形式存在， PO_4^{3-} 浓度低，生成 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀量少，导致 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 产量降低；

故答案为：溶液中 H^+ 浓度较大，磷元素主要以 H_3PO_4 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 形式存在， PO_4^{3-} 浓度低，生成 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 沉淀量少。

16. 某实验小组利用 EDTA 标准溶液滴定 Ca^{2+} ，从而间接测定 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合溶液中 CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的总浓度。已知 EDTA 与 Ca^{2+} 按物质的量之比 1:1 反应。

主要实验步骤如下：

I. 如下图所示，取 $100.0\text{mL Na}_2\text{CO}_3$ 、 NaHCO_3 混合溶液于①中，在搅拌下滴加 NaOH 溶液，调 pH 至 11，然后准确加入 $V_1\text{mL } c_1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CaCl}_2$ 溶液(过量)，搅拌下水浴加热至 60°C 并保持 5min，冷却至室温。过滤、洗涤，合并滤液和洗涤液，在 250mL 容量瓶中定容。



II. 取 25.00mL 步骤 I 配制的溶液于锥形瓶中，加入一定量蒸馏水，用 NaOH 溶液调 pH 在 12~13 之间，再滴加 4~5 滴钙指示剂。用 $c_2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{EDTA}$ 标准溶液滴定至终点，平行测定三次。消耗 EDTA 溶液平均体积为 $V_2\text{mL}$ 。

回答下列问题：

- 仪器①的名称是_____；②的名称是_____。
- 步骤 I 中，若不慎将 NaOH 溶液沾到皮肤上，应对措施是_____。
- 步骤 I 中，调 pH 至 11 的目的是_____；加入的 CaCl_2 溶液需过量的原因是_____。
- 步骤 I 中，采用水浴加热方式的优点是_____。
- 步骤 II 滴定接近终点时，使滴定管尖嘴处悬垂的半滴标准溶液加入到锥形瓶中的操作是_____。

(6) Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合溶液中, CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的总浓度 $c_{\text{总}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (写出计算式)。

【答案】(1) ①. 三颈烧瓶 ②. 恒压滴液漏斗

(2) 先用大量的水冲洗, 然后涂上 1% 硼酸溶液减小对皮肤的腐蚀

(3) ①. 将混合溶液中的碳酸氢钠完全转化为碳酸钠 ②. 保证碳酸根离子沉淀完全

(4) 便于控制温度, 且受热均匀

(5) 使半滴溶液悬于管口, 将锥形瓶内壁与管口接触, 使液滴流出

$$(6) \frac{c_1 \cdot V_1 - 10c_2 \cdot V_2}{100}$$

【解析】

【分析】本题是一道含量测定类的实验题, 先用 NaOH 溶液将碳酸氢钠完全转化为碳酸钠, 再根据滴定实验的有关操作并结合 EDTA 与 Ca^{2+} 按物质的量之比 1:1 反应进行计算解题。

【小问 1 详解】

由图可知, 仪器①的名称是三颈烧瓶; ②的名称是恒压滴液漏斗;

【小问 2 详解】

NaOH 溶液有腐蚀性, 会腐蚀皮肤, 若不慎将 NaOH 溶液沾到皮肤上, 应先用大量的水冲洗, 然后涂上 1% 硼酸溶液减小对皮肤的腐蚀;

【小问 3 详解】

在搅拌下滴加 NaOH 溶液, 调 pH 至 11, 可以将混合溶液中的碳酸氢钠完全转化为碳酸钠; 加入过量的 CaCl_2 溶液可以保证碳酸根离子沉淀完全;

【小问 4 详解】

本实验所需温度低于 100°C , 可以采用水浴加热, 水浴加热便于控制温度, 且受热均匀;

【小问 5 详解】

使滴定管尖嘴处悬垂的半滴标准溶液加入到锥形瓶中的操作是: 使半滴溶液悬于管口, 将锥形瓶内壁与管口接触, 使液滴流出;

【小问 6 详解】

消耗 EDTA 溶液平均体积为 $V_2 \text{mL}$, 则配制的溶液中含有钙离子的物质的量为: $\frac{250 \text{mL}}{25 \text{mL}} \times c_2 \cdot V_2 \times 10^{-3} \text{mol}$, 所以

Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合溶液中, CO_3^{2-} 和 HCO_3^- 的总浓度

$$c_{\text{总}} = \frac{c_1 \cdot V_1 \times 10^{-3} - 10c_2 \cdot V_2 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} \text{mol/L} = \frac{c_1 \cdot V_1 - 10c_2 \cdot V_2}{100} \text{mol/L}$$

