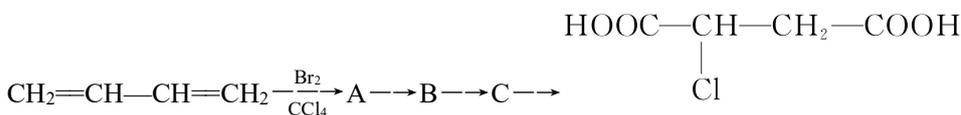


【应用体验】

1. 分析下列合成路线, 可推知 B 应为下列物质中的()

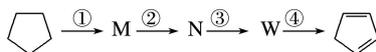


- A.
$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_2 \\ | & | & | & | \\ \text{Br} & \text{Cl} & \text{Cl} & \text{Cl} \end{array}$$
- B.
$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_2 \\ | & | & | & | \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} \end{array}$$
- C.
$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 \\ | & | & & | \\ \text{Br} & \text{Cl} & & \text{Br} \end{array}$$
- D.
$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_2 & -\text{CH} & =\text{CH} & -\text{CH}_2 \\ | & & & | \\ \text{OH} & & & \text{OH} \end{array}$$

答案 D

解析 A 为 $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Br}$; B 为 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$; C 为
$$\begin{array}{cccc} \text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH}_2 \\ | & & | & | \\ \text{OH} & & \text{Cl} & \text{OH} \end{array}$$
。

2. (2020·广东金山中学高二月考)以环戊烷为原料制备环戊二烯的合成路线如图所示, 下列叙述正确的是()



- A. M 的结构简式是
- B. ①②的反应类型分别为取代反应、消去反应
- C. 反应②的反应条件是浓硫酸、加热
- D. 利用酸性 KMnO_4 溶液褪色可证明 已完全转化为

答案 B

解析 由合成路线图可知, M 为卤代环戊烷, 故 A 错误; 反应①为光照条件下的取代反应, 反应②为在氢氧化钠的醇溶液中加热发生消去反应, 故 B 正确、C 错误; N 为环戊烯, 含碳碳双键, 环戊二烯也含碳碳双键, 均能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 则酸性 KMnO_4 溶液褪色不能证明环戊烷已完全转化成环戊二烯, 故 D 错误。

二、逆合成分析法

1. 逆合成分析法

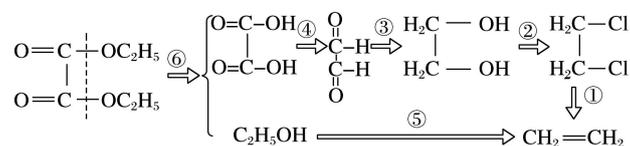


在目标化合物的适当位置断开相应的化学键，目的是使得到的较小片段所对应的中间体经过反应可以得到目标化合物；继续断开中间体适当位置的化学键，使其可以从更上一步的中间体反应得来，依次倒推，最后确定最适宜的基础原料和合成路线。

2. 逆合成分析法的应用

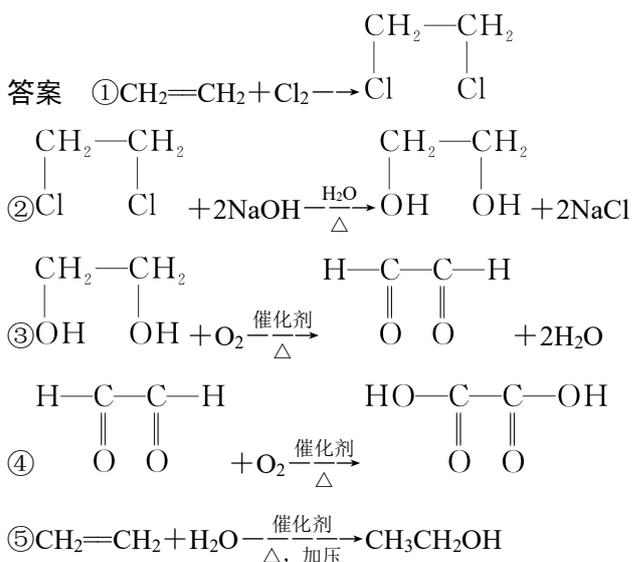
由“逆合成分析法”分析由乙烯合成草酸二乙酯

(1)分析如下：



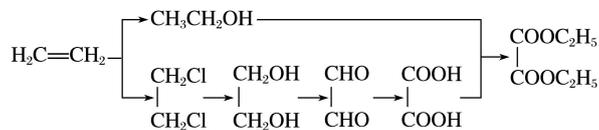
根据以上逆合成分析，可以确定合成草酸二乙酯的有机基础原料为乙烯($\text{CH}_2=\text{CH}_2$)，通过六步反应进行合成，写出反应的化学方程式：

- ① _____，
 ② _____，
 ③ _____，
 ④ _____，
 ⑤ _____，
 ⑥ _____。





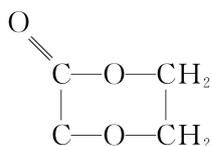
(2)合成如下:



特别提醒

表示合成步骤时,用箭头“→”表示每一步反应;而表示逆合成时,用“⇒”表示逆推过程。

应用体验



1. 由溴乙烷制O, 下列流程合理的是()

