

第三章 烃的衍生物

第一节 卤代烃

刷基础

1. B 【解析】烷烃中碳原子数越多,沸点越高,碳原子数相同时,支链越多,沸点越低,异戊烷就是2-甲基丁烷,故沸点:正戊烷>异戊烷=2-甲基丁烷, A 错误;1,2-二溴乙烷、溴乙烷、氯乙烷均属于分子晶体,一般来说,相对分子质量越大范德华力越大,沸点越高,故沸点:1,2-二溴乙烷>溴乙烷>氯乙烷, B 正确;溴苯的密度大于水,苯的密度小于水,即密度:溴苯>水>苯, C 错误;一般微粒核外电子层数越多半径越大,电子层数相同时核电荷数越大,半径越小,故微粒半径: $S^{2-}>Cl^{-}>O^{2-}>Na^{+}$, D 错误。

易错点:比较支链数量的前提是碳原子数相同

归纳总结 卤代烃沸点变化规律

- (1) 卤代烃的沸点随分子中碳原子数的增加而升高。
- (2) 碳原子数相同的卤代烃,沸点: $RI>RBr>RCl>RF$, 且卤素原子越多,沸点越高。
- (3) 在同分异构体中,支链越多,沸点越低。
- (4) 由于碳卤键有一定的极性,故卤代烃的沸点比相应的烃高。

2. D

教材变式 本题是教材 P25 复习与提高第 2 题的变式题,教材考查了一氯代物同分异构体的判断,变式题则给出含两个不同卤素原子的有机化合物的分子式,判断同分异构体的数目。

【解析】分子式为 C_4H_8ClBr 的有机化合物相当于丁烷中的两个氢原子分别被 $-Br$ 、 $-Cl$ 取代,如果丁烷为正丁烷, $-Br$ 、 $-Cl$ 在同一个碳原子上,有 2 种位置异构, $-Br$ 、 $-Cl$ 在不同碳原子上,有 6 种位置异构;如果丁烷为异丁烷, $-Br$ 、 $-Cl$ 在同一个碳原子上,有 1 种位置异构, $-Br$ 、 $-Cl$ 在不同碳原子上,有 3 种位置异构,所以符合条件的同分异构体有 12 种,选 D。

3. B 【解析】由氯乙烷制取乙二醇,需要先由氯乙烷得到二氯乙烷,再水解得到乙二醇,反应机理如下,先发生消去反应:

$$CH_3CH_2Cl + NaOH \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} CH_2=CH_2 \uparrow + H_2O + NaCl$$
再发生加成反应: $CH_2=CH_2 + Cl_2 \longrightarrow CH_2ClCH_2Cl$;最后发生水解反应:

$$CH_2ClCH_2Cl + 2NaOH \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} CH_2(OH)CH_2OH + 2NaCl$$
, 选 B。

4. C 【解析】卤代烃中,若与卤素原子相连的碳原子的邻位碳原子上含氢原子,则能发生消去反应;卤代烃在氢氧化钠溶液

易错点:含有 $\beta-H$ 的卤代烃才能发生消去反应

中水解能得到 $-OH$ 。②不能发生消去反应,能水解得到醇;①③④既能发生消去反应生成烯烃,又能发生水解反应生成醇;选 C。

5. D 【解析】卤乙烷不能电离出卤素离子且与氯水不反应,水层没有颜色变化,不能检验,①错误;卤乙烷不能电离出卤素离子,滴入硝酸银溶液,再加入稀硝酸,不可能有淡黄色沉淀生成,不能检验,②错误;该卤乙烷与氢氧化钠溶液共热发生水解反应生成卤化钠,冷却后加入稀硝酸至溶液呈酸性,再滴入硝酸银溶液,若有淡黄色沉淀生成,说明该卤乙烷中的卤素是溴元素,若没有淡黄色沉淀生成,说明该卤乙烷中的卤素不是溴元素,③正确;若该卤乙烷能与氢氧化钠的醇溶液共热发生消去反应生成溴化钠,冷却后加入稀硝酸至溶液呈酸性,再滴入硝酸银溶液,有淡黄色沉淀生成,说明该卤乙烷中的卤素是溴元素,若没有淡黄色沉淀生成,说明该卤乙烷中的卤素不是溴元素,④正确;选 D。

刷易错

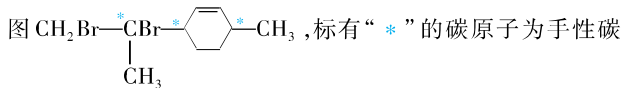
★易错点 卤代烃水解与消去反应条件的对比

6. C 【解析】乙醇易溶于水,1-丁烯难溶于水,则①中水的作用是吸收乙醇, A 正确;①实验条件下,1-丁烯为气体,气体 a 经过水后,除去了挥发出来的醇,通入酸性 $KMnO_4$ 溶液中,溶液褪色,说明 1-溴丁烷与 $NaOH$ 的乙醇溶液发生消去反应生成 1-丁烯, B 正确;1-溴丁烷发生取代反应和消去反应均能生成溴化钠,高锰酸钾能氧化 Br^{-} ,②中现象不能证明 1-溴丁烷与 $NaOH$ 水溶液发生取代反应, C 错误, D 正确。

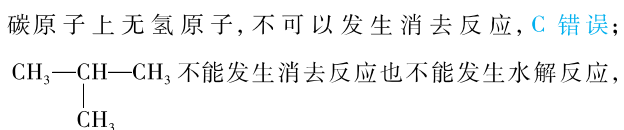
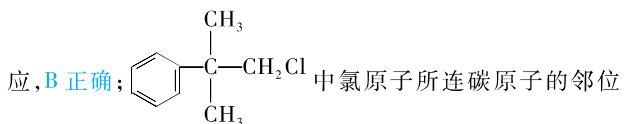
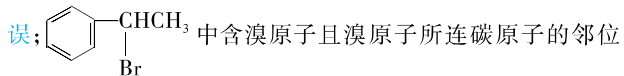
易错警示 卤代烃的水解和消去反应都需要强碱(如 $NaOH$)参与,不同的是二者在反应时所处的溶剂环境不同。卤代烃的水解反应是在强碱的水溶液中进行;而消去反应是在强碱的醇溶液中进行。另外,在分子结构上,卤代烃的消去反应还要求与卤素原子相连碳原子的邻位碳原子上有氢原子,而水解反应则没有这样的要求。

刷提升

1. B 【解析】该分子中只有碳溴键和碳碳双键 2 种官能团, A 错误;该分子中含有碳碳双键,可以发生加成反应,含有碳溴键且其中一个 Br 原子所连 C 的邻位 C 上有 H,可以发生取代反应和消去反应, B 正确;该分子中有 3 个手性碳原子,如

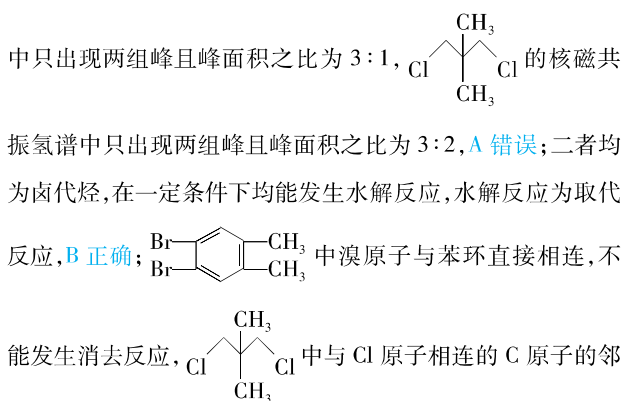


2. B 【解析】 CH_3Cl 中只有一个 C, 不能发生消去反应, **A 错误**;

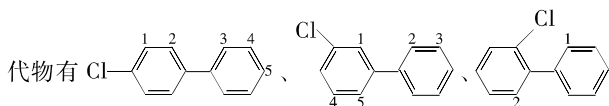


3. D 【解析】苯环、碳碳双键都能与氢气发生加成反应, 则 1 mol 该有机物在加热和催化剂作用下, 最多能和 4 mol H_2 反应, **A 正确**; 该有机物中含碳碳双键, 因此既能与溴水发生加成反应使溴水褪色, 也能与 KMnO_4 发生氧化反应使酸性 KMnO_4 溶液褪色, **B 正确**; 该分子中存在碳碳双键, 可发生加成反应, 同时含 $-\text{Cl}$, 可发生卤代烃的水解反应(取代反应), **C 正确**; 该有机物为非电解质, 不能电离出氯离子, 与硝酸银溶液不反应, **D 错误**。

4. B 【解析】根据等效氢法, $\text{Br}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 的核磁共振氢谱中只出现两组峰且峰面积之比为 3:1, $\text{Cl}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Cl}$ 的核磁共振氢谱中只出现两组峰且峰面积之比为 3:2, **A 错误**; 二者均为卤代烃, 在一定条件下均能发生水解反应, 水解反应为取代反应, **B 正确**;

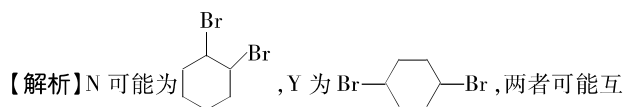
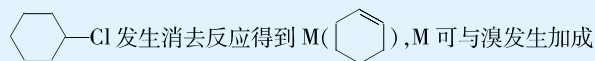


5. D 【解析】苯和氯水不反应, 实验室可用苯与液氯、铁粉制备氯苯, **A 错误**; X 是氯苯, 不能发生消去反应, **B 错误**; Y 中 B 原子价层电子对数为 3, 杂化方式为 sp^2 , **C 错误**; Z 的二氯代物有



6. D

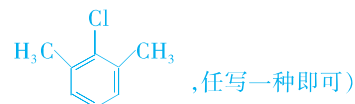
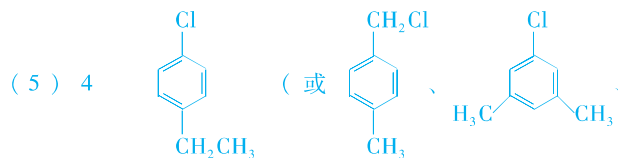
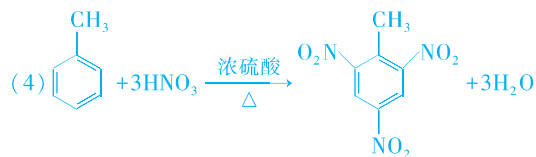
思路导引 环己烷发生取代反应得到 $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$,



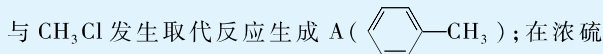
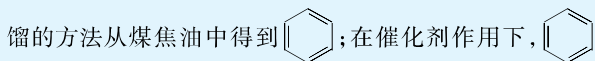
7. (1) 分馏

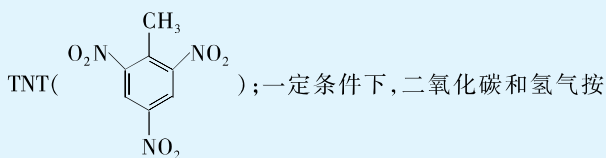
(2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1,3-丁二烯


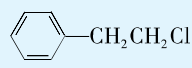
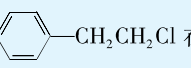
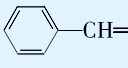
(3) 取代反应 消去反应



思路导引 由有机化合物的转化关系可知, 工业上通过分


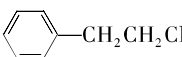
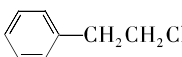
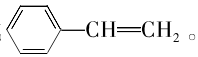




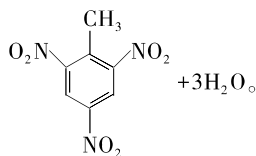
物质的量之比 1:3 反应制得 B($\text{CH}_2=\text{CH}_2$);B 与氯气发生加成反应生成 C($\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$);结合分子式 $\text{C}_8\text{H}_9\text{Cl}$ 知, $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 与  发生取代反应生成 ,  在氢氧化钠醇溶液中加热发生消去反应生成 D();根据合成橡胶结构可知,一定条件下,D 与 E($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$) 发生加聚反应生成合成橡胶。

【解析】(1)工业上通过分馏的方法从煤焦油里提取苯。

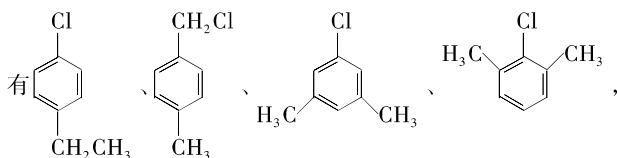
(2)由思路导引可知,E 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$,系统命名为 1,3-丁二烯。

(3)反应②为 $\text{ClCH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$ 与  发生取代反应生成 ,反应③为  在氢氧化钠醇溶液中加热发生消去反应生成 。

(4)反应①的化学方程式为  + $3\text{HNO}_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$



(5)分子式为 $\text{C}_8\text{H}_9\text{Cl}$,则苯环上可能的取代基为①二取代:—Cl、— CH_2CH_3 ,②二取代:— CH_3 、— CH_2Cl ,③三取代:—Cl、— CH_3 、— CH_3 ,苯环上有两种不同化学环境 H 原子的结构



共 4 种。

8. (1)① $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl} \xrightarrow[\Delta]{\text{ZnCl}_2} \text{CH}_3\text{Cl} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ (或 ZnO) ②除去氯化氢气体和甲醇

(2)滴入最后半滴盐酸,溶液恰好由黄色变成橙色,且半分钟内不变色 $(c_1V_1 - c_2V_2) \times 10^{-3}$

(3)①F、D、G ②稀硝酸酸化的硝酸银溶液 ③装置 F 中无白色沉淀生成,装置 D 中有白色沉淀生成

【解析】(1)①a 中无水 ZnCl_2 为催化剂,加热条件下 CH_3OH 与 HCl 发生取代反应生成 CH_3Cl ,化学方程式为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HCl} \xrightarrow[\Delta]{\text{ZnCl}_2} \text{CH}_3\text{Cl} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。 ZnCl_2 是强酸弱碱盐,反应过程中有水生成,若实验时 a 加热时间过长,会有部分 ZnCl_2 发生水解得到 $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 在加热条件下还可能分解生成 ZnO 。②装置 B 中盛有水,反应物 HCl 、甲醇均具有挥发性且易溶于水,故装置 B 作用是吸收反应挥发出的 HCl 和 CH_3OH 。

(2)NaOH 溶液过量,吸收气体所得溶液呈碱性,滴加甲基橙后显黄色,用盐酸标准溶液滴定,达到滴定终点时,溶液由黄色变为橙色,且半分钟内不变色;1 mol CH_3Cl 充分燃烧生成 1 mol CO_2 和 1 mol HCl ,被足量 NaOH 溶液吸收生成 Na_2CO_3 和 NaCl ,结合滴定时发生的反应,可得关系式: $\text{CH}_3\text{Cl} \sim \text{HCl}$,则有 $n(\text{CH}_3\text{Cl}) = n(\text{HCl}) = (c_1V_1 - c_2V_2) \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。

(3)①检验 CH_3Cl 中的氯元素,将装置 A 中生成的 CH_3Cl 通过装置 B 除去 HCl ,利用装置 F 中的 AgNO_3 溶液证明 HCl 已除尽, CH_3Cl 在装置 D 中水解,向装置 D 中滴加 AgNO_3 溶液来检验 Cl^- ,用 CCl_4 吸收 CH_3Cl 等尾气,故装置连接顺序为 $\text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{G}$ 。②装置 D 的分液漏斗中盛有稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液,用以检验 CH_3Cl 水解生成的 Cl^- 。③若观察到装置 F 中不产生白色沉淀,说明 HCl 已除尽,而向装置 D 中滴入稀硝酸酸化的 AgNO_3 溶液后,有白色沉淀产生,则证明 CH_3Cl 中含有氯元素。

刷素养

9. D 【解析】结合图示,该水解反应为放热反应,升高温度,水解平衡逆向移动,平衡转化率降低,A 正确;结合原理图可知,第 3 步反应存在 O—H 极性键的断裂和 H—Br 极性键的生成,B 正确;第 1 步反应的活化能最大,为慢反应,故水解反应的速率由第 1 步决定,C 正确;溴原子半径大于氯原子,则

突破点:活化能最大的反应为决速步骤

C—Br 键能更小,更易断裂发生反应, $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Br}$ 比 $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$ 更容易水解生成 $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$,D 错误。

第二节 醇 酚

课时 1 醇

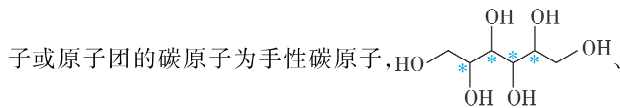
刷基础

1. B 【解析】酚类物质中也含有羟基,A 错误;羟基与链状烃基直接相连的有机化合物属于醇类,B 正确;醇和酚分子中虽然都含有一OH,但是酚中—OH 受苯环影响,具有一些特殊的性质,如弱酸性,而醇没有这一性质,C 错误;—OH 可以连在苯环的侧链烃基上,形成醇类,D 错误。

关键点拨 醇和酚的官能团均为—OH,—OH与饱和碳原子直接相连的化合物为醇,—OH与苯环直接相连的化合物为酚。

2. A 【解析】山梨醇分子中 σ 键数目为25,异山梨醇分子中 σ 键数目为21, A 错误;羟基为亲水基团,山梨醇含有羟基数目

→ **突破点:** 山梨醇 \rightarrow 异山梨醇 $+2\text{H}_2\text{O}$, 则O—H σ 键减少,在水中的溶解度较大, B 正确;山梨醇与异山梨醇中碳原子均只形成单键,均采用 sp^3 杂化, C 正确;连有4个不同原子或原子团的碳原子为手性碳原子,HO—CH₂—CH(OH)—CH(OH)—CH₂—OH、



HO—CH₂—CH(OH)—CH(OH)—CH₂—OH均含手性碳原子(*标出), D 正确。

3. B 【解析】乙二醇、乙醇的分子间存在氢键,乙二醇形成的氢键比乙醇多,则沸点:乙二醇>乙醇>丙烷, A 正确;乙醇与水互溶,所以不能用于萃取碘水中的碘, B 错误;乙醇具有挥发性,交警对驾驶员进行呼气酒精检测,利用了乙醇易挥发的特点, C 正确;羟基是亲水基团,可以和水分子形成氢键,因此甲醇、乙二醇、丙三醇等低级醇可与水以任意比互溶, D 正确。

4. B

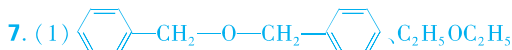
教材变式 本题是教材P95复习与提高第5题的变式题,教材考查了乙醇的酯化、消去、催化氧化及与金属钠反应过程中的断键情况,变式题则加入了乙醇与HCl的取代反应,综合考查了乙醇在发生不同反应时的断键情况。

【解析】乙醇与金属钠反应时,生成乙醇钠和氢气,乙醇中的O—H断裂,即键①断裂, A 正确;乙醇与氧气发生催化氧化反应生成乙醛,乙醇中的O—H和羟基所连碳原子上的C—H断裂,即键①③断裂, B 错误;乙醇与HCl反应生成氯乙烷时,—OH被—Cl取代,C—O断裂,即键②断裂, C 正确;乙醇与浓硫酸共热至170℃时,发生消去反应生成乙烯和水,C—O和羟基所连碳原子的邻位碳原子上的C—H断裂,即键②④断裂, D 正确。

5. A 【解析】试管a中收集的产物乙醛中混有产物水、未反应的乙醇,水与Na反应也放出可燃性气体 H_2 ,因此加入Na有可燃性气体生成,不能说明试管a中混有乙醇, A 错误;甲中提供反应物,选用热水,有利于乙醇挥发,乙中选用冷水,有利于冷凝收集产物, B 正确;该反应中铜为催化剂,硬质玻璃管中发生反应: $2\text{Cu}(\text{红}) + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}(\text{黑})$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO}(\text{黑}) \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu}(\text{红}) + \text{H}_2\text{O}$,铜网出现红黑交替的现象, C 正确;乙醇、乙醛与水混溶,且乙醇、水与乙醛沸点相差较大,因此采用蒸馏法分离三者, D 正确。

6. B 【解析】乙醇和乙酸互溶,不能用分液的方法进行分离, A 错误;实验室制备少量乙烯的原理为在浓硫酸作用下乙醇在170℃条件下发生消去反应生成乙烯和水,实验时温度计应插入液面下,使反应温度迅速升高到170℃,防止发生副反应, B 正确;乙酸乙酯能与氢氧化钠溶液反应,所以不能用氢氧化钠溶液收集乙酸乙酯,且导气管不能伸入溶液中,否则易发生倒吸, C 错误;乙酸具有挥发性,挥发出来的乙酸会优先与苯酚钠溶液反应,干扰碳酸、苯酚的酸性强弱验证, D 错误。

→ **易错点:** 乙酸乙酯在碱性条件下发生水解反应



(3) 取代反应

(4) 路线I比路线II步骤少,但路线I比路线II副产物多,产率低

(5) 4

思路导引 路线II: ①苯甲醇分子中羟基被氯原子取代,则A

的结构简式为

②乙醇和金属钠反应生成乙醇钠和氢气,则B的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$; ③

和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa}$ 反应生成乙基苄基醚和NaCl。

【解析】(1) 路线I中,可能发生两个苯甲醇之间脱水生成醚、两个乙醇分子之间脱水生成醚的反应,因此副产物的结构简式为

(2) 由分析可知,A的结构简式为

(3) 根据反应的特点,A中的Cl与B中的Na结合,生成NaCl,剩下的结构结合成乙基苄基醚,此反应类型为取代反应。

(4) 根据路线可知,路线I比路线II步骤少,但路线I比路线II副产物多,产率低。

(5) 苯甲醇和苯甲醚互为同分异构体,因此苯甲醇的同分异构体有 ,还可以把—CH₂OH分成两个取代基:—CH₃和—OH,两个取代基在苯环上存在邻、间、对三种位置关系,故共有4种结构。

8. B 【解析】2,2-二甲基-1-丁醇的结构为

不能发生消去反应,能发生催化氧化反应生成醛, A 不符合题意;2-甲基-1-丁醇的结构为

能够发生消去反应,同时也能够发生催化氧化反应生成醛, B 符合题意;2-甲基-2-丁醇的结构为

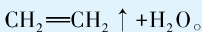
能够发生消去反应,但无法发生催化氧化反应, D 不符合题意。

归纳总结 醇的反应规律

(1) 消去反应

①只有1个碳原子的醇不能发生消去反应,例如甲醇 CH_3OH 。

②与羟基相连的碳原子的邻位碳原子(即 $\beta\text{-C}$)上有氢原子,能发生消去反应,否则不能。例如: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170\text{ }^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}}$



(2) 催化氧化

①醇催化氧化能生成醛的条件是羟基直接相连的碳原子上至少连接2个氢原子。

②醇催化氧化能生成酮的条件是羟基直接相连的碳原子上只有1个氢原子。

③醇羟基直接相连的碳原子上没有氢原子则不能催化氧化。

9. D 【解析】乙醇在反应中需断裂 O—H 和与 —OH 相连碳原子上的 C—H , 形成乙醛, 因此, 乙醇在反应中并非“只断裂 O—H ”, **A 错误**; 铜作为催化剂, 实际上参与了反应, Cu 先被氧化为 CuO , 随后 CuO 将乙醇氧化为乙醛, 自身被还原为 Cu , **B 错误**; 根据反应方程式, 生成 2 mol 乙醛需消耗 1 mol O_2 , 标准状况下, 1 mol O_2 体积为 22.4 L, 但题中未说明标准状况, **C 错误**; 乙醇和乙醛的核磁共振氢谱图是不同的, 乙醇有 3 组峰, 乙醛只有 2 组峰, 可以用核磁共振氢谱检验乙醛是否生成, **D 正确**。

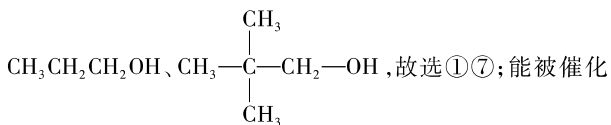
10. D 【解析】由题给信息可知, A 中含有一 CH_2OH , 即 A 为 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{—CH}_2\text{OH}$, A 被酸性 KMnO_4 溶液氧化生成 B, B 为 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{—COOH}$, B 与 A 发生酯化反应生成 C, A、B 的碳骨架相同, 则 C 的结构数目与 B 的结构数目相等, B 可以看作戊烷上的 1 个 H 被 —COOH 取代, 正戊烷的一取代物有 3 种, 异戊烷的一取代物有 4 种, 新戊烷的一取代物有 1 种, 故 C 的结构共有 8 种, **选 D**。

11. (1) ①⑦ ②④ ③⑤⑥

(2) ①②③ ⑥ ⑦

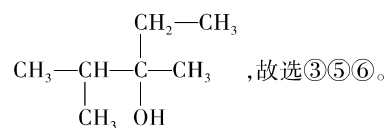
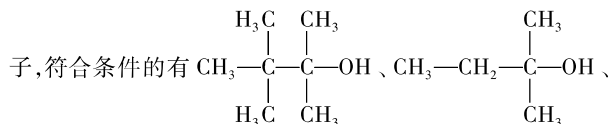
(3) 4

【解析】(1) 题给物质中, 能被催化氧化生成醛的醇, 羟基所连碳原子上至少连有 2 个氢原子, 符合条件的有

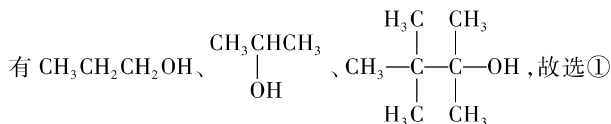


氧化, 但生成物不是醛类的醇, 羟基所连碳原子上连有 1 个氢原子, 符合条件的有 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$, 故选

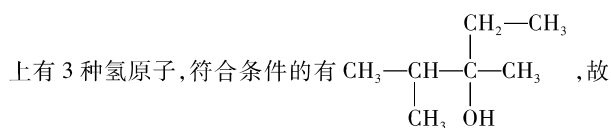
②④; 不能被催化氧化的醇, 羟基所连碳原子上不连有氢原



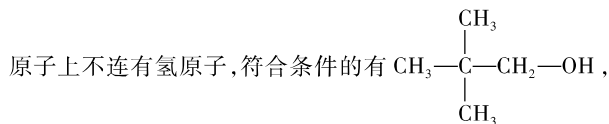
(2) 与浓硫酸共热发生消去反应只生成一种烯烃的醇, 羟基相连碳原子的邻位碳原子上只有一种氢原子, 符合条件的



②③; 能生成三种烯烃的醇, 羟基相连碳原子的邻位碳原子



选⑥; 不能发生消去反应的醇, 羟基相连碳原子的邻位碳

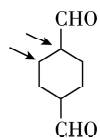


故选⑦。

(3) 具有一 CH_2OH 结构的醇可以被氧化为醛, 则戊醇中有 $\text{C}_4\text{H}_9\text{—CH}_2\text{OH}$ 结构的醇可以被氧化为醛, 已知丁基 ($\text{—C}_4\text{H}_9$) 有 4 种结构, 则戊醇中有 4 种醇可以被氧化为醛类。

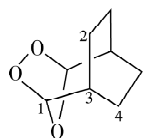
刷提升

1. B 【解析】有机物 b 环上存在 2 种氢原子, 如图所示:



, 一氯代物有 2 种, **A 错误**; 有机物 d 为对称结构, 存

在 4 种不同化学环境的氢原子, 为标记序号的 4 个位置:



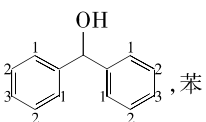
, 核磁共振氢谱有 4 组峰, **B 正确**; 有机物 b 生

成 c 为过氧化氢与醛基发生加成反应, 反应中没有小分子生成, 不是取代反应, **C 错误**; 羟基可与钠反应生成氢气, 只有有机物 a、c 中存在羟基, 即有机物 d 不能与钠反应生成氢气, **D 错误**。

2. B 【解析】由结构简式可知, L 的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}$, **A 错误**; N 分子中含有的苯环能发生加成反应和还原反应, 含有碳氯键且与 Cl 相连 C 原子的邻位 C 原子上有 H 原子, 能发生消去反应, **B 正确**; N 分子中含有饱和碳原子, 分子中所有原子

不可能处于同一平面, **C 错误**; L 的分子结构高度对称, 苯环


上有 3 种不同化学环境的氢原子, 如图:



环上的一氯代物有 3 种, **D 错误**。

3. D 【解析】环己烯粗品表面附着有 Fe^{3+} , Fe^{3+} 易水解, 故加饱和食盐水前应先用水洗涤, 促进表层吸附的铁离子的去除, **A 正确**; 饱和食盐水的作用是降低环己烯在水相中的溶解度(增强溶液极性), 便于液体分层, **B 正确**; 环己烯的密度小于水, 所以分液后有机相在上层, 从分液漏斗上口倒出, **C 正确**; 操作 a 为蒸馏, 用到的仪器有酒精灯、直形冷凝管、尾接管、温度计等, 不需要球形冷凝管, **D 错误**。


4. B 【解析】根据反应过程能量示意图可知, 乙醇通过氢键吸附于固体酸分子筛表面并放出热量, **A 正确**; 生成产物 2 的决速步骤的活化能最大, 为 $50.8 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1} - (-9.3 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}) = 60.1 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$, **B 错误**; 根据反应过程能量示意图可知, 生成产物 1 的热化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_2=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H_1 = +13.8 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$, **C 正确**; 乙醇的分子间脱水属于取代反应, 分子内脱水属于消去反应, **D 正确**。

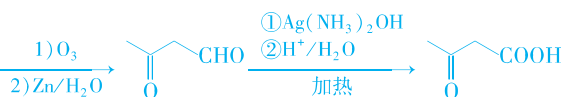
5. (1) $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{Br}$ 

(2) 


(3) 羰基和醛基


(4) 氧化反应

(5) 


(6) 


思路导引 根据甲 \rightarrow 乙的反应条件可知, 甲在 NaOH 的乙醇溶液、加热条件下发生消去反应生成乙, 结合乙的分子式

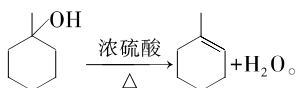
可知乙的结构为 , 乙和水发生加成反应生成丙, 丙发生消去反应生成丁, 结合丁中碳碳双键位置, 可知丙为

, 乙和 HBr 发生加成反应生成己, 己发生消去反应生成丁, 丁发生氧化反应生成戊, 戊与银氨溶液发生氧化反应后酸化生成庚。

【解析】(1) 甲的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{13}\text{Br}$; 根据思路导引可知, 乙的

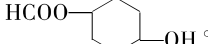
结构简式为 .

