

7. A 【命题点】古文献中所描述的铜盐结晶过程、铜的冶炼、铜盐的性质。

【解析】根据题中信息,苦泉中含有大量 CuSO_4 , 浓缩结晶获得胆矾,胆矾的化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, A 项错误;湿法冶铜的反应原理为 $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$, 因此胆矾可作为湿法冶铜的原料, B 项正确;“熬之则成胆矾”是指将苦泉水蒸发浓缩、降温结晶得到胆矾晶体的过程, C 项正确;“熬胆矾铁釜,久之亦化为铜”,发生的反应与湿法冶铜的原理相同,属于置换反应, D 项正确。

▶ **快解** 若知道胆矾是五水硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)的俗称,不用看题干即可快速判断 A 项错误。

▶ **刷有所得** 铜是人类社会使用较早的金属,铜的冶炼有两种方法:①湿法冶铜: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$; ②火法炼铜: $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$, $\text{Cu}_2\text{S} + 2\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} 6\text{Cu} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。

8. B 【命题点】混合物组成推断、元素化合物性质分析。

【解析】白色固体溶于水,得到澄清透明溶液,证明固体中不存在难溶于水的 CaCO_3 ; 做焰色反应,通过钴玻璃可观察到紫色,证明固体中含有 KCl ; 向溶液中加入碱,产生白色沉淀,证明固体中含有 MgSO_4 , 此时生成的白色沉淀为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 。白色固体混合物由两种物质组成,则此白色固体为 KCl 和 MgSO_4 的混合物, B 项正确。

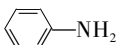

▶ **易错警示** 在物质检验与鉴别的试题中,一定要注意前面加入的试剂是否会对后面物质的检验有所影响。

9. C 【命题点】二氧化碳在自然界中的循环过程,涉及电离平衡、沉淀溶解平衡。

【解析】根据图中信息,海水酸化的过程中,碳酸部分电离成 HCO_3^- 和 H^+ , 电离产生的 H^+ 与海水中的 CO_3^{2-} 结合形成 HCO_3^- , 因此 HCO_3^- 浓度增大, CO_3^{2-} 浓度减小, A 项正确;海水酸化后 H^+ 能与 CO_3^{2-} 结合,导致碳酸钙的溶解平衡正向移动,从而导致珊瑚礁减少, B 项正确;二氧化碳引起海水酸化的原理应为 $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$, 碳酸的第二步电离比第一步电离要弱得多, C 项错误;使用太阳能、氢能等新能源可以减少二氧化碳的排放,改善珊瑚的生存环境, D 项正确。

▶ **关键点拨** 本题解题的关键是判断每一步反应到底是如何进行的,例如二氧化碳导致海水显酸性的原因是碳酸发生电离,珊瑚礁溶解是因为碳酸钙的溶解平衡正向移动。

10. D 【命题点】有机物的结构与性质、限定条件的同分异构体数目的判断、原子共面问题、有机反应类型的判断。

【解析】根据题中信息,结合 MPy 分子的结构推测,其同分异构体中属于芳香化合物的有 、、



等, A 项错误; EPy 分子中含有饱和碳原子,饱和碳原

子和与其相连的四个原子形成四面体结构,所有原子不可能共面,**B 项错误**;VPy 分子中含有 N 原子,与乙烯在分子组成上不是相差若干个“CH₂”基团,二者不互为同系物,**C 项错误**;反应②中 EPy 中羟基与相连碳原子的相邻碳原子上的氢原子消去,形成了碳碳双键,**D 项正确**。

快解 判断有机物分子中所有原子是否可共面:看有无饱和碳原子(有则一定不共面)。

11. C 【命题点】Fe(CO)₅ 催化某反应的反应机理。

【解析】催化循环中, $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$ 转化为 $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4\text{COOH}^-$ 的过程中

消耗了 OH⁻, $\text{H}-\text{O}-\text{H} + \text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4 \rightarrow \text{H}-\text{O}-\text{Fe}(\text{CO})_4 + \text{H}_2\text{O}$ 转化为 $\text{H}-\text{O}-\text{Fe}(\text{CO})_4$ 的过程中生成

了 OH⁻, 可知 OH⁻ 参与了该催化循环, **A 项正确**; $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$

转化为 $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$ 的过程中产生了清洁燃料 H₂, 且整个催化

循环中 H₂ 不被消耗, **B 项正确**; $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$ 转化为 $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$