17. 硅是电子工业中应用最为广泛的半导体材料, 少量磷的掺入可提高硅的导电性能。Zn 高温还原 SiCl_4 (沸点 27.6°C) 是生产多晶硅的一种方法。回答下列问题:

(1) 基态 Zn 原子的价电子排布式为 $\underline{\hspace{2cm}}$, SiCl_4 晶体的类型为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 化合物 H_3BPF_3 的结构如图 1 所示, H_3BPF_3 中 F-P-F 键角略大于 PF_3 分子中的 F-P-F 键角, 原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

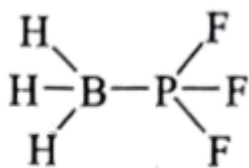


图 1

(3) Si、P 和 Zn 三种元素组成化合物的晶胞如图 2 所示(晶胞参数 $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$), 若将 M 点 Si 原子作为晶胞顶点, 则 N 点 Si 原子在晶胞中的位置为_____ (填“面心”“棱中点”或“体心”)。

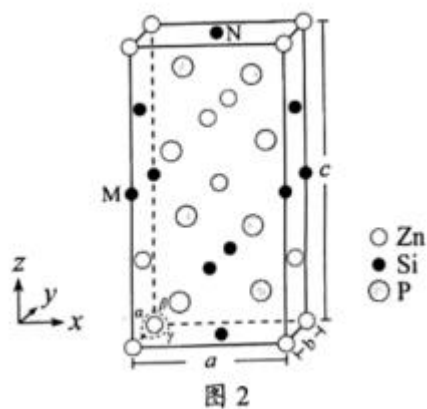
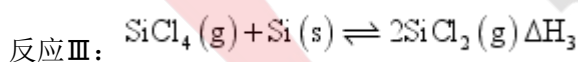
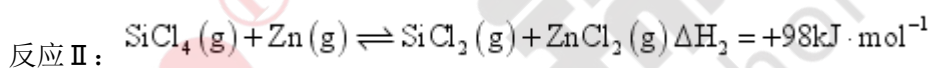
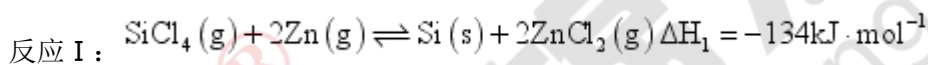


图 2

(4) 在 Zn 还原 SiCl_4 的过程中会生成副产物 SiCl_2 , 抑制 SiCl_2 生成可以增加 Si 产量并降低生产能耗。该过程存在如下主要化学反应:



① $\Delta H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②在总压分别为 p_1 、 p_2 和 p_3 下, 反应达平衡时: SiCl_2 物质的量与初始 SiCl_4 物质的量的比值 x 随温度变化如图 3 所示。图中压强由大到小顺序为_____, 判断的依据是_____。在一定温度、180kPa 条件下,

体系中初始: $\text{SiCl}_4(\text{g})$ 和 $\text{Zn}(\text{g})$ 分别为 1mol 和 4mol, 假设此条件下生成的 SiCl_2 忽略不计, 恒压反应 4min 时, SiCl_4 分压变为 20kPa, 0~4min 内用 SiCl_4 分压表示的平均反应速率为 _____ $\text{kPa} \cdot \text{min}^{-1}$, 此时可生成硅 _____ g。

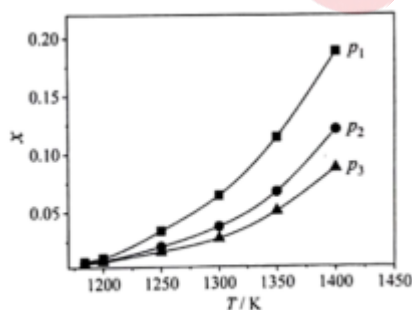


图 3

【答案】(1) ①. $3d^{10}4s^2$ ②. 分子晶体

(2) H_3BPF_3 无孤电子对, PF_3 存在孤电子对, 孤电子与成键电子之间存在着斥力, 使得键角减小

(3) 体心 (4) ①. +330 ②. $P_3 > P_2 > P_1$ ③. 在同一温度下, P_1 到 P_3 , $SiCl_2$ 物质的量逐渐减小, 说明平衡逆向移动, 增大压强平衡向化学计量数小的方向移动 ④. 4 ⑤. 14