①加成反应 ②取代反应 ③消去反应 ④氧化反应 ⑤还原反应

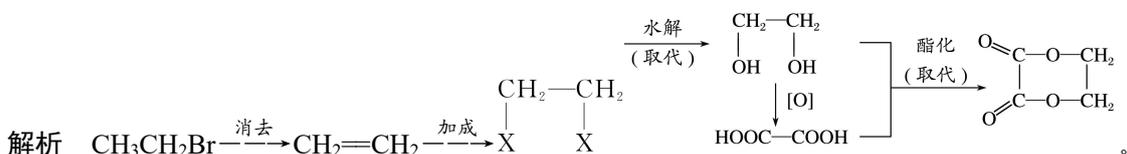
A. ②③①⑤②

B. ③①②④②

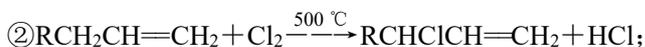
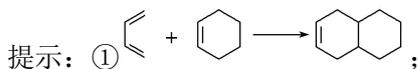
C. ③①②④⑤

D. ②④⑤②②

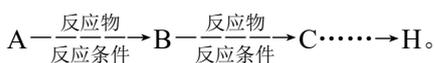
答案 B



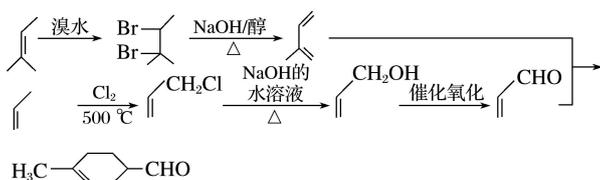
2. 以 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 为原料合成 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$, 请用合成反应的流程图表示出最合理的合成方案(注明必要的反应条件)。



③合成反应流程图示例如下(无机试剂可任选):



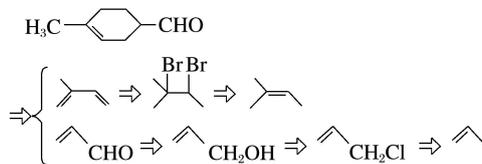
答案



解析 本题可用逆合成分析法解答,其思维过程为



其逆合成分析思路为:

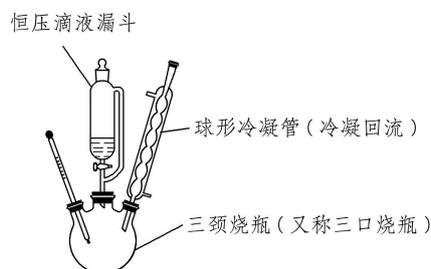


由此确定可按以上 6 步合成 H_3CCHO 。

■ 拓展视野 ■

随着新的有机反应、新试剂的不断发现和有机合成理论的发展,有机合成技术和效率不断提高,利用计算机辅助设计合成路线使有机合成成为严密思维逻辑的科学过程。

实验室有机合成常用的装置



随堂演练 知识落实

1. 以氯乙烷为原料制取乙二酸($\text{HOOC}-\text{COOH}$)的过程中,要依次经过下列步骤中的()
 ①与 NaOH 的水溶液共热 ②与 NaOH 的醇溶液共热 ③与浓硫酸共热到 $170\text{ }^\circ\text{C}$ ④在催化剂存在的情况下与氯气反应 ⑤在 Cu 或 Ag 存在的情况下与氧气共热 ⑥与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 共热

A. ①③④②⑥

B. ①③④②⑤

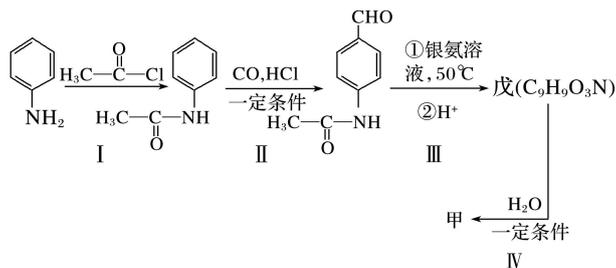
C. ②④①⑤⑥

D. ②④①⑥⑤

答案 C

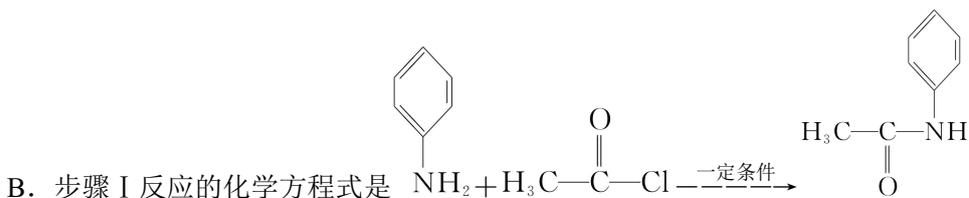
解析 采取逆合成分析法可知,乙二酸 \rightarrow 乙二醛 \rightarrow 乙二醇 \rightarrow 1,2-二氯乙烷 \rightarrow 乙烯 \rightarrow 氯乙烷。然后再逐一分析反应发生的条件,可知 C 项设计合理。

2. 有机物甲的结构简式为 $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$, 它可以通过下列路线合成(分离方法和其他产物已经略去):



下列说法不正确的是()

