

- 7. A** 【解析】泡沫灭火器使用时会喷出硫酸钠溶液,硫酸钠是强电解质,其水溶液能导电,因此泡沫灭火器不适用于电器起火,**A 错误**;疫苗一般是具有活性的蛋白质,因此应冷藏存放,避免高温引起蛋白质变性,**B 正确**;油性漆含有大量的有害物质,会损害人体健康,水性漆对人体无害,不污染环境,因此使用水性漆有利于健康及环境,**C 正确**;电热水器的内胆材质多为不锈钢,将内胆与活泼金属镁连接,形成原电池时镁作负极从而保护内胆不被腐蚀,该防护方法是牺牲阳极的阴极保护法,**D 正确**。

**▶ 关键点拨** 解答本题的关键是明确泡沫灭火器灭火原理,即利用硫酸铝溶液和碳酸氢钠溶液混合来制取  $\text{CO}_2$ ,反应前后溶液中均含有强电解质,故溶液能导电。

- 8. B** 【解析】24 g Mg 与 27 g Al 的物质的量均为 1 mol,含有的质子数分别为  $12N_A$ 、 $13N_A$ ,**A 错误**;等质量的氧气与臭氧中含有等物质的量的氧原子,因此含有的电子数一定相同,**B 正确**;因 D 的原子核中含有 1 个中子,故 1 mol  $\text{D}_2\text{O}$  (重水)中含有的中子数为  $10N_A$ ,H 的原子核中不含中子,故 1 mol  $\text{H}_2\text{O}$  中含有的中子数为  $8N_A$ ,二者所含中子数之比是 5:4,**C 错误**;乙烷分子中含有 6 个 C—H 键和 1 个 C—C 键,乙烯分子中含有 4 个 C—H 键和 1 个 C=C 键,二者所含化学键的数目不同,**D 错误**。

**▶ 快解** 利用“微粒观”思想,依据原子结构特点及相对原子质量快速判断出 B 正确。

- 9. C** 【解析】苯乙烯中含有苯环,在 Fe 粉作催化剂的条件下,苯乙烯可与液溴发生苯环上的取代反应,**A 正确**;苯乙烯中含有碳碳双键,可使酸性高锰酸钾溶液褪色,**B 正确**;苯乙烯与氯化氢发生加成反应得到氯代苯乙烯,**C 错误**;苯乙烯中含有碳碳双键,因此在催化剂的作用下可发生加聚反应生成聚苯乙烯,**D 正确**。

- 10. B** 【解析】用稀硫酸和锌粒制取  $\text{H}_2$  时,加入几滴  $\text{CuSO}_4$  溶液,Zn 置换出 Cu,从而形成  $\text{Zn}-\text{Cu}-\text{H}_2\text{SO}_4$  原电池,加快化学反应速率,**A 正确**;达到滴定终点时溶液呈弱酸性,酚酞的变色范围为  $\text{pH}=8.2\sim 10$ ,因此用盐酸滴定  $\text{NaHCO}_3$  溶液应选用甲基橙作指示剂,**B 错误**;由火焰呈黄色可确定该盐类物质中含有钠元素,则在盐溶液中一定含有  $\text{Na}^+$ ,**C 正确**;蒸馏时为防止液体受热喷出,圆底烧瓶内液体体积不能超过其容积的三分之二,**D 正确**。

**▶ 刷有所得** 酸碱中和滴定指示剂的选择:①强酸、强碱间相互滴定,指示剂可选用酚酞或甲基橙;②强酸滴定弱碱时,指示剂应选用甲基橙;强碱滴定弱酸时,指示剂应选用酚酞。

- 11. D** 【解析】利用题中信息知,放电时,Li 失电子发生氧化反应,作负极, $\text{O}_2$  在多孔碳材料电极上得电子发生还原反应,因此多孔碳材料电极为正极,**A 错误**;放电时,外电路电子由负极(锂电)流向正极(多孔碳材料电极),**B 错误**;

充电时,锂电极作阴极,电解质溶液中  $\text{Li}^+$  向阴极移动, **C** 错误;充电时阴极上  $\text{Li}^+$  得电子生成  $\text{Li}$ ,阳极上发生氧化反应生成  $\text{O}_2$ ,因此电池总反应是  $\text{Li}_2\text{O}_{2-x}$  转化为  $\text{Li}$  和  $\text{O}_2$ , **D** 正确。