的过程中生成了 CO₂, 且整个反应过程中没有消耗 CO₂ 的步骤, **C 项错误**; 催化循环中, Fe 的成键数目有 4 (如

$\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_4$), 5 (如 $\text{OC}-\text{Fe}(\text{CO})_5$) 或 6 (如 $\text{H}-\text{O}-\text{Fe}(\text{CO})_4$), 成键数目

发生变化, **D 项正确**。

12. C 【命题点】电解池中电极判断、电解质中离子移动方向、元素化合价变化的判断、电池总反应的书写。

【解析】通电时, 阳离子向阴极移动, 由 Ag⁺ 注入无色 WO₃ 薄膜中, 可知在该变色器件中, Ag 作阳极, 通电后 Ag 失去电子转化为 Ag⁺, 通过固体电解质向变色层迁移, **A、B 项正确**; 透明导电层为阴极, 在阴极处 WO₃ 得到电子转化为 WO₃^{x-}, W 的化合价降低, **C 项错误**; 根据题中信息推断, 总反应为 $\text{WO}_3 + x\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}_x\text{WO}_3$, **D 项正确**。

刷有所得 电解池中电极的判断方法: ①看元素化合价升降情况, 有元素化合价升高的为阳极, 有元素化合价降低的为阴极; ②看阴、阳离子移动方向, 阳离子向阴极移动, 阴离子向阳极移动; ③看与电源正、负极连接情况, 与电源正极相连的作阳极, 与电源负极相连的作阴极。

13. D 【命题点】元素推断、元素化合物性质。

【解析】根据题给化合物的结构示意图, Z 形成 +1 价阳离子且 Z 在四种短周期元素中原子序数最大, 则 Z 为 Na; W 形成 1 个共价单键且在四种元素中原子序数最小, 则 W 为 H; Y 形成 3 个共价单键, 且原子序数小于 Na, 则 Y 为 N; 四种元素原子序数之和为 24, 则 X 为 B。该化合物中, W、X、Y 都为非金属元素, 相互之间形成的化学键都为共价键, **A 项正确**; 钠与水反应生成氢氧化钠和氢气, 与甲醇反应生成甲醇钠和氢气, **B 项正确**; Y 的最高价氧化物的水化物为硝酸, 属于强酸, **C 项正确**; X 的氟化物为 BF₃, B 原子最外层电子数为 3, BF₃ 中 B 原子形成 3 个共价单键, 最外层达到 6

个电子,未达到8电子稳定结构,D项错误。

26. (14分)



【命题点】电解原理、溶液中粒子分布曲线的分析、陌生化学方程式的书写、化学计算等。

【解析】(1)工业上常采用电解饱和食盐水的方法制备 Cl_2 ,该过程中,阳极的电极反应式为 $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow$,阴极的电极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$,为防止生成的 Cl_2 和 OH^- 发生反应,通常采用阳离子交换膜,则该装置中的离子膜只允许 Na^+ 通过;氯气在阳极产生,逸出口为 a。

(2) HClO 的电离常数 $K_a = \frac{c(\text{ClO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})}$,根据电离平衡体系中各成分的组成分数图像判断,当 $c(\text{ClO}^-) = c(\text{HClO})$ 时, $\text{pH} = 7.5$,代入数据得 $K_a = \frac{c(\text{ClO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{HClO})} = c(\text{H}^+) = 10^{-7.5}$ 。

(3)根据题中信息, HgO 与 Cl_2 反应制备 Cl_2O 的过程发生歧化反应,则 Cl 元素化合价在反应的过程中既有升高,又有降低,所以反应的化学方程式为 $2\text{Cl}_2 + \text{HgO} \rightleftharpoons \text{HgCl}_2 + \text{Cl}_2\text{O}$ 。

(4)根据题中信息,由 NaClO_2 得到 ClO_2 的反应属于歧化反应,泡腾片溶于水,溶液呈酸性,则反应的离子方程式为 $5\text{ClO}_2^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}^- + 4\text{ClO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,由离子方程式得关系式 $5\text{ClO}_2^- \sim 4\text{ClO}_2$,则生成 1 mol ClO_2 时,需要消耗 1.25 mol NaClO_2 ;泡腾片中含有 NaHSO_4 和 NaHCO_3 ,溶于水时产生气泡的化学方程式为 $\text{NaHCO}_3 + \text{NaHSO}_4 \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(5) NaClO 不可与酸性清洁剂混用的原因是 $\text{ClO}^- + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,会产生有毒的 Cl_2 ,危害人体健康。设生产 1 000 kg 该溶液需消耗 Cl_2 a mol,质量为 $71a$ g,由反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ 可知,消耗 NaOH 的物质的量为 $2a$ mol,质量为 $80a$ g,结合质量守恒可知,要生产 1 000 kg 该溶液,需 30% 的 NaOH 溶液 $(10^6 - 71a)$ g,由 Na 元素守恒可知, $30\% \times (10^6 - 71a)$ g = $80a$ g + $1\% \times 10^6$ g,整理可得 $a = \frac{2.9 \times 10^5}{101.3}$,则需消耗氯气的质量为 $71a \times 10^{-3}$ kg \approx 203 kg。

