

- 7. B** 【解析】 $\text{CO}_2$  具有保温作用,是温室气体之一,**A 正确**;化石燃料燃烧可产生  $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  等气体,这些气体是大气污染物,**B 错误**;液化石油气的平均含碳量较低,能够充分燃烧,燃烧产物对大气的污染较小,**C 正确**; $\text{CO}$  是有毒气体,是大气污染物之一,**D 正确**。

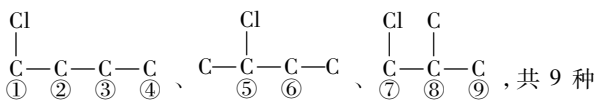
**▶ 关键点拨** 化石燃料中不仅含有 C、H、O 等元素,也可能含有 S、N 等元素。

- 8. B** 【解析】加成反应是不饱和化合物的一种特征反应,发生在双键或三键等官能团上。A 项中的乙醇、C 项中的溴乙烷和 D 项中的丙烷都属于饱和有机物,均不能发生加成反应;B 项中的苯能与氢气发生加成反应生成环己烷,氯乙烯可与氢气发生加成反应生成氯乙烷,**B 项符合题意**。

**▶ 刷有所得** 加成反应和取代反应是两种重要的有机反应类型,应牢固掌握这两类有机反应的典型特征,如:加成反应过程中的不饱和键(如碳碳双键)变成饱和键,取代反应过程中的原子“有上有下”等。

- 9. A** 【解析】由题给信息可知,a 为 H 元素,b、c、d 分别为 O、Na、S 元素。H 元素在  $\text{NaH}$  中显 -1 价,**A 错误**;O 元素可与 H 元素形成  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}_2$ ,与 Na 元素形成  $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,与 S 元素形成  $\text{SO}_2$ 、 $\text{SO}_3$  等,**B 正确**;四种元素的原子半径大小关系: $\text{Na} > \text{S} > \text{O} > \text{H}$ ,**C 正确**; $\text{H}_2\text{S}$  是一种二元弱酸,**D 正确**。

- 10. C** 【解析】丁烷( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ )具有 2 种碳骨架结构,先固定一个氯原子的取代位置,则另一个氯原子的取代位置如下所示:



结构,**C 正确**。

- 11. B** 【解析】该原电池中,Mg 作负极,发生反应: $\text{Mg}-2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}$ ,**A 正确**; $\text{AgCl}$  在正极反应,电极反应式: $\text{AgCl}+\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}+\text{Cl}^-$ ,**B 错误**; $\text{Cl}^-$  带有负电荷,电池放电时在电解质溶液中由正极向负极移动,**C 正确**;Mg 是活泼金属,负极发生副反应: $\text{Mg}+2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2+\text{H}_2 \uparrow$ ,**D 正确**。

**▶ 关键点拨** 在原电池中,活泼金属作负极,在反应中失去电子,发生氧化反应;阳离子向正极移动,而阴离子向负极移动。

- 12. C** 【解析】 $\text{NaHCO}_3$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  中加入足量稀硫酸有气泡产生,但最终固体全部溶解,无固体剩余,**A 错误**。 $\text{AgCl}$  不溶于盐酸,加入盐酸后固体不会全部溶解,**B 错误**。 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  可溶于水,而  $\text{BaCO}_3$  不溶于水,即样品加水后固体部分溶解;若加入稀盐酸, $\text{BaCO}_3$  与盐酸反应生成  $\text{BaCl}_2$ 、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,有气泡产生并且固体全部溶解;若加入稀硫酸, $\text{BaCO}_3$  与稀硫酸反应生成  $\text{BaSO}_4$  沉淀、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,有气泡产生并且振荡后仍有固体存在,符合题意,**C 正确**。 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{CuSO}_4$  中加入足量稀硫酸,有气泡产生但振荡后无固体剩余,**D 错误**。