A. 甲可以发生取代反应、加成反应和缩聚反应



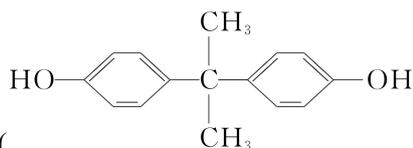
C. 步骤IV的反应类型是取代反应

D. 步骤 I 和 IV 在合成甲过程中的目的是保护氨基不被氧化

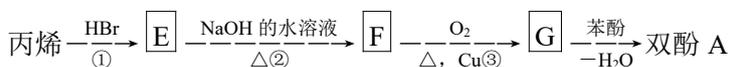
答案 B

解析 甲分子中含有氨基、羧基和苯环，可以发生取代反应、加成反应和缩聚反应，故 A 正

确；步骤 I 是取代反应，反应的化学方程式是
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})-\text{Cl} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + \text{HCl}$$
，故 B 错误；步骤 IV 的反应是酰胺的水解，所以反应类型是取代反应，故 C 正确；氨基易被氧化，所以步骤 I 和 IV 在合成甲过程中的目的是保护氨基不被氧化，故 D 正确。



3. 双酚 A()是一种重要的化工原料，它的一种合成路线如图所示：



下列说法正确的是()

A. 1 mol 双酚 A 最多可与 2 mol Br₂ 反应

B. G 物质与乙醛互为同系物

C. E 物质的名称是 1-溴丙烷

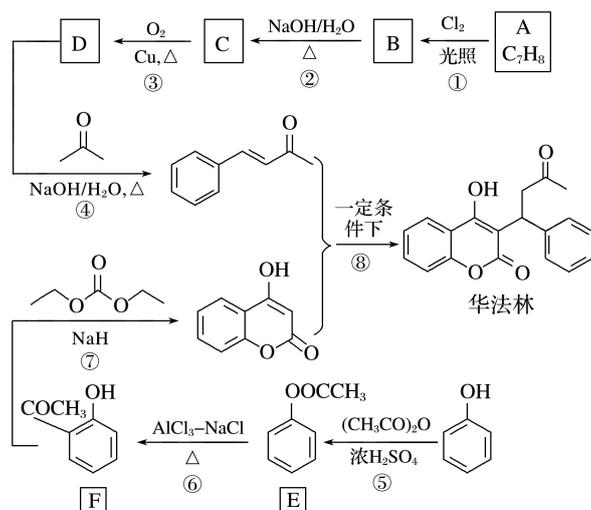
D. 反应③的化学方程式是 $2(\text{CH}_3)_2\text{CHOH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

答案 D

解析 双酚 A 中酚羟基的邻位含有 H 原子，可以与溴发生取代反应，1 mol 双酚 A 最多可与

4 mol Br₂ 反应, 故 A 错误; G 为 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 含有酮羰基, 乙醛含有醛基—CHO, 二者含有的官能团不同, 不互为同系物, 故 B 错误; E 为 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$, 名称为 2-溴丙烷, 故 C 错误; 反应③是 2-丙醇发生氧化反应生成丙酮, 反应的化学方程式是 $2 \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ | \\ \text{OH} \end{array} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{COCH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$, 故 D 正确。

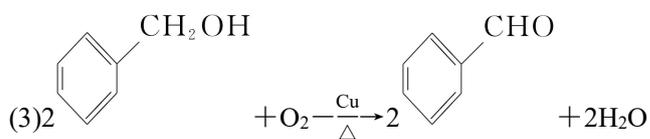
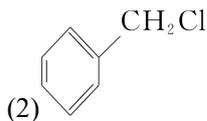
4. (2020·张家口一中高二期中)华法林(Warfarin)又名杀鼠灵, 为心血管疾病的临床药物。其合成路线(部分反应条件略去) 如下所示:



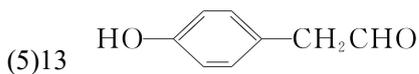
回答下列问题:

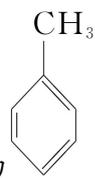
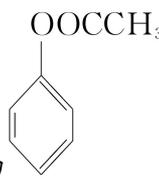
- (1) A 的名称为_____ , E 中官能团名称为_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应的化学方程式为_____。
- (4) ⑤的反应类型为_____ , ⑧的反应类型为_____。
- (5) F 的同分异构体中, 同时符合下列条件的同分异构体共有_____种。
 - a. 能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应
 - b. 含有—CHO
 其中核磁共振氢谱为五组峰的结构简式为_____。

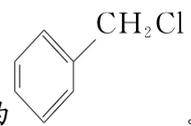
答案 (1)甲苯 酯基

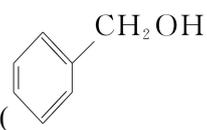
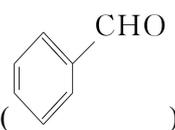
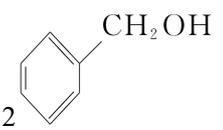


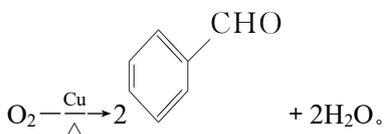
(4)取代反应 加成反应

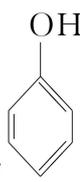
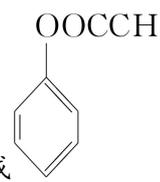