【解析】

【小问 1 详解】

Zn 为 30 号元素, 则基态 Zn 原子的价电子排布式为 $3d^{10}4s^2$; $SiCl_4$ 的沸点为 $27.6^\circ C$, 比较低, 故 $SiCl_4$ 是分子晶体;

【小问 2 详解】

由化合物 H_3BPF_3 的结构可知, P 具有一对孤电子对, 与 B 的空轨道形成配位键, 而 PF_3 中具有一对孤电子, 孤电子与成键电子之间存在着斥力, 使得键角减小, 故 H_3BPF_3 中 F-P-F 键角略大于 PF_3 分子中的 F-P-F 键角;

【小问 3 详解】

由该晶胞的结构可知, 该晶胞中含有 $8 \times \frac{1}{8} + 4 \times \frac{1}{2} + 1 = 4$ 个 Zn, $4 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ 个 Si, Zn 和 Si 数量相同, 则 Zn 和 Si 位置可以互换, 若将 M 点 Si 原子作为晶胞顶点, 则 N 点 Si 原子在晶胞中的位置为体心;

【小问 4 详解】

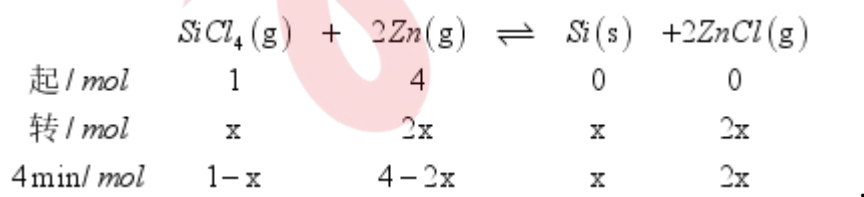
①由盖斯定律得 反应 III = 2 反应 II - 反应 I, 则

$$\Delta H_3 = 2\Delta H_2 - \Delta H_1 = (2 \times 98 + 134) kJ \cdot mol^{-1} = +330 kJ \cdot mol^{-1};$$

②由图可知, 在同一温度下, P_1 到 P_3 , $SiCl_2$ 物质的量逐渐减小, 说明平衡逆向移动, 增大压强平衡向化学计量数小的方向移动, 则 $P_3 > P_2 > P_1$; 假设此条件下生成的 $SiCl_2$ 忽略不计, 体系中初始: $SiCl_4(g)$ 和 $Zn(g)$ 分别为 1mol 和 4mol, 则

$p_{\text{初始}}(SiCl_4) = 180 kPa \times \frac{1}{5} = 36 kPa$, 恒压反应 4min 时, $SiCl_4$ 分压变为 20kPa, 故

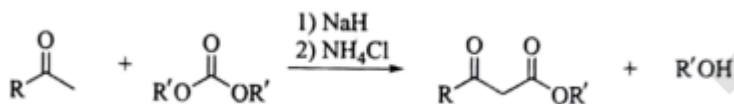
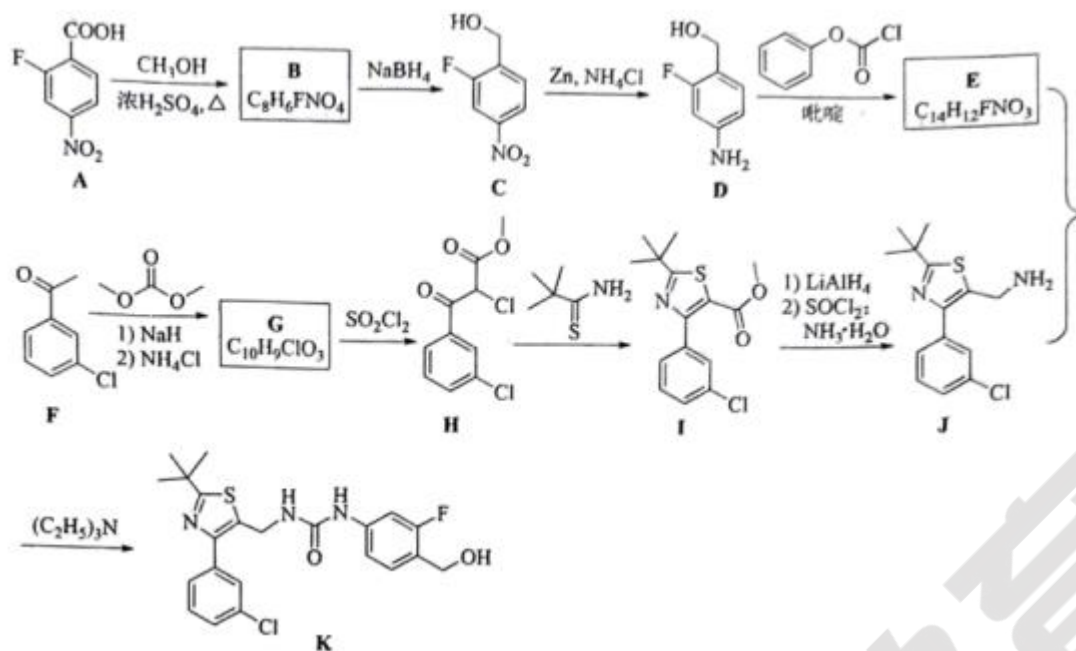
$v(SiCl_4) = \frac{36 - 20}{4} = 4 kPa \cdot min^{-1}$; 生成的 $SiCl_2$ 忽略不计, 假设消耗 $SiCl_4$ xmol, 建立以下平衡