▶ 关键点拨 根据电离平衡常数表达式,可以利用离子分布曲线或滴定曲线中微粒浓度相等的点快速求解 K_a 。但要注意题中 pH 对应的是氢离子浓度,如果是求弱碱的 K_b ,需要换算成氢氧根离子浓度。

27. (15分)

(1) B

(2) 球形 无油珠说明不溶于水的甲苯已经被完全氧化

(3) 除去过量的高锰酸钾,避免在用盐酸酸化时,产生氯气



(4) MnO_2 (5) 苯甲酸升华而损失

(6) 86.0% C (7) 重结晶

【命题点】由甲苯制备苯甲酸的实验,考查实验仪器的选择、实验现象的分析、酸碱中和滴定、产率的计算、产物的分离和提纯等。

【解析】(1)三颈烧瓶中盛装液体的体积应介于其容积的

$\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 之间,实验中加入液体的体积为 $1.5 \text{ mL} + 100 \text{ mL} =$

101.5 mL ,所以三颈烧瓶的最适宜规格为 250 mL 。

(2)由实验步骤可知,反应装置中冷凝管的作用是冷凝回流,应选用球形冷凝管;甲苯为油状液体,不溶于水,而苯甲

关键

酸钾可溶于水,因此当回流液中不再有油珠,说明不溶于水的甲苯已经被完全氧化,反应完成。

(3)由于反应后混合物中存在过量的高锰酸钾,直接加入浓盐酸酸化会产生氯气,污染空气,因此需要先加入适量的饱和亚硫酸氢钠溶液除去过量的高锰酸钾;酸性条件下,用草酸除去过量的高锰酸钾的离子方程式为 $2\text{MnO}_4^- + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 6\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)高锰酸钾被还原产生二氧化锰,二氧化锰不溶于水,因此趁热过滤得到的滤渣的主要成分是 MnO_2 。

(5)由于苯甲酸在 100°C 左右开始升华,因此干燥苯甲酸晶体时温度不宜过高。

(6)滴定过程中,每次滴定平均消耗的 $n(\text{KOH}) = 0.010\,00 \text{ mol} \cdot$

$\text{L}^{-1} \times 21.50 \times 10^{-3} \text{ L} = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol}$,由反应原理可知,苯甲酸

与 KOH 反应的关系式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \sim \text{KOH}$,则 25.00 mL

溶液中 $n(\text{苯甲酸}) = 2.15 \times 10^{-4} \text{ mol}$, 0.122 g 粗产品中含有的苯甲酸

的物质的量为 $2.15 \times 10^{-4} \text{ mol} \times \frac{100 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}} = 8.6 \times 10^{-4} \text{ mol}$,则苯甲

酸的纯度为 $\frac{8.6 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 122 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{0.122 \text{ g}} \times 100\% = 86.0\%$;实

验中加入 $m(\text{甲苯}) = 1.5 \text{ mL} \times 0.867 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 1.300\,5$

g , $n(\text{甲苯}) = \frac{1.300\,5 \text{ g}}{92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.014 \text{ mol}$,则加入的高锰酸钾过

量,利用甲苯的物质的量计算苯甲酸的产率,根据质量守恒,理论上可以制得苯甲酸 1.708 g ,而根据滴定结果计

算, 1.0 g 粗产品中含有的苯甲酸为 0.86 g ,则本实验中苯

甲酸的产率为 $\frac{0.86 \text{ g}}{1.708 \text{ g}} \times 100\% \approx 50\%$,故答案为 C。

(7)由题中所给苯甲酸的溶解性和步骤(2)可知,实验中要得到纯度更高的苯甲酸,可以通过重结晶的方法进行提纯。

易错警示 第(6)问求苯甲酸的产率时,需要分别计算出苯甲酸的理论产量和实际产量:理论产量需要用甲苯的量求得,而实际产量需要借助滴定实验的结果进行计算。

28. (14 分)