**刷有所得** 原电池工作原理:负极发生氧化反应、正极发生还原反应;电子由负极经导线流向正极,电流则是由正极经导线流向负极;在电解质溶液中无电子流过,只有离子的定向移动,放电时,阳离子移向正极、阴离子移向负极。

- 12. C** 【解析】加入 25 mL  $\text{AgNO}_3$  溶液时,  $\text{Cl}^-$  与  $\text{Ag}^+$  恰好反应生成  $\text{AgCl}$ ,图中  $c$  点对应的溶液中  $\text{AgCl}$  存在沉淀溶解平衡,此时  $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Ag}^+) \approx 10^{-4.7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) \approx 3.98 \times 10^{-10}$ , **A** 正确;滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液时,有  $\text{AgCl}$  沉淀生成,所得曲线为  $\text{AgCl}$  的沉淀溶解平衡曲线,即曲线上各点均满足  $c(\text{Cl}^-) \cdot c(\text{Ag}^+) = K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ , **B** 正确;相同条件下,若改为  $0.0400 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Cl}^-$ ,达到反应终点时消耗  $\text{AgNO}_3$  溶液的体积为 20 mL,而图中  $a$  点滴加  $\text{AgNO}_3$  溶液的体积为 15 mL, **C** 错误;相同条件下,若改为  $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Br}^-$ ,达到反应终点时消耗 25 mL  $\text{AgNO}_3$  溶液,因为  $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ ,故溶液中  $c(\text{Br}^-)$  较小,则反应终点由  $c$  向  $b$  的方向移动, **D** 正确。

**关键点拨** 利用图示数据,依据  $\text{AgCl}$  的沉淀溶解平衡进行分析是解答本题的关键。

**刷有所得** 溶度积  $K_{\text{sp}}$  只与难溶电解质本身的性质和温度有关,与其他条件无关。一定温度下,当改变难溶电解质对应的某离子浓度大小时,该电解质的溶解平衡发生变化,但  $K_{\text{sp}}$  不变。

- 13. D** 【解析】由题意知黄绿色气体为  $\text{Cl}_2$ ,盐  $\text{YZW}$  为  $\text{NaClO}$ ,结合  $X$  与  $Z$  同主族可知元素  $W$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$  分别为  $\text{O}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Cl}$ 。电子层数越多,原子半径越大,同周期主族元素从左向右原子半径逐渐减小,故  $\text{O}$ 、 $\text{F}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{Cl}$  的原子半径大小为  $\text{F} < \text{O} < \text{Cl} < \text{Na}$ ,即  $X < W < Z < Y$ , **A** 错误; $X$  的氢化物( $\text{HF}$ )水溶液是弱酸, $Z$  的氢化物( $\text{HCl}$ )水溶液是强酸, **B** 错误; $\text{Na}_2\text{O}_2$  中  $\text{O}_2^{2-}$  中含有非极性共价键, $\text{ClO}_2$  中只含极性共价键, **C** 错误;标准状况下,  $\text{O}_2$ 、 $\text{F}_2$  均为气体, **D** 正确。

**关键点拨** 利用元素化合物知识,由黄绿色气体判断有  $\text{Cl}_2$  生成,结合  $\text{Cl}^-$  与  $\text{ClO}^-$  反应生成  $\text{Cl}_2$ ,判断出  $\text{YZW}$  是  $\text{NaClO}$  是解题的关键。

**26. (14 分)**

- (1)③加入过量稀盐酸 ④出现乳黄色浑浊 ⑤(吸)取上层清液,滴入  $\text{BaCl}_2$  溶液 ⑥产生白色沉淀  
(2)①烧杯 容量瓶 刻度 ②蓝色褪去 95.0

**思路分析** (1) 利用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  可与盐酸反应生成  $\text{SO}_2$  与  $\text{S}$  的性质, 向样品中加入足量稀盐酸除尽  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , 然后用  $\text{BaCl}_2$  溶液检验上层清液中是否含有  $\text{SO}_4^{2-}$ , 即可确定样品中是否含有硫酸根杂质。

(2) ①配制 100 mL 的溶液需先将样品溶解在烧杯中, 然后转移到 100 mL 容量瓶中, 最后定容, 加水至溶液凹液面与容量瓶的刻度线相切; ②淀粉遇碘变蓝色, 当滴定至终点时碘恰好反应完, 此时溶液的蓝色褪去; 利用题中离子方程式可得关系式:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , 结合题中数据计算样品溶液中  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$ , 从而确定出 1.200 0 g 样品中含有  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  的质量, 从而最终求出样品纯度。