(2) 丙的结构简式为 , 丙发生消去反应转化成丁的化





学方程式: 


(3) 由戊分子的结构可知其含有的官能团名称是羰基、醛基。

(4) 丁转化成戊的过程中, 碳碳双键断裂、组成上加氧, 反应类型为氧化反应。

(5) 庚的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_3$, 不饱和度为 2, 其同分异构体在稀硫酸、加热条件下能够水解, 说明含有酯基; 能和新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 共热生成砖红色沉淀, 说明含有醛基; 能与钠反应生成氢气, 说明含有羧基或羟基。综上可知, 庚的同分异构体含有甲酸酯基, 分子中含有六元碳环, 占据 1 个不饱和度, 又根据庚的分子式知, 2 个侧链为 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OOCH}$, 2 个侧链在六元环上有同、邻、间、对 4 种位置关系, 其中, 核磁共振氢谱中有四组峰, 且峰面积之比是 4:4:1:1:1:1 的物质的结构简式为 

(6) 已知丙炔和 1,3-丁二烯在一定条件下发生加成反应得

到 , 参考丁 \rightarrow 戊的反应可知,  发生氧化反应转化为含醛基的 ,  发生类似戊 \rightarrow 庚

的反应得到 , 然后在一定条件下羰基被还原为羟基得到目标产物, 具体合成路线见答案。

6. (1) ABCECF (或 ABCECD)

(2) 恒压滴液漏斗 防止暴沸 防止倒吸

(3) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

(4) $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Ag}} 2 \text{CH}_2-\text{CH}_2$ 没有副产物, 原料利用率高

$n\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 + n\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \left[\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO} \right]_n$

思路导引 验证制得的气体中含有乙烯和少量 SO_2 , 检验 SO_2 用品红溶液, 检验乙烯用酸性高锰酸钾溶液(或溴水), 乙烯和 SO_2 都能使酸性高锰酸钾溶液(或溴水)褪色, 所以先检验并除去 SO_2 , 同时水溶液可吸收挥发出来的乙醇, 然后检验乙烯。用品红溶液检验 SO_2 后将混合气体通入 NaOH 浓溶液除尽 SO_2 , 再通入品红溶液确认 SO_2 已除干净, 最后用酸性高锰酸钾溶液(或溴水)检验乙烯。

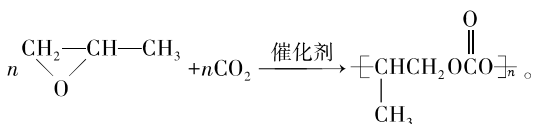
【解析】(1) 根据思路导引, 仪器的连接顺序是 ABCECF 或 ABCECD。

高中必刷题 化学

(2) 根据仪器的外形可知,仪器 a 的名称是恒压滴液漏斗,恒压滴液漏斗可以保证漏斗内和三颈烧瓶内压强相等,可以使漏斗内液体顺利流下;装置 A 中碎瓷片和沸石的作用一样,起到防止暴沸的作用;装置 B 为安全瓶,起到防止倒吸的作用。

(3) 乙醇与浓硫酸共热发生消去反应制乙烯,温度控制在 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$,反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170\text{ }^{\circ}\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CH}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。

(4) ① 乙烯和氧气以银作催化剂反应生成环氧乙烷,反应方程式为 $2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Ag}} 2 \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$;方法 I 的反应物中有 Cl_2 ,且生成 HCl ,污染环境,方法 II 只生成一种产物,原子利用率为 100%,与方法 I 比较,方法 II 没有副产物,原料利用率高。② 环氧丙烷与二氧化碳在催化剂作用下发生加聚反应生成聚碳酸丙烯酯,反应的化学方程式为



刷素养

7. A 【解析】根据题图知, X 的结构简式: $\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$, A 错误;

氢离子带正电荷,碳氧键中氧元素电负性较大,氧原子吸引电子能力较强,共用电子对偏向氧原子,所以能吸引带正电荷的离子,所以 H^+ 进攻环氧乙烷中的氧原子是因为碳氧键的共用电子对偏向氧, B 正确;根据图示可知, H^+ 参与反应后又生成,为反应的催化剂, C 正确;由反应机理可知,二甘醇的结构简式为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$,乙二醇发生分子间脱水反应生成二甘醇, D 正确。

课时 2 酚

刷基础

1. D 【解析】苯酚和氢气发生加成反应时,大 π 键⑧断裂, A 正确;苯酚和金属钠反应生成苯酚钠和氢气,则键⑦断裂, B 正确;苯酚和饱和溴水发生苯环上氢原子的取代反应,苯环上羟基的两个邻位氢原子和对位氢原子被取代,即键①③⑤断裂, C 正确;盐酸与苯酚不发生反应,没有化学键断裂, D 错误。

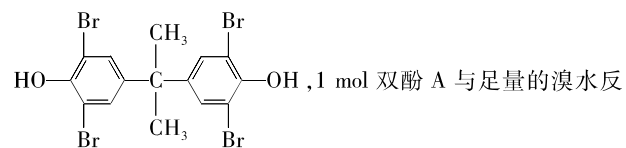
2. C 【解析】苯酚酸性很弱,向苯酚稀溶液中滴入石蕊试液,溶液不变色, A 错误;苯酚会与溴水反应生成 2,4,6-三溴苯酚白色沉淀,而苯与溴水不反应,但 2,4,6-三溴苯酚易溶于苯,无法分离, B 错误;苯酚和溴水反应生成白色沉淀,2,4-二溴苯酚可以使溴水褪色,甲苯和溴水不反应,但甲苯可以萃取溴水中的溴,甲苯的密度比水的小,所以下层是水层,上层

是橙红色的有机层,因此可以鉴别, C 正确;由于苯酚酸性小于碳酸,在碳酸氢钠溶液中滴入苯酚的水溶液,不会生成二氧化碳气体, D 错误。

3. A 【解析】苯环上酚羟基与链烃基的位置关系有邻位、间位、对位三种情况,链烃基 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 有 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 两种不同的结构,所以符合条件的属于酚类的有机化合物有 $3 \times 2 = 6$ 种, A 正确。

4. D 【解析】Y 分子中含有碳碳双键,能与溴发生加成反应, X、Z 分子都属于酚,且酚羟基邻位碳原子(对位碳原子)上都连有氢原子,能与溴发生取代反应,所以它们均能使溴水褪色, A 正确;Y 分子中含有的苯环和乙烯基都能与 H_2 发生加成反应,则 1 mol Y 与足量 H_2 反应,最多消耗 4 mol H_2 , B 正确;从反应的化学方程式可以看出, Y 分子中的碳碳双键断裂为单键,双键碳原子与 X 分子中苯环上的 C 原子相连,则该反应为加成反应, C 正确;产物 Z 也属于酚,也能与 FeCl_3 发生显色反应,所以不能用 FeCl_3 溶液证明 X 有残留, D 错误。

5. B 【解析】该化合物含有酚羟基,遇 FeCl_3 溶液显紫色, A 正确;其苯环上的氢原子有 2 种,一氯代物有 2 种, B 错误;双酚 A 含有酚羟基,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 正确;双酚 A 中酚羟基的邻位与溴水发生取代反应生成



应,最多消耗 4 mol Br_2 , D 正确。

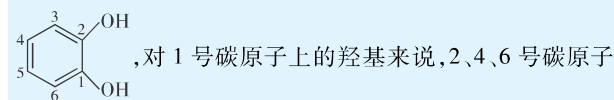
刷易错

★易错点 酚类物质与浓溴水反应耗溴量的判断

6. B 【解析】1 个①分子中,苯环上酚羟基邻、对位共有 3 个 H 原子,支链中烃基不饱和度为 2,且不含环状结构,则烃基中含有两个碳碳双键或 1 个碳碳三键,则 1 mol 该物质和浓溴水完全反应消耗 Br_2 的物质的量为 $(3+2) \text{ mol} = 5 \text{ mol}$;1 个②分子中,苯环上酚羟基邻、对位氢原子共有 5 个,还含有 1 个碳碳双键,所以 1 mol 该物质和浓溴水完全反应消耗 Br_2 的物质的量为 $(5+1) \text{ mol} = 6 \text{ mol}$,选 B。

易错警示 酚类物质与浓溴水反应时,是苯环上酚羟基邻、

对位的氢原子与 Br_2 发生取代反应,每取代 1 个氢原子消耗 1 分子 Br_2 ,生成 1 分子 HBr 。当苯环上连接多个酚羟基时,按照每个酚羟基的位置分别独立考虑即可,例如



处于其邻、对位,对 2 号碳原子上的羟基来说,1、3、5 号碳原子处于其邻、对位,则 3、4、5、6 号碳原子上的氢原子都能被溴原子取代。另外,分子结构中如果含有碳碳双键或碳碳三键,它们与溴单质可发生加成反应。

刷提升

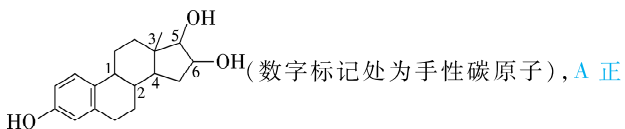
1. B

思路导引 含苯酚的废水,先加入苯经过步骤 I 后得到有机溶液,因此步骤 I 为萃取、分液,在有机溶液中加入能与酚羟基反应的含有钠元素的碱性物质(NaOH 、 Na_2CO_3 溶液等),经过步骤 II 即分液后得到苯酚钠溶液,最后步骤 III 中加入试剂 b,得到苯酚。

【解析】本实验需要在通风良好的环境下并佩戴护目镜操作,在实验结束后清洗双手, **A 正确**;步骤 I 为萃取、分液,由题意知,根据苯酚在芳香烃中的分配系数可知,苯酚在水中的浓度与在芳香烃中的浓度相差不大,萃取效果不好,由题给信息可知,苯酚在酯类中的溶解度更大,故采用酯类作萃取剂更好, **B 错误**;苯酚在乙醇中的溶解度较大,若苯酚不慎沾到皮肤上,应立即用乙醇冲洗,再用水冲洗, **C 正确**;苯酚可以和 Na_2CO_3 溶液反应生成苯酚钠,苯酚钠溶液与足量 CO_2 反应生成苯酚, **D 正确**。

2. D **【解析】**盐酸易挥发,所以生成的二氧化碳中混有 HCl 气体,为了防止 HCl 干扰实验,应在二氧化碳和苯酚钠反应前用饱和碳酸氢钠溶液除去 CO_2 中的 HCl , **A 正确**;打开分液漏斗旋塞,盐酸与碳酸钙反应产生二氧化碳气体,①中产生无色气泡,二氧化碳与苯酚钠反应生成苯酚,常温下苯酚在水中溶解度不大,所以③中出现白色浑浊, **B 正确**;苯环对羟基有影响,使羟基能够电离产生氢离子,显弱酸性, **C 正确**;酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{苯酚} > \text{HCO}_3^-$,向苯酚钠溶液中通入二氧化碳气体生成苯酚和碳酸氢钠, **D 错误**。

3. B **【解析】**分子中连有 4 个不同原子或原子团的碳原子是手性碳原子,1 个雌三醇分子含 6 个手性碳原子:



确;分子中含 1 个酚羟基,酚羟基的邻位有 2 个 H 能与 Br_2 发生取代反应, Br_2 不能与苯环发生加成反应,则 1 mol 雌三醇能与浓溴水中的 2 mol Br_2 反应, **B 错误**;雌三醇分子中含有一 OH ,能与水分子形成分子间氢键, **C 正确**;雌三醇中含有苯环,能发生加成反应,含醇羟基,可以发生取代反应,且与醇羟基相连的碳原子的邻位碳原子连有 H 原子,能发生消去反应,含酚羟基且酚羟基邻位有 H 原子,能发生取代反应, **D 正确**。

4. A **【解析】**酚的酸性比碳酸弱,该物质与少量碳酸钠溶液反应生成碳酸氢钠,不会生成二氧化碳气体, **A 错误**;邻苯二酚中含有酚羟基,遇到 FeCl_3 溶液会显紫色, **B 正确**;邻苯二酚

中加入溴水,酚羟基邻位或对位 C 上的 H 能与 Br_2 发生取代反应,有白色沉淀生成,则可用溴水检验酚类物质的存在, **C 正确**;羟基与苯环直接相连,苯环使得酚羟基中氢原子更活泼,水溶液中能部分电离出 H^+ ,则邻苯二酚具有酸性, **D 正确**。

5. A

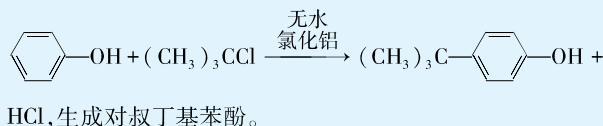
教材变式 本题是教材 P95 复习与提高第 7 题的变式题,综合考查了有机化合物分子中不同基团的相互作用和对物质性质的整体影响。

【解析】1-丙醇可以被氧化为丙醛,2-丙醇可以被氧化为丙酮,是由于反应物的结构不同导致的生成物不同,不是基团间的相互影响导致的化学性质不同, **A 错误**;乙酸分子中的一 OH 比乙醇分子中的一 OH 活泼,是二者所连接基团不同导致的,所以是分子中基团间的相互影响导致化学性质的不同, **B 正确**;苯酚和乙醇均含一 OH ,但由于一 OH 连接的烃基不同而导致性质不同,是分子中基团间的相互影响导致化学性质的不同, **C 正确**;甲苯中苯环对甲基的影响使得甲基能够被酸性高锰酸钾溶液氧化,而乙烷中甲基和甲基相连,不能被酸性高锰酸钾溶液氧化,说明有机物分子中基团间的相互影响会导致其化学性质不同, **D 正确**。

6. C **【解析】**1 mol X 含有 3 mol 酚羟基,能与 3 mol NaOH 发生中和反应, **A 错误**;酚羟基也能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,不能证明其分子中含有碳碳双键, **B 错误**;酚羟基邻、对位上的氢易被溴取代,碳碳双键能够与溴发生加成反应,所以 1 mol X 与足量的饱和溴水反应,最多消耗 4 mol Br_2 , **C 正确**;酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{酚羟基} > \text{HCO}_3^-$,故 X 与 NH_4HCO_3 不反应, **D 错误**。

7. C

思路导引 叔丁醇与盐酸发生反应: $(\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{HCl} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{H}_2\text{O}$,分液后叔丁基氯有机层中含有少量盐酸,加入饱和碳酸氢钠溶液可除去 HCl ,由于叔丁基氯的沸点较低,可用蒸馏法提纯;叔丁基氯与苯酚发生取代反应:

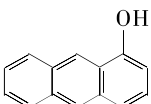


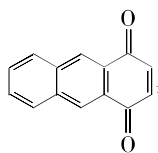
【解析】按系统命名法,最长碳链含 3 个碳原子,2 号碳原子上连有甲基和羟基,故叔丁醇的系统命名为 2-甲基-2-丙醇, **A 正确**;有机层中会含有少量盐酸,加入饱和碳酸氢钠溶液可以除去 HCl ,再用水洗涤除去叔丁基氯表面的可溶性杂质, **B 正确**;叔丁基氯的沸点只有 50.7°C ,应及时冷却避免叔丁基氯的蒸气被大量的 HCl 气体带走而影响产率,故不能采

高中必刷题 化学

用沸水浴加热, **C 错误**;部分苯酚被空气中氧气氧化生成对苯醌或多酚氧化物等有色杂质,这些有色杂质与产品混合后可能使最终产品不呈白色而呈现浅紫色, **D 正确**。

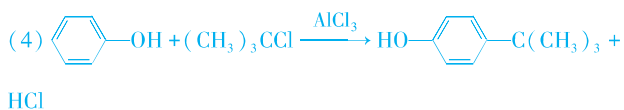
- 8. B 【解析】**比较苯酚与对苯醌的结构可知,反应 I 为“加氧脱氢”的过程,属于氧化反应,同理,反应 II 也为氧化反应, **A 正确**;对苯醌分子中不含苯环,不属于芳香族化合物, **B 错误**;苯酚分子中含有 1 个苯环和 1 个酚羟基, α -萘酚分子中含有 2 个苯环和 1 个酚羟基,二者官能团种类和数目相同,但组成上不相差若干个 CH_2 原子团,不互为

同系物, **C 正确**;含有酚羟基,属于酚类,

具有醌式结构(不饱和环二酮结构),属于醌

类, **D 正确**。

9. (1) 萃取、分液



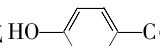
(5) 93.75% (计算过程见解析)

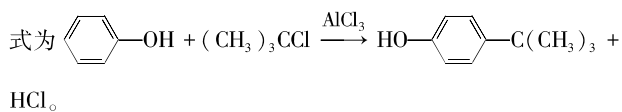
思路导引 含苯酚的废水和苯一同进入设备 I, 出来的是被分离的水、苯和苯酚, 设备 I 中进行的操作是萃取和分液, 下层为水, 上层为苯和苯酚的混合液; 苯和苯酚的混合液进入设备 II, 在设备 II 中苯酚和 NaOH 溶液发生反应生成易溶于水的苯酚钠, 化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$, 再次分液, 将苯酚钠、NaOH 混合液加入设备 III, 分离出的苯可返回设备 I 循环利用; 向设备 III 中通入二氧化碳, CO_2 与苯酚钠发生反应: $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaHCO}_3$, 分液后, 苯酚被分离出来, NaHCO_3 溶液进入设备 IV; 设备 IV 中进入的还有 CaO, 发生反应: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$, $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$, 过滤, 设备 IV 中产生的 NaOH 溶液进入设备 II 循环利用; CaCO_3 在设备 V 中产生的 CaO 和 CO_2 分别进入设备 IV、III 循环利用。

【解析】(1) 由分析知, 设备 I 中进行的操作名称是萃取、分液。

(2) 由分析知, 设备 II 中发生反应的化学方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ 。

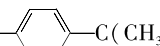
(3) 由分析知, 设备 III 中发生反应的离子方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{HCO}_3^-$ 。

(4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 和 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$ 在氯化铝催化条件下发生反应 I, 生成 和 HCl, 则反应 I 的化学方程



(5) 由反应 $\text{Br}_2 + 2\text{KI} \longrightarrow \text{I}_2 + 2\text{KBr}$, $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 可知, 与 KI 反应的 $n(\text{Br}_2) = n(\text{I}_2) = \frac{1}{2}n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) =$

$\frac{1}{2} \times 0.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 0.005 \text{ mol}$, 与叔丁基苯酚反应的 $n(\text{Br}_2) = 2.50 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 10.00 \times 10^{-3} \text{ L} - 0.005 \text{ mol} =$

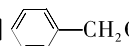
0.02 mol, 由 的结构可知, 1 mol 叔丁基苯酚可消耗 2 mol Br_2 , 则 $n(\text{叔丁基苯酚}) = \frac{1}{2}n(\text{Br}_2) =$

$\frac{1}{2} \times 0.02 \text{ mol} = 0.01 \text{ mol}$, 叔丁基苯酚的纯度为

$$\frac{0.01 \text{ mol} \times 150 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{250.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}}{16.00 \text{ g}} \times 100\% = 93.75\%$$

第二节综合训练

刷能力

1. D 【解析】中与羟基相连的碳原子的邻位碳原子上无氢原子, 不能发生消去反应, **A 错误**; 甲烷是正四面体结构, 四个氢原子完全等效, 故二氯甲烷只有一种结构, **B 错误**; 相同压强下, 结构相似的有机化合物的相对分子质量越大, 范德华力越大, 且醇中存在羟基, 可以形成分子间氢键, 使沸点升高, 羟基越多, 氢键越多, 考虑两个因素, 沸点: 乙二醇 > 乙醇 > 丙烷, **C 错误**; 由于羟基能与水分子形成氢键, 增大溶解度, 故有机化合物分子结构中羟基相对含量越高, 其越易溶于水, 则甘油、苯酚和 1-氯丁烷在水中的溶解度: 甘油 > 苯酚 > 1-氯丁烷, **D 正确**。

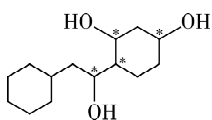
2. D 【解析】I 处冷凝管的作用是冷凝回流, 应使用球形冷凝管, 装置②为蒸馏装置, II 处的冷凝管应使用直形冷凝管, **A 错误**; 由于 1-溴丁烷的密度比水大, 故分液漏斗中下层液体是 1-溴丁烷, 上层是水溶液, 上层液体应从上口倒出, **B 错误**; 1-丁醇微溶于水, 易溶于有机溶剂, 水洗的主要目的是除去生成的 NaHSO_4 等无机物, **C 错误**; 1-丁醇可使酸性 KMnO_4 溶液褪色而 1-溴丁烷不能, **D 正确**。

3. D 【解析】题给物质中存在醇羟基, 能发生取代反应, 与羟基相连碳原子的邻位碳原子上有氢原子, 能发生消去反应,

含有碳碳双键,能发生加成反应,A 正确;连接 4 个不同原子或基团的碳原子是手性碳原子,分子中 R 的结构就有 10 个以上的手性碳原子,B 正确;一个苯环的不饱和度为 4,该物质含有众多环状结构,不饱和度远远超过 4,其不饱和度能满足带苯环的结构,故其同分异构体可以出现芳香族化合物,C 正确;该有机物不含酚羟基,不能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,故不能用 FeCl_3 溶液来确定该物质中是否含羟基,D 错误。

4. D 【解析】由题图可知,总反应属于取代反应,即乙氧基取代卤代烃中的 Br 原子,同时生成 HBr, **A 错误**;慢反应是总反应的决速步骤,故步骤 I 是总反应的决速步骤, **B 错误**;由题图可知,步骤 II 中氧原子由形成 2 个单键变为形成 3 个单键,成键数目发生变化, **C 错误**; H^+ 是生成物,不是催化剂,不能降低该反应的活化能, **D 正确**。

5. C 【解析】键线式中端点和拐点均为 C 原子,按照碳四价原则补充氢原子, Y 的分子式为 $C_8H_8O_2$, **A 错误**; Z 分子中苯环、酚羟基可发生取代反应,苯环和羰基可发生加成反应,但该物质不能发生消去反应, **B 错误**; Z 分子中存在酚羟基,能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,而 Y 不能,可用 $FeCl_3$ 溶液鉴别 Y、Z 两种物质, **C 正确**; Z 与足量的 H_2 加成后产物为



,产物分子中有 4 个手性碳原子(带 *

号),D 错误。

6. (1) 三颈烧瓶 1-丁烯

(2) ade

(3)正丁醇 及时除去反应生成的水,使平衡向生成正丁醚的方向移动,有利于提高正丁醚的产率

(4) 分离出有机层, 除去硫酸

(5) ac (6) 49.2%

思路导引 正丁醇在浓硫酸、134~135℃条件下发生分子间脱水反应生成正丁醚和水,所得正丁醚粗产物中有水、浓硫酸以及未反应的正丁醇等;用一定量的水先初步洗去浓硫酸,接着用50%硫酸除去正丁醇,再用水洗去有机层中残留的硫酸,分液后加入少量的无水 CaCl_2 除去有机层中的 H_2O 得到正丁醚。

【解析】(1) 仪器 A 的名称为三颈烧瓶; 类比乙醇制乙烯、乙醚的反应条件知, 在加热、浓硫酸条件下正丁醇还可能发生消去反应生成 1-丁烯。

(2) 浓硫酸的密度大于正丁醇的密度, 为防止液体飞溅, 类比浓硫酸的稀释, 步骤①中先加入正丁醇, 再加入浓硫酸, a 正

速记: 酸入水

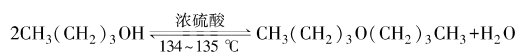
确;若加热后发现未加沸石,应冷却至室温后再补加,b 错误;冷却水应下进上出,应从 b 口进入,c 错误;分水器中加饱和食盐水而不用水,可降低正丁醇及正丁醚在水中的溶解度,d 正确;仪器 B 为球形冷凝管,起到冷凝回流的作用,e 正确。