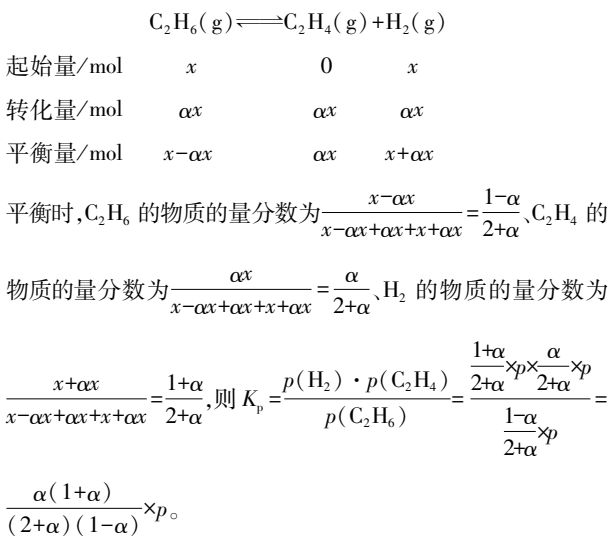
(1)①137 ②升高温度 减小压强(增大体积)

③ $\frac{\alpha(1+\alpha)}{(2+\alpha)(1-\alpha)} \times p$ (2)① $1-\alpha$ ② AD

(3)① $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ ② 6:5

【命题点】反应热的计算、化学反应速率、化学平衡移动、平衡常数的计算、电极反应式的书写等。

【解析】(1)①根据题中所给各物质燃烧热的数据,可分别写出热化学方程式: $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \frac{7}{2}\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = -1\,560\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = -1\,411\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_4 = -286\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;根据盖斯定律, $\Delta H_1 = \Delta H_2 - \Delta H_3 - \Delta H_4 = 137\text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;②正反应为气体分子数增大的吸热反应,因此可利用升高温度、减小压强(增大体积)的方法使平衡正向移动,提高反应物的平衡转化率;③设反应起始时通入 $x\text{ mol}$ 乙烷和 $x\text{ mol}$ 氢气,反应达到平衡时乙烷的转化率为 α ,可列出三段式:



(2)①设起始时甲烷浓度为 $y\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 甲烷的转化率为 α 时, 甲烷浓度为 $y \times (1 - \alpha)\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 可得 $r_1 = k \times y\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $r_2 = k \times y \times (1 - \alpha)\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则 $r_2 = (1 - \alpha)r_1$ 。②该反应初期阶段, $r = k \times c_{\text{CH}_4}$, 增加甲烷浓度, r 增大, **A 项正确**; 反应初期阶段, 反应正向进行, 增大 H_2 的浓度, 不改变 c_{CH_4} 减小的趋势, r 不会增大, **B 项错误**; 随着反应的进行, c_{CH_4} 逐渐减小, 乙烷的生成速率逐渐减小, **C 项错误**; 降低反应温度, 反应速率减小, k 减小, **D 项正确**。

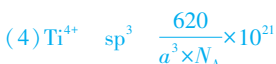
(3)①根据图中信息, 二氧化碳在阴极得电子转化为一氧化碳, 结合固体电解质可传导 O^{2-} , 可知电极反应式为 $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{O}^{2-}$ 。②根据图中信息, CH_4 在阳极失去电子变成 C_2H_6 、 C_2H_4 和 H_2O , 由于生成 C_2H_4 和 C_2H_6 的体积比为 2:1, 设生成了 2 mol C_2H_4 和 1 mol C_2H_6 , 则有 6 mol CH_4 发生反应, 共转移 10 mol 电子, 根据得失电子守恒, 阴极上有 5 mol CO_2 参与电极反应, 则此时消耗的 CH_4 和 CO_2 的体积比为 6:5。

快解 燃烧热为 101 kPa 时, 1 mol 纯物质完全燃烧生成稳定氧化物时释放的热量, 在利用给定物质的燃烧热计算题给反应的 ΔH 时, 可不分别列出各物质燃烧的热化学方程式, 直接利用反应物系数 \times 反应物燃烧热 $-$ 生成物系数 \times 生成物燃烧热的方法进行计算。



(2) TiF_4 为离子化合物,熔点高,其他三种均为共价化合物,随相对分子质量的增大分子间作用力增大,熔点逐渐升高

(3) $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ca}$ 离子键 12



【命题点】物质结构与性质,涉及原子核外电子排布、元素电负性大小比较、化学键种类判断、杂化轨道理论、晶体熔点影响因素、晶胞结构及计算等。

【解析】(1) Ti 为 22 号元素,基态 Ti 原子核外共 22 个电子,电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$ 。