$$p(SiCl_4) = \frac{n(SiCl_4)}{n_{\text{总}}} = \frac{1-x}{5-x} \times 180 kPa = 20 kPa, \text{ 则 } x = 0.5 mol,$$

$$m(Si) = 0.5 mol \times 28 g / mol = 14 g;$$

18. 化合物 K 具有镇痛作用, 以下为其合成路线之一(部分反应条件已简化)。

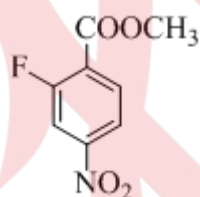


已知：

回答下列问题：

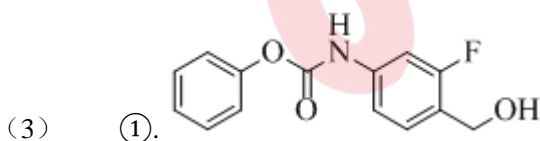
- (1) B 的结构简式为_____。
- (2) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (3) E 的结构简式为_____；吡啶具有弱碱性，由 D 生成 E 的反应中吡啶的作用是_____。
- (4) 由 F 生成 G 的化学方程式为_____。
- (5) H 中含氧官能团的名称是_____。
- (6) 在 F 的同分异构体中，同时满足下列条件的共有_____种(不考虑立体异构)；
①含有苯环；②能发生银镜反应；③不含甲基。

其中，核磁共振氢谱显示为四组峰，且峰面积比为 2:2:2:1 的同分异构体的结构简式为_____ (写出一种即可)。



【答案】(1)

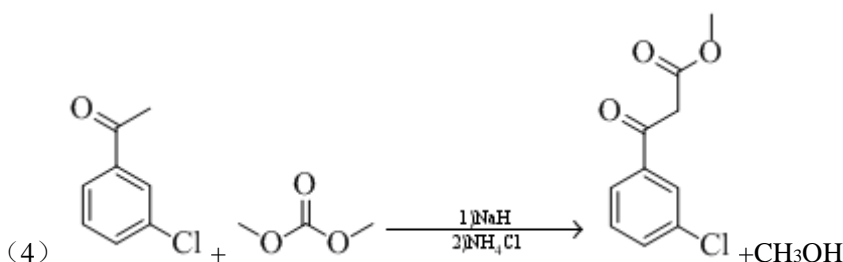
(2) 还原反应

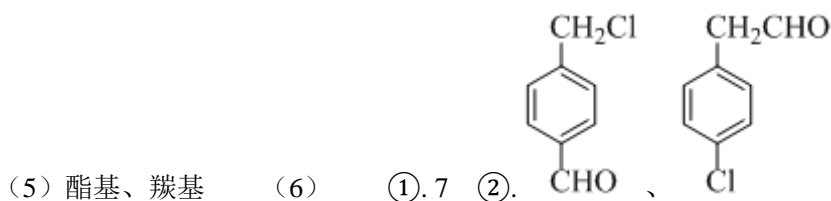


(3)