**关键点拨** 两个实验中分别向样品中加入水、稀盐酸和稀硫酸,由题中信息可知,该样品可溶于酸性溶液,并且与  $\text{SO}_4^{2-}$  反应生成沉淀。

- 13.D** 【解析】向沸水中滴入几滴饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液,继续煮沸即可制得  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体,将  $\text{NaOH}$  浓溶液滴加到饱和  $\text{FeCl}_3$  溶液中将得到  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀, **A 错误**;  $\text{MgCl}_2$  是强酸弱碱盐,因  $\text{MgCl}_2$  溶液水解产生的  $\text{HCl}$  受热易挥发,导致  $\text{MgCl}_2$  的水解程度增大,所以由  $\text{MgCl}_2$  溶液制备无水  $\text{MgCl}_2$  时要在  $\text{HCl}$  气流中加热蒸干, **B 错误**;铜能够与稀硝酸反应,因此除去  $\text{Cu}$  粉中混有的  $\text{CuO}$  应该用稀盐酸, **C 错误**;乙醇是非电解质,水是弱电解质,能够电离出少量的  $\text{H}^+$ ,分别将少量钠投入到盛有水和乙醇的烧杯中,钠在水中反应剧烈,而钠在乙醇中反应平缓,说明水中的氢比乙醇中的氢更活泼, **D 正确**。

**26. (14 分)**

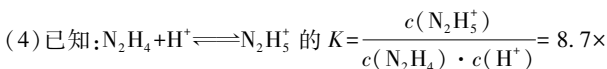


(5) 固体逐渐变黑,并有气泡产生 1  $\text{N}_2\text{H}_4$  的用量少,不产生其他杂质(产物为  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ,而  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  产生  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )

【解析】(1)联氨是共价化合物,电子式为  $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \\ \text{H} : \text{N} : \text{N} : \text{H} \\ \vdots \quad \vdots \end{array}$ ,其中  $\text{H}$  显+1价,根据化合价代数和为0,可知氮的化合价为-2价。

(2)用次氯酸钠与氨反应制备联氨, $\text{N}$ 的化合价由-3价升高为-2价,而  $\text{Cl}$ 的化合价由+1价降低为-1价,根据氧化还原反应中化合价升降的总数相等和质量守恒进行配平,反应的化学方程式为  $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ 。

(3)根据盖斯定律,反应④可由  $2 \times \text{③} - 2 \times \text{②} - \text{①}$ 求得,故热效应之间的关系可表示为:  $\Delta H_4 = 2\Delta H_3 - 2\Delta H_2 - \Delta H_1$ ;联氨有强还原性,  $\text{N}_2\text{O}_4$  有强氧化性,两者反应时放出大量的热量,且产生大量气体,故联氨和  $\text{N}_2\text{O}_4$  可作为火箭推进剂。



$10^7$ ,  $K_w = c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-14}$ ,根据氨在水中的电离方程式:  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ ,可推知联氨第一步电离的方程式为  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$ ,平衡常数  $K =$

$$\frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{c(\text{N}_2\text{H}_5^+)}{c(\text{N}_2\text{H}_4) \cdot c(\text{H}^+)} \times c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+) =$$

$8.7 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^{-14} = 8.7 \times 10^{-7}$ ;联氨为二元弱碱,与硫酸形成的酸式盐的化学式为  $\text{N}_2\text{H}_6(\text{HSO}_4)_2$ 。

(5)联氨能够将  $\text{AgBr}$  还原为单质银,同时有氮气生成,发生的反应为  $\text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{AgBr} \longrightarrow 4\text{Ag} + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{HBr}$ ,固体由淡黄色逐渐变黑,且有气泡产生。联氨用于处理高压锅炉水中的氧,发生的反应为  $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,理论上 1 kg

的联氨可除去水中溶解的氧气的质量为  $\frac{1\,000\text{ g}}{32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times$

$32\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1\,000\text{ g} = 1\text{ kg}$ ;与使用  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  处理水中溶解的  $\text{O}_2$  相比,联氨的优点是消耗量低,且产物为  $\text{N}_2$  和

H<sub>2</sub>O, 不产生其他杂质, 对环境无污染, 而 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 的氧化产物为 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 易生成硫酸盐沉淀, 影响锅炉的安全使用。