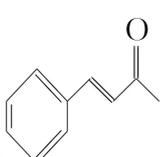
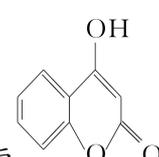
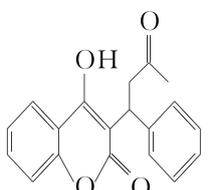
解析 (1)A为 ，名称为甲苯，E为 ，官能团名称为酯基。

(2)由题图分析知，B的结构简式为 。

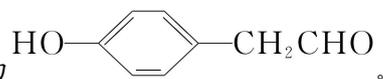
(3)C()催化氧化生成D()，化学方程式为 2  +



(4)⑤为  与 $(CH_3CO)_2O$ 在浓硫酸的催化作用下反应生成  和 CH_3COOH ，则反

应类型为取代反应，⑧为  与  反应生成 ，反应类型为加成反应。

(5)F的同分异构体中，同时符合：a.能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应，b.含有 $-CHO$ 条件的同分异构体共有 13 种。它们为苯环上有 $-OH$ (酚)、 $-CH_2CHO$ 两个取代基的同分异构体 3 种，苯环上有 $-OH$ (酚)、 $-CHO$ 、 $-CH_3$ 三个取代基的同分异构体 10 种。其中核磁共振氢谱为

五组峰的结构简式为 。

课时对点练

基础对点练

题组一 有机合成设计

1. (2020·江门市新会第一中学高二期中)已知卤代烃在一定条件下既可发生水解反应，又可发生消去反应，现以 2-溴丙烷为主要原料制取 1,2-丙二醇时，需要经过的反应是()

- A. 消去—加成—取代 B. 加成—消去—取代
C. 取代—消去—加成 D. 取代—加成—消去

答案 A

解析 以 2-溴丙烷为主要原料, 制取 1,2-丙二醇时, 步骤为: ①2-溴丙烷在 NaOH 的醇溶液中发生消去反应生成丙烯; ②丙烯与溴单质发生加成反应生成 1,2-二溴丙烷; ③1,2-二溴丙烷在 NaOH 的水溶液中发生水解(或取代)反应生成 1,2-丙二醇, 故答案为 A。

2. (2020·河北省涿鹿中学高二月考)根据下面合成路线判断烃 A 为()



- A. 1-丁烯 B. 1,3-丁二烯
C. 乙炔 D. 乙烯

答案 D

解析 由最后的产物是醚结合最后一步的反应条件可知最后一步反应是醇发生分子间脱水, 所以 C 为 HOCH₂CH₂OH, 再结合 B 中有 Br, B 转化为 C 的条件是氢氧化钠的水溶液、加热, 可知 B 为 BrCH₂CH₂Br, 所以 A 是乙烯。

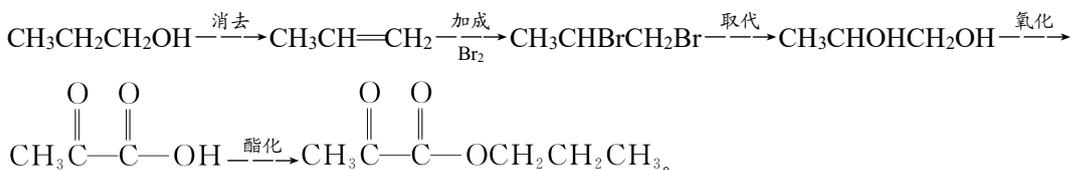
3. 以 1-丙醇制取 $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, 最简便的流程需要下列反应的顺序是()

- a. 氧化 b. 还原 c. 取代 d. 加成 e. 消去 f. 中和 g. 加聚 h. 酯化
A. b、d、f、g、h B. e、d、c、a、h
C. a、e、d、c、h D. b、a、e、c、f

答案 B

解

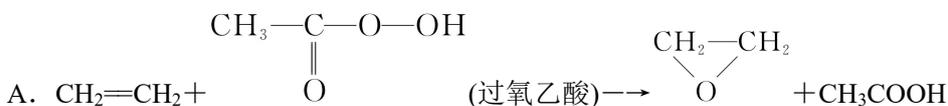
析

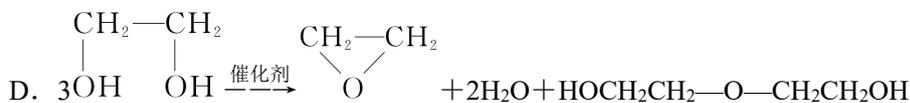
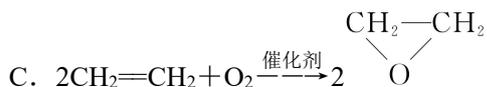
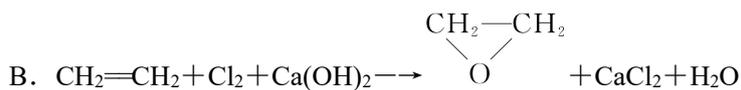


题组二 有机合成路线的选择

4. 绿色化学提倡化工生产应提高原子利用率。原子利用率表示目标产物的质量与生成物总质

量之比。在下列制备环氧乙烷($\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \end{array}$)的反应中, 原子利用率最高的是()