(2) 根据题中信息, TiF_4 的熔点较高,应属于离子晶体,而 TiCl_4 、 TiBr_4 、 TiI_4 的熔点都较低,都属于分子晶体,一般而言,熔点:离子晶体 > 分子晶体,而组成和结构相似的分子晶体,相对分子质量越大,分子间作用力越大,熔点越高。

(3) 一般来说,元素的非金属性越强,其电负性越大,因此组成 CaTiO_3 的三种元素电负性的大小顺序为 $\text{O} > \text{Ti} > \text{Ca}$;金属离子与氧离子之间的作用力为离子键;根据晶胞结构判断, Ca^{2+} 位于体心,其周围距离最近且相等的 O^{2-} 位于棱心,共 12 个,因此 Ca^{2+} 的配位数为 12。

(4) 根据图乙可知, Pb^{2+} 位于 Γ 形成的正八面体体心,与图甲中 Ti^{4+} 的空间位置相同;有机碱 CH_3NH_3^+ 中, N 原子形成 4 个 σ 键,无孤电子对,价层电子对数为 4,杂化方式为 sp^3

杂化;根据均摊法,该晶胞中共含有 1 个 Pb^{2+} 、 $6 \times \frac{1}{2} = 3$ 个

Γ 、 $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 个 CH_3NH_3^+ ,晶胞的质量为 $\frac{207+127 \times 3+32}{N_A} \text{ g}$,

晶胞的体积为 $(a \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3$,则晶体的密度 $\rho =$

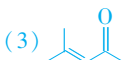
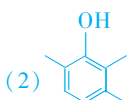
$$\frac{207+127 \times 3+32}{N_A \times (a \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = \frac{620}{N_A \times a^3} \times 10^{21} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}。$$

(5) 根据题意可知,稀土铈盐的作用是消耗单质碘和铅,根据图中物质转化关系,结合得失电子守恒,可得两个反应的离子方程式分别为 $\text{Pb} + 2\text{Eu}^{3+} \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{Eu}^{2+}$ 、 $\text{I}_2 + 2\text{Eu}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{I}^- + 2\text{Eu}^{3+}$ 。

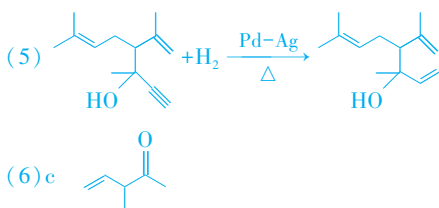
关键点拨 由于 F、Ti 电负性相差比较大,四氟化钛为离子化合物,而其他三种为共价化合物,由于物质中化学键的种类不相同,影响其熔点高低的因素也不相同。

36. (15 分)

(1) 3-甲基苯酚(或间甲基苯酚)

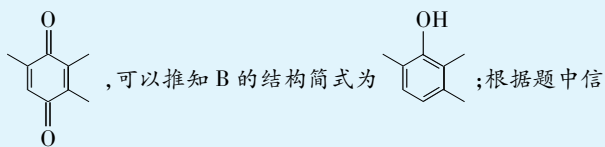


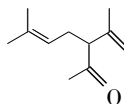
(4) 加成反应



【命题点】有机物的命名、有机反应类型的判断、有机反应化学方程式的书写、同分异构体、手性碳原子的判断等。


思路分析 根据题中信息 a 和 B ($C_9H_{12}O$) \longrightarrow

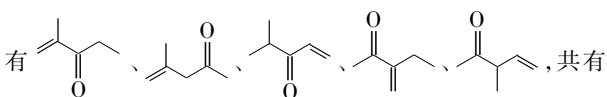
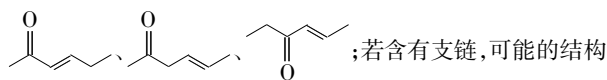


【解析】(4) 根据信息 c, 反应⑤为  与乙炔发生

加成反应, 乙炔基和氢原子分别加在羰基中碳原子和氧原子上。

(5) 反应⑥中, D 中碳碳三键与氢气在催化剂作用下发生加成反应, 得到碳碳双键。

(6) 化合物 C () 的分子式为 $C_6H_{10}O$, 不饱和度为 2, 其同分异构体含有两个甲基和一个酮羰基, 但没有环状结构, 则还含有 1 个碳碳双键, 若不含支链, 可能的结构有



8 种, 其中含有手性碳原子的化合物的结构简式