(3) 分水器中收集液体物质, 由于正丁醇沸点低于 $134\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、密度比水小且微溶于水, 故上层液体的主要成分为正丁醇, 下层液体的主要成分为水; 由反应原理可知, 该反应为可逆反应, 及时除去反应生成的水 (生成物), 可使平衡向生成正丁醚的方向移动, 有利于提高正丁醚的产率。

(4) 分水器中的液体会少量正丁醚、硫酸、正丁醇, 将其倒入 30 mL 水中可分离出有机层, 除去硫酸。

(5) 根据已知可知,用 50% 的硫酸洗涤可以除去未反应的正丁醇,a 正确;用 50% 硫酸多次洗涤,除去正丁醇的洗涤效果更好,b 错误;用水洗涤可以除去酸洗时带入的酸,c 正确;分液时下层液体从下口放出,上层液体从上口倒出,d 错误。

(6) 根据反应原理计算正丁醚理论产量(设为 x):



148

130

14.8 g

 x

$$\frac{148}{14.8 \text{ g}} = \frac{130}{x}, \text{ 解得 } x = 13 \text{ g}, \text{ 因此正丁醚的产率: } \frac{6.4 \text{ g}}{13 \text{ g}} \times 100\% \approx$$

49.2%

第三节 醛 酮

刷基础

1. A 【解析】甲醛是氢原子与醛基相连而构成的有机化合物，**A 错误**；醛的官能团是—CHO，**B 正确**；甲醛和丙醛结构相似，分子组成上相差两个 CH_2 原子团，互为同系物，**C 正确**；饱和一元脂肪醛的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ ，**D 正确**。

2. C 【解析】甲醛在常温、常压下是一种无色、有强烈刺激性气味的气体，**A 错误**；葡萄糖、甲酸和甲酸甲酯等物质都能发生银镜反应，但不是醛类，**B 错误**；若与羟基相连的碳原子上氢原子为 1 个时，发生催化氧化反应生成酮，若与羟基相连的碳原子上无氢原子时，不能发生催化氧化反应，**C 正确**； $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ 中含有碳碳双键和醛基两种官能团，而溴水既能与碳碳双键发生加成反应而褪色，也能氧化醛基而褪色，所以不能用溴水检验 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ 中是否含有碳碳双键，**D 错误**。

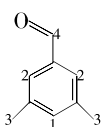
3. A 【解析】a 分子中含有醛基,可发生加成、氧化反应,含有酚羟基,可发生取代、氧化反应,b 与 a 相比较,还含有碳碳双键,碳碳双键可发生加成、加聚和氧化反应。a、b 分子均含有

高中必刷题 化学

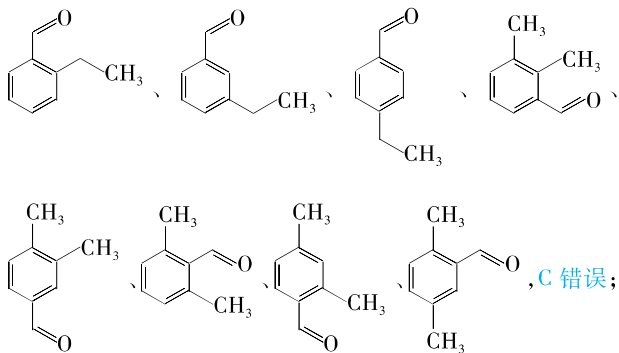
甲基,甲基具有甲烷的结构特点,则所有原子不能处于同一平面上,**A 错误**;手性碳原子连接 4 个不同的原子或原子团,由结构可知,a、b 分子中均无手性碳原子,**B 正确**;a 含有酚羟基,可与氯化铁发生显色反应,b 不反应,**C 正确**;a、b 都含有醛基,均能与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 在加热条件下反应,产生砖红色沉淀,**D 正确**。

- 4. D 【解析】**马齿苋醛分子中含苯环,属于芳香族化合物,**A 正确**;马齿苋醛分子中含有的酚羟基易被氧化,则马齿苋醛分子在空气中易被氧化,**B 正确**;1 个马齿苋醛分子中含有 2 个酚羟基,酚羟基可以和碳酸钠按物质的量之比为 1:1 反应,故 1 mol 该分子能与 2 mol Na_2CO_3 发生反应,**C 正确**;马齿苋醛分子可以和溴水发生取代反应(酚羟基的邻位和对位氢原子被取代)、加成反应(含 N 杂环)、氧化反应(醛基)使溴水褪色,而和酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使其褪色,原理不一定相同,**D 错误**。

- 5. D 【解析】**键线式中省略了与碳原子直接相连的氢原子,M

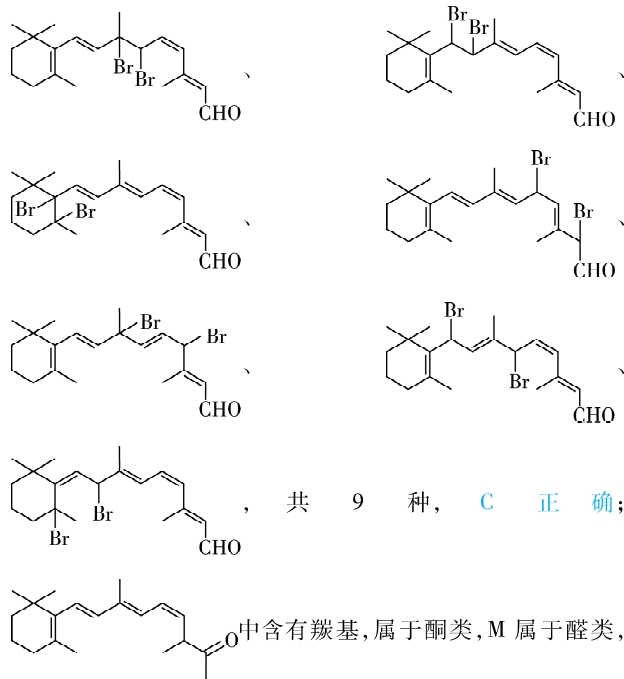
分子中所含官能团为醛基,**A 错误**;如图:,该分子

中有 4 种不同化学环境的氢原子,核磁共振氢谱有 4 组峰,**B 错误**;M 的同分异构体中醛基与苯环直接相连的有 8 种:



苯环上的氢原子、甲基上的氢原子均能发生取代反应,苯环和醛基能发生加成反应,醛基能发生氧化反应、还原反应,**D 正确**。

- 6. C 【解析】**由 M 的结构简式可知,M 中含氧官能团只有醛基,**A 错误**;M 中含有碳碳双键和醛基,能与酸性高锰酸钾溶液发生氧化还原反应使其褪色,M 中含有的碳碳双键与溴水发生加成反应使其褪色,含有的醛基与溴水发生氧化还原反应使其褪色,故二者褪色原理不完全相同,**B 错误**;M 与 Br_2 以物质的量之比为 1:1 发生加成反应所得产物有



因此二者不互为同系物,**D 错误**。

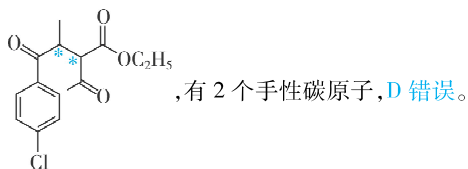
- 7. D 【解析】**实验室制备银氨溶液时,应向 1 mL 2%硝酸银溶液中滴加 2%氨水至最初产生的沉淀恰好溶解,**A 错误**;乙醛与银氨溶液反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + 2\text{Ag} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$,乙醛发生氧化反应,当乙醛失去 0.2 mol 电子时,生成 0.2 mol Ag,即生成 21.6 g Ag,**B 错误**;甲酸、甲酸酯等有机物也能和新制的银氨溶液发生银镜反应,但不属于醛类,**C 错误**;甲醛与足量银氨溶液发生银镜反应,生成碳酸铵、水、氨气、银,所给方程式正确,**D 正确**。

- 8. C 【解析】** $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{CHO}$ 中含碳碳双键和—CHO,二者均能被酸性 KMnO_4 溶液或溴水氧化,故可用弱氧化剂(新制氢氧化铜或银氨溶液)先检验—CHO,再检验碳碳双键。加入酸性高锰酸钾溶液,碳碳双键和—CHO 均被氧化,不能检验,**A 错误**;加入溴水,碳碳双键能与溴发生加成反应,—CHO 同时也被氧化,不能检验,**B 错误**;先加入新制的氢氧化铜,可检验—CHO,同时将—CHO 转化为— COO^- 从而避免对碳碳双键的检验造成干扰,氢氧化铜不能氧化碳碳双键,酸化后再加入溴水,溴水褪色,说明含碳碳双键,**C 正确**;用银氨溶液检验—CHO 时需水浴加热,另取该物质加入溴水,醛基和碳碳双键均会被氧化从而使溴水褪色,不能说明含碳碳双键,**D 错误**。

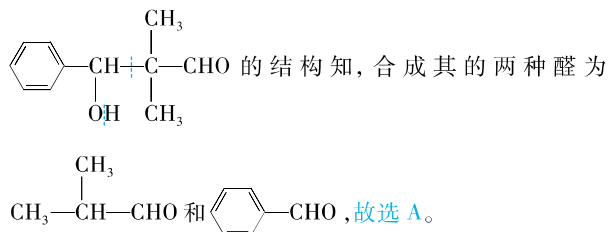
- 9. A 【解析】**向 6 mL $6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中滴加 8 滴 2% CuSO_4 溶液,得到新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,加入 0.5 mL 15%甲醛溶液,混合均匀,水浴加热,甲醛具有强还原性,与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 发生氧化还原反应,迅速产生红色沉淀和无色气体。将所得沉淀洗净后加入浓盐酸,不溶解,根据已知信息 $\text{Cu}_2\text{O} \xrightarrow{\text{浓盐酸}} [\text{CuCl}_2]^-$ 可知,红色沉淀的主要成分不是 Cu_2O ,则可能是

Cu, **A 正确**; 甲醛具有挥发性, 水浴加热生成的无色气体中混有甲醛气体, 可将灼热的 CuO 还原为铜单质, 得到红色固体, 所以不能证明气体中含有 CO, **B 错误**; 配制氢氧化铜时, NaOH 是过量的, 在碱性溶液中不可能产生大量二氧化碳, **C 错误**; 甲酸钠中也含有醛基, 但③中甲酸钠与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应, 未观察到明显现象, 说明含有一CHO 的甲酸钠没有被新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化, **D 错误**。

- 10. D** 【解析】X 中苯环上所有原子共平面, 与酮羰基直接相连的原子与酮羰基共平面, 单键可以旋转, 所以该分子中所有碳原子可能共平面, **A 正确**; 碳溴键的邻位碳原子上有 H 原子, Y 在 NaOH 的醇溶液、加热条件下能发生消去反应, **B 正确**; 1 mol 苯环与 3 mol H_2 发生加成反应, 2 mol 酮羰基与 2 mol H_2 发生加成反应, 因此 1 mol Z 最多能与 5 mol H_2 发生加成反应, **C 正确**; Z 分子中手性碳原子如图中 * 标记:



- 11. A** 【解析】由题给反应可知, 在碱催化下, 有 α -H 的醛的 1 个 α -H 原子加到另一分子醛的羰基氧原子上, 其余部分加到羰基碳原子上, 生成 β -羟基醛, 由



刷易错

★易错点 1 使溴水或酸性高锰酸钾溶液褪色的有机化合物

- 12. B** 【解析】有机化合物若与酸性 KMnO_4 溶液发生反应, 则会使酸性 KMnO_4 溶液褪色。①能被酸性 KMnO_4 溶液氧化为 CH_3COOH ; ②能被酸性 KMnO_4 溶液氧化为 CO_2 ; ③不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化; ④⑤⑥均能被酸性 KMnO_4 溶液氧化为苯甲酸; ⑦若是烯烃, 则能被酸性 KMnO_4 溶液氧化, 若是环烷烃, 则不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化; ⑧是乙炔, 能被酸性 KMnO_4 溶液氧化, **B 正确**。

- 13. D** 【解析】甲烷为饱和烃, 既不能使酸性高锰酸钾溶液褪色又不能与溴水反应使之褪色, ①错误; 苯中碳碳键介于碳碳单键与碳碳双键之间, 较稳定, 不易发生加成反应, 既不能使酸性高锰酸钾溶液褪色又不能与溴水反应使之褪色, ②错误; 聚乙烯不含不饱和键, 既不能使酸性高锰酸钾溶液褪色又不能与溴水反应使之褪色, ③错误; 环己烯有碳碳双键, 既能使酸性高锰酸钾溶液褪色又能与溴水反应使

之褪色, ④正确; 2-丁炔有碳碳三键, 既能使酸性高锰酸钾溶液褪色又能与溴水反应使之褪色, ⑤正确; 环己烷不含不饱和键, 既不能使酸性高锰酸钾溶液褪色又不能与溴水反应使之褪色, ⑥错误; 邻二甲苯中连接苯环的碳原子上含有氢原子, 所以能被酸性高锰酸钾溶液氧化生成邻苯二甲酸而使酸性高锰酸钾溶液褪色, 但和溴水不反应, ⑦错误。选 **D**。

易错警示 有机化合物使溴水或酸性高锰酸钾溶液褪色的问题综合性强, 学生需全面掌握有机化合物的性质。

(1) 能使溴水褪色的相关有机反应:

- ①烯烃、炔烃等不饱和烃与溴水发生加成反应;
- ②苯酚等酚类物质与溴水发生取代反应;
- ③含有一CHO 等还原性基团的物质被溴水氧化。

(2) 能使酸性高锰酸钾溶液褪色的相关有机反应:

- ①烯烃、炔烃等不饱和烃被酸性高锰酸钾溶液氧化;

- ②含 (与苯环直接相连的碳原子上至少有一个氢原子) 结构的苯的同系物, 侧链均被氧化为 $-\text{COOH}$;
- ③含有羟基、醛基的物质 (醇、酚、醛、单糖、低聚糖等) 被酸性高锰酸钾溶液氧化。

★易错点 2 甲醛的特殊性

- 14. A** 【解析】1 mol 醛基发生银镜反应会产生 2 mol 的 Ag 单

质。 $n(\text{Ag}) = \frac{43.2 \text{ g}}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$, 则在 3 g 该醛中含有

0.2 mol 的醛基。1 个甲醛分子 ($\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$) 中相当于含有 2 个醛基, 甲醛的相对分子质量是 30, 3 g 甲醛的物质的量为 0.1 mol, 相当于含有 0.2 mol 醛基, 3 g 乙醛、丙醛、丁醛中醛基的物质的量均小于 0.1 mol, **A 符合题意**。

易错警示 甲醛在物质分类上属于饱和一元醛, 但是其分

子结构可看作含有两个醛基: , 与足量银氨溶液或新制氢氧化铜反应存在如下关系: $\text{HCHO} \sim 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \sim 4\text{Ag}$, $\text{HCHO} \sim 4\text{Cu}(\text{OH})_2 \sim 2\text{Cu}_2\text{O}$ 。在题目中如果说“某饱和一元醛”, 首先应该考虑的是乙醛、丙醛等只具有一个醛基的物质, 如果这类物质不符合题意, 再考虑甲醛这种特殊物质。

刷提升

- 1. B** 【解析】视黄醛的分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}$, **A 正确**; 视黄醛分子与乙醛分子中含有的官能团种类不同, 不互为同系物, **B 错**

高中必刷题 化学

误;维生素 A 中含有的 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 能被氧化为 $-\text{CHO}$, 则一定条件下, 维生素 A 可被氧化为视黄醛, **C 正确**; 可用银氨溶液鉴别醛基和羟基, **D 正确**。

2. A 【解析】对比 a、b, 除了银离子与银氨离子的差别外, 两者的 pH 也不同, b 中 pH 更大, a 未发生银镜反应也可能是因为 pH 偏小, 而不是因为银离子不能氧化乙醛, **A 错误**; c 中发生的氧化反应为 $\text{CH}_3\text{CHO} + 3\text{OH}^- - 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + 2\text{H}_2\text{O}$, **B 正确**; 对比 b、c, c 中 pH 增大, 银镜产生得更快, 说明增大 pH 能增强乙醛的还原性, **C 正确**; 对比 c、d, d 中 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度更大, 导致平衡 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 逆向移动, $c(\text{Ag}^+)$ 减小, d 中无银镜产生, 当 e 中补加 AgNO_3 时产生了银镜, 说明 d 中无银镜产生是因为 $c(\text{Ag}^+)$ 小, **D 正确**。

3. D 【解析】反应①为碳氧双键中的 π 键断裂, O 原子与 H 原子连接、C 原子与 $-\text{NH}-\text{NH}_2$ 连接, 为加成反应; 反应②为乙去掉 1 个水分子, 在 C、N 原子间形成 1 个碳氮双键, 为消去反应, **A 正确**。丙、丁分子式相同、结构不同, 互为同分异构体, **B 正确**。根据图示, 反应⑤可表示为 $\text{R}-\text{C}^{\ominus}(\text{R}')-\text{R}'' + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{R}-\text{CH}(\text{R}')-\text{R}'' + \text{OH}^-$, **C 正确**。通过黄鸣龙还原反应, 丙酮转化为丙烷, **D 错误**。

4. A 【解析】由结构简式可知, X→Y 的反应为在碳酸钾作用下 X 与 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$ 共热发生取代反应生成 Y, **A 正确**; Y 分子中的苯环、醛基、碳碳双键在一定条件下都能与氢气发生加成反应, 则 1 mol Y 与足量氢气反应, 最多消耗 5 mol 氢气, **B 错误**; 由结构简式可知, X、Y、Z 三种物质中, X 所含的官能团醛基、羟基都为亲水基, 且 X 的烃基部分最小, 所以 X 在水中的溶解度最大, **C 错误**; 烯烃存在顺反异构体的条件是碳碳双键两端的每个碳原子均连不同的原子或原子团, 由结构简式可知, Z 分子不存在顺反异构, **D 错误**。

5. (1) 恒压滴液漏斗 放热

(2) 防止水蒸气进入烧瓶中使乙酸酐水解, 影响产率

(3) 盐酸和乙酸 (4) 苯

(5) 提供汽化中心, 防止暴沸 **C** (6) 87.5%

思路导引 由题给步骤可知, 在无水氯化铝作催化剂的条件下, 苯与乙酸酐共热发生取代反应得到苯乙酮和乙酸; 将反应混合物倒入含盐酸的冰水中, 待完全溶解后, 分液得到有机层和水层; 向水层中加入苯萃取 (2 次) 其中的苯乙酮, 分液得到有机层和水层; 合并有机层, 用氢氧化钠溶液洗涤除去混合物中的酸, 用水洗涤除去混合物中的氢氧化钠, 分液得到有机层; 向有机层中加入无水硫酸镁除去其中的水分, 过滤得到含有苯乙酮和苯的滤液; 滤液经蒸馏后得到苯乙酮和苯, 收集得到的苯可以循环使用。

【解析】(1) 盛装乙酸酐的仪器名称是恒压滴液漏斗, 步骤 1 用冷水冷却, 说明苯与乙酸酐的反应为放热反应。

(2) 由乙酸酐微溶于水、易水解可知, 无水氯化钙用于吸收水蒸气, 防止水蒸气进入三颈烧瓶中使乙酸酐水解, 影响产率。

(3) 用氢氧化钠溶液洗涤的目的是除去混合物中的盐酸和乙酸。

(4) 苯和苯乙酮沸点相差较大, 且苯的沸点较低, 步骤 2 水浴法蒸馏回收的物质 B 为苯。

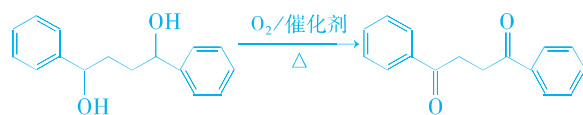
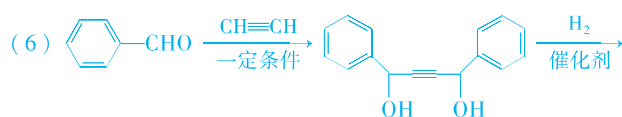
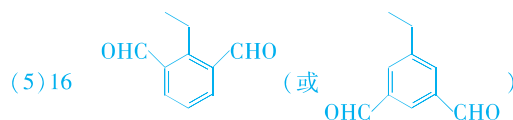
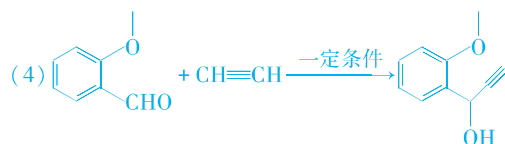
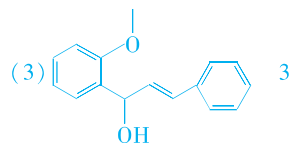
(5) 该装置中未添加沸石, 毛细管的作用是在减压蒸馏过程中在液体中形成汽化中心, 防止液体过热而产生暴沸; 蒸馏中温度应该控制在苯乙酮的沸点附近, 且减压条件下, 苯乙酮沸点降低, 故控制温度应小于 202°C , 选 C。

(6) 由化学方程式可知, 0.04 mol 乙酸酐和 0.18 mol 无水苯反应, 无水苯过量, 乙酸酐完全反应, 则理论上生成苯乙酮

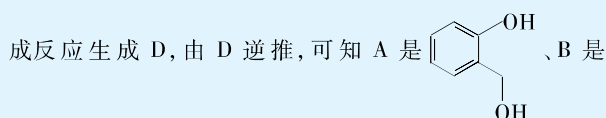
$$0.04 \text{ mol}, \text{ 所以苯乙酮的产率} = \frac{4.2 \text{ g}}{0.04 \text{ mol} \times 120 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 87.5\%。$$

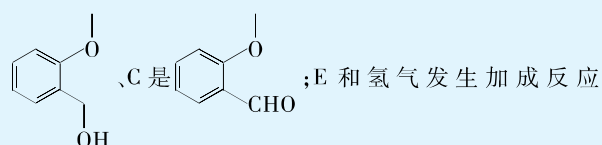
6. (1) 邻羟基苯甲醇 (或 2-羟基苯甲醇)

(2) 羟基、醚键 加成反应

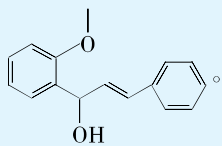


思路导引 根据 A、B 的分子式, 可知 A 与 CH_3I 发生取代反应生成 B, B 发生催化氧化反应生成 C, C 与乙炔发生加

成反应生成 D, 由 D 逆推, 可知 A 是 、B 是



生成 F, 由 F、D 的结构、E 的分子式可知 E 为

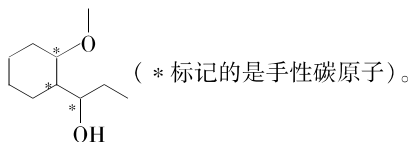


【解析】(1)由思路导引知,A 的化学名称为邻羟基苯甲醇或 2-羟基苯甲醇。

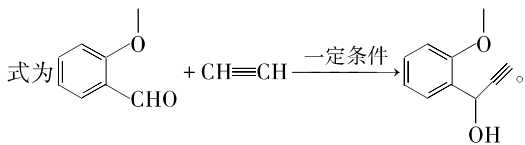
(2)由思路导引知,B 中所含官能团的名称为羟基、醚键;由思路导引知,D 与 发生碳碳三键的加成反应生成 E。

(3)由思路导引知,E 的结构为 ;D 与足

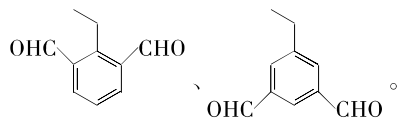
量 H_2 完全加成后的产物分子中含有 3 个手性碳原子,如图:



(4)C→D 的反应为醛基与乙炔的加成反应,反应的化学方程



(5)分析题给 D 的同分异构体满足的条件:只含有一种官能团,能与银氨溶液反应产生银镜,说明分子中含两个醛基;苯环上有三个取代基,结合 D 的分子式知三个取代基可能是 $-CH_2CH_3$ 、 $-CHO$ 、 $-CHO$,采用“定二移一”法知,共有 6 种不同结构;三个取代基也可以是一个 $-CHO$ 、一个 $-CH_2CHO$ 、一个 $-CH_3$,采用“定二移一”法知,共 10 种不同结构,符合条件的 D 的同分异构体有 16 种。核磁共振氢谱有 5 组峰的结构为



(6)苯甲醛和乙炔发生加成反应生成

接着与氢气发生加成反应生成

发生催化氧化反应生成

,合成路线见答案。

第四节 羧酸 羧酸衍生物

课时 1 羧酸

刷基础

1. D 【解析】苯环直接与 $-COOH$ 相连的化合物也是羧酸,不是只有链烃基与羧基直接相连的化合物才叫羧酸,羧酸是由

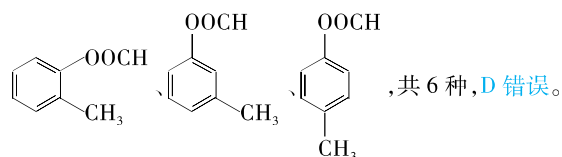
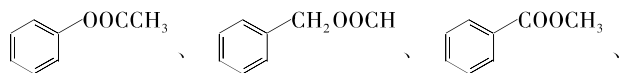
烃基(或氢原子)与羧基($\begin{smallmatrix} O \\ || \\ -C-OH \end{smallmatrix}$)相连而构成的有机化合物,A 错误;饱和一元脂肪酸的通式应为 $C_nH_{2n}O_2$ ($n \geq 1, n$ 为整数),B 错误;羧酸是一类酸,常温下,有的呈液态,有的呈固态,C 错误。

2. A 【解析】食醋中除乙酸外还含有其他物质,因此两者的颜色不完全相同,A 符合题意;乙酸的熔点为 $17^\circ C$,易凝结成晶体,B 不符合题意;乙酸有强烈刺激性气味,C 不符合题意;乙酸和乙醇混合后不分层,因此不能用分液法分离,D 不符合题意。

3. D 【解析】根据结构简式可知,巴豆酸分子中含有的官能团是碳碳双键和羧基,能与氯化氢、溴的四氯化碳溶液发生加成反应,与纯碱溶液发生复分解反应,与 2-丁醇发生酯化反应,碳碳双键能被酸性高锰酸钾溶液氧化。故①~⑤都能与巴豆酸反应,选 D。

4. A 【解析】烷基是推电子基团,随着碳原子数增加,推电子能力增强,羧基中氢离子电离难度增大,羧酸酸性减弱,故酸性: $CH_3COOH > CH_3CH_2CH_2COOH$,A 正确;分液适用于分离两种互不相溶的液体,甲酸和乙酸都属于有机酸,性质相似,可互溶,故题图装置不能分离甲酸和乙酸的混合物,B 错误; CH_3COOCH_3 属于酯, $CH_3CH_2CH_2COOH$ 属于羧酸,所含官能团种类不同,不互为同系物,C 错误; $NaHCO_3$ 溶液与 CH_3COOH 和 $HCOOH$ 反应都能生成二氧化碳气体,不能鉴别二者,D 错误。