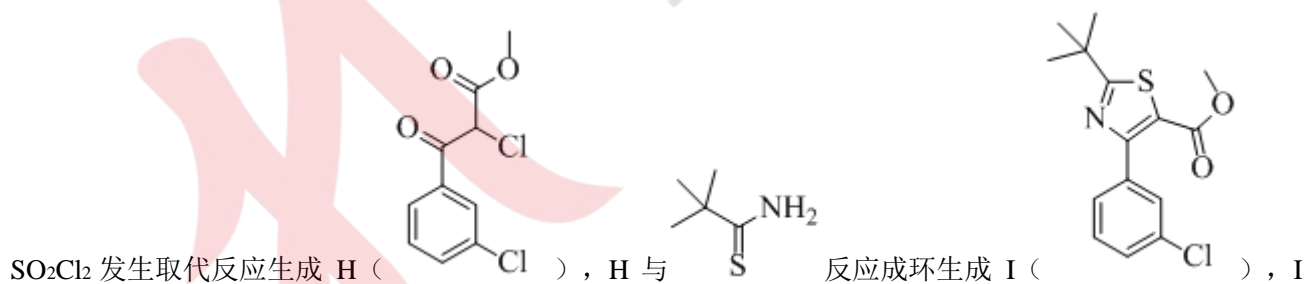
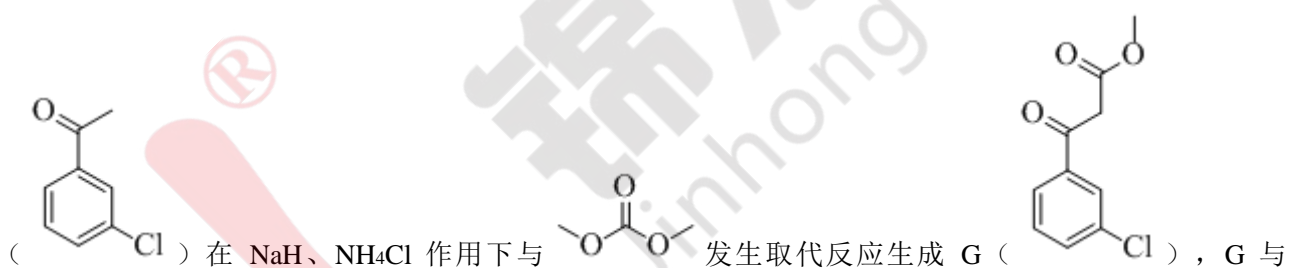
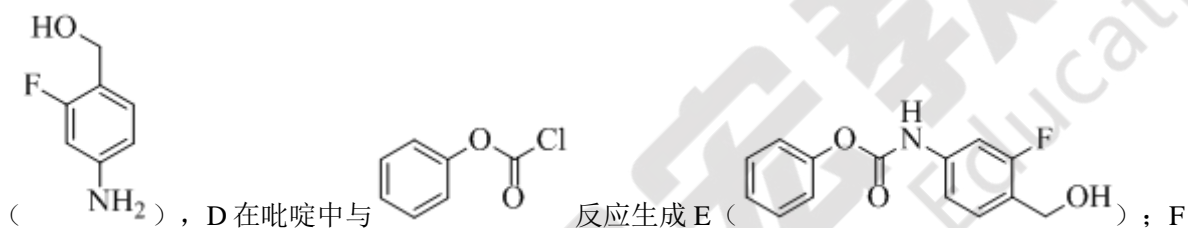
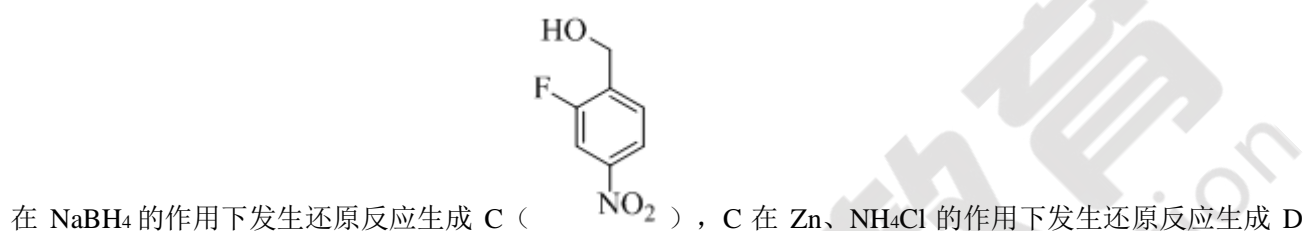
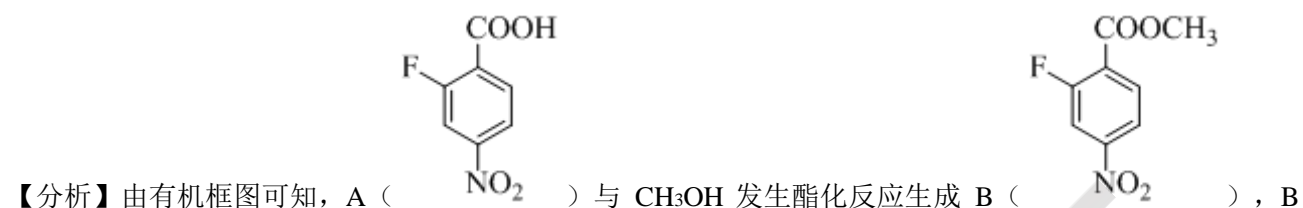
①.