**【解析】** (1)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  可用作还原剂, 易被氧化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。要确认样品中是否含有  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , 则检验过程中不能引入  $\text{SO}_4^{2-}$ , 因此先将样品溶于除氧蒸馏水中, 然后加入足量稀盐酸除去  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。反应中生成硫单质, 溶液变浑浊, 因此需要静置一段时间, 然后取上层清液并向其中滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液, 若有不溶于盐酸的白色沉淀生成, 则说明样品中含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(2) ①配制  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液时, 需先将称量好的样品在烧杯中溶解, 冷却后将溶液转移到 100 mL 容量瓶中, 最后定容, 加水至溶液凹液面的最低处与容量瓶的刻度线相切; ②淀粉遇碘显蓝色, 用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液滴定含有淀粉的碘溶液, 当碘恰好完全反应时, 溶液蓝色褪去, 利用题给离子方程式可得关系式:  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \sim 6\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , 设所配样品溶液中  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$  为  $x \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 由题意得:  $0.009\ 50 \times 0.020\ 0 \times 6 = 0.024\ 8x$ , 解得  $x \approx 0.045\ 97$ , 所以样品中  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  的纯度为  $\frac{0.045\ 97 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 0.1 \text{ L} \times 248 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{1.200\ 0 \text{ g}} \times 100\% \approx 95.0\%$ 。

**关键点拨** 利用题中有关物质反应的离子方程式或利用得失电子守恒快速找出标准溶液中的溶质  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  与  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  的物质的量关系是解答最后一问的关键。

## 27. (14 分)

(1) 碘酸钾

(2) 加热  $\text{KCl} \quad \text{KH}(\text{IO}_3)_2 + \text{KOH} \xrightarrow{\quad} 2\text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (或  $\text{HIO}_3 + \text{KOH} \xrightarrow{\quad} \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ )

(3) ①  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \xrightarrow{\quad} 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$  ②  $\text{K}^+$  由 a 到 b ③产生  $\text{Cl}_2$  易污染环境等

**思路分析** (1) 类比氯酸钾可知  $\text{KIO}_3$  的名称是碘酸钾。(2) 根据气体在水中溶解度与温度的关系, 可知“逐  $\text{Cl}_2$ ”时可用加热的方法除去溶液中溶解的氯气; 目标产物为  $\text{KIO}_3$ , 故过滤时滤液中的溶质主要是  $\text{KCl}$ ; 结合酸碱中和反应特点和不引入新杂质的要求可知, 调 pH 时应加入  $\text{KOH}$ 。(3) 电解时, 阴极溶液为  $\text{KOH}$ , 则相当于电解水, 即阴极产生氢气; 阳极溶液中  $\text{K}^+$  则通过阳离子交换膜由电解池的左侧(a 极)移向右侧(b 极)。

**【解析】** (1)  $\text{KIO}_3$  的化学名称为碘酸钾。

(2) 结合气体溶解度一般随温度升高而减小的规律可知,可用加热的方法除去“酸化反应”后溶解在溶液中的  $\text{Cl}_2$ ;“逐  $\text{Cl}_2$ ”后的溶液中含有  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$  和  $\text{KCl}$ ,由最终得到  $\text{KIO}_3$  知,在结晶过滤时除去杂质  $\text{KCl}$ ,故滤液中的溶质主要是  $\text{KCl}$ ;结合实验目的和实验中不引入新杂质的要求,可知调 pH 时应加入  $\text{KOH}$ ,发生的反应为  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2 + \text{KOH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + 2\text{KIO}_3$ 。

(3) ①电解池中阴极发生得电子的还原反应,故阴极的电极反应式为  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ ;②电解过程中,阳离子( $\text{K}^+$ )通过阳离子交换膜由电解池的左侧(阳极)移向右侧(阴极);③ $\text{KClO}_3$  氧化法相对于电解法制取  $\text{KIO}_3$  的不足之处是生产过程中产生有毒气体  $\text{Cl}_2$ ,污染环境等。

## 28. (15 分)



(2) 114

(3) ① 22 0.02 ② 及时移去产物 改进催化剂 提高反应物压强(浓度) ③ 大于 1.3

**思路分析** (1) 利用原子守恒可知该反应还生成  $\text{HCl}$ ,由此可得反应的化学方程式。(2) 利用盖斯定律可得所求反应的  $\Delta H$ 。(3) 利用“先拐先平数值大”可知,a 点所在曲线是 343 K 下的转化率变化曲线;a、b 处容器内各物质浓度相同,但 a 点温度高,故 a 点反应速率大;结合前面分析知在 343 K 时, $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = K = 0.02$ ,利用平衡时各物质质量分数即可计算 a 点处  $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}}$  的值。