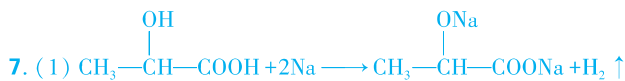
5. A 【解析】邻甲基苯甲酸中含有羧基,能与 Na 、 Na_2CO_3 发生反应,A 正确;该物质中含有饱和碳原子,所有原子不可能共平面,B 错误;该物质中含有 1 个苯环,羧基不与 H_2 反应,所以 1 mol 该物质最多能与 3 mol H_2 发生加成反应,C 错误;该物质含苯环且能发生水解反应的同分异构体有



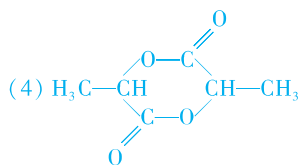
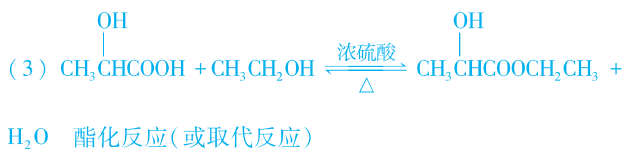
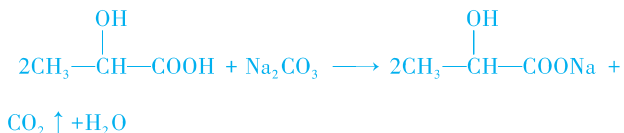
6. D 【解析】乙酸能使新制氢氧化铜溶解变成蓝色溶液;乙醛与新制氢氧化铜在加热条件下会生成砖红色沉淀;甲酸能使

高中必刷题 化学

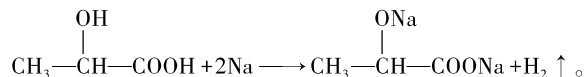
新制氢氧化铜溶解变成蓝色溶液,且加热后会生成砖红色沉淀,现象不同,用新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 能鉴别乙酸、乙醛和甲酸, **A 不符合题意**。甲苯可以萃取溴水中的溴,且甲苯密度比水小,分层后上层液体显橙红色;1-己烯可以与溴发生加成反应使溴水褪色;乙酸与溴水不反应,无明显现象,现象不同,用溴水可鉴别三者, **B 不符合题意**。苯酚钠溶液与盐酸反应会生成苯酚和氯化钠,苯酚微溶于水,会观察到溶液变浑浊; NaHCO_3 溶液与盐酸反应有气体生成;乙醇钠与盐酸混合后无明显现象,现象不同,用盐酸可鉴别三者, **C 不符合题意**;甲苯、乙醇、苯酚溶液均可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色,用酸性 KMnO_4 溶液不可鉴别三者, **D 符合题意**。



(2) NaHCO_3 (其他合理答案也可) Na



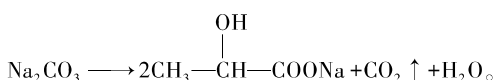
【解析】(1) 乳酸与足量金属钠反应的化学方程式为



(2) $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH} \xrightarrow{\text{a}} \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COONa}$ 过程中羧基参与反应,而羟基不参与反应,故所用的试剂 a 可以是 NaHCO_3 、

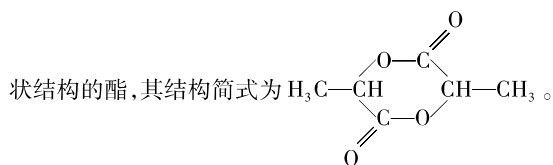
Na_2CO_3 或 NaOH ; $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COONa} \xrightarrow{\text{b}} \text{CH}_3-\overset{\text{ONa}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COONa}$ 过程中羟基参与反应,故所用的试剂 b 是 Na 。乳酸与少量

碳酸钠溶液反应的化学方程式为 $2\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COOH} +$



(3) 乳酸与乙醇可以发生酯化反应生成乳酸乙酯和水,该反应属于取代反应。

(4) 在浓硫酸作用下,两分子乳酸相互反应,生成具有六元环



8. B 【解析】甲装置中的长导管可以起到导气、冷凝的作用, **A 不符合题意**;乙醇分子中羟基上的氢原子不如水分子中的氢原子活泼,即钠和乙醇反应不如钠和水反应剧烈,且密度: $\rho_{\text{水}} > \rho_{\text{钠}} > \rho_{\text{乙醇}}$,则钠与水反应和钠与乙醇的反应现象不同, **B 符合题意**;乙酸和乙醇在浓硫酸催化下发生酯化反应,生成乙酸乙酯,饱和碳酸钠溶液可以吸收挥发出来的乙醇,中和挥发出来的乙酸,降低乙酸乙酯的溶解度,且导管不可插入液面以下,防止倒吸, **C 不符合题意**;用一定量乙醇和足量钠反应,根据反应产生的气体的体积、消耗的乙醇的物质的量的关系可推测出乙醇的结构简式不是 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$ 而是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, **D 不符合题意**。

9. C 【解析】乙酸和异戊醇在浓硫酸催化作用下生成乙酸异戊酯,实验中利用环己烷-水的共沸体系(沸点为 69°C)带出生成的水,促使反应生成乙酸异戊酯。由反应原理方程式可知,生成物中含有水,若将水分离出去,可促进反应正向进行,该反应以共沸体系从反应体系中带出水可以促使反应正向进行, **A 正确**;乙酸异戊酯的沸点为 142°C ,环己烷的沸点是 81°C ,环己烷-水共沸体系的沸点为 69°C ,所以水浴温度可以控制在 $69\sim 81^\circ\text{C}$, **B 正确**;接收瓶中接收的是环己烷-水的共沸体系,环己烷不溶于水,会出现分层现象,可以用分液的方法分离, **C 错误**;乙酸和异戊醇的物质的量分别为 0.1 mol 、 0.05 mol ,理论上生成 0.05 mol 乙酸异戊酯,则乙酸异戊酯的产率为 $\frac{3.9\text{ g}}{0.05\text{ mol} \times 130\text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 60\%$, **D 正确**。

刷易错

★易错点 1 醇羟基、酚羟基、羧基的性质比较

10. D 【解析】设该有机物物质的量为 1 mol ,酚羟基、醇羟基、羧基均与 Na 反应,则 1 mol 该有机化合物可消耗 3 mol Na ;酚羟基、羧基与 NaOH 反应,则 1 mol 该物质可消耗 2 mol NaOH ;酚羟基、羧基与 Na_2CO_3 反应,则 1 mol 该有机化合物可消耗 $2\text{ mol Na}_2\text{CO}_3$ (足量);只有羧基与 NaHCO_3 反应,则 1 mol 该物质可消耗 1 mol NaHCO_3 ,所以足量 Na 、 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 分别与等物质的量的该物质反应时,消耗 Na 、 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 的物质的量之比为 $3:2:2:1$, **D 正确**。

易错警示 醇羟基、酚羟基和羧基的比较(分别以乙醇、苯酚、乙酸为例)

物质	乙醇	苯酚	乙酸
结构简式	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$		CH_3COOH
酸碱性	中性	酸性很弱, 比 H_2CO_3 弱	酸性强于 H_2CO_3
与 Na	能反应	能反应	能反应
与 NaOH	不能反应	能反应	能反应
与 Na_2CO_3	不能反应	能反应	能反应
与 NaHCO_3	不能反应	不能反应	能反应

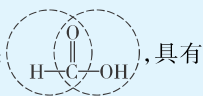
★易错点2 甲酸的特殊性

11. A 【解析】甲酸(HCOOH)酸性强于 H_2CO_3 , 甲酸与 Na_2CO_3 的离子反应: $\text{HCOOH} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{HCOO}^- + \text{HCO}_3^-$, **A 正确**; 向甲酸溶液中逐滴滴加新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 溶液变为蓝色, 加热后, 无砖红色沉淀生成, **B 错误**; HCOOH 受热极易分解, 不可高温加热, **C 错误**; 甲酸是弱酸, 在离子反应中不拆: $5\text{HCOOH} + 6\text{H}^+ + 2\text{MnO}_4^- \rightleftharpoons 5\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$, **D 错误**。

12. C 【解析】甲酸分子中含有一 CHO 和 —COOH 两种结构, 甲醛、甲酸都能发生银镜反应, 在加热条件下, 都能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应产生砖红色沉淀, 所以要检验甲醛的存在就需要排除甲酸的干扰, **A、B 错误**; 将溶液与足量 NaOH 溶液混合后, HCOOH 被中和生成钠盐(HCOONa), 再蒸馏, HCOONa 、 NaOH 均不会被蒸出, 蒸馏产物若能发生银镜反应, 则说明含有甲醛, **C 正确**; 将溶液充分进行酯化反应, 生成的甲酸某酯也能发生银镜反应, 不能说明含有甲醛, **D 错误**。

易错警示 甲酸在物质分类上属于饱和一元羧酸, 但是其

分子结构可看作既有羧基, 又有醛基:



羧酸和醛的双重性质。在考虑甲酸的羧基性质时注意不要忽略醛基的性质。这里的醛基可以发生氧化反应, 例如被银氨溶液、新制氢氧化铜、酸性高锰酸钾溶液等氧化剂氧化。甲酸不能与 H_2 加成, 这点与醛的性质不同。

刷提升

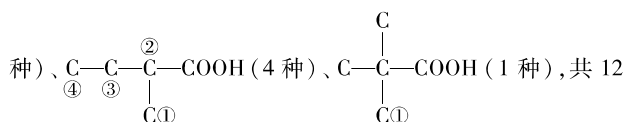
1. C 【解析】常温下甲酸是液体, **A 错误**; 乙酸的沸点高于丙醇, **B 错误**; 苯甲酸的酸性强于碳酸, 苯甲酸与碳酸氢钠反应生成苯甲酸钠、水和二氧化碳, **C 正确**; 乙二酸具有还原性, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 但其熔点较高, 常温下为无色晶体, **D 错误**。

2. D 【解析】 SO_2 和乙烯均能与酸性高锰酸钾溶液反应, 不能用酸性高锰酸钾溶液洗气法来除去乙烯中混有的 SO_2 , **A 错**

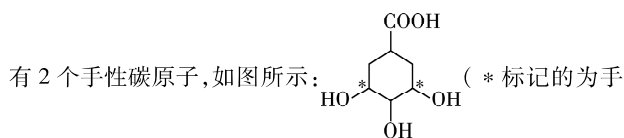
误; 乙酸乙酯和乙醇互溶, 不分层, 不能用分液法分离乙酸乙酯和乙醇, **B 错误**; 苯甲酸的溶解度受温度的影响较大, 而氯化钠的溶解度受温度的影响较小, 故应用重结晶法除去苯甲酸固体中混杂的 NaCl , **C 错误**; 丁醇与乙醚沸点相差较大, 可蒸馏分离, **D 正确**。

3. C 【解析】N 中含有碳碳双键, 能够和 Br_2 发生加成反应, 使溴水褪色, **A 错误**; N 分子中含有羟基和羧基 2 种含氧官能团, **B 错误**; N 分子中含有羟基和羧基, 能与乙酸或乙醇发生取代(酯化)反应, **C 正确**; 由 N 的结构可知, 其分子式为 $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}_3$, **D 错误**。

4. D 【解析】与饱和 NaHCO_3 溶液反应能放出气体, 说明有机化合物中含有羧基, 同等状况下 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_3$ 与足量钠反应和与饱和 NaHCO_3 溶液反应放出相同体积的气体, 说明分子中还含有 1 个羟基, 可看作 —OH 、 —COOH 分别取代 C_4H_{10} 中的一个 H 原子。有机化合物的碳骨架有 4 种, 则 —OH 的位置



5. D 【解析】由题干中 Y 的结构简式可知, 碳氧双键和碳碳双键上的碳原子采取 sp^2 杂化, 其他碳原子采取 sp^3 杂化, **A 错误**; 由题干中 X、Y 的结构简式可知, X 分子中含有酚羟基, Y 分子中不含酚羟基, 能用 FeCl_3 溶液检验 Y 中是否含有 X, **B 错误**; 由题干中 Z 的结构简式可知, 1 mol Z 中含有 5 mol 酚羟基和 1 mol 羧基, 故能消耗 6 mol NaOH , 还有 1 mol 酚酯基, 能够消耗 2 mol NaOH , 故 1 mol Z 最多能与 8 mol NaOH 发生反应, **C 错误**; X 与足量氢气发生加成反应, 所得产物中



(* 标记的手性碳原子), **D 正确**。

6. D 【解析】第一步过程中碳氧双键中的氧原子有一个孤电子对, 氢离子有空轨道, 两者可形成配位键, **A 正确**; 分析反应机理图可知酯化反应时醇中的 ^{18}O 在酯中, 生成的 H_2O 分子内一定不含有 ^{18}O , **B 正确**; 物质 a 中所有碳原子均为饱和碳原子, 均采取 sp^3 杂化, **C 正确**; 若改用 $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OH}$ 与乙醇发生酯化反应, 中间产物 a 中含有两个羟基, 进攻过程中无法确定两个羟基中的哪一个羟基反应, 所以生成的乙酸乙酯中可能含有 ^{18}O , **D 错误**。

思路导引 由题给流程可知:向混合物中加入饱和碳酸钠溶液,将苯甲酸转化为苯甲酸钠,分液得到含有苯甲酸乙酯和环己烷的有机相 I 与含有苯甲酸钠的水相;向水相中加入乙醚,萃取水相中残留的苯甲酸乙酯和环己烷,分液得到有机相和萃取液,将有机相并入有机相 I。有机相 I 经蒸馏得到共沸物和有机相 II,向有机相 II 中加入无水硫酸镁除去水分,过滤、蒸馏得到苯甲酸乙酯;向萃取液中加入稀硫酸,将苯甲酸钠转化为苯甲酸,过滤得到苯甲酸粗品,经重结晶得到苯甲酸,据此解答问题。

【解析】操作 a 为分液,分液所使用的主要玻璃仪器为分液漏斗和烧杯, **A 正确**;操作 b 为蒸馏,操作 c 为重结晶, **B 正确**;无水硫酸镁的作用是除去水分,干燥有机相 II,饱和碳酸钠溶液的作用是将苯甲酸转化为苯甲酸钠, **C 错误**;该流程中苯甲酸先与饱和碳酸钠溶液反应转化为苯甲酸钠,苯甲酸钠再与稀硫酸反应转化为苯甲酸, **D 正确**。

8. (1) C (2) D (3) BC

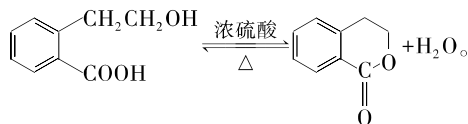


【解析】(1) 有机化合物②与④含有不同的官能团,故可用红外光谱鉴别, **A 不符合题意**;有机化合物②含有 6 种不同化学环境的氢原子,有机化合物④含有 7 种不同化学环境的氢原子,故可用核磁共振氢谱鉴别, **B 不符合题意**;有机化合物②含有醛基,有机化合物④含有碳碳双键,均可使酸性高锰酸钾溶液褪色,故无法用酸性高锰酸钾溶液鉴别, **C 符合题意**。

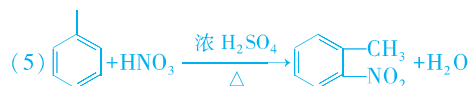
(2) 有机化合物③含有酯基,可发生水解反应, **A 不符合题意**;有机化合物③含有甲酸酯基,含有 $-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ 结构,可发生银镜反应, **B 不符合题意**;有机化合物③含有苯环,可与氢气发生加成反应, **C 不符合题意**;有机化合物③无羟基和卤素原子,无法发生消去反应, **D 符合题意**。

(3) 有机化合物⑤含有溴原子,β-C 上有 H,可与氢氧化钠醇溶液共热发生消去反应: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$, **A 错误**;有机化合物⑤含有溴原子、羟基,β-C 上有 H,可发生消去反应、酯化反应和水解反应, **B 正确**;有机化合物⑤含有溴原子,可与氢氧化钠水溶液共热发生取代反应: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$,所得产物与乙二醇($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)结构相似,分子组成上相差 2 个 CH_2 原子团,互为同系物, **C 正确**;1 mol 该物质与足量钠反应可产生 0.5 mol 氢气,标准状况下的体积为 11.2 L, **D 错误**。

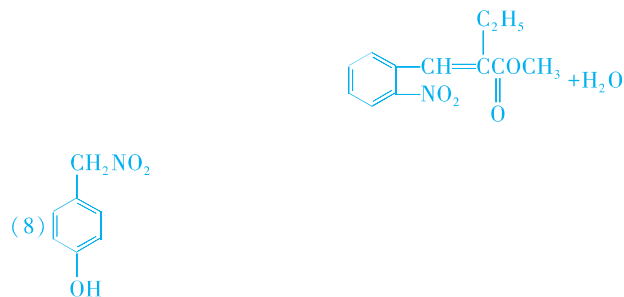
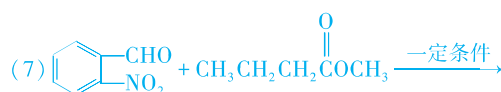
(4) 有机化合物①中含有羟基和羧基,可在浓硫酸和加热条件下发生分子内酯化反应,反应的化学方程式为



9. (1) 羟基、酯基



(6) 取代反应



思路导引 乙酸和甲醇发生酯化反应生成乙酸甲酯(B),

根据信息 i, 乙酸甲酯在碱作用下生成 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{CH}_3$ (C) 和甲醇;C 发生还原反应生成 D, D 发生消去反应生成 E, E 的核磁共振氢谱有四组峰,峰面积之比为 1:1:3:3, E

是 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHC}(=\text{O})\text{CH}_3$ 。甲苯发生硝化反应生成 H, H 发生取代反应生成 I, I 发生水解反应生成 J, 由 J 逆推,可知 I 是 、H 是 ;根据信息 ii, K 中应含有醛基,可知 J 发生催化氧化生成 K, K 是 、K

和 F 发生信息 ii 的反应生成

【解析】(1) 根据 D 分子的结构简式可知, D 中含有的官能团是羟基、酯基。

(2) A→B 是乙酸和甲醇发生酯化反应生成乙酸甲酯,反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓 H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

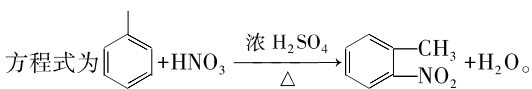
(3) 根据信息 i, 乙酸甲酯在碱作用下生成

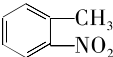
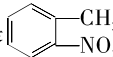


(4) D 发生消去反应生成 E, E 的核磁共振氢谱有四组峰, 峰

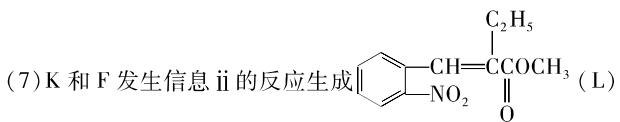


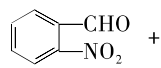
(5) G 发生硝化反应生成 H, H 是 , G→H 的化学

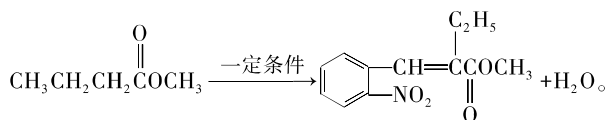


(6) H 是 , I 是 , H→I 的反应类型为

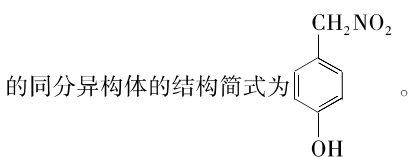
取代反应。



和水, F + K → L 的化学方程式为 



(8) 已知①羟基与苯环直接相连;②含有硝基(—NO₂)的芳香族化合物;③苯环上的一氯代物有两种,结合 J 的分子式,满足条件的 J 的同分异构体中苯环上有 2 个取代基,分别为—OH 和—CH₂NO₂,且二者处于对位,符合上述要求的 J



课时 2 羧酸衍生物

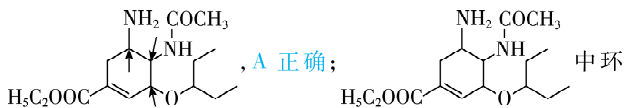
刷基础

1. C 【解析】酯类大多难溶于水,易溶于有机溶剂,低级酯一般密度比水小,具有一定的芳香气味,选 C。

2. A 【解析】由图可知, M 中含有 2 个碳碳双键、3 个—OH、1 个—COOH 和 1 个酯基, M 中只有碳碳双键能和 H₂ 反应,则 1 mol M 最多可消耗 2 mol H₂, M 中—OH、—COOH 均能与 Na 反应,则 1 mol M 最多消耗 4 mol Na, M 中—COOH 和酯基均能与 NaOH 反应,则 1 mol M 最多消耗 2 mol NaOH, M 中只有—COOH 能与 NaHCO₃ 反应,则 1 mol M 最多消耗 1 mol NaHCO₃,选 A。

3. B 【解析】手性碳原子是指与四个各不相同的原子或原子

团相连的碳原子,该分子中含有手性碳原子,位置为



上有 5 种不同化学环境的 H 原子,环上的一溴代物有 5 种, B 错误;奥司他韦分子中含有碳碳双键,可使酸性高锰酸钾溶液和溴水褪色, C 正确;奥司他韦分子中含有 1 个酯基和 1 个酰胺基,可以和 NaOH 溶液发生水解反应,1 mol 奥司他韦最多能与 2 mol NaOH 反应, D 正确。

4. B 【解析】阿司匹林中能和氢氧化钠溶液反应的结构是酯基和羧基,酯基中碳氧单键断裂,即②号键断裂;羧基中氧氢键断裂,即⑥号键断裂, B 正确。

5. A 【解析】含有醛基的有机物能和银氨溶液发生银镜反应, X 中含有醛基,能发生银镜反应, Y 中不含醛基,不能发生银镜反应,所以可以用银氨溶液检验 Y 中是否含有 X, A 正确;存在顺反异构的条件是碳碳双键的每个碳原子上均连有不同的原子或原子团, Y 中碳碳双键中的一个碳原子上连有两个—COOC₂H₅,不存在顺反异构, Z 中碳碳双键的两个碳原子上均连有不同的原子或原子团,存在顺反异构, B 错误; Y 中酚羟基和酯基发生取代反应生成 Z 和 CH₃CH₂OH,没有 H₂O 生成, C 错误; Z 中含有一个酚酯基和一个醇酯基,1 mol Z 与足量氢氧化钠反应,最多消耗 3 mol NaOH, D 错误。

6. C 【解析】由于西瑞香素分子中含有甲基,所以分子中所有原子不可能处于同一平面, A 错误;西瑞香素中不含醇羟基和

卤素原子,不能发生消去反应, B 错误;该物质中含有酚羟基,能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应, C 正确;西瑞香素中的酚酯基水解后会生成酚羟基,酚羟基也能与 NaOH 反应,故 1 mol

西瑞香素最多可与 5 mol NaOH 反应, D 错误。

7. D 【解析】油脂是高级脂肪酸和甘油(丙三醇)通过酯化反应生成的产物。①根据油脂的定义,正确;②不是由甘油生成的,错误;③不是由高级脂肪酸生成的,错误;④润滑油是烃的混合物,错误;⑤花生油属于油脂,正确;⑥石蜡是烃的混合物,错误。综上所述, D 正确。

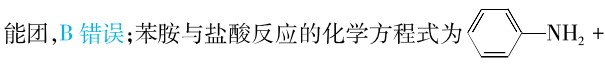
8. B 【解析】花生油是由多种高级脂肪酸与甘油形成的酯组成的,是混合物, A 错误;甘油分子的 3 个羟基与同一种脂肪酸形成酯基的是单甘油酯,甘油分子与至少 2 种不同脂肪酸形成酯基的是混甘油酯,同种单甘油酯和同种混甘油酯可分别组成纯净物, B 正确;高级脂肪酸钠是固体,不能用分液的方法分离, C 错误;油脂与 NaOH 反应的物质的量之比为

1:3, 则 10 g 油脂的物质的量 $n = \frac{1.8 \text{ g}}{40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times \frac{1}{3} = 0.015 \text{ mol}$,

可以与 0.045 mol 氢气发生加成反应, $n(\text{油脂}) : n(\text{H}_2) = 0.015 \text{ mol} : 0.045 \text{ mol} = 1:3$, 即 1 mol 油脂可以与 3 mol H_2 发生加成反应, 则该油脂所含碳碳双键数目为 3, **D 错误**。

- 9. C** 【解析】软脂酸与硬脂酸的烃基均是饱和烃基, 但碳原子数之和不同, 两者熔点不同; 硬脂酸与油酸的碳原子数相同, 但硬脂酸的烃基是饱和烃基、油酸的烃基是不饱和烃基, 两者熔点不同, 由此可得, 碳原子数之和与烃基的饱和性都会影响羧酸的熔点, **A 正确**。三者均含有羧基, 都属于羧酸, 都能发生酯化反应, **B 正确**。油酸催化加氢生成硬脂酸, **C 错误**。油酸与丙烯酸($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$)结构相似, 分子组成相差 15 个 CH_2 原子团, 故二者互为同系物, 丙烯酸是最简单的烯酸, **D 正确**。

- 10. C** 【解析】乙醇是常用的有机溶剂, 能够与水混溶, 而油脂难溶于水, 步骤①中加入乙醇的目的是增加油脂在 NaOH 溶液中的溶解度, 使反应物充分接触发生反应, 从而提高反应速率, **A 正确**; 向混合物中加入食盐细粒, 会降低高级脂肪酸钠的溶解度而析出结晶, **B 正确**; 步骤③为过滤, 用到的仪器为漏斗, 而不是分液漏斗, **C 错误**; 甘油和水相互溶解, 二者的沸点不同, 用蒸馏操作分离出甘油, **D 正确**。

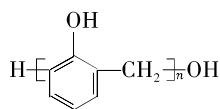
- 11. C** 【解析】酰胺中的碳氧双键不能与氢气发生加成反应, **A 错误**; 胺类化合物分子中除含氨基外, 还可能含有碳碳双键等官能团, **B 错误**; 苯胺与盐酸反应的化学方程式为  + $\text{HCl} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$, **C 正确**; 甲胺(CH_3NH_2)可以与乙酸发生取代反应生成 *N*-甲基乙酰胺, **D 错误**。

- 12. C** 【解析】根据 X 的结构简式可知, 其结构中含有酯基和酰胺基, 可以发生水解反应, **A 错误**; 有机物 Y 中含有亚氨基, 呈碱性, 可以与盐酸发生反应生成盐, 生成的盐在水中的溶解性较好, **B 错误**; 有机物 Z 中含有苯环和碳碳双键, 无饱和碳原子, 所有的碳原子均为 sp^2 杂化, **C 正确**; Y 在反应中起催化作用, 随着体系中 $c(\text{Y})$ 增大, 在一定范围内反应速率会加快, 但随着反应不断进行, 反应物 X 的浓度不断减小, 反应速率不会一直增大, **D 错误**。

- 13. B** 【解析】苯甲酸与苯胺发生取代反应, 酸脱羟基胺脱氢, **A 正确**; 苯甲酸微溶于水, 用水洗涤可能使产品中混有少量苯甲酸, 不如用乙醚洗涤效果好, **B 错误**; 根据题中信息可知, *N*-苯基苯甲酰胺易溶于热乙醇, 冷却后易结晶析出, 而苯甲酸和苯胺易溶于乙醇, 则可用乙醇作溶剂进行重结晶提纯, **C 正确**; 硅胶吸水, 有利于反应正向进行, **D 正确**。