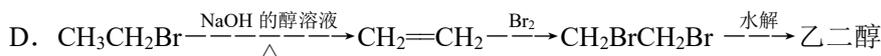
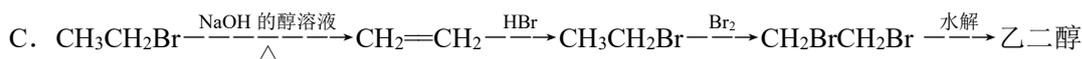
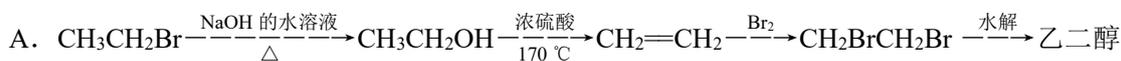




答案 C

解析 A 中存在副产品 CH_3COOH ，反应物没有全部转化为目标产物，原子利用率较低；B 中存在副产品 CaCl_2 和 H_2O ，反应物没有全部转化为目标产物，原子利用率较低；C 中反应物全部转化为目标产物，原子利用率为 100%，原子利用率最高；D 中存在副产品 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 和 H_2O ，反应物没有全部转化为目标产物，原子利用率较低。

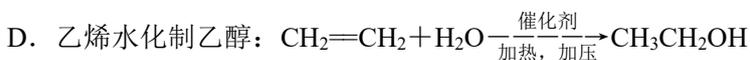
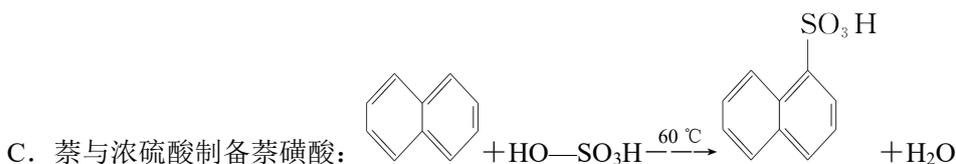
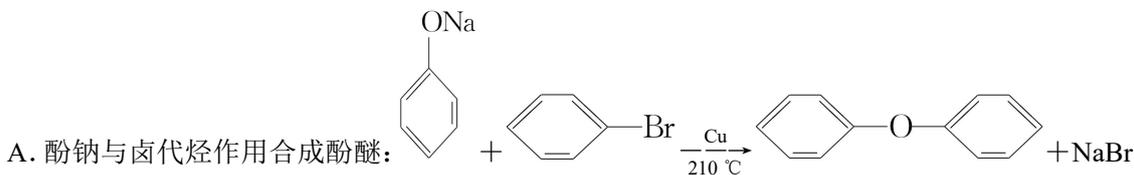
5. 以溴乙烷为原料制备乙二醇，下列方案最合理的是()



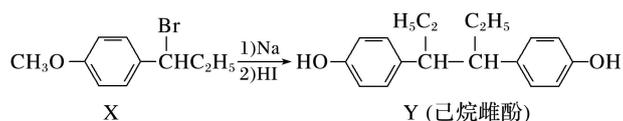
答案 D

解析 题干中强调的是最合理的方案，A 项与 D 项相比，步骤多一步，且在乙醇发生消去反应时，容易发生分子间脱水、氧化反应等副反应；B 项步骤最少，但取代反应不会停留在“ $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ ”阶段，副产物多，分离困难，原料浪费；C 项比 D 项多一步取代反应，显然不合理；D 项相对步骤少，操作简单，副产物少，较合理。

6. 在有机合成中，若制得的有机化合物较纯净且易分离，在工业生产上才有实用价值。据此判断下列有机合成一般不适用于工业生产的是()



9. 己烷雌酚的一种合成路线如下:

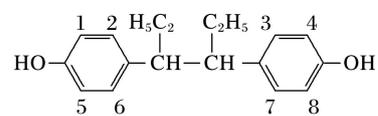


下列叙述不正确的是()

- A. 用 FeCl_3 溶液可以鉴别化合物 X 和 Y
- B. Y 的苯环上的二氯取代物有 7 种同分异构体
- C. 在氢氧化钠的水溶液中加热, 化合物 X 可发生消去反应
- D. X 转化为 Y 的反应类型为取代反应

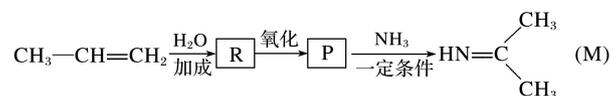
答案 C

解析 X 不含酚羟基, Y 含有酚羟基, 所以可以用氯化铁溶液鉴别 X 和 Y, 选项 A 正确; 由


 可以看出, 苯环上的二氯代物有 1、2; 1、6; 1、5; 2、6; 1、3; 1、4; 2、3, 共 7 种同分异构体, 选项 B 正确; 在氢氧化钠的水溶液中发生水解反应, 应在氢氧化钠的乙醇溶液中发生消去反应, 选项 C 不正确; 由官能团的变化可知, X 发生取代反应生成 Y, 选项 D 正确。

综合强化练

10. (2021·北京平谷区月考)合成某医药的中间路线如图, 下列说法不正确的是()