②. 与生成的 HCl 反应，促进反应正向进行，提高产率

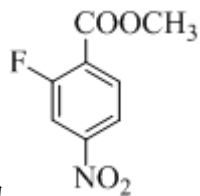




【解析】



【小问 1 详解】

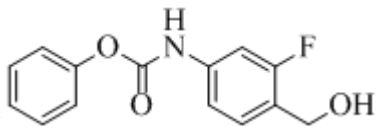


根据分析，B 的结构简式为 ；

【小问 2 详解】

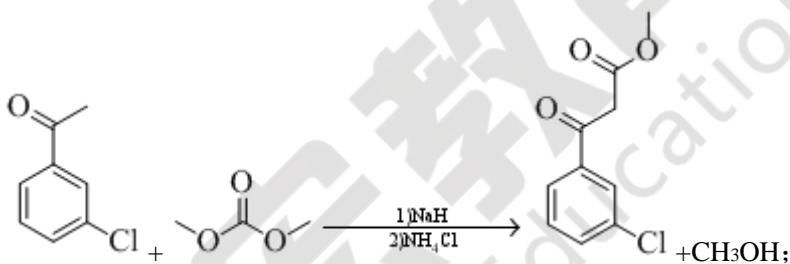
根据分析，C 生成 D 的反应类型为还原反应；

【小问 3 详解】



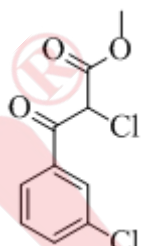
根据分析，E 的结构简式为 ；根据分析，吡啶具有弱碱性，由 D 生成 E 的反应中另外一个产物为 HCl，吡啶可以与生成的 HCl 反应，促进反应正向进行，提高产率；

【小问 4 详解】



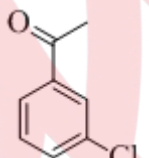
根据分析，F 生成 G 的化学方程式为

【小问 5 详解】

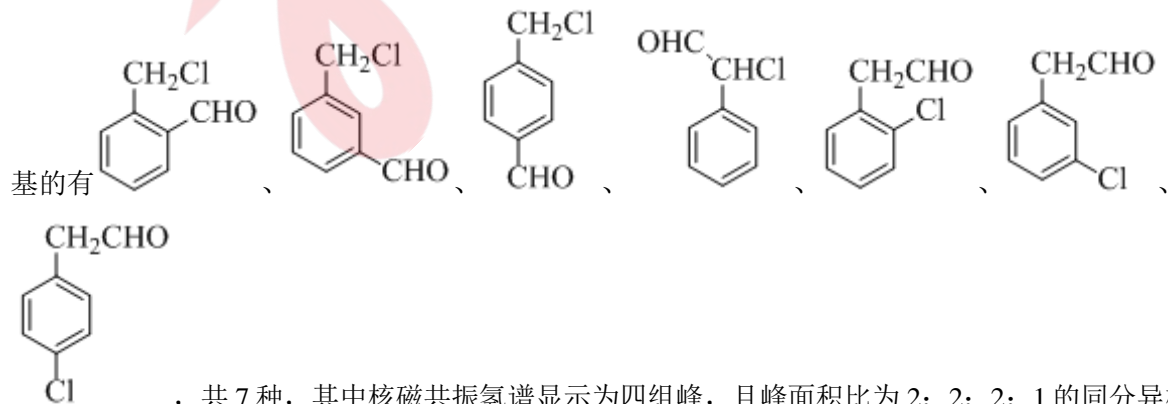


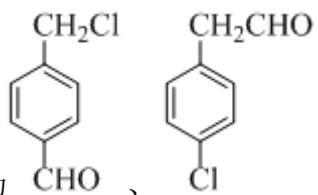
根据分析，H 为 ，含氧官能团的名称是酯基、羰基；

【小问 6 详解】



根据分析，F 为 ，同分异构体中符合①含有苯环；②能发生银镜反应，说明有醛基；③不含甲





构简式为 CH_2Cl 、 CH_2CHO 。



锦宏教育
Jinhong Education