**关键点拨** 由氨在水溶液中的电离推导出联氨的电离, 是解题时常使用的类推方法, 推断同主族元素的性质、结构相似物质的性质等问题时, 均可以由我们熟悉的元素或物质入手, 推导出其他元素或物质的性质。

## 27. (14 分)

(1) 两个反应均为放热量大的反应 低温、低压 催化剂

(2) 不是 该反应为放热反应, 平衡产率应随温度升高而降低 AC

(3) 1.0 该比例下丙烯腈产率最高, 而副产物丙烯醛产率最低 1:7.5:1

**【解析】**(1) 因为生成丙烯腈和丙烯醛的反应均为放热量较大的反应, 所以在热力学上趋势均很大; 反应①为气体体积增大的放热反应, 低温、低压均有利于提高丙烯腈的平衡产率; 使用合适的催化剂可以提高丙烯腈反应的选择性。

(2) 该反应是放热反应, 温度升高平衡产率应降低, 而低于 460 °C 时产率随温度的升高而增大, 说明反应平衡尚未建立, 对应温度下的产率不是平衡产率。催化剂在一定的温度范围内活性较高, 高于 460 °C 时, 催化剂活性降低, 丙烯腈产率降低, **A 正确**; 反应①是放热反应, 温度升高平衡左移, 平衡常数变小, 丙烯腈产率降低, **B 错误**; 温度升高, 副反应增多, 导致丙烯腈的产率下降, **C 正确**; 反应活化能的大小不影响平衡, **D 错误**。

(3) 根据图 b 可知, 当  $\frac{n(\text{氨})}{n(\text{丙烯})} \approx 1.0$  时, 丙烯腈的产率最高, 而丙烯醛的产率最低, 故 1.0 是最佳比值。根据化学反应:  $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{NH}_3(\text{g}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_3\text{N}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ , 氨气、氧气、丙烯按 1:1.5:1 的初始体积比加入反应达到最佳状态, 而空气中氧气约占  $\frac{1}{5}$ , 所以进料氨、空气、丙烯的理论体积比约为 1:7.5:1。

## 28. (15 分)

(1) 防止 Fe<sup>2+</sup> 被氧化

(2)  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$

(3) 隔绝空气(排除氧气对实验的影响)

(4) Fe<sup>2+</sup> Fe<sup>3+</sup> 可逆反应

(5)  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$  Fe<sup>3+</sup> 催化 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解产生 O<sub>2</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解反应放热, 促进 Fe<sup>3+</sup> 的水解平衡正向移动

**【解析】**(1) Fe<sup>2+</sup> 具有还原性, 能被空气中的氧气氧化为 Fe<sup>3+</sup>, 所以在配制的 FeCl<sub>2</sub> 溶液中应加入少量铁屑, 以防止 Fe<sup>2+</sup> 被空气氧化。

(2) Cl<sub>2</sub> 可将 Fe<sup>2+</sup> 氧化成 Fe<sup>3+</sup>, 自身得电子生成 Cl<sup>-</sup>, 反应的离子方程式为  $2\text{Fe}^{2+} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cl}^-$ 。

(3) 煤油的作用是隔绝空气, 以防止空气中的氧气将 Fe<sup>2+</sup> 氧化, 对实验产生干扰。

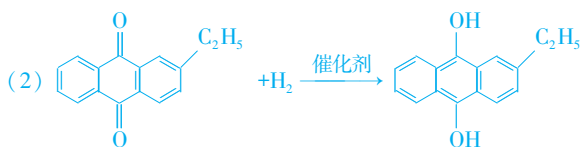
(4) 实验②向溶液中加入 K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 溶液, 生成蓝色沉淀, 说明溶液中一定含有 Fe<sup>2+</sup>; 碘易溶于 CCl<sub>4</sub>, CCl<sub>4</sub> 层呈紫色, Fe<sup>3+</sup> 遇 KSCN 溶液显血红色; 在 I<sup>-</sup> 过量的情况下, 溶液中

仍含有  $\text{Fe}^{3+}$ , 说明该反应进行的不彻底, 是可逆反应。

(5) 向  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液中加入酸化的  $\text{FeCl}_2$  溶液, 溶液变成棕黄色, 说明有  $\text{Fe}^{3+}$  生成, 发生反应的离子方程式为  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Fe}^{3+}$  可以催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解反应, 使  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解放出  $\text{O}_2$ , 产生气泡;  $\text{H}_2\text{O}_2$  的分解反应放出热量, 促进  $\text{Fe}^{3+}$  的水解反应平衡正向移动, 生成红褐色的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  沉淀。