- A. R 的官能团是—OH
- B. R 的沸点高于 P 的沸点
- C. 由 P 生成 M 发生消去反应
- D. P 的核磁共振氢谱图只有一组峰

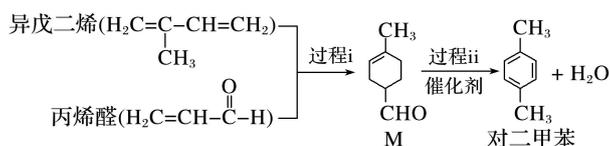
答案 C

解析 通过以上合成路线图知, R 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, 则 R 的官能团是—OH, 故 A 正确; P 的结构简式为 CH_3COCH_3 , R 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, R 能形成分子间氢键但 P 不能形成分子间氢键, 含有分子间氢键的物质熔、沸点较高, 所以 R 的沸点高于 P 的沸点, 故 B 正确; P 中碳氧双键被取代生成 M, 属于取代反应, 故 C 错误; P 的结构简式为 CH_3COCH_3 , P 含有一种化学环境的氢原子, 所以其核磁共振氢谱图只有一组峰, 故 D 正确。

11. (2020·重庆高二期末)下述转化关系可用于合成解痉药奥昔布宁的前体(化合物丙), 下列说法不正确的是()

故 D 正确。

13. 我国自主研发“对二甲苯的绿色合成路线”取得新进展，其合成示意图如下：



下列说法中，不正确的是()

- A. 过程 i 发生了加成反应
- B. 对二甲苯的一溴代物只有一种
- C. M 所含官能团既可与 H_2 反应，也可与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应
- D. 该合成路线理论上碳原子利用率为 100%，且产物易分离

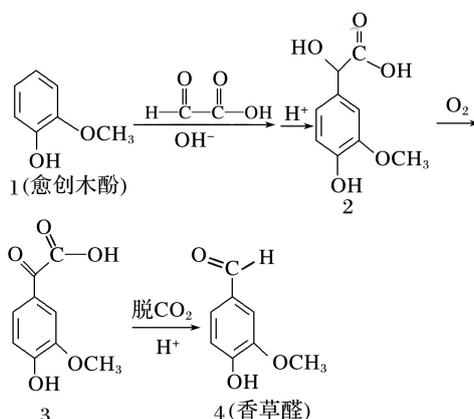
答案 B

解析 过程 i 是异戊二烯和丙烯醛共同发生加成反应，生成具有对位取代基的六元中间体—4-



甲基-3-环己烯甲醛，选项 A 正确；对二甲苯(CH_3)高度对称，分子中有 2 种化学环境的氢原子，其一溴代物有 2 种，选项 B 不正确；M 所含官能团有碳碳双键和醛基，均可与 H_2 发生加成反应，碳碳双键也可与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应，选项 C 正确；该合成路线理论上碳原子利用率为 100%，且产物对二甲苯与水互不相溶易分离，选项 D 正确。

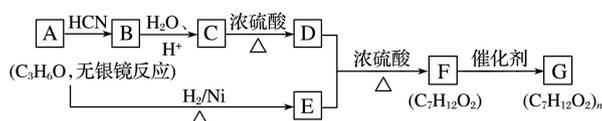
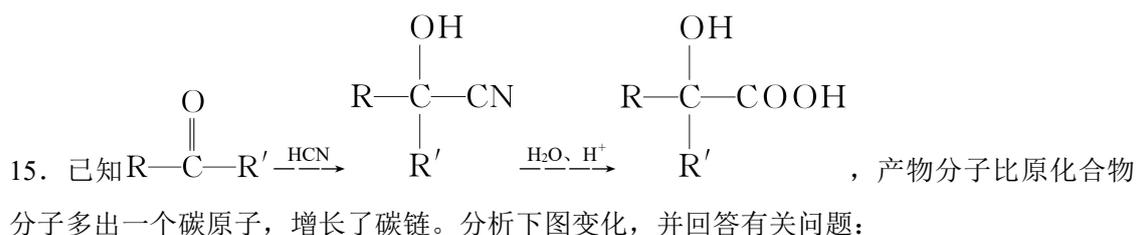
14. 以愈创木酚作原料合成一种食品添加剂香草醛，路线如图所示。下列说法不正确的是()



- A. 1→2、2→3 的转化分别为取代反应和氧化反应
- B. 最多共面的原子数，香草醛比愈创木酚多 2 个
- C. 若制得的香草醛中混有化合物 3，可用 $NaHCO_3$ 溶液检验
- D. 等物质的量的此四种化合物分别与足量 $NaOH$ 溶液反应，依次消耗 $NaOH$ 的物质的量之比为 1 : 2 : 2 : 1

答案 A

解析 1→2 属于加成反应, 2→3 属于氧化反应, 故 A 错误; 比较二者的结构简式可知, 香草醛的结构比愈创木酚的结构苯环上多连了一个醛基, 则共面的原子数多 2 个, 故 B 正确; 化合物 3 中含有羧基, 与 NaHCO₃ 溶液反应生成 CO₂ 气体, 故 C 正确; 化合物 1 中酚羟基与 NaOH 反应, 1 mol 化合物 1 含有 1 mol 酚羟基, 化合物 2 含有酚羟基、羧基与 NaOH 反应, 1 mol 化合物 2 含有 1 mol 酚羟基、1 mol 羧基, 化合物 3 含有酚羟基、羧基与 NaOH 反应, 1 mol 化合物 3 含有 1 mol 酚羟基、1 mol 羧基, 化合物 4 中含有酚羟基与 NaOH 反应, 1 mol 化合物 1 含有 1 mol 酚羟基, 故等物质的量的此四种化合物分别与足量 NaOH 溶液反应, 消耗 NaOH 物质的量之比为 1 mol : 2 mol : 2 mol : 1 mol = 1 : 2 : 2 : 1, 故 D 正确。