刷提升

- 1. D** 【解析】TNT 为 2, 4, 6-三硝基甲苯, 酚醛树脂为



氯仿为三氯甲烷, 润滑油属于烃类, 均不含有酯基, 不属于酯类; 而醋酸纤维、胶棉、橄榄油、生物柴油、有机玻璃的结构中均含有酯基, 属于酯类物质。不属于酯类物质的有②⑥⑦⑨, 选 **D**。

- 2. C** 【解析】I 中酯基的碳氧双键不能与 H_2 反应, 而碳碳双键可以和 H_2 反应, 1 分子化合物 I 中含有 2 个碳碳双键, 故 1 mol 化合物 I 充分氢化需要消耗 2 mol H_2 , **A 错误**; I 属于天然油脂的主要成分, III 不属于天然油脂的主要成分, **B 错误**; 生物柴油的组成元素为 C、H、O, 石化柴油组成元素为 C、H, **C 正确**; II 为丙三醇, 易溶于水, III 为酯, 难溶于水, 加入 NaOH 溶液, 酯会发生水解, 不能提升分离效果, **D 错误**。

- 3. C** 【解析】由物质的结构简式可知, 该分子不属于有机高分子, **A 错误**; $-\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ 为烃基, 烃基为疏水基团, 该分子中不含亲水基团, 难溶于水, **B 错误**; 由物质的结构简式可知, 1 个该分子分子中含 4 个酰胺基, 1 mol 该物质最多可以和 4 mol NaOH 发生水解反应, **C 正确**; 该反应为取代反应, 有水生成, 原子利用率达不到 100%, **D 错误**。

- 4. C** 【解析】烟酸乙酯分子中含有 8 个 C 原子、1 个 N 原子、2 个 O 原子、9 个 H 原子, 则分子式为 $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2$, **A 正确**; 烟酸乙酯不饱和度为 5, 含苯环的同分异构体中, 除苯环外, 还存在 1 个双键或 1 个环, 分子中含有 1 个 N 原子、2 个 O 原子, 酰胺基的不饱和度为 1, 则分子中可能同时存在羟基和酰胺基, **B 正确**; 已知环状结构中 C 原子和 N 原子均为 sp^2 杂化, 则六元环为平面结构, 六元环上的碳原子及酯基碳原子一定共平面, 另外, 乙基中 2 个碳原子一定共平面, 酯基与乙基之间通过单键相连, 单键可以旋转, 则所有碳原子可能处于同一平面, **C 错误**; 烟酸乙酯分子中含有酯基, 酯基可发生水解反应, 六元环中氢原子也可被取代, 则烟酸乙酯能发生取代反应, **D 正确**。

- 5. B** 【解析】EIDD-2801 分子结构中没有苯环, 不属于芳香族化合物, **A 错误**; 1 个 EIDD-2801 分子由 13 个 C、19 个 H、3 个 N、7 个 O 构成, 分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_7$, **B 正确**; EIDD-2801 含有 4 个手性碳原子, 为含 O 五元杂环上的 4 个 C, **C 错误**; EIDD-2801 分子中有酰胺基和酯基, 可以和 NaOH 溶液反应, **D 错误**。

6. C

思路导引 向甲苯、苯胺、苯甲酸混合溶液中加入盐酸,盐酸将微溶于水的苯胺转化为易溶于水的苯胺盐酸盐,分液得到水相 I 和有机相 I。向水相 I 中加入氢氧化钠溶液将苯胺盐酸盐转化为苯胺,由①分液得到苯胺粗品。向有机相 I 中加水,洗涤除去混有的盐酸,分液得到废液和有机相 II。向有机相 II 中加入碳酸钠溶液,将微溶于水的苯甲酸转化为易溶于水的苯甲酸钠,由②分液得到甲苯粗品和水相 II。向水相 II 中加入盐酸,将苯甲酸钠转化为苯甲酸,由③经过滤、洗涤、干燥得到苯甲酸粗品。

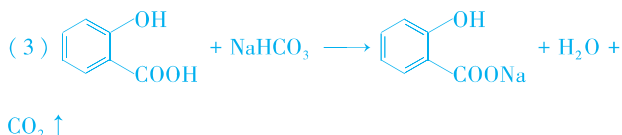
【解析】苯胺分子中有氨基,能与盐酸反应,但不能与 NaOH 溶液反应, **A 错误**;由①分液得到苯胺粗品,由②分液得到甲苯粗品,由③经过滤、洗涤、干燥得到苯甲酸粗品, **B、D 错误**;由该流程可以说明苯甲酸(微溶于水)和苯甲酸钠(易溶于水)在水中的溶解度差别很大, **C 正确**。

7. D

思路导引 D 分子式为 $C_3H_8O_3$,为油脂水解的产物,则 D 为丙三醇,根据 C、E 的分子式可知,丙三醇与 C 发生了取代反应生成了 E 和 H_2O ,即丙三醇与 C 发生了酯化反应,结合 B 的结构简式可知 C 为 $CH_2=CHCOOH$,E 为 $CH_2=CHCOOCH_2$ 和 $CH_2=CHCOOCH$ 的混合物。

【解析】有机反应中加氧或去氢的反应是氧化反应,因此 A→B 的反应类型为氧化反应, **A 正确**;题图所示转化过程中涉及的含氧官能团有醛基、羧基、羟基、酯基,共 4 种, **B 正确**;由思路导引可知混合物 E 中有 2 种分子, **C 正确**;碳碳双键和醛基均能使溴水褪色,因此向 B 中加入溴水后溴水褪色,不能说明含有 $C=C$, **D 错误**。

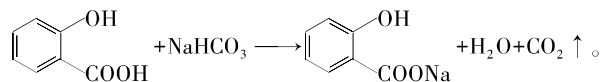
8. (1)AD (2)D



(4)阿司匹林分子中含有酯基,受潮时易发生水解反应
 FeCl_3 溶液或溴水

【解析】(1)水杨酸中的含氧官能团为酚羟基和羧基,选 AD。(2)由阿司匹林的结构简式可知,1 个阿司匹林分子中含有 1 个羧基和 1 个酚酯基,故 1 mol 阿司匹林与足量 NaOH 溶液完全反应需要 3 mol NaOH,选 D。

(3)水杨酸分子中的羧基能与碳酸氢钠反应,酚羟基不能与碳酸氢钠反应,故水杨酸与碳酸氢钠反应的化学方程式为



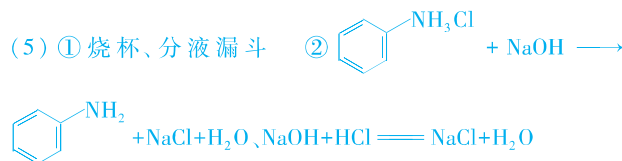
(4)阿司匹林分子中含有酯基,受潮时易发生水解反应,变质后的产物含有酚羟基,可与氯化铁溶液发生显色反应,也可与溴水反应,则可用 FeCl_3 溶液或溴水检验。



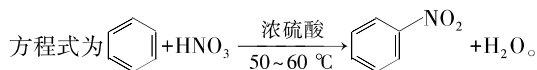
(2)除去粗硝基苯中混有的硫酸、硝酸

(3)恒压滴液漏斗(或恒压分液漏斗) 油浴加热

(4)排尽装置中的空气,防止苯胺被氧化



【解析】(1)以苯和浓硫酸、浓硝酸为原料制取硝基苯,化学



(2)制取的粗硝基苯中混有未反应的硝酸和硫酸,用 5% NaOH 溶液洗涤的目的是除去粗硝基苯中混有的硫酸、硝酸。

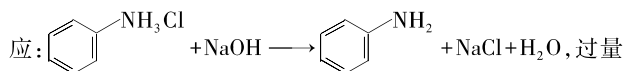
(3)由装置图可知盛有硝基苯的仪器名称为恒压滴液漏斗;硝基苯与氢气制取苯胺的反应温度为 140°C ,应采用油浴加热。

(4)由题意知,苯胺易被氧化,则实验时先打开 K 通一段时间 H_2 可排尽装置中的空气,防止苯胺被氧化。

(5)①分液需要用到分液漏斗和烧杯。②结合已知信息知,

步骤 I 中苯胺先和过量盐酸反应转化成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$ 进入

水相,分液后在步骤 II 中 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}$ 和 NaOH 溶液发生反



过量盐酸也会和氢氧化钠发生反应: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$,由于苯胺微溶于水、易溶于乙醚,故充分反应后,加入乙醚进行萃取,后经分液蒸馏获得苯胺。

第四节综合训练

刷能力

1. A **【解析】**含有碳碳双键等不饱和键的油脂能使溴水褪色,酯基不能使溴水褪色, **A 错误**;天然油脂都是混合物,所以没有固定的熔、沸点, **B 正确**;油脂是多种高级脂肪酸的甘油

高中必刷题 化学

酯,分子中含有酯基,所以能发生水解反应,**C 正确**;油酸甘油酯中含有碳碳双键,能与 H_2 发生加成反应,**D 正确**。

2. C 【解析】草酰二胍中不含酯基,草酸与胍发生取代反应生

成草酰二胍和水,**A 错误**;草酰二胍中含 —NH—C(=O)— ,能发生水解反应,**B 错误**;草酰二胍和联二脲的分子式均为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{N}_4\text{O}_2$,二者结构不同,互为同分异构体,**C 正确**; —NH_2

中的 N 采用 sp^3 杂化, —C(=O)— 中 C 采用 sp^2 杂化,草酰二胍分

子中最多有如图

一平面上,**D 错误**。

3. C 【解析】在新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 中加入甲酸甲酯共热,产生砖

红色沉淀,对应离子方程式为 $\text{HCOOCH}_3 + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_3^{2-} + \text{CH}_3\text{OH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$,**A 正确**;水杨酸与过

量碳酸钠溶液反应生成 HCO_3^- 和 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COO}^-)$,故离子方程

式为 $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH}) + 2\text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COO}^-) + 2\text{HCO}_3^-$,**B 正**

确;向硫酸铜溶液中滴加少量氨水,生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,反应的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$,**C 错**

误; $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})$ 与少量 NaOH 反应,由于酸性:羧基>酚羟基,则羧基优先与 NaOH 反应,离子方程式:

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH}) + \text{OH}^- \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COO}^-) + \text{H}_2\text{O}$,**D 正确**。

4. A 【解析】实验室用乙醇、乙酸在浓硫酸作催化剂、加热的

条件下制备乙酸乙酯,并用饱和碳酸钠溶液接收乙酸乙酯,饱和 Na_2CO_3 溶液可以溶解挥发出来的乙醇、和挥发出来的

乙酸反应、降低乙酸乙酯的溶解度,**A 正确**;因为乙炔也能和溴水发生反应,所以不能用溴水除去乙炔中混有的 H_2S 等杂质,**B 错误**;1-溴丁烷与氢氧化钠醇溶液共热发生消去反应,

生成的 1-丁烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,但是挥发出来的乙醇具有还原性,能被酸性高锰酸钾溶液氧化,使酸性高锰酸钾溶液褪色,无法进行检验,**C 错误**;醋酸具有挥发性,且酸性比碳酸强,所以挥发出来的醋酸也能与苯酚钠反应生成苯酚,无法验证苯酚的酸性比碳酸的弱,**D 错误**。

5. C 【解析】根据结构简式可知,1 mol 化合物 L 中含 2 mol 酚

酯基,与足量 NaOH 反应,最多可消耗 4 mol NaOH ,苯环与碳碳双键可与 H_2 发生加成反应,1 mol L 与 H_2 反应最多消耗

8 mol H_2 ,**A 错误**。有机化合物 L 水解生成的有机酸 M 的结

构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$,其结构中含有碳碳双键,与硬

脂酸结构不相似,不互为同系物;双酚 A 中含有 2 个酚羟基,与苯酚结构不相似,不互为同系物,**B 错误**。M 为

$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$,不考虑顺反异构,与 M 含相同官能团的同

分异构体有 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOH}$ 和 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{COOH}$,共 2 种,**C 正确**。碳碳双键能与 Br_2 发生加成反应,酚羟基的邻、对位氢原子能被 Br 取代,故等物质的量的有机化合物 L、双酚 A 和有机酸 M 消耗 Br_2 的物质的量之比是 2:4:1,**D 错误**。

6. (1) 醛基 (2)

(3) 甲醚(或二甲醚)

(4)

(5)

【解析】A 在一定条件下发生还原反应,其中一个醛基被还原成一 CH_2OH ,得到 B,B 与 $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ 反应得到 C,C 与甲

醇发生酯化反应得到 D,D 与 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2\text{Cl}$ 发生取代反

应生成 E。

(1) A 为 $\text{OHC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$,由结构简式可知所含官能团为醛基。

(2) 对比 B 和 C 的结构可知,B 分子中醛基先发生加成反应,

得到 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$, $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{COOH}$

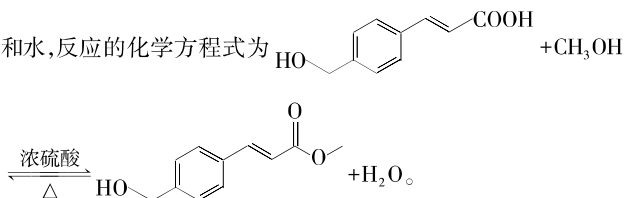
再经过脱水、脱羧两步反应得到 C,脱水的反应属于消去反应。

(3) 若反应 III 加热温度太高, CH_3OH 自身会发生分子间脱水反应生成甲醚(或二甲醚)。

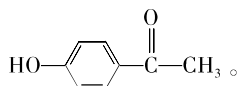
(4) 反应 III 是 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$ 与 CH_3OH 在浓硫酸

催化、加热条件下发生酯化反应生成 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOCH}_3$

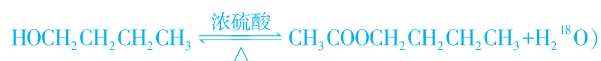
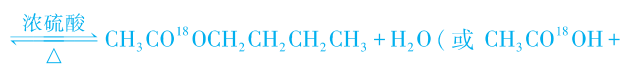
和水,反应的化学方程式为



(5) 化合物 Y 是 B 的同分异构体,遇 FeCl_3 溶液显紫色,可知 Y 分子中含有酚羟基,核磁共振氢谱有 4 组峰说明含有四种不同化学环境的氢原子,峰面积之比为 3:2:2:1,可知 Y 分子中应含有甲基,则满足条件的 Y 的结构简式为



7. (1) 催化剂、吸水剂 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$



(2) 乙 反应物乙酸、1-丁醇的沸点低于产物乙酸丁酯的沸点,若采用甲装置,会造成反应物的大量挥发

(3) 提高 1-丁醇的转化率 分液 分液漏斗、烧杯

(4) D

(5) 球形冷凝管

(6) a 分离出生成物 H_2O ,使平衡正向移动,提高乙酸丁酯的产率

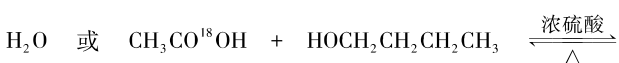
(7) 77.1% 12.0 mL 1-丁醇和 16.0 mL 乙酸理论上可以得到

乙酸丁酯的物质的量为 $\frac{12.0 \text{ mL} \times 0.8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.1297 \text{ mol}$,

实际生成乙酸丁酯的物质的量为 $\frac{1.8 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,

乙酸丁酯的产率为 $\frac{0.1 \text{ mol}}{0.1297 \text{ mol}} \times 100\% \approx 77.1\%$

【解析】(1) 制取乙酸丁酯的反应为在浓硫酸作催化剂和吸水剂的条件下,乙酸与 1-丁醇共热反应生成乙酸丁酯和水,对比乙酸、1-丁醇、乙酸丁酯结构可知,产物水分子的 O 原子可能来源于 2 个反应物中—OH,则可用 ^{18}O 标记任一反应物中—OH,即能表示 ^{18}O 位置的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} +$



(2) 由表格数据可知,反应物乙酸、1-丁醇的沸点低于产物乙酸丁酯的沸点,若采用甲装置,会造成反应物受热大量挥发,大大降低反应物的转化率,所以应该选用装置乙。

(3) 实验中加入稍过量的乙酸,可以促进酯化反应向正反应方向进行,提高 1-丁醇的转化率;将水层和有机层分离的操作作为分液,分液用到的玻璃仪器为分液漏斗和烧杯。

(4) 用碳酸钠溶液洗涤可以进一步除去有机层中的乙酸,并降低乙酸丁酯的溶解度便于分层,故选 D。

(5) 由题图可知,仪器 A 的名称为球形冷凝管。

(6) 为了使冷凝更充分,水应该从下端的 a 口进入;水的沸点低于乙酸丁酯,生成物水先汽化经过冷凝进入分水器,分水器的作用是分离出生成的水,减少生成物的量,使平衡正向移动,提高乙酸丁酯的产率。

(7) 乙酸和 1-丁醇按照物质的量比为 1:1 反应,12.0 mL

1-丁醇的物质的量 $n(1\text{-丁醇}) = \frac{12.0 \text{ mL} \times 0.8 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx$

0.1297 mol, 16.0 mL 乙酸的物质的量 $n(\text{乙酸}) =$

$\frac{16.0 \text{ mL} \times 1.1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.2933 \text{ mol}$, 1-丁醇量不足,则理论

上可以得到乙酸丁酯的物质的量约为 0.1297 mol,生成的

1.8 mL 水的物质的量为 $\frac{1.8 \text{ mL} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$,忽略

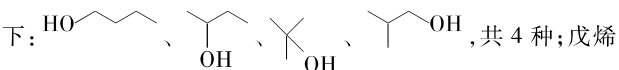
副反应,则实际生成乙酸丁酯的物质的量 $= n(\text{H}_2\text{O}) =$

0.1 mol,乙酸丁酯的产率为 $\frac{0.1 \text{ mol}}{0.1297 \text{ mol}} \times 100\% \approx 77.1\%$ 。

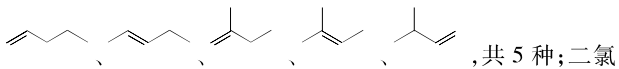
专题2 限定条件下同分异构体数目判断与书写

刷难关

1. C 【解析】戊烷有正戊烷、异戊烷、新戊烷,共 3 种;丁醇可以视作正丁烷、异丁烷分子中氢原子被羟基取代所得,结构如下:

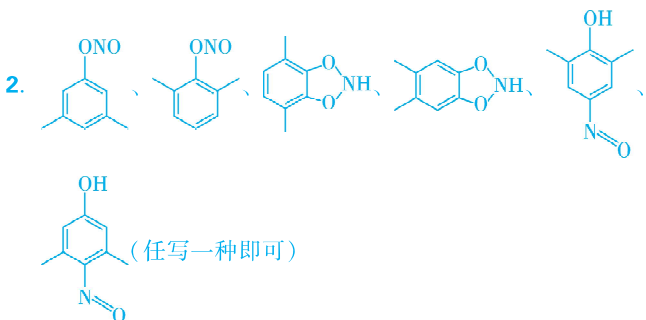


可以看作在戊烷分子中插入 1 个碳碳双键所得,结构如下:

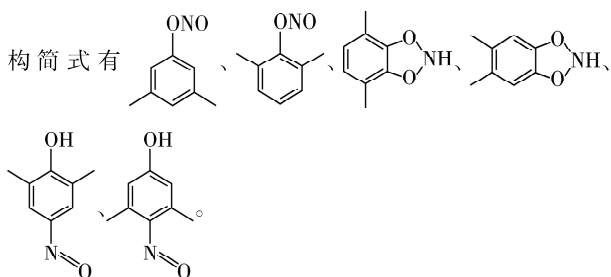


丙烷为丙烷分子中 2 个氢原子被 2 个氯原子取代所得产物,

采用“定一移一”法,可得二氯丙烷结构有 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{ClCH}_2\text{CHClCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CHClCH}_2\text{Cl}$ 、 $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_3$, 共 4 种。综上,结构数目最多的是戊烯,选 C。

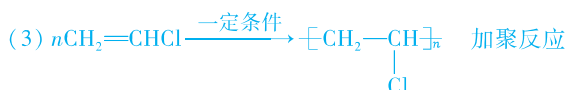


【解析】化合物 A 的分子式为 $C_8H_9O_2N$, 其同分异构体满足条件: ①分子中含有苯环; ②含有氮氧键, 但不含硝基; ③分子中有 3 种不同化学环境的氢原子。符合条件的物质的结




3. (1)羟基 酯基

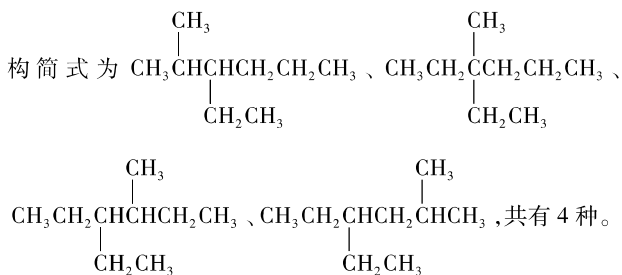
(2)4



(4) ① $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ ② $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ ③6 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$

【解析】(1)由结构简式可知,  中的官能团为羟基、酯基。

(2)主链含 6 个碳原子,有甲基、乙基 2 个支链的烷烃的结






(3)一定条件下氯乙烯发生加聚反应可制得聚氯乙烯,反应的化学方程式为 $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \xrightarrow{\text{一定条件}} \left[\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ | \\ \text{Cl} \end{array} \right]_n$ 。

(4)①由题意可知, 7.4 g 有机化合物 A 分子中碳原子的物质的量为 $\frac{17.6 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$ 、氢原子的物质的量为 $\frac{9.0 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 1 \text{ mol}$ 、氧原子的物质的量为 $\frac{7.4 \text{ g} - 0.4 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 1 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则

分子中碳、氢、氧元素的物质的量比为 $0.4 \text{ mol} : 1 \text{ mol} : 0.1 \text{ mol} = 4 : 10 : 1$, 则 A 的实验式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 。

②由图甲可知,A 的相对分子质量略大于 70,则由实验式可知,A 的相对分子质量为 74;由图乙可知,A 分子的结构中含有烷基和醚键;由图丙可知,A 分子的核磁共振氢谱有两组峰且峰面积之比为 2:3,说明 A 分子中氢原子种类有 2 种,个数比为 2:3,则符合题意的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 。

③化合物 A 的同分异构体可能为甲丙醚、甲异丙醚、1-丁醇、2-丁醇、2-甲基-1-丙醇、2-甲基-2-丙醇,共有 6 种;能与钠反应的化合物 A 的同分异构体属于醇,其中核磁共振氢谱吸收峰的面积之比为 9:1 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 。

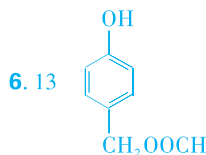
4. C 【解析】 的同分异构体能够发生银镜反应, 则含有醛基, 另外还有 3 个碳和 2 个不饱和度, 若为链状, 则有 $\text{OHC}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CHO}$, 若为环状, 则有 -CHO、, 共 4 种, 选 C。

5. C 【解析】条件④:能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,说明含有酚羟基($-\text{OH}$);条件①:苯环上有两个取代基,其中一个为酚羟基,另一个取代基中有 4 个 C 原子、3 个 O 原子、2 个不饱和度,苯环上的一溴代物只有 2 种,说明两个取代基处于苯环的对位;条件②:结构中含有醛基($-\text{CHO}$);条件③:与碳酸氢钠溶液反应可生成使澄清石灰水变浑浊的气体,说明含有羧基($-\text{COOH}$)。符合条件的结构为

$$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{CHO}}{\text{CH}_2\text{CH}}-\text{COOH} \quad \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{CHO}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{COOH}$$

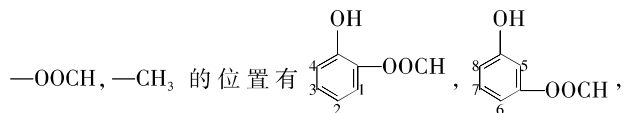
$\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{CH}_2\text{CHO}}{\text{CH}}-\text{COOH}$ 、 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{CHO}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{COOH}$ ，共 4 种，


选 C。



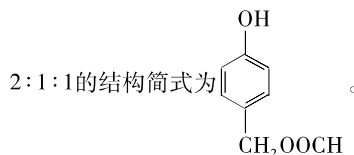
【解析】分析题给条件:①能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,含有酚羟基;②能发生水解反应,含有酯基;③能发生银镜反应,含有醛基或 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{HC}-\text{O}- \end{array}$ 。结合 D 的结构简式分析,满足条

件的 I 中含有甲酸酯基。若 I 中苯环上取代基为 $-\text{OH}$ 和 $-\text{CH}_2\text{OOCH}$, 则有邻、间、对 3 种位置关系; 若取代基为 $-\text{OH}$ 和 $-\text{OOCH}$ 、 $-\text{CH}_3$, 采用“定二移一”的方法, 固定 $-\text{OH}$ 和

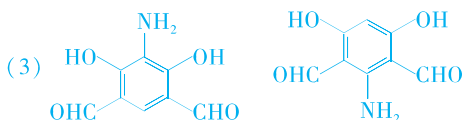
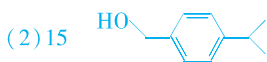
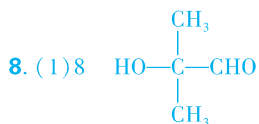



 (数字代表—CH₃), 共 10 种; 综上, 符合条件的 I 共

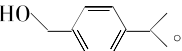
13 种。其中,核磁共振氢谱显示 5 组峰,且峰面积比为 2:2:



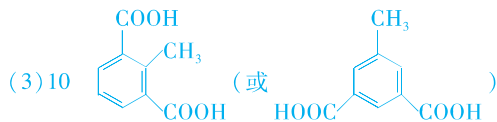
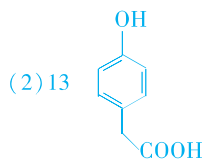
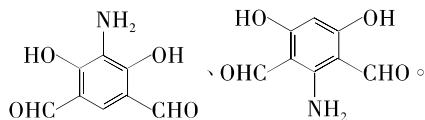
7. B 【解析】A 分子式为 $C_4H_8O_3$, A 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应, 表明 A 分子中含有一 $COOH$; 1 mol A 最多可与 2 mol Na 反应, 表明 A 分子中含有 2 个活泼氢原子, 考虑 A 分子中只含有 3 个 O 原子, 所以 1 个 A 分子中含有 1 个 $COOH$ 、1 个 OH 。该有机化合物可看成是 C_3H_7COOH 分子中 C_3H_7 中的 1 个 H 原子被 OH 取代的产物, C_3H_7 有正丙基和异丙基两种结构, 正丙基有 3 种不同化学环境的 H 原子, 异丙基有 2 种不同化学环境的 H 原子, 所以 A 共有 5 种可能的结构, 选 B。