**【解析】** (1) 利用原子守恒可知, $\text{SiHCl}_3$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成  $(\text{HSiO})_2\text{O}$  的同时还生成  $\text{HCl}$ ,故反应的化学方程式为  $2\text{SiHCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{HSiO})_2\text{O} + 6\text{HCl}$ 。

(2) 给题给两个热化学方程式分别编号为①、②,利用盖斯定律,①  $\times 3 +$  ② 即可得到  $4\text{SiHCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{SiH}_4(\text{g}) + 3\text{SiCl}_4(\text{g}) \quad \Delta H = +114 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3) ① 利用“先拐先平数值大”可知,a 点所在曲线是 343 K 时  $\text{SiHCl}_3$  转化率变化曲线,由图示可知,343 K 下  $\text{SiHCl}_3$  的平衡转化率为 22%;假设起始时  $c(\text{SiHCl}_3) = 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,采用“三段式”可知平衡时  $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiCl}_4$  的浓度分别为  $0.78 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,故反应的平衡

常数  $K = \frac{c(\text{SiH}_2\text{Cl}_2) \cdot c(\text{SiCl}_4)}{c^2(\text{SiHCl}_3)} \approx 0.02$ 。② 在 343 K 下,要

提高平衡转化率,可采取不断移去产物的方法,要缩短达到平衡的时间,则需要加快反应速率,所以可采取改进催化剂或缩小反应容器容积以增大反应物的浓度等措施。③ a、b 两点处容器内各物质浓度相同,但 a 点温度高,故 a 点反应

速率大;在 343 K 时, $\frac{k_{\text{正}}}{k_{\text{逆}}} = K = 0.02$ ,而 a 点  $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、

$\text{SiCl}_4$  物质的量分数分别为 0.8、0.1、0.1,故  $\frac{v_{\text{正}}}{v_{\text{逆}}} = \frac{k_{\text{正}} \cdot 0.8^2}{k_{\text{逆}} \cdot 0.1^2} =$

$$0.02 \times 64 \approx 1.3。$$

**关键点拨** 第(3)问,明确反应特点(反应前后气体体积不变的吸热反应),结合影响化学反应速率的因素以及平衡移动原理即可轻松解答。

### 35. (15 分)



(2) 大于 Zn 核外电子排布为全满稳定结构,较难失电子

(3) 离子键  $\text{ZnF}_2$  为离子化合物,  $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 、 $\text{ZnI}_2$  的化学键以共价键为主,极性较小

(4) 平面三角形  $\text{sp}^2$

(5) 六方最密堆积( $\text{A}_3$  型) 
$$\frac{65 \times 6}{N_A \times 6 \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2 c}$$

**思路分析** (1)依据能量最低原理,结合 Zn 的核外电子数可写出其核外电子排布式;(2)由于 Zn 的价电子排布处于稳定的全充满状态,因此其第一电离能大于 Cu;(3)利用  $\text{ZnF}_2$  的熔点以及 F 的电负性知  $\text{ZnF}_2$  是离子晶体,其化学键类型是离子键;(4) $\text{CO}_3^{2-}$  的价层电子对数为 3,因此中心原子的杂化类型为  $\text{sp}^2$ ,又因 C 原子不含孤对电子,故  $\text{CO}_3^{2-}$  的空间构型为平面三角形;(5)Zn 的堆积方式是六方最密堆积,根据密度公式,求出该晶胞的体积和质量即可求出其密度。

**【解析】**(1)Zn 原子核外电子数为 30,根据能量最低原理可知其核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^2$ 。

(2)由于 Zn 的价电子排布为稳定的全充满结构,因此其第一电离能大于 Cu。

(3)根据  $\text{ZnF}_2$  的熔点以及 F 的电负性可知  $\text{ZnF}_2$  是离子晶体,其化学键类型是离子键;而  $\text{ZnCl}_2$ 、 $\text{ZnBr}_2$ 、 $\text{ZnI}_2$  的化学键以共价键为主,极性较小,依据“相似相溶”原理知,它们易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。

(4) $\text{CO}_3^{2-}$  中心 C 原子的价层电子对数为  $3 + \frac{4+2-3 \times 2}{2} = 3$ ,因此其空间构型为平面三角形,中心 C 原子的杂化轨道类型为  $\text{sp}^2$ 。