(1) 写出下列物质的结构简式:

A: _____;

C: _____。

(2) 指出下列反应类型:

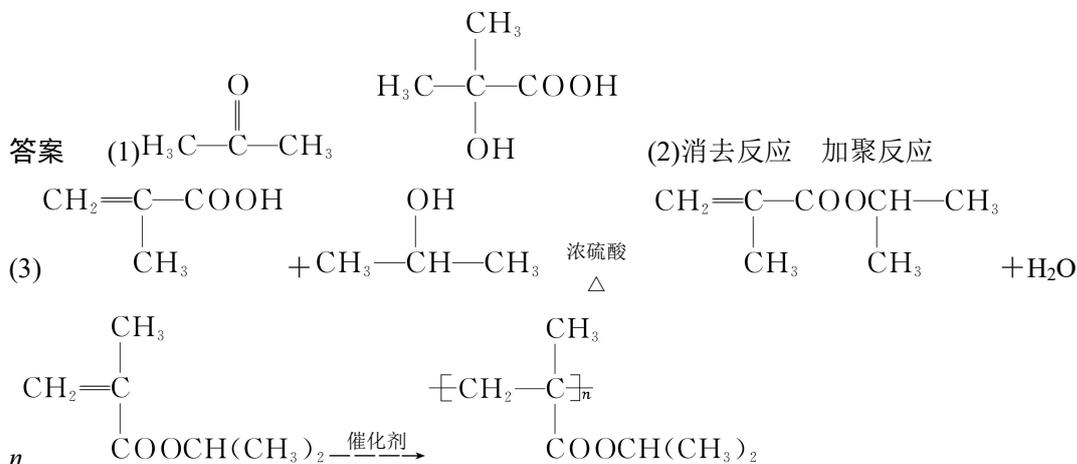
C→D: _____;

F→G: _____。

(3) 写出下列反应的化学方程式:

D+E→F: _____;

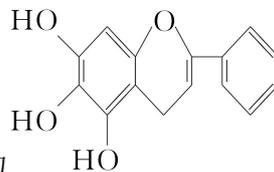
F→G: _____。

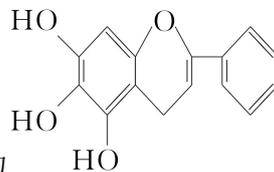


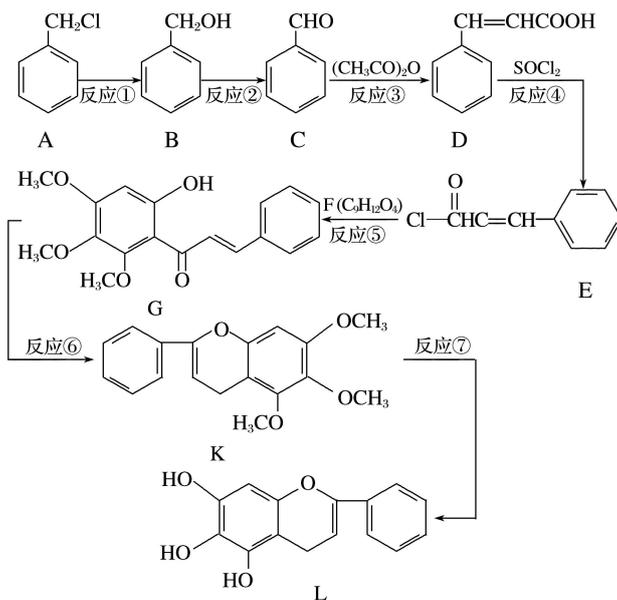
解析 有机物 A(C₃H₆O) 应属于醛或酮, 因无银镜反应, 只能是酮, 可推知 A 为丙酮

$(\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3)$, 其他根据流程图路线, 结合题给信息分析。

16. (2020·山东省广饶一中高二月考)“清肺排毒汤”对新冠肺炎病毒感染具有良好的效果,



其中一味中药黄芩的一种活性中间体的结构简式为 , 现在可人工合成, 路线如图所示:



(1)A 生成 B 的反应条件是 _____, B 生成 C 的反应条件为 _____。

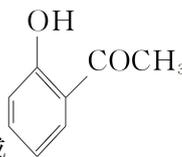
(2)合成过程中, 属于取代反应的是 _____ (填序号)。

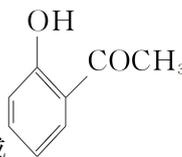
(3)F 的结构简式为 _____。

(4)D 在一定条件下能生成高分子, 请写出该反应的化学方程式: _____。

同时符合下列三个条件的 D 的同分异构体共有 _____ 种。

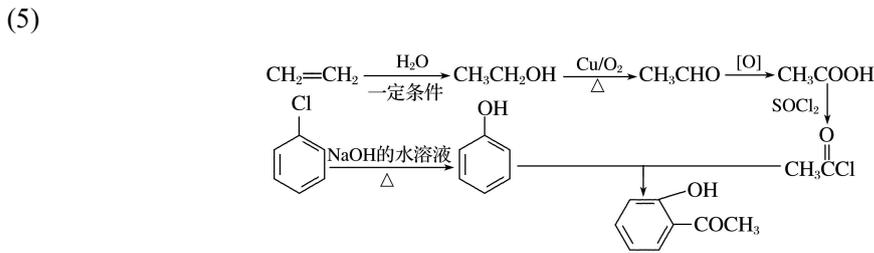
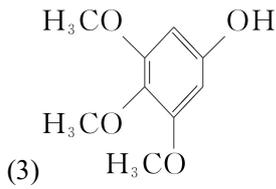
- 能发生银镜反应
- 苯环上有 3 个取代基
- 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应