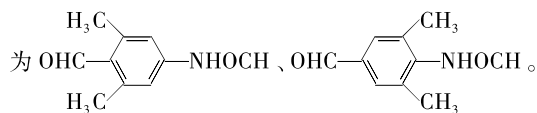
【解析】(1) 化合物 II 的同分异构体能发生银镜反应, 说明含有醛基, 但不能发生水解反应, 说明不含酯基, 若含 1 个醛基和 1 个羟基, 采用“定一移一”法, 则有 $\overset{1}{C}-\overset{2}{C}-\overset{3}{C}-CHO$ 、 $\overset{1}{C}-\overset{2}{C}-\overset{3}{C}-CHO$ (数字为羟基位置), 共 5 种结构; 若含 1 个醛基和 1 个醚键, 同理, 则有 $\overset{1}{C}-O-\overset{2}{C}-\overset{3}{C}$ (数字为醛基位置), 共 3 种结构。因此满足条件的同分异构体共有 8 种。核磁共振氢谱有 3 组峰, 说明有 3 种不同化学环境的氢原子, 峰面积比为 6:1:1, 说明含有 2 个等效的甲基, 由此可推知该同分异构体的结构简式为 $HO-C(CH_3)_2-CHO$ 。

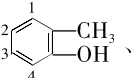
(2) H 为 G 的同分异构体, 该同分异构体含有苯环, 根据 G 的结构简式可知 G 的不饱和度为 4, 苯环的不饱和度为 4, 因此 H 中除苯环外不含其他不饱和结构, H 的氧化产物能发生银镜反应, 说明 H 中含有一 CH_2OH , 苯环上有两个取代基, 这两个取代基可能为 $-CH_2OH$ 、 $-CH_2CH_2CH_3$, $-CH_2OH$ 、 $-CH(CH_3)_2$, $-CH_2CH_2OH$ 、 $-CH_2CH_3$, $-CH_2CH_2CH_2OH$ 、 $-CH_3$ 或 $-CH(CH_3)CH_2OH$ 、 $-CH_3$, 2 个取代基在苯环上有邻、间、对三种位置关系, 故满足条件的 H 的结构共有 15 种; 其中核磁共振氢谱有 6 组峰, 峰面积之比为 6:2:2:2:1:1 的同分异构体结构对称, 有对称的两个甲基, 因此符合条件的是 

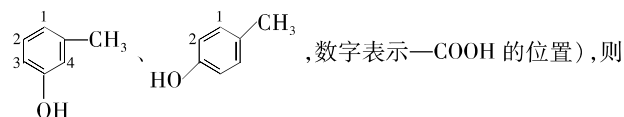
(3) 根据题意可知, B 的同分异构体中含有酚羟基、醛基, 核磁共振氢谱有 4 组峰, 峰面积之比为 1:2:2:2, 说明该分子的对称性较高且不含 $-CH_3$, 1 个 B 分子中氧原子数为 4、不饱和度为 6, 结合条件①可确定符合条件的 B 的同分异构体分子中含有 2 个羟基、2 个醛基和 1 个氨基, 则其结构简式为



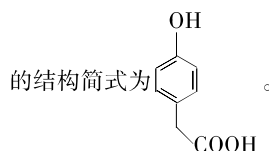
【解析】(1)  的同分异构体满足条件: 含苯环; 能水解生成两种产物, 两种水解产物均能发生银镜反应, 说明分子中含有 1 个 $-CHO$ 和 1 个甲酸与氨基形成的酰胺基 ($-NHOCH$); 再结合分子中含有 5 种不同化学环境的 H 原子, 剩余 2 个碳原子只能形成 2 个 $-CH_3$, 对称连在苯环上, 故满足条件的 X 的结构简式



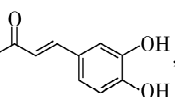
(2) D 的同分异构体中, ①含有苯环; ②遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色, 说明含有酚羟基; ③与 $NaHCO_3$ 溶液反应放出 CO_2 , 说明含有一 $COOH$; 去除上述结构, 还剩余一个碳原子, 则有以下两种情况: ①取代基为 $-OH$ 、 $-CH_2COOH$, 两个取代基在苯环上有邻、间、对 3 种位置关系; ②取代基为 $-CH_3$ 、 $-COOH$ 、 $-OH$, 三个取代基在苯环上有 10 种位置关系 (,



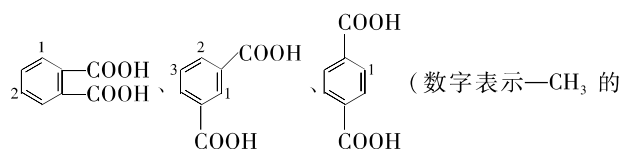
满足上述条件的 D 的同分异构体有 13 种。其中核磁共振氢谱显示为五组峰, 且峰面积之比为 2:2:2:1:1 的同分异构体



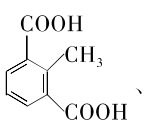
(3) 绿原酸在碱性条件下完全水解后,酸化得到的芳香族化

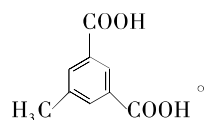
合物是 , 1 mol 该物质的同分异构体能与

2 mol NaHCO_3 反应,说明含有两个羧基。若苯环上有 1 个取代基,则为 $-\text{CH}(\text{COOH})_2$,有 1 种结构;若苯环上有 2 个取代基,则为 $-\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $-\text{COOH}$,2 个取代基在苯环上存在邻、间、对 3 种位置关系;若苯环上有 3 个取代基,则为 $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{COOH}$,在苯环上有 6 种位置关系:



综上,共 10 种符合条件的同分异构体。其中核磁共振

氢谱峰面积之比为 3 : 2 : 2 : 1 的为 ,



专题 3 有机化合物官能团与性质的关系

刷 难 关

1. A 【解析】甲在酸性条件下的水解产物是 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 、

CH_3OH 、 CH_3OH 与乙中羟基个数不同,不互为同系物, A 错误;乙中含有 2 个羟基,1 mol 乙物质可与 2 mol 钠完全反应生成 1 mol 氢气, B 正确;乙二醇可以被酸性高锰酸钾溶液氧化生成乙二酸,乙二酸可以继续被氧化生成二氧化碳和水, C 正确;在点燃条件下甲、乙、丙均能和 O_2 发生氧化反应生成二氧化碳和水, D 正确。

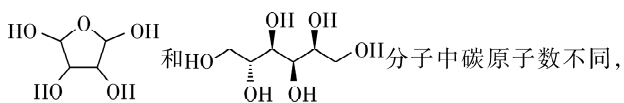
2. B 【解析】由 A 的结构简式可知其分子中含有酯基和羟基两种含氧官能团, A 错误; A 中三种官能团均可发生取代反应,醇羟基易被氧化,可发生氧化反应, Cl 原子所连碳原子的邻位碳原子上有氢原子,可发生消去反应, B 正确;有机化合物 A 中只有苯环能与 H_2 发生加成反应,1 mol A 最多能与 3 mol 氢气发生加成反应, C 错误; Cl 原子能在 NaOH 溶液中发生水解反应,且酯基的水解产物中酚羟基能与 NaOH 反应,则 1 mol A 最多能消耗 3 mol NaOH , D 错误。

3. D 【解析】两个苯环、碳碳双键、羰基各自确定一个平面,单键可以旋转,和苯环直接相连的原子在苯环确定的平面上,则邻羟基查尔酮分子中所有原子可能共平面, A 正确;黄酮醇中碳原子都是 sp^2 杂化, B 正确;在有机反应中,“加氧去

氢”属于氧化反应,对比反应前后的物质结构可知,题述转化过程属于氧化反应, C 正确;苯环、碳碳双键、羰基都可以和氢气加成,则 1 mol 邻羟基查尔酮最多能与 8 mol H_2 反应, D 错误。

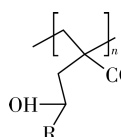
4. A 【解析】由结构简式可知,分子中含有醚键、碳碳双键、酰胺基 3 种官能团, A 正确;由结构简式可知,该分子中碳碳双键一个为顺式结构,一个为反式结构, B 错误;分子中含有 17 个 C、5 个 O 和 1 个 N,该分子不饱和度为 9,则 H 的个数为 $17 \times 2 + 2 - 9 \times 2 + 1 = 19$,该分子的分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_5$, C 错误;分子中含有酰胺基,能和盐酸反应, D 错误。

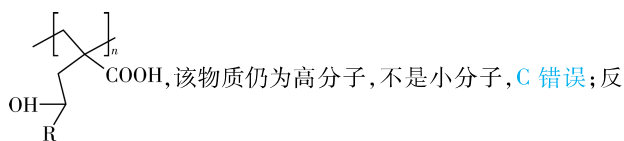
5. C 【解析】异山梨醇与山梨醇分子中的氢、氧原子个数不同,即分子式不同,不互为同分异构体, A 错误;制备 1,4-脱水山梨醇时发生的是分子内脱水,碳原子数不发生变化,而

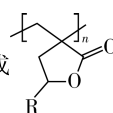


不可能是生成的副产物, B 错误;山梨醇为分子晶体,分子中含有 6 个羟基,易形成分子间氢键,且分子间氢键较强,分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$,相对分子质量较大,分子间范德华力较大,所以山梨醇熔、沸点较高, C 正确;未指明山梨醇、1,4-脱水山梨醇、异山梨醇的物质的量,无法计算三者最多能消耗金属钠的物质的量, D 错误。

6. A 【解析】香豆素-3-羧酸中有羧基,和碳酸氢钠溶液反应放出气体,而水杨醛中没有羧基,不能和 NaHCO_3 溶液反应,现象不同,可以鉴别, A 正确;水杨醛中含有醛基和酚羟基,具有醛和酚的性质,中间体 A 中含有酯基、碳碳双键,具有酯和烯烃的性质,酸性高锰酸钾溶液可氧化两种物质而褪色,现象相同,不能用酸性高锰酸钾溶液鉴别, B 错误;中间体 A 中含有碳碳双键、酯基,香豆素-3-羧酸中含有碳碳双键、酯基和羧基,二者结构不相似,不互为同系物, C 错误;香豆素-3-羧酸中含有酚酯基,其水解后生成的酚羟基也会和 NaOH 溶液反应,分子中的羧基也会和 NaOH 反应,故 1 mol 香豆素-3-羧酸最多能消耗 3 mol NaOH , D 错误。

7. C 【解析】化合物 I 含 6 个 C、9 个 H、2 个 O、1 个 Br,分子式为 $\text{C}_6\text{H}_9\text{BrO}_2$, A 正确;化合物 III 中含醛基,醛基能用银氨溶液检验, B 正确;酸性条件下,聚合物 IV 发生水解反应生成 ,该物质仍为高分子,不是小分子, C 错误;反应②为醛基发生的加成反应、反应③为碳碳双键发生加聚反



应生成 ,反应②和③均为双键变成单键的反应,即均发生了不饱和键的断裂, D 正确。

- 8. D** 【解析】中间体 2 与甲基相连的碳原子的价层电子对数为 3, 叔丁醇中心碳原子的价层电子对数为 4, 故叔丁醇的甲基间的排斥力较大, **A 错误**。R'COOH 与中间体 2 结合后得到的中间体 3 的碳氧双键中氧原子电子云密度减小, 吸电子能力增强, 导致 O—H 极性增大, O—H 更加容易断裂, 则中间体 3 比乙酸更易给出 H⁺, **B 错误**。NaHCO₃ 溶液会和羧酸发生反应, 不利于提高叔丁酯的产率, **C 错误**。由题图可知, 叔丁醇与羧酸发生酯化反应时: 叔丁醇脱去羟基, 羧酸脱去氢原子; 乙醇与羧酸发生酯化反应时: 羧酸脱去羟基, 乙醇脱去氢原子, 用¹⁸O 标记醇羟基, 可区别叔丁醇与乙醇在酯化反应时的机理差异, **D 正确**。

- 9. D** 【解析】甲苯中苯环导致甲基的活泼性增强, 所以甲苯能被酸性高锰酸钾溶液氧化而甲烷不能, 能说明题述观点, **A**

不符合题意; 与醛、酮中的 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 相比, 羧基中的 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 较难

发生加成反应, 说明羧基中的 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 受羟基影响活泼性减弱, **B 不符合题意**; 与苯相比, 甲苯更易与 HNO₃ 发生取代反应, 说明甲基活化了苯环, 使苯环上与甲基处于邻、对位的氢原子活化而易被取代, **C 不符合题意**; 2-甲基-1-丙醇

($\text{HO—}\underset{\text{1}}{\text{C}}\text{—}\underset{\text{2}}{\text{C}}\text{—}\underset{\text{3}}{\text{C}}\text{H}_3$) 能发生消去反应是因为 2 号 C 上有 H, 2,2-二

甲基-1-丙醇($\text{HO—}\underset{\text{1}}{\text{C}}\text{—}\underset{\text{2}}{\text{C}}\text{H}_2\text{—}\underset{\text{3}}{\text{C}}\text{H}_3$) 不能发生消去反应是因为 2 号 C 上没有 H, 与基团之间的相互影响无关, **D 符合题意**。

- 10. D** 【解析】由于羟基的影响, 苯酚中苯环上羟基邻位和对位上的氢原子更容易被卤素原子取代, **A、B 不符合题意**; 由于苯环对羟基有影响, 酚羟基上的氢原子比醇羟基上的氢原子活泼, 能电离出氢离子, **C 不符合题意**; 乙醇能使酸性高锰酸钾溶液褪色是因为羟基具有还原性, 与基团之间的影响无关, **D 符合题意**。

第五节 有机合成

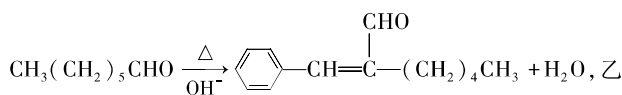
刷基础

- 1. B** 【解析】乙醛自身发生羟醛缩合反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$, 使碳链增长, **A 不符合题意**; 无水醋酸钠与碱石灰反应生成甲烷, 使碳链缩短, **B 符合题意**; 乙醛与银氨溶液反应生成乙酸钠, 碳原子数不变, 碳链不变, **C 不符合题意**; 溴乙烷和氰化钠发生取代反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$, 使碳链增长, **D 不符合题意**。

2. D

思路导引 苯甲醛与庚醛、乙醇、氢氧化钾共热反应生成茉莉醛, 冷却后经过萃取、分液分离出水相, 加入干燥剂后过滤, 去掉滤渣后蒸馏, 用柱色谱法分离出庚醛自缩物, 得到茉莉醛。

【解析】该反应过程中苯甲醛与庚醛在 KOH 作催化剂、加热条件下发生羟醛缩合反应生成茉莉醛: $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CHO} +$

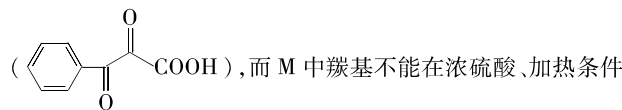
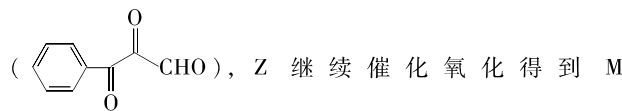
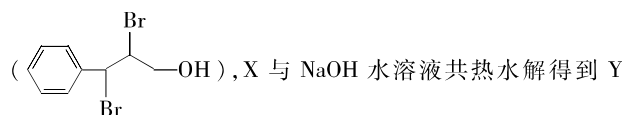


乙醇没有参与反应, 不是反应原料, 而是作反应溶剂, **A 错误, D 正确**; 茉莉醛易被浓硫酸氧化, “干燥剂”不可选用浓硫酸, 无水硫酸钠能吸收有机物中的水分, “干燥剂”可选用无水硫酸钠, **B 错误**; 快速、精确测定茉莉醛的相对分子质量应使用质谱法, 通过红外光谱可以获得有机物中官能团与化学键的信息, **C 错误**。

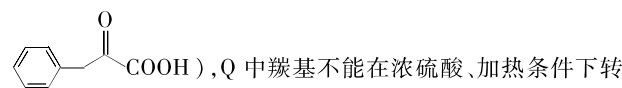
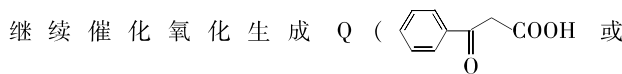
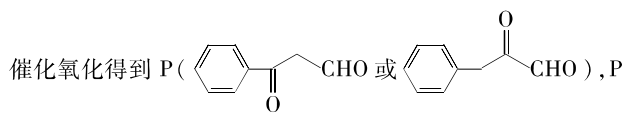
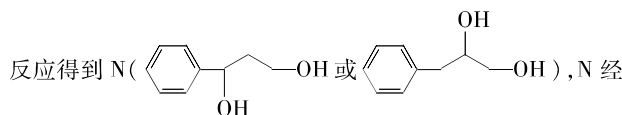
- 3. D** 【解析】 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH—OH}$ 中碳碳双键和醇羟基均易被

氧气氧化, 最终得不到 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH—COOH}$, **A 错误**;



$\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH—OH}$ 与溴单质发生加成反应得到 X



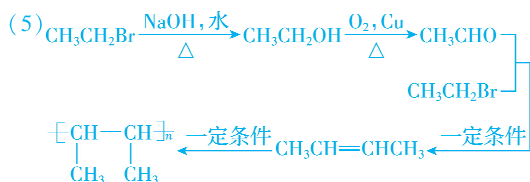
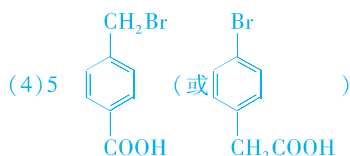
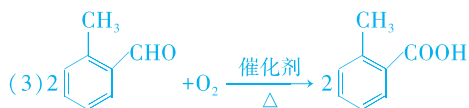
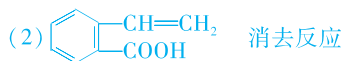
下生成碳碳双键, **B 错误**; $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH—OH}$ 与水发生加成



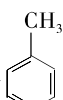
化成碳碳双键, **C 错误**; $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}=\text{CH—OH}$ 与 HCl 发生加成反

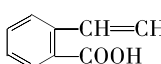
应得到 L ( 或 ), L 发生催化氧化反应,其中醇羟基被氧化成醛基,继续催化氧化,醛基转化成羧基,然后在氢氧化钠醇溶液中发生消去反应生成碳碳双键,再经酸化得到产物, **D 正确**。

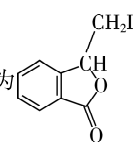
4. (1) 甲苯 羧基、碳溴键

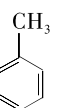


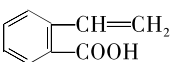
【解析】根据 I 的分子式及 II 的结构简式知, I 和 CO 发生加

成反应生成 II, I 为 ; II 发生氧化反应生成 III, III 发生

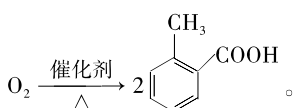
取代反应生成 IV, 根据 V 的分子式及已知信息知, IV 和 HCHO 发生反应生成的 V 为  , V 发生已知



信息中的第二步反应生成 VI, VI 为  , VI 发生消去反应生成 VII。

(1) 化合物 I 为  , 名称为甲苯; 化合物 IV 含有的官能团名称是羧基、碳溴键。

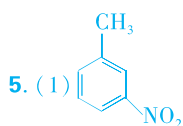
(2) 化合物 V 的结构简式为  ; 化合物 VI 化合物 VII 的反应类型为消去反应。

(3) 化合物 II 化合物 III 的化学方程式为 $2 \text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{CHO} +$



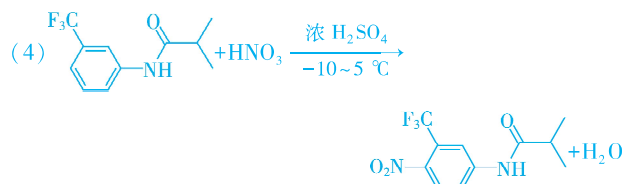
(4) 芳香族化合物 X 是化合物 IV 的同分异构体, 同时满足题给条件的化合物 X 中含有苯环、—Br 和 —COOH, 结合化合物 IV 的结构知, 化合物 X 中应还含有一 —CH₂—, 则苯环上的两个取代基可能为 —Br、—CH₂COOH, 两个取代基有邻位、间位、对位 3 种位置关系; 也可能为 —CH₂Br、—COOH, 除 IV 中的位置关系外, 两个取代基还有间位、对位 2 种位置关系, 所以符合条件的同分异构体有 5 种。其中, 核磁共振氢谱有四组峰的结构简式为 、。

(5) 溴乙烷发生水解反应生成乙醇, 乙醇发生氧化反应生成乙醛, 乙醛和溴乙烷发生已知中的反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$, 2-丁烯发生加聚反应生成聚-2-丁烯, 合成路线见答案。



(2) 间甲基苯胺 (或 3-甲基苯胺)

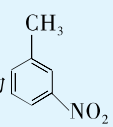
(3) 取代反应 碳氟键、酰胺基




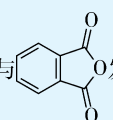
(5) ③ > ① > ②

(6) 13 

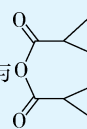
思路导引 A → B → C; 结合 B 的分子式、B → C 的反应条

件、C 的结构可知 B 为  , 一定条件下 A 发生一系列反应生成 B, 且 A 是分子式为 C₇H₈ 的芳香族化合物, 则

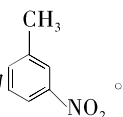
A 为  , B 在 Fe/HCl 作用下发生还原反应生成 C;

C → D: C 与  发生取代反应生成 D;

D → E: D 先氯代后氟代, —CH₃ 转化为 —CF₃, 生成 E;
E → F: E 腈解生成 F;

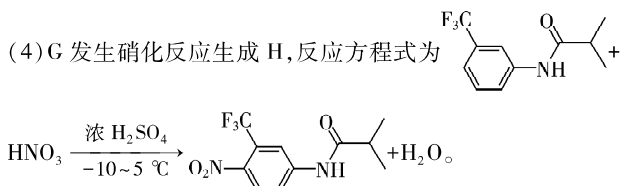
F → G: 在甲苯作溶剂条件下, F 与  发生取代反应生成 G;

G → H: 在浓硫酸作用下, G 与浓硝酸在 -10 ~ -5 °C 条件下发生硝化反应生成 H。

【解析】(1)由分析知,B的结构简式为.

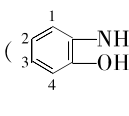
(2)C的名称是间甲基苯胺或3-甲基苯胺。

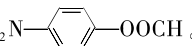
(3) $F \rightarrow G$ 是F分子中氨基上的1个氢原子被 $-\text{COCH}(\text{CH}_3)_2$ 取代,所以反应类型为取代反应;G中官能团名称是碳氮键、酰胺基。

(4)G发生硝化反应生成H,反应方程式为.

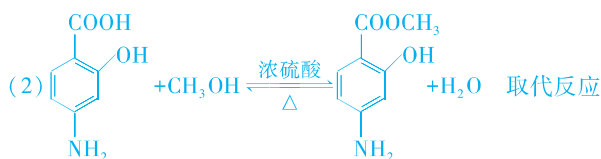
(5) $-\text{CH}_3$ 是推电子基团,使N原子上电子云密度增大, $-\text{CF}_3$ 是吸电子基团,使N原子上电子云密度减小,故三种物质碱性: $③ > ① > ②$ 。

(6)B分子式为 $\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2$,B的同分异构体符合条件:① $-\text{NH}_2$ 与苯环直接相连,占6个C、1个N;②能与银氨溶液在加热条件下反应产生银镜,说明含有醛基或甲酸酯基。若苯环上有2个取代基,则为 $-\text{NH}_2$ 和 $-\text{OOCH}$,2个取代基在苯环上有邻、间、对3种位置关系;若苯环上有3个取代基,则为 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{CHO}$ 和 $-\text{OH}$,3个取代基在苯环上有10种位置关系(

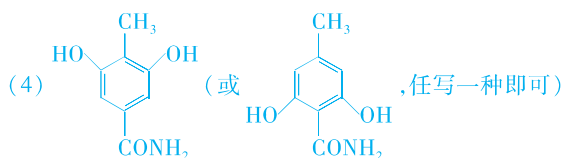
关系(,数字为

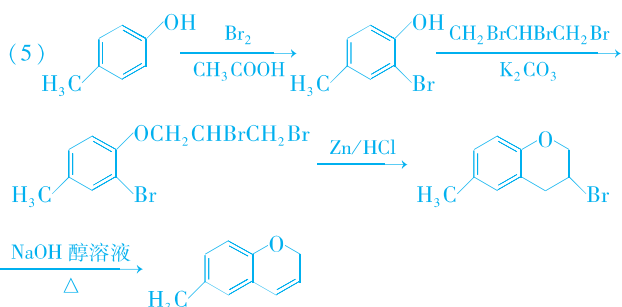
$-\text{CHO}$ 可能的位置)。综上,符合条件的B的同分异构体共有13种。其中核磁共振氢谱图显示有4组峰,且峰面积比为1:2:2:2的结构简式为.