### 36. (15 分)

(1) 氢气和氧气 乙基蒽醌 乙基蒽醌(乙基氢蒽醌)不溶于水, 易溶于有机溶剂



乙基氢蒽醌

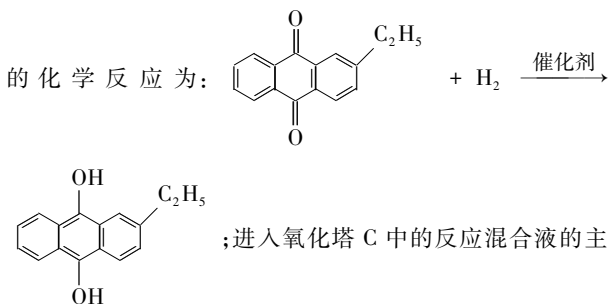
(3) 水  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶于水被水萃取, 乙基蒽醌不溶于水

(4)  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解放出氧气, 与氢气混合易发生爆炸

(5)  $6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$  8.9

【解析】(1) 根据反应原理可知, 蒽醌法制备双氧水理论上消耗的原料是氧气和氢气, 由工艺流程图可知, 循环使用的原料是乙基蒽醌, 乙基蒽醌属于有机物, 根据“相似相溶”原理, 乙基蒽醌在有机溶剂中的溶解度较大, 而在水中的溶解度较小, 所以配制工作液时采用有机溶剂而不采用水。

(2) 根据题给反应原理和生产流程, 可知氢化釜 A 中发生



要溶质为乙基氢蒽醌。

(3) 萃取塔 D 中主要含有  $\text{H}_2\text{O}_2$ 、乙基蒽醌和有机溶剂, 欲将  $\text{H}_2\text{O}_2$  分离出来, 根据“相似相溶”原理, 可采用萃取的方法, 可供选用的最简单的萃取剂是  $\text{H}_2\text{O}$ 。

(4) 工作液再生装置 F 中残留的  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解放出  $\text{O}_2$ , 与  $\text{H}_2$  混合易发生爆炸, 因此应将装置 F 中的  $\text{H}_2\text{O}_2$  除净。

(5) 酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液具有强氧化性, 能够将  $\text{H}_2\text{O}_2$  氧化为  $\text{O}_2$ , 同时  $\text{MnO}_4^-$  转化为  $\text{Mn}^{2+}$ , 反应的离子方程式为  $6\text{H}^+ + 5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{MnO}_4^- = 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{O}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ ; 根据公式  $c = \frac{1000\rho w}{M}$ , 可求出双氧水的浓度为

$$\frac{1000 \text{ cm}^3 \cdot \text{L}^{-1} \times 1.10 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \times 27.5\%}{34 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 8.9 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

### 37. (15 分)

(1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$  或  $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$  2

(2) ①正四面体 ②配位键 N ③高于 氨分子间可形成氢键 极性  $\text{sp}^3$

(3) 金属 铜失去的是全充满的  $3d^{10}$  电子, 镍失去的是  $4s^1$  电子

(4) ①3:1

$$\textcircled{2} \left( \frac{251}{6.02 \times 10^{23} \times d} \right)^{\frac{1}{3}} \times 10^7$$

【解析】(1) 镍是 28 号元素, 位于第四周期第Ⅷ族, 根据核外电子排布规则, 其基态原子的电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$  或  $[\text{Ar}] 3d^8 4s^2$ 。根据洪特规则, 基态原子中的电子总是优先占据一个轨道, 则镍的 3d 轨道中有 5 个电子分别占据 1 个轨道, 剩余的电子再以自旋方向相反的状态填充到其中的 3 个轨道中, 所以镍的 3d 能级上的未成对的电子数为 2。

(2) ①根据价层电子对互斥理论,  $\text{SO}_4^{2-}$  的价层电子对数为 4, 孤电子对数为  $(6+2-2 \times 4) \times \frac{1}{2} = 0$ , 其空间立体构型为正四面体形。

②在  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  中  $\text{Ni}^{2+}$  提供空轨道,  $\text{NH}_3$  中 N 原子提供孤电子对,  $\text{Ni}^{2+}$  与  $\text{NH}_3$  之间形成的化学键称为配位键。