(5)由晶胞结构可知,Zn 的堆积方式是六方最密堆积;利用均摊法可知每个晶胞中含有 Zn 原子的个数为  $12 \times \frac{1}{6} + 2 \times \frac{1}{2} + 3 =$

6,利用晶胞参数可知每个晶胞的体积为  $6 \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2 c \text{ cm}^3$ ,利用密

度公式可知其密度为  $\frac{65 \times 6}{N_A \times 6 \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times a^2 c} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

**关键点拨** 本题最后一问可利用正六棱柱体积的计算公式确定出晶胞的体积,再依据“均摊法”确定出每个晶胞中所含 Zn 原子数目,然后由  $\rho = \frac{m}{V}$  即可计算。

### 36. (15 分)

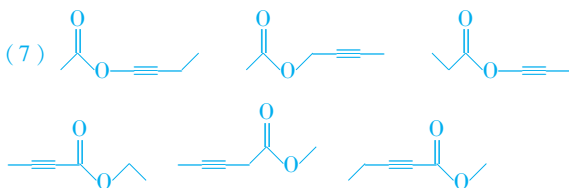
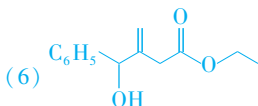
(1) 丙炔



(3) 取代反应 加成反应

(4)  $\equiv\text{CH}_2\text{COOC}_2\text{H}_5$

(5) 羟基、酯基

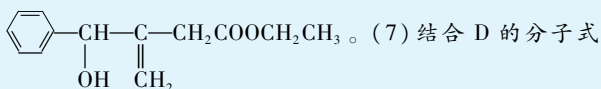


**思路分析** (1) 物质 A 含有碳碳三键, 属于炔烃。

(2) 丙炔与氯气在光照条件下发生取代反应生成 B, B 为单氯代烃, 则为  $\text{ClCH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ , 再结合 C 的分子式知 B 与  $\text{NaCN}$  发生取代反应得到  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CN}$ 。(3) 根据已知

信息和 H 的结构简式可推知 G 和 F 的结构简式。(4)  $\text{C}\rightarrow\text{D}$  为  $-\text{CN}$  先转化为  $-\text{COOH}$ , 再与乙醇发生酯化反应。

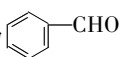
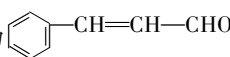
(5) 根据 Y 的结构简式可知分子中含有的含氧官能团为羟基、酯基。(6) H 为苯丙醛、F 为苯甲醛, 因此通过类比可得 E 与 F 反应产物的结构简式为



以及含有的官能团和三种氢原子数目比为 3:3:2, 可知满足条件的同分异构体中含有两个不同位置的  $-\text{CH}_3$ 、一个  $-\text{CH}_2-$ 、碳碳三键和酯基, 由此可写出满足条件的同分异构体。

**【解析】**(1) 物质 A 含有碳碳三键, 属于炔烃, 其名称为丙炔。

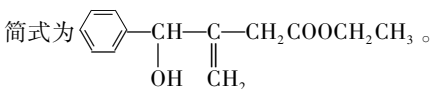
(2) 丙炔与氯气在光照条件下发生取代反应生成  $\text{ClCH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ , 再利用 C 的分子式可知 B 与  $\text{NaCN}$  发生取代反应, C 为  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CN}$ 。

(3)  $\text{F}\rightarrow\text{G}$  发生信息反应, 则 F 中含有一  $-\text{CHO}$ , 结合 F 的分子式可知, F 为 , 则 G 为 , 对比 G 与 H 的结构简式可知,  $\text{G}\rightarrow\text{H}$  发生加成反应。

(4)  $\text{C}\rightarrow\text{D}$  过程中  $-\text{CN}$  先转化为  $-\text{COOH}$ , 再与乙醇发生酯化反应, 故 D 的结构简式为  $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 。

(5) 利用 Y 的结构简式可知分子中含有的含氧官能团为羟基、酯基。

(6) H 为苯丙醛, 与 E 在  $\text{Cr}-\text{Ni}$  催化下发生反应得到 Y, F 为苯甲醛, 因此通过类比可得 E 与 F 反应所得产物的结构



(7) D 的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ , 分子中含有碳碳三键和酯基, 则 X 中也含有碳碳三键和酯基; 核磁共振氢谱显示有 3 种氢原子, 峰面积之比为 3:3:2, 则满足条件的同分异构体中含有 2 个不同位置的  $-\text{CH}_3$  (即 2 个甲基不能连接在同一个碳原子上) 和 1 个  $-\text{CH}_2-$ , 由此可得满足条件的同分异构体。