6. (1) 醚键 酰胺基

(2)取代反应

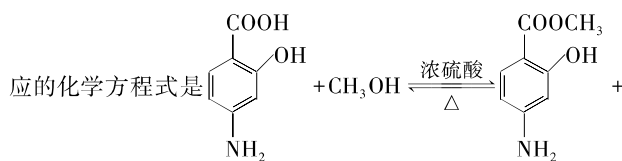
(3)保护氨基

(4),任写一种即可)

(5)

【解析】(1)根据G的结构简式可知,分子中的含氧官能团是酯基、醚键、酰胺基。

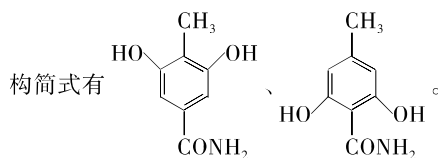
(2)反应①是A和甲醇发生酯化反应生成B和水的过程,反

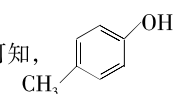
应的化学方程式是

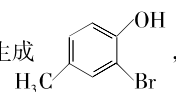
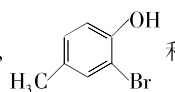
H_2O ;E \rightarrow F是E中的酚羟基H原子被 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 取代生成F的过程,反应类型为取代反应。

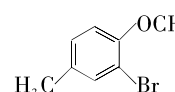
(3)根据流程图可知,反应②中B中的氨基和乙酸酐反应生成酰胺基,反应⑦中酰胺基发生水解反应又生成氨基,则设计反应②⑦的目的是保护氨基。

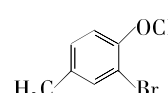
(4)有机化合物M是有机化合物B的同分异构体,则M的分子式为 $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_3$,M符合条件:①含有苯环,含有酰胺基;②1 mol M能与3 mol NaOH发生反应,说明M中含有2个酚羟基;③核磁共振氢谱有4组峰,且峰面积之比为3:2:2:2,说明M中含甲基且结构高度对称,符合条件的M的结

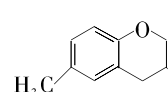
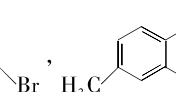
构简式有

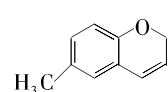
(5)根据路线图中反应④~⑥可知,和 Br_2 发生取

代反应生成,和 $\text{BrCH}_2\text{CHBrCH}_2\text{Br}$

发生取代反应生成,

在 Zn/HCl 条件下生成

,发生消去反应生成

,合成路线见答案。

易错警示 在有机合成中,有时候加入一种试剂能引起多种

官能团同时反应,这时就需要考虑保护某种官能团不参与反应而让其他官能团反应的问题。常见的官能团保护情形:

(1)酚羟基的保护:由于酚羟基极易被氧化,在有机合成中需要用到氧化剂进行氧化时,经常先将酚羟基转化为酯或醚的结构,待氧化过程完成后,再通过水解或其他反应,将酚羟基恢复;(2)碳碳双键的保护:可以先用 HX 加成,待其他

反应完成后,再消去HX,恢复碳碳双键;(3)氨基的保护:

如由 $\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NO}_2$ 合成 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 的过程中,应该先把 $-\text{CH}_3$ 氧化为 $-\text{COOH}$,再把 $-\text{NO}_2$ 还原为 $-\text{NH}_2$ (氨基具有还原性,易被氧化)。

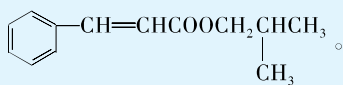
刷提升

1. (1) 乙烯 (2) 醛基、碳碳双键 (3) CD

(4) 2 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ [或 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$] 无

(5) $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

思路导引 反应①中A的产量是衡量一个国家石油化工发展水平的重要标志,并且常用于制造水果催熟剂,则A为乙烯;D、E发生酯化反应生成F,则F的结构简式为



【解析】(1)由思路导引可知,化合物A的名称为乙烯。

(2)根据化合物C的结构简式,可知C中官能团的名称为醛基、碳碳双键。

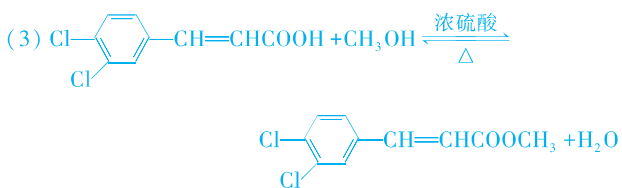
(3)肉桂醛中含有氧元素,不属于烃,A错误;肉桂醛的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}$,B错误;肉桂醛中含有碳碳双键、醛基,能使溴水褪色,C正确;肉桂醛中含有碳碳双键,能发生加聚反应,D正确。

(4)化合物X为化合物D的同系物,且相对分子质量比D小14,则X比D少1个 CH_2 原子团,X的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$,则化合物X的结构有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$,都没有手性碳原子。

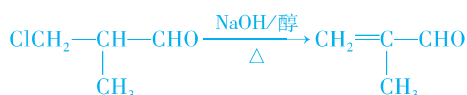
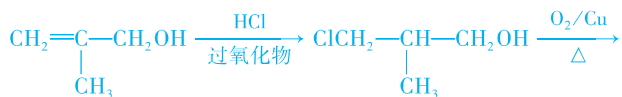
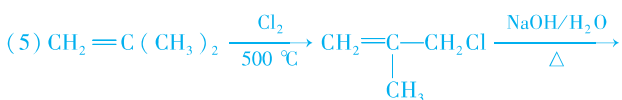
(5)D和乙酸发生酯化反应生成 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 。

2. (1) 丙烯 取代反应

(2) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 羟基



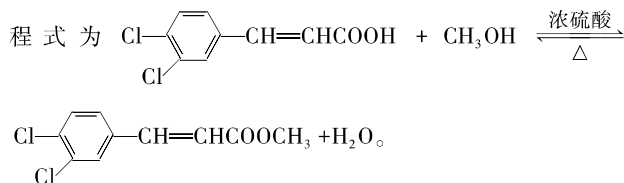
(4) 15 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CCOOH}$ (合理即可)



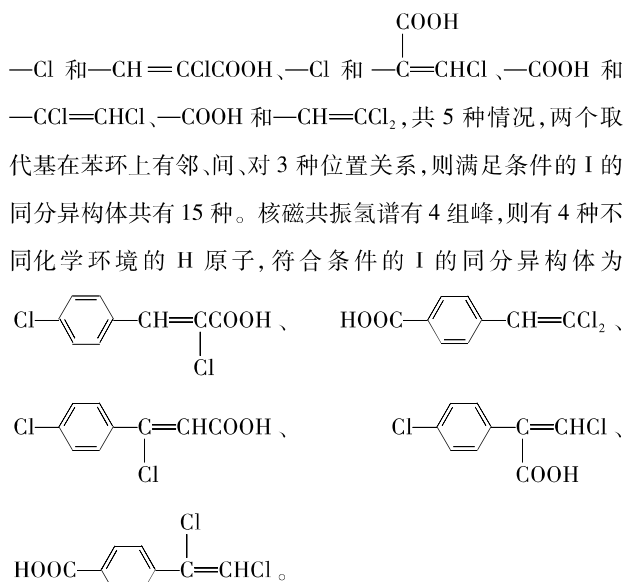
【解析】(1)A是 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$,化学名称为丙烯。A→B是丙烯分子中甲基上的1个H原子被Cl原子取代生成 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Cl}$,反应类型为取代反应。

(2)根据E的结构简式、C→D→E的反应条件、C的分子式,可知D为 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 、C为 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 。D中的官能团名称为羟基。

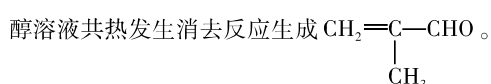
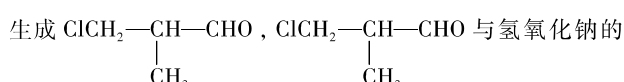
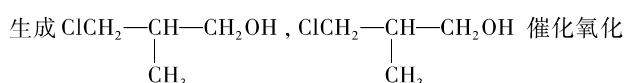
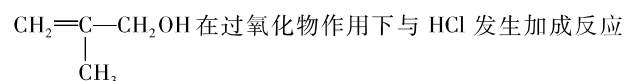
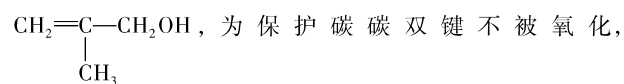
(3)I与甲醇发生酯化反应生成J,结合I的分子式、J的结构知,I为 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CHCOOH}$,反应I→J的化学方



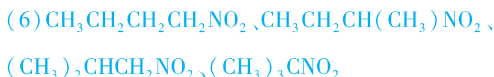
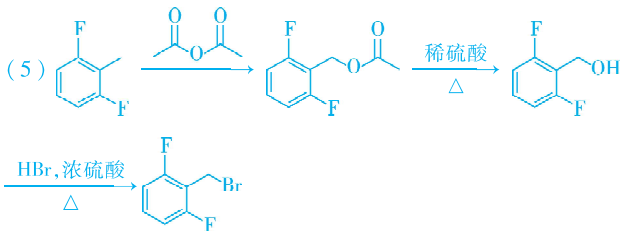
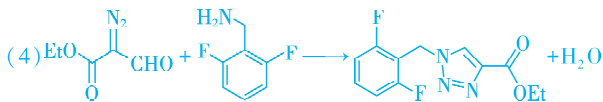
(4)与I具有相同的官能团,即有碳碳双键、羧基、碳氯键,苯环上有两个取代基,结合I的分子式知,满足条件的I的同分异构体苯环上的取代基可以为 $-\text{Cl}$ 和 $-\text{CCl}=\text{CHCOOH}$ 、



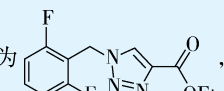
(5) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 与氯气在 $500\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下发生取代反应生成 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{Cl}$, $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2\text{Cl}$ 水解生成



3. (1) 氨基、碳氟键 (2) C



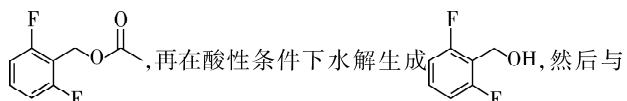
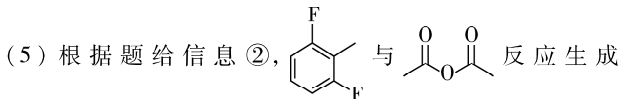
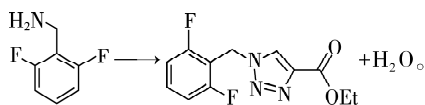
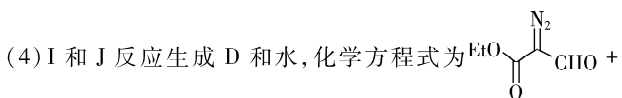
思路导引 A 与 DPPA、NaOH、TBAB 作用生成 B, 结合已知信息①, 由 D 的分子式、目标有机物的结构简式以及 I、

J 的结构, 可逆推出 D 为 , 则 C 为 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。E 与 SOCl_2 作用生成 F, G 与 NaNO_2 在 H^+ 作用下发生反应生成 H, H 与 F 作用生成 I, I 与 J 作用生成 D。

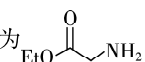
【解析】(1) 化合物 J 中官能团名称是氨基、碳氟键。

(2) 化合物 A 分子中含有 F 原子, 而溴苯中不含 F 原子, A 与溴苯不互为同系物, A 错误; $\text{G}\rightarrow\text{H}$ 的反应中, H 原子数减少、N 原子数增多, 则反应类型不是消去反应, B 错误; 化合物 J 中含有显碱性的一 NH_2 , 能与 HCl 反应生成盐酸盐, C 正确; 化合物 K 的分子式是 $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{F}_2\text{N}_4\text{O}$, D 错误。

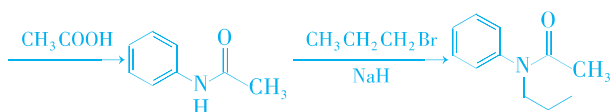
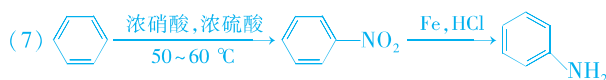
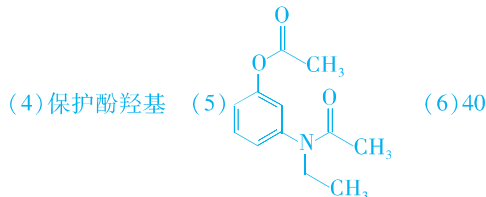
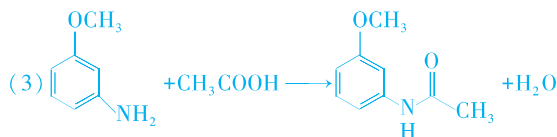
(3) 由分析可知, 化合物 C 的结构简式是 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。



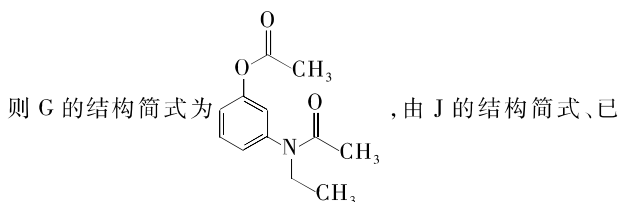
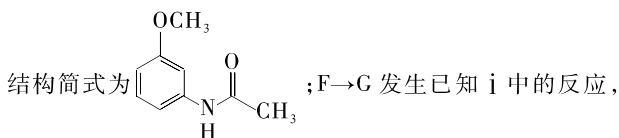
再在酸性条件下水解生成 , 然后与

HBr 发生取代反应生成 A 和水, 合成路线见答案。
(6) G 为 , 分子式为 $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$, 则所有含 $-\text{NO}_2$ 的化合物 G 的同分异构体可表示为 $\text{C}_4\text{H}_9-\text{NO}_2$, 即可看作 $-\text{NO}_2$ 取代丁烷中 1 个 H 原子得到的产物, 结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{NO}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{NO}_2$ 、 $(\text{CH}_3)_3\text{CNO}_2$ 。

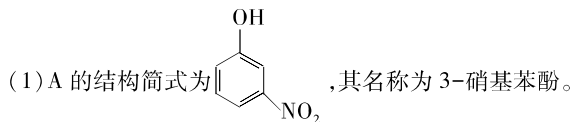
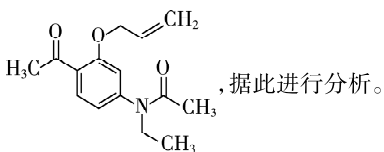
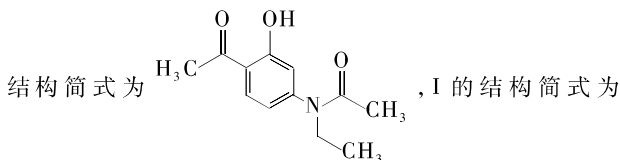
4. (1) 3-硝基苯酚 (2) 还原反应



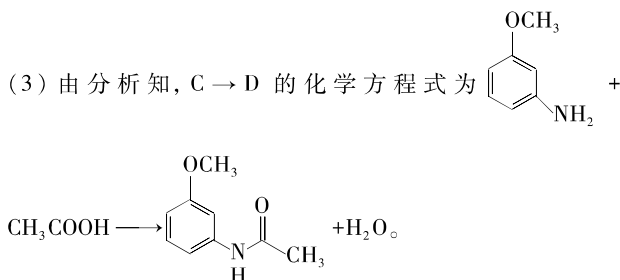
【解析】结合 C、E 的结构简式知, C 到 D 为取代反应, D 的



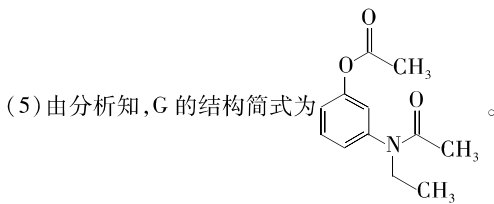
由 J 的结构简式、已知 ii 中的反应、 $\text{H}\rightarrow\text{I}$ 中另一反应物的结构, 可推知 H 的



(2) 对比 B、C 的结构简式可知, $\text{B}\rightarrow\text{C}$ 为在 Fe 和 HCl 作用下将硝基还原为氨基。



(4) 根据 $A \rightarrow B$ 的反应与 $E \rightarrow F$ 的反应可知, $A \rightarrow B$ 的目的是保护酚羟基。



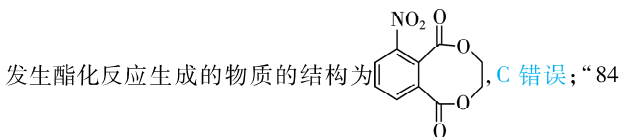
(6) 分析题意知, 满足条件的 E 的同分异构体中含有 、酚羟基、 $-C_4H_9$, 三个不同的取代基在苯环上有 10 种位置关系, $-C_4H_9$ 有 4 种, 所以符合条件的 E 的同分异构体有 40 种。

(7) 由题给合成路线及目标产物结构可知, 需先由苯制得 , 再经过类似 $C \rightarrow D \rightarrow E$ 的反应制得目标产物, 具体合成路线见答案。

专题 4 有机化学创新题

刷难关

1. D 【解析】根据鲁米诺分子的结构简式, 可知其分子式为 $C_8H_7N_3O_2$, A 错误; 根据 X、Y 及鲁米诺分子的结构简式可知反应①为取代反应, 反应②为还原反应, B 错误; X 和乙二醇



消毒液”具有强氧化性, 鲁米诺分子中含有氨基, 具有还原性, 二者会发生氧化还原反应, 因此可能会干扰用鲁米诺在该环境下鉴定血液, D 正确。

2. B 【解析】由题图可知, $(CH_3)_3C-Br$ 在 NaOH 溶液中水解的第 I 步反应活化能较大, 反应速率较慢, 对水解速率的影响较大, 而 OH^- 在第 II 步参与反应, 故 OH^- 的浓度对水解速率的影响较小, A 错误; $(CH_3)_3C^+$ 中心 C 原子形成 3 个共价键, 没有孤电子对, 杂化类型为 sp^2 , 为平面三角形结构, 4 个碳原子位于同一平面内, B 正确; 根据已知②可知, 碳卤键的 易错点: 不能直接根据新戊烷结构去掉 1 个 $-CH_3$ 考虑碳原子上的取代基越多, 溴代烷水解的相对速率越大, 则发生该历程的水解速率: $CH_3CH_2CHClCH_3 > CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$, C 错误; C—X 的键能越小、极性越大, C—X 越容易断裂, $(CH_3)_3C-X$ 在水中越易解离成 $(CH_3)_3C^+$, 故解离的难易程度与 C—Br 的键能和极性有关, D 错误。

3. A 【解析】由题图可知, 催化反应过程中 Rh 配位数有 4、5、6, A 错误; 根据化合物中各元素化合价代数和为 0 及 Ru、

Rh 的成键情况可知, Ru、Rh 的化合价之和为 +4, 若 Ru 的化合价为 +1, 则 Rh 的化合价为 +3, 在反应过程中 Ru 连接的原子或原子团无变化, 即其成键情况未变, 所以 Ru 的化合价始终保持不变, B 正确; CH_3COI 和 HI 在反应过程中均先生成后消耗, 属于反应中间体, 反应①中—I 被—OH 取代, 反应②中— CH_3 被—H 取代, 均为取代反应, C 正确; 根据反应机理, 加入的物质是醋酸甲酯 (CH_3COOCH_3)、CO 和 H_2O , 最终生成醋酸 (CH_3COOH), 故总反应方程式可表示为 $CH_3COOCH_3 + CO + H_2O \xrightarrow{\text{催化剂}} 2CH_3COOH$, D 正确。

4. B 【解析】碳纳米管只含碳元素, 属于无机物, A 错误;

CNT—COOH 中羧基与 中氨基发生取代反应生成酰胺基和水, B 正确; S 原子的电负性较小、半径较大, 其所连 H 原子不能与 O 原子间形成氢键, 氨基可与水形成氢键, C 错误; S 原子均为 sp^3 杂化, S 原子上有 2 个孤电子对, 使 S—S—S 的键角小于 $109^\circ 28'$, D 错误。

5. D

思路导引 该装置为电解池, 水失电子发生氧化反应生成氧气和氢离子: $2H_2O - 4e^- = 4H^+ + O_2 \uparrow$, A 极为阳极, B 极上丙烯腈得电子发生还原反应生成己二腈: $2CH_2=CHCN + 2e^- + 2H_2O = NC(CH_2)_4CN + 2OH^-$, B 极为阴极。

【解析】在反应体系中, 电子转移和化学反应两个过程同时进行, 在反应条件、生产效率、环境保护等方面, 电有机合成法都优于其他有机合成法, A 正确; 季铵盐能够增大电解液的离子浓度, 从而提高电导率, 此外, 季铵盐阳离子还可以选择性吸附丙烯腈, 稳定电解过程, 减少副反应的发生, 提高电解效率, B 正确; 将思路导引中的阴极反应 $\times 2$ + 阳极反应可以得到总反应: $4CH_2=CHCN + 2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2NC(CH_2)_4CN + O_2 \uparrow$, C 正确; A 极为阳极, 左室水放电生成氧气和 H^+ , H^+ 透过 a 膜向 B 极移动, 左室中的硫酸浓度增大, pH 减小, D 错误。

6. D 【解析】化合物 I 和 $H_2C=O$ 发生缩聚反应生成 $CB[n]$ 和水, 根据结构简式可推知 7 mol 化合物 I 和 14 mol $H_2C=O$ 反应生成 1 mol $CB[7]$ 的同时生成 14 mol H_2O , A 正确; $CB[7]$ 分子粒径小于产生丁达尔效应所需的分散质粒径范围(直径 1~100 nm), 故其分散到分散剂中不能产生丁达尔效应, B 正确; 化合物 I 中含有酰胺基, 既能与盐酸反应又能与 NaOH 溶液反应, C 正确; 由题表中数据可知, $CB[5]$ 的端口直径为 0.24 nm, 而苯环直径为 0.34 nm, 苯环无法通过 易错点: $CB[n]$ 包结客体时, 客体直径要小于端口直径, 才能进入空腔中 $CB[5]$ 端口进入其空腔中, D 错误。

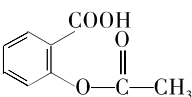
第三章素养检测

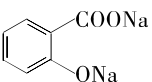
刷速度

1. D 【解析】溴化铁催化条件下,苯与液溴反应生成溴苯,与溴水不反应,①错误;乙醇和浓硫酸共热到 170 ° 才会发生消去反应生成乙烯,②错误;溴水与己烯反应的产物可溶解在苯中,无法通过分液除去,③错误;敞口久置的电石易与空气中的水蒸气反应而变质,④错误;电石与水反应产生的气体中除乙炔外还有 H_2S 等杂质, H_2S 也可与溴水反应使其褪色,⑤错误;将溴乙烷和 NaOH 乙醇溶液混合共热,生成的气体中可能含有挥发出来的乙醇,乙醇也可使酸性高锰酸钾溶液褪色,⑥错误;选 D。

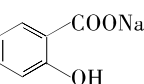
2. C 【解析】酯类在碱性条件下比在酸性条件下水解的产率高,

所以先加入氢氧化钠溶液,碱性条件下



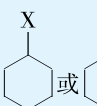
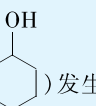
解生成 , 碳酸的酸性弱于苯甲酸、强于苯酚,

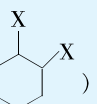
不会使 $-COONa$ 变为 $-COOH$,故最后向水解后的溶液中通

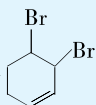
入足量二氧化碳,生成 , 选 C。

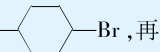
3. D

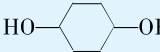
思路导引

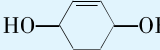
M(或)发生消去反应得 A, A 与 X_2 发生加成反

应得 N() , N 发生消去反应得 B, B 与 Br_2 发生

1,4-加成反应得 C(可能得副产物) , C 可先与氢

气发生加成反应得 , 再发生水解反应得产物

, 也可先发生水解反应生成


, 再发生加成反应得最终产物。



【解析】C→D 过程中由 $-Br$ 变为 $-OH$ 过程中发生取代反应、②④为加成反应、①③为消去反应, A 正确; A、B、C 都含有碳碳双键, 均能发生加聚反应形成高聚物, B 正确; 反应①和反应③属于消去反应, 可能均是卤代烃的消去反应, 则条件可能相同, C 正确; 若 A 与 Br_2 发生加成反应得 N, Y 为 C 加成所得产物, 则 N 和 Y 互为同分异构体, 若 A 与氯气发生加成反应得 N 或 Y 为 C 水解产物, 则 N 与 Y 不互为同分异构体, D 错误。

4. B 【解析】七叶亭分子中含有碳碳双键、羟基、酯基 3 种官能团, A 正确; 与苯环直连的原子与之共平面, 与碳碳双键直连的原子与之共平面, 但单键可旋转, 酚羟基上的 H 原子不一定与苯环共平面, 则所有原子不一定共平面, B 错误; 七叶亭分子中, 酚羟基邻位的两个氢原子可以被 $-Br$ 取代, 碳碳双键可以与 Br_2 发生加成反应, 则 1 mol 该物质与足量溴水反应, 最多可消耗 3 mol Br_2 , C 正确; 七叶亭分子中, 酚羟基、酚酯基都能与 NaOH 发生反应, 且 1 mol 酚酯基可以与 2 mol NaOH 发生反应, 则 1 mol 该物质与足量 NaOH 溶液反应, 最多可消耗 4 mol NaOH, D 正确。

5. C

思路导引 将含有苯甲酸钾(C_6H_5COOK)和甲苯的滤液分液得到有机溶液和水溶液, 水溶液中加入浓盐酸生成苯甲酸, 冷却结晶后过滤得到苯甲酸晶体, 有机溶液中加入硫酸钠干燥后过滤, 然后蒸馏得到甲苯。

【解析】操作 I 分离得到有机溶液和水溶液, 操作方法为分液, 操作 II 是分离出有机溶液中的甲苯, 故操作为蒸馏, A 正确; 由分析知, 无色液体 A 为甲苯, 白色固体 B 为苯甲酸, B 正确; 温度太低, 杂质溶解度降低, 可能析出杂质, 导致产物不纯, C 错误; 根据强酸制弱酸, 加入浓盐酸将  转

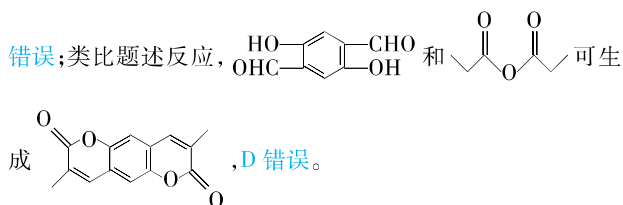
化成溶解度较小的苯甲酸, 发生的反应为  + $HCl \longrightarrow$  + KCl , D 正确。

6. A 【解析】HBr 易挥发, 为防止加热时 HBr 挥发损失, 应先从冷凝管接口 b 处通水, 再加热装置至反应温度, A 错误; 该实验要求反应温度较准确且在 100 ° 内, 适宜用热水浴加热, 以便控制温度, B 正确; 由化学方程式可知, 浓硫酸作催化剂, 产物中有水, 浓硫酸可吸收反应体系中生成的水, 使反应进行得更彻底, C 正确; 反应液中含有水、酸、产物、剩余原料, 静置分液后, 大部分酸、少量苯甲醇进入水层, 溴化苄、大部分苯甲醇、少量酸进入有机层, 水洗、纯碱洗主要除去剩余的酸, 再次水洗除去剩余纯碱和生成的盐, 此时, 剩余苯甲醇和溴化苄, 干燥后进行减压蒸馏得到溴化苄粗品, D 正确。

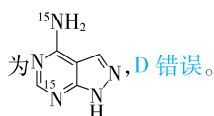
7. C 【解析】乙酸乙酯在稀硫酸催化作用下发生水解生成乙酸和乙醇, A 正确; 由题图可知, 在 $0 \sim t_1$ 时间内, 酯层减少的体积: 碱性 > 酸性 > 中性, 可知乙酸乙酯的水解速率: 碱性 > 酸性 > 中性, B 正确; 硫酸条件下一段时间后酯层减少速度加快, 并不是水解速率提高导致的, 而是因为随溶剂中乙醇的体积增大, 导致乙酸乙酯溶解量增加, 因此 $0 \sim t_2$ 乙酸乙酯的水解量在酸性、碱性条件下并不相等, C 错误, D 正确。

8. D 【解析】由题图可知,环氧乙烷中显负电性的 O 原子吸附在“○”上,CO₂ 中显正电性的 C 原子吸附在“●”上,则“○”带正电荷,表示 Mg²⁺,“●”表示 O²⁻,**A 错误**;环氧乙烷中氧原子吸附在“○”上是因为氧原子显负电性,Mg²⁺带正电荷,**B 错误**;由题图可知,所有转化中,只有 C—O、C=O 极性共价键的断裂,无非极性共价键的断裂,**C 错误**;碳酸乙二醇酯在足量 NaOH 溶液、加热条件下发生酯的水解反应,生成碳酸钠和乙二醇,**D 正确**。

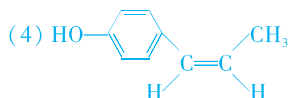
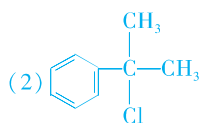
9. B 【解析】苯环上引入 Br 原子,应该是与液溴反应,不是溴水,**A 错误**;X 分子中含有一OH,可形成分子间氢键,X 分子中与—OH 相连的 C 的邻位 C 上有一CHO,可形成分子内氢键,**B 正确**;碳溴键、酯基水解消耗氢氧化钠,水解生成的酚羟基也消耗氢氧化钠,则 1 mol Y 最多可消耗 4 mol NaOH,**C 错误**;类比题述反应,