③氨分子间存在氢键, 分子间作用力强, 所以氨的沸点高于膦( $\text{PH}_3$ ); 根据价层电子对互斥理论, 氨中心原子 N 的  $\sigma$  键电子对数为 3, 孤电子对数为  $(5-3) \times \frac{1}{2} = 1$ , 则 N 原子是  $\text{sp}^3$  杂化, 氨分子空间构型为三角锥形, 正、负电荷重心不重叠, 氨是极性分子。

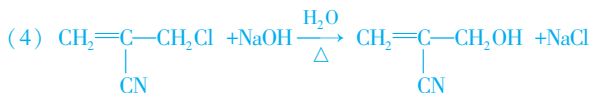
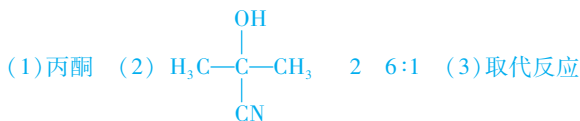
(3) 铜和镍属于金属元素, 单质铜及镍都是由金属键形成的晶体;  $\text{Cu}^+$  核外电子排布式为  $[\text{Ar}] 3d^{10}$ ,  $\text{Ni}^+$  的核外电子排布式为  $[\text{Ar}] 3d^8 4s^1$ , 故  $\text{Cu}^+$  核外电子排布比  $\text{Ni}^+$  稳定, 难以失去电子, 所以  $I_{\text{Cu}} > I_{\text{Ni}}$ 。

(4) ①根据“均摊法”计算, 晶胞中铜原子个数为  $6 \times \frac{1}{2} = 3$ , 镍原子个数为  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , 则铜原子和镍原子的数量比为 3:1。

②该合金的晶胞组成为  $\text{Cu}_3\text{Ni}$ , 晶体的密度  $\rho = \frac{m}{V} =$

$$\frac{251 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{(a \times 10^{-7} \text{ cm})^3 \times N_A \text{ mol}^{-1}} = d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}, \text{ 则 } a = \sqrt[3]{\frac{251}{d N_A}} \times 10^7 \text{ 或 } \left( \frac{251}{6.02 \times 10^{23} \times d} \right)^{\frac{1}{3}} \times 10^7。$$

### 38. (15 分)

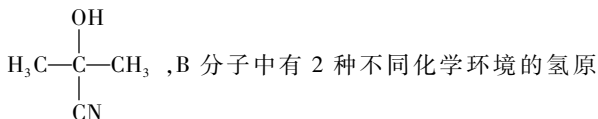


(5) 碳碳双键 酯基 氰基 (6) 8

【解析】(1) 根据已知①中信息, 可知 A 中氧原子个数为  $\frac{58 \times 0.276}{16} = 1$ , 由  $58 - 16 = 42$ , 则根据商余法,  $42 \div 12 = 3 \cdots 6$ , 可确定 A 分子的分子式为  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ , 核磁共振氢谱显示

为单峰, 则 A 的结构简式为  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ , A 的化学名称为丙酮。

(2) 由 A 的结构, 结合已知②中的信息, 可推知 B 为



其核磁共振氢谱显示为 2 组峰, 峰面积比为 6:1。

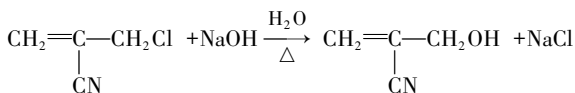
(3) C 的结构简式为  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_3$ , 在光照条件下与氯气



发生取代反应, 生成 D (  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$  )。



(4) D 与 NaOH 水溶液共热, 发生水解反应生成 E (  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_2\text{OH}$  ), 反应的化学方程式为



(5) E 经氧化生成 F (  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{COOH}$  ), F 与  $\text{CH}_3\text{OH}$  发

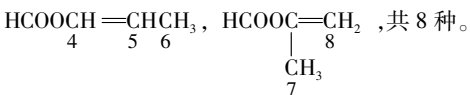


生酯化反应生成 G (  $\text{CH}_2=\text{C}-\text{COOCH}_3$  ), G 中的官能团



有碳碳双键、酯基和氰基。

(6) G 的同分异构体中, 与 G 具有相同官能团且能发生银镜反应的有机物为甲酸酯, 把氰基作为取代基, 用阿拉伯数字代表其所在碳原子的位置, 则有:  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ ,



7

, 共 8 种。