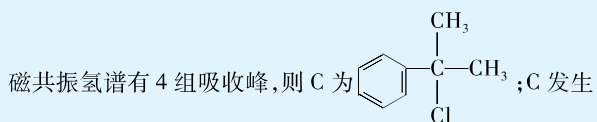
10. D 【解析】K 中碳碳双键左侧的碳原子连了两个相同的基团(—CN),故不存在顺反异构,**A 正确**;K 的分子式为 C₅H₄N₂O,甲醇分子式为 CH₄O,M 的分子式为 C₄H₄N₄,根据原子守恒和 K、M 的结构可知 L 的化学式为 N₂H₄,**B 正确**;K→M 有一—NH₂ 对—CN 加成,M→Q 中 HCONH₂ 断开 N—H 键对 M 中—CN 发生加成反应,**C 正确**;由 C 项分析知,M 中—CN 经加成反应转化为—NH₂,则 Q 的结构简式



11. (1) 加成反应 醛基

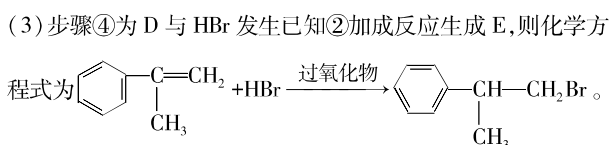
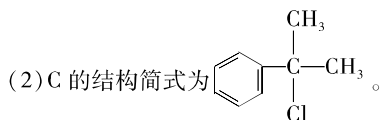


思路导引 苯与丙烯发生加成反应生成 B;B 与氯气在光照条件下发生侧链上取代反应生成一氯代物 C,且 C 的核

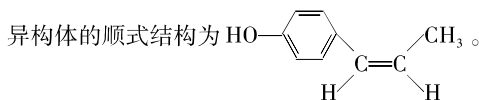


消去反应生成 D,根据已知信息,D 与 HBr 发生已知②加成反应生成 E,结合 E 的分子式和 F 结构可知,E 为 CC(C)Cc1ccccc1;E 发生水解反应生成 F,F 发生催化氧化生成 G。

【解析】(1)步骤①的反应类型是加成反应;根据 G 的结构可知,其所含官能团名称是醛基。



(4) G 的同分异构体符合条件:①具有顺反异构,则含有碳碳双键且 2 个双键碳原子均连有 2 个不同的原子或原子团;②含有酚羟基,则苯环上有 2 种取代基,另一种为丙烯基;③分子中苯环上的一溴代物有两种,说明苯环上有 2 种等效氢,即 2 个取代基位于对位。综上则符合条件的同分异构体的顺式结构为



(5)根据已知信息,丙烯与 NBS 反应生成 M,则 M 为 CH2=CHCH2Br;根据已知反应②,M 在过氧化物作用下与 HBr 反应生成 N,则 N 为 BrCH2CH2CH2Br;N 在碱性条件下

水解生成 HOCH2CH2CH2OH,最后在浓硫酸作用下脱水生成环醚 C1COCC1。

12. (1) 加快过滤速度,所得产品更干燥



(3)取最后一次洗涤液于试管中,滴加几滴 FeCl₃ 溶液,若有紫色出现,说明水杨酸有剩余;若无紫色出现,说明水杨酸没有剩余

(4)重结晶 (5)50%

【解析】(1)“抽滤”是在减压条件下过滤,相对于普通过滤,可加快过滤速度,所得产品更干燥。

(2)步骤①在 70℃ 左右反应,故加热操作宜采用水浴加热;图甲中仪器 A 的名称为球形干燥管;由已知信息知,乙酸酐遇水形成乙酸,A 的作用是防止外界的水蒸气进入三颈烧瓶导致发生副反应:(CH3CO)2O + H2O >> 2CH3COOH,降低水杨酸的转化率。

(3) 水杨酸含有酚羟基, 遇氯化铁溶液呈紫色, 阿司匹林中不含酚羟基, 可根据向洗涤液中加入 FeCl_3 溶液时的现象进行判断, 具体方案见答案。

(4) 重结晶可以进一步对产物提纯, 步骤③的提纯方法是重结晶。

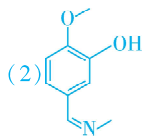
(5) 6.9 g 干燥水杨酸的物质的量为 $\frac{6.9 \text{ g}}{138 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.05 \text{ mol}$ 、

8.0 mL 新蒸的乙酸酐的物质的量为 $\frac{8.0 \text{ mL} \times 1.08 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx$

$0.085 \text{ mol} > 0.05 \text{ mol}$, 乙酸酐过量, 则理论上生成 0.05 mol 乙酰水杨酸, 实际得到 4.50 g 产品, 乙酰水杨酸(阿司匹林)的

产率为 $\frac{4.50 \text{ g}}{0.05 \text{ mol} \times 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 100\% = 50\%$ 。

13. (1) 羰基、氨基



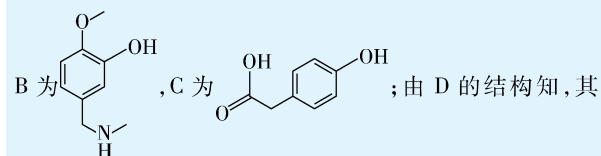
(3) 取代反应

(4) $2\text{D} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{E} + 2\text{H}_2\text{O}$ 18-冠-6 易与 K^+ 相互作用, 增大 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 在有机溶剂中的溶解度, 提高反应速率; 或 18-冠-6 可识别 K^+ 形成超分子, 将 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 带入有机相, 提高反应速率。

(5) 16

(6) 1) LiAlH_4 , 2) H_2O

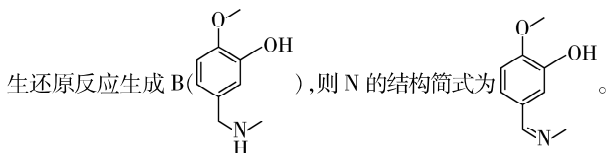
思路导引 有机物 A 与 $\text{M}(\text{CH}_3\text{NH}_2)$ 反应生成 B, B 与 C 反应生成 D, 结合 A、D 的结构及 B、C 的分子式可知



分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{19}\text{NO}_4$, 对比 D 与 E 的分子式知, D 在 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 作用下发生氧化反应生成 E, E 与 反应生成 F, F 在 LiAlH_4 作用下发生还原反应生成 G, G 在酸性条件下脱去 生成 H。

【解析】(1) 由 H 的结构可知其所含官能团有醚键、碳碳双键、羰基、氨基。

(2) A 与 CH_3NH_2 发生加成反应后脱去 1 分子水生成 N, N 发



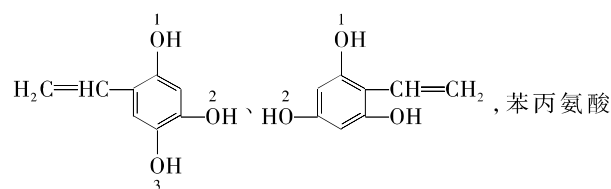
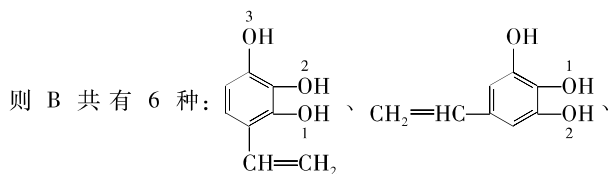
(3) B→D 的反应为氨基与羧基脱水生成酰胺基的过程, 反应类型为取代反应。

(4) D 脱去 2 个氢原子生成 E, 如果用 O_2 、催化剂替代 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 进行反应, 用 D、E 符号表示具体物质的反应方程式为 $2\text{D} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{E} + 2\text{H}_2\text{O}$; 18-冠-6 易与 K^+ 相互作用, 增大 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 在有机溶剂中的溶解度, 提高反应速率。

(5) E 的分子式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{17}\text{NO}_4$, 其同分异构体满足下列条件:

①碱性条件水解酸化生成两种含苯环的化合物, 其中之一为苯丙氨酸(), 另一个产物中苯环

上有四个取代基; ②1 mol 同分异构体最多消耗 4 mol NaOH, 则 1 mol 另一产物(设为 B)可消耗 3 mol NaOH, 结合 E 的分子式知, B 中取代基可能为 3 个—OH 和 1 个— $\text{CH}=\text{CH}_2$,



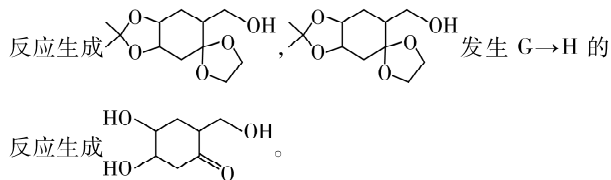
中—COOH 可与 B 中—OH(如结构中序号标记)发生酯化反应, 所以符合题意的同分异构体共有 $3 \times 4 + 2 \times 2 = 16$ 种。

(6) 已知 X 为 , 则 与 (X) 发生 E→F

的反应生成 K(), K 催化氧化生成

与 L() 发生 E→

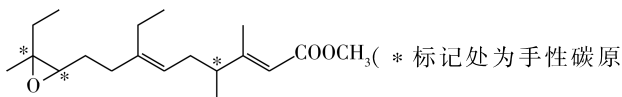
F 的反应生成 , 发生已知的



第三章高考强化

刷真题

1. B 【解析】该有机物分子中含 1 个酯基、2 个碳碳双键、1 个三元环,故不饱和度为 4,含 19 个 C 原子,则 H 原子个数为 $19 \times 2 + 2 - 4 \times 2 = 32$,分子式为 $C_{19}H_{32}O_3$,A 正确;该分子中含 4 个碳氧单键和 1 个碳氧双键,单键都是 σ 键,双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,所以该有机物分子中存在 5 个 C—O σ 键,B 错误;手性碳原子是指连有 4 个互不相同的原子或原子团的碳原子,该物质分子中含 3 个手性碳原子:



子),C 正确;该有机物中含 $-COOCH_3$ 结构,水解时会生成甲醇,D 正确。

2. D 【解析】化合物 X 中存在碳碳双键,能和 Br_2 发生加成反应,苯环连有酚羟基,下方苯环上酚羟基邻位有氢原子,可以与 Br_2 发生取代反应,A 正确;化合物 X 中有酚羟基,遇 $FeCl_3$ 溶液会发生显色反应,B 正确;化合物 X 中含有酚羟基、醛基、酮羰基、醚键 4 种含氧官能团,C 正确;该化合物中只有一个碳碳双键,其中一个双键碳原子连接的 2 个原子团都是甲基,所以不存在顺反异构,D 错误。

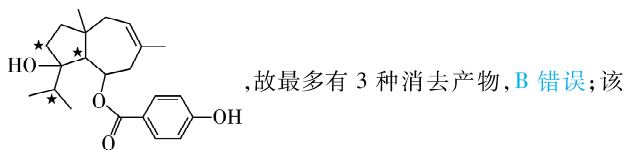
3. C 【解析】M 中含有甲基,甲基碳原子与其所连的四个原子呈四面体结构,则 M 中所有原子不可能共平面,A 错误;1 mol M 中含有 2 mol 酚羟基(消耗 2 mol NaOH)、1 mol 羧基(消耗 1 mol NaOH)、1 mol 酚酯基(消耗 2 mol NaOH),则 1 mol M 最多可消耗 5 mol NaOH,B 错误;M 中含有酚羟基和羧基,可以发生酯化反应,含有酯基可以发生水解反应,两种反应都属于取代反应,M 中含有苯环,可以与氢气发生加成反应,C 正确;M 中含有与氧原子形成共价键的氢原子,该氢原子可以与 N、O、F 形成氢键,M 中羧基邻位羟基氢原子可以与羧基氧原子形成分子内氢键,M 中酯基邻位羟基氢原子可以与酯基氧原子形成分子内氢键,D 错误。

4. D 【解析】X 分子中环上的碳原子除酮羰基和酯基中的碳原子外,均为饱和碳原子,饱和碳原子采用 sp^3 杂化,故 X 分子中所有碳原子不能共平面,A 错误;Y 中的碳碳双键、酮羰基均可与氢气加成,故 1 mol Y 最多与 2 mol H_2 发生加成反

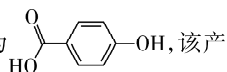
应,B 错误;Z 中含有碳碳双键,可与 Br_2 发生加成反应从而使溶液褪色,C 错误;Y、Z 均含有碳碳双键,且 Z 中含有醇羟基(羟基所连碳上有氢),故二者均能被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化,使其褪色,D 正确。

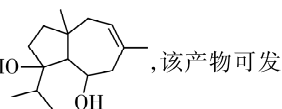
易错警示 羧基、酯基中的碳氧双键不能与氢气发生加成反应。

5. B 【解析】该分子中含有酚羟基,酚羟基有弱酸性且酸性比 HCO_3^- 强,所以该物质可与 Na_2CO_3 溶液反应,A 正确;醇羟基可发生消去反应,该分子中与醇羟基相连的碳原子的 3 个邻位碳原子上均有氢原子,用 \star 标记如图:



,故最多有 3 种消去产物,B 错误;该

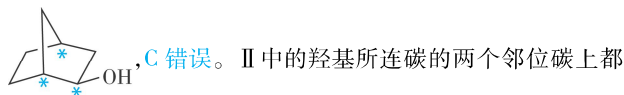
分子在酸性条件下的水解产物之一为 ,该产

物可发生缩聚反应,另一产物为 ,该产物可发


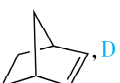
生加聚、缩聚反应,C 正确;该分子中含有碳碳双键和酚羟基,碳碳双键可与 Br_2 发生加成反应,酚羟基邻位碳原子上的氢原子可与 Br_2 发生取代反应,D 正确。

易错警示 酚羟基有弱酸性,酸性比碳酸弱,能和 Na_2CO_3 溶液反应,但不会放出 CO_2 气体。

6. B 【解析】观察 I 的结构,可知分子中有 7 个 C、3 个不饱和度(1 个双键、2 个碳环),则 H 原子数为 $2 \times 7 + 2 - 3 \times 2 = 10$,可得其分子式为 C_7H_{10} ,A 错误。从“桥头烯烃 I 的制备曾是百年学术难题”可以预测 I 的稳定性低,较难稳定存在,所以很难制备出来,B 正确。手性碳是指连有四个不同原子或原子团的碳原子,II 分子中有 3 个手性碳,用 \star 标注如图:



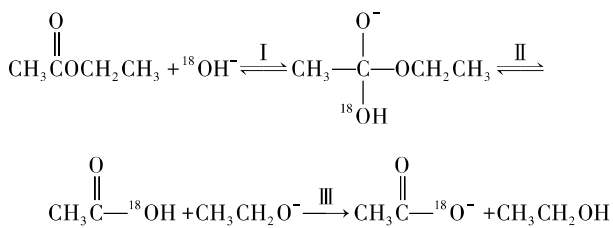
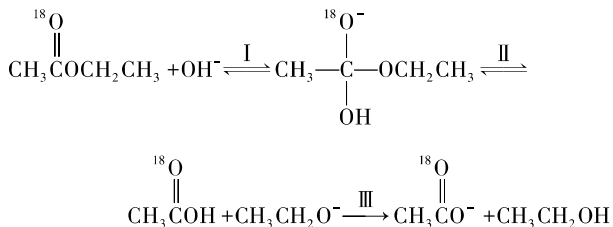
有氢(有两个不同的 β -H),在浓硫酸的催化条件下,2 个 β -H 均有机会发生消去反应,故 II 经浓硫酸催化脱水形成的产

物有  或 ,D 错误。

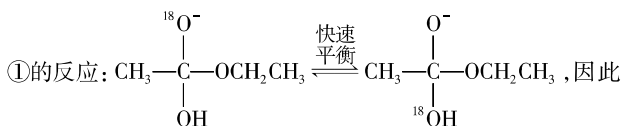
知识拓展 桥头烯烃 I 分子中双键碳原子(sp^2 杂化的碳原子)所连的三个碳原子不都在双键所在的平面,双键稳定性差,分子结构不稳定。

7. D 【解析】根据反应历程图可知,步骤 I 是溶液中的 OH^- 与酯中呈正电性的碳原子作用,A 正确;步骤 III 正向进行的趋

势很大,使步骤 I 和 II 的平衡不断正移,导致酯在碱性条件下发生的水解反应不可逆, **B 正确**;由题表中数据可知,当取代基 R 带有电负性较大的原子时,酯的水解速率增大,因为电负性: $F > Cl$, 所以 $FCH_2COOCH_2CH_3$ 的水解速率比 $ClCH_2COOCH_2CH_3$ 的更快, **C 正确**;根据已知信息,两种情况下的反应历程如下:

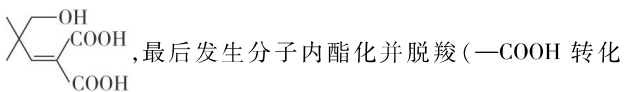
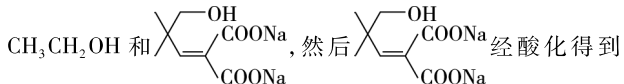


其中,两种情况在经历步骤 I 后得到的中间体可发生已知信息



以溶液中的金属阳离子是 Na^+ 为例,两种情况下生成的醇均为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 羧酸盐均为 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OONa}$ 与 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{ONa}$ 的混合物, **D 错误**。

8. CD 【解析】M 中含有醛基,应选取含醛基的最长碳链为主链,则主链上有 3 个碳原子,2 号位有 1 个甲基,因此系统命名为 2-甲基丙醛, **A 正确**;若 $\text{M} + \text{X} \longrightarrow \text{N}$ 原子利用率为 100%,则由 M 的分子式($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$)和 N 的分子式($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$)可知, X 的分子式为 CH_2O ,所以 X 为甲醛, $\text{M} + \text{X} \longrightarrow \text{N}$ 发生了加成反应, **B 正确**;N 分子中有醛基和羟基, Q 分子中有碳碳双键,则 N 和 Q 都能被酸性 KMnO_4 溶液氧化而使其褪色,所以不能用酸性 KMnO_4 溶液鉴别 N 和 Q, **C 错误**;P→Q 的反应可分为三步,首先酯基在碱性条件下水解,生成

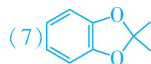
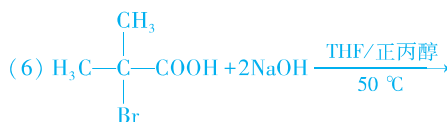
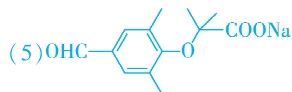


为一 H 脱去 CO_2) 生成 Q,则 P→Q 过程中无 CH_3COOH 生成, **D 错误**。

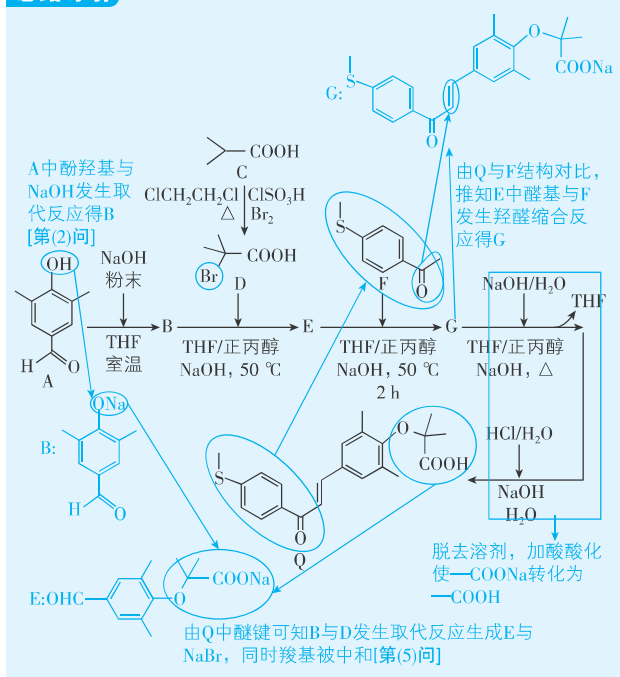
9. (1) 羰基 醚键 羧基 (2) 取代反应

(3) 异丁酸(或 2-甲基丙酸)

(4) 溴易挥发,减少损失,提高利用率



思路导引



【解析】(4) C→D 反应中需加热,而溴为易挥发液体,为抑制其挥发,减少损失,提高利用率,将滴液漏斗末端伸入反应液面以下。

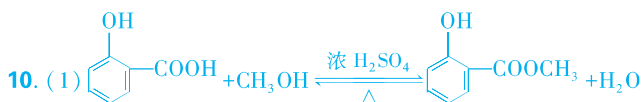
(6) 由图乙可知 M 的结构中存在 2 种氢原子,且核磁共振氢谱中峰面积比为 3:2,再结合 D 中含有碳溴键,且 $\beta\text{-C}$ 上有 H,可在 NaOH 的醇溶液中发生消去反应,且羧基易被 NaOH

中和,可得 M 的结构简式为 $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COONa}$,同时生成 NaBr 和 H_2O 。

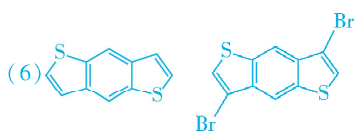
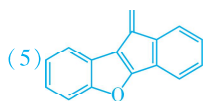
(7) A 中除苯环外,还有 3 个 C、2 个 O 以及 1 个不饱和度,其芳香族同分异构体不与 FeCl_3 溶液发生显色反应,可知其结构中不存在酚羟基;不含 $\text{C}=\text{O}$ 键,即不含醛基、羧基、酯基、羰基;核磁共振氢谱有三组峰,且峰面积比为 1:1:3,可知 3 种氢原子数目分别为 2、2、6,则符合题意的结构中存在 2 个甲基,苯环侧链上的 1 个不饱和度不是碳碳双键,则只能为环状结构,考虑到结构稳定性,O 原子应参与成环,芳香环的一取

代物有两种,可知其结构对称且两个甲基不能在苯环上,所以

只能在杂环的碳原子上,得其结构简式为

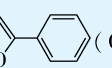


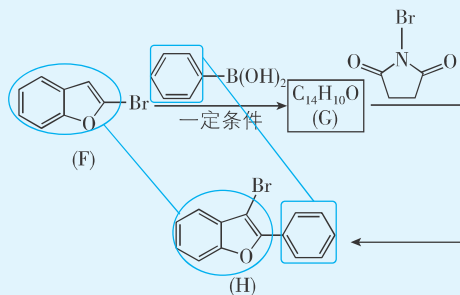
(2)羟基 醛基 (3)取代反应 (4)4



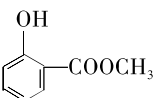
思路导引 F→G→H:对比 F、H 的结构,结合 G 的分子式

[$C_{14}H_{10}O$, 不饱和度为 $\frac{(14 \times 2 + 2) - 10}{2} = 10$] 可知, F→G 为取

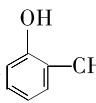
代反应,生成  (G); 对比 G 和 H 的结构可知, G→H 发生取代反应。 第(3)问



【解析】(1) A 中含有一 $COOH$, 可以与 CH_3OH 、浓硫酸共热

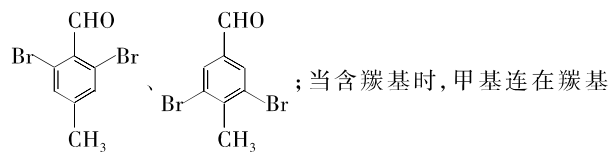
发生酯化反应生成  (B)。

(2) 通过反应条件可知, B→C 为还原反应, 结合 C、D 的分

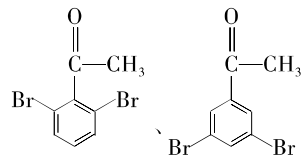
子式与 C→D 的反应条件可推知 C 为 ; C→D 为氧化反应, 将 C 中的醇羟基转化为醛基。

(4) E 的分子式为 $C_8H_6OBr_2$, E 的同分异构体中不同化学环境的氢原子个数比为 3:2:1, 故不同化学环境的氢原子个数分别为 3、2、1, 则该同分异构体中含有 1 个 $-CH_3$; 还含有 2 个 Br 原子、1 个 O 原子、1 个 C 原子, 除去苯环外还有一个不饱和度且不成环, 故这个不饱和结构可能为醛基、羰基、碳碳双键, 由于含有甲基, 故不可能是碳碳双键。当含醛基时, 醛基中的氢原子为一种化学环境的氢原子(对应氢谱中的 1), 甲基中氢原子为一种化学环境的氢原子(对应氢谱中的 3), 剩下的 2 个氢原子处在同一种化学环境, 所

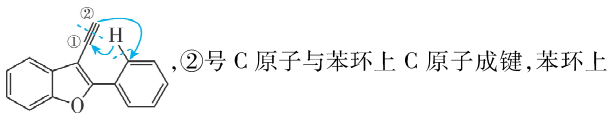
以甲基应在醛基对位, 形成对称结构, 则同分异构体可能为



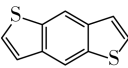
上, 含一种化学环境的氢原子(对应氢谱中的 3), 剩下 3 个氢原子形成 2 种不同化学环境的氢原子, 数目分别为 2、1, 故溴原子应对称分布在苯环两侧, 则同分异构体可能为

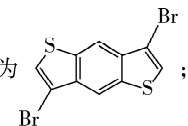


(5) M→N 的三键加成反应中, 断键的位置如图:



H 原子加到①号 C 原子上即得到 N, 两个三键 C 原子都可以和苯环成键, ①号 C 原子与苯环上 C 原子成键, 苯环上 H 原子加到②号 C 原子上即得副产物, 其结构简式见答案。

(6) 卤代烃与氢氧化钠、乙醇溶液共热发生消去反应, 结合最终产物的结构可知 X 为 ; X→Y 发生类似 G→H 的反应, 即溴原子取代双键碳上氢原子的反应, 由目标

产物中苯基的位置, 可知 Y 的结构简式为 ;

Y→目标产物发生类似 F→G 的反应, 即苯基取代溴原子的反应, 逆推也可知 Y 的结构简式。

刷风向

1. C **【解析】** 酚羟基可与 $FeCl_3$ 溶液作用显紫色, 邻苯二酚含酚羟基, 而邻二甲苯不含酚羟基, 故可用 $FeCl_3$ 溶液鉴别邻苯二酚与邻二甲苯, **A 正确**; B 与 C 经取代反应得到 D 和 HI, **B 正确**; D 中含有 4 种官能团, 分别为酯基、醚键、氨基、碳碳三键, **C 错误**; 手性碳原子是连接 4 个不同原子或基团的饱和碳原子, CT1812 中不含手性碳原子, **D 正确**。

2. D **【解析】** 1 个 A 分子中含 2 个酚羟基, 则 1 mol A 可与 2 mol NaOH 反应, 生成 2 mol H_2O , 分子数目为 $2N_A$, **A 正确**; 1 个 B 分子含有 1 个碳碳三键(1 个 σ 键和 2 个 π 键), 1 mol B 所含 π 键数目为 $2N_A$, **B 正确**; Me 代表 $-CH_3$, 1 mol E 含有的氢原子数目为 $10N_A$, **C 正确**; Me 代表 $-CH_3$, 饱和碳原子是 sp^3 杂化, 1 mol CT1812 中 sp^3 杂化的碳原子数为 $12N_A$, **D 错误**。