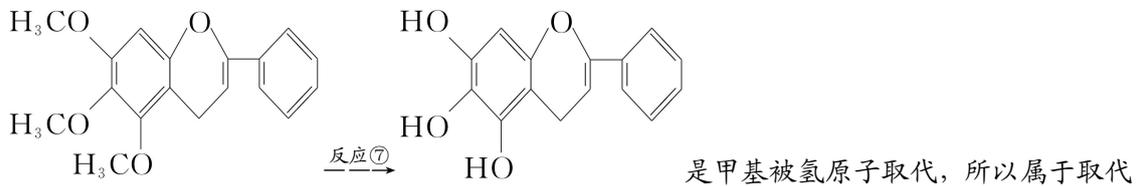
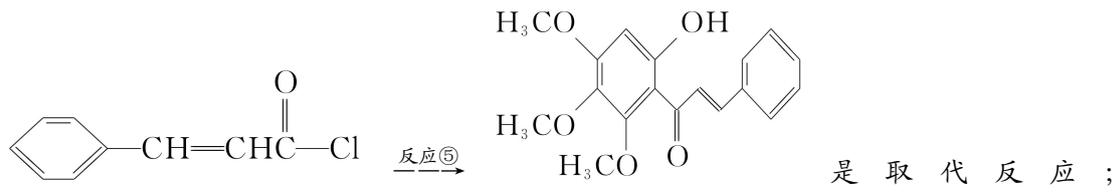
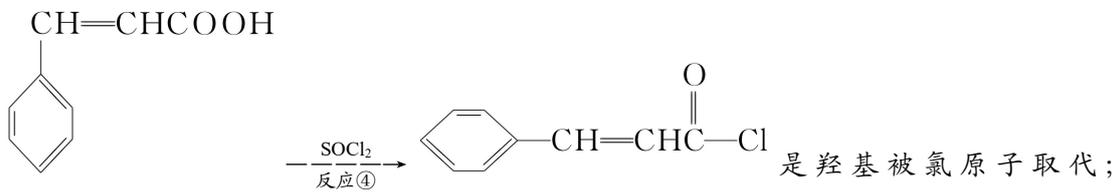
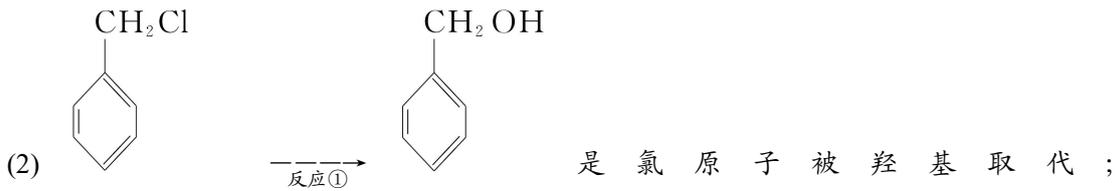
(5)依据以上合成信息, 写出以乙烯和氯苯为原料合成  的路线, 无机试剂自选。

答案 (1)氢氧化钠的水溶液, 加热 铜或银作催化剂, 加热

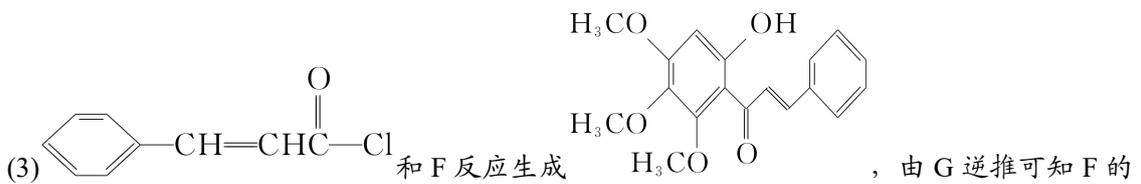
(2)①④⑤⑦

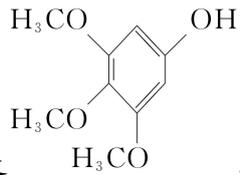


解析 (1)A 生成 B 是卤代烃的水解，反应条件是氢氧化钠的水溶液，加热；B 生成 C 是醇氧化为醛，反应条件为铜或银作催化剂，加热。



反应的是①④⑤⑦。





结构简式是 。

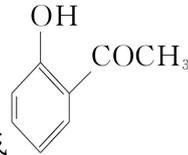
(4)D 分子中含有碳碳双键，在一定条件下发生加聚反应生成高分子，反应的化学方程式是



; a. 能发生银镜反应, 说明含有醛基; b. 苯

环上有 3 个取代基; c. 与 FeCl_3 溶液发生显色反应, 说明含有酚羟基, 则 3 个取代基是 $-\text{OH}$ 、 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{CH}=\text{CH}_2$, 3 个不同的取代基在苯环上的位置异构有 10 种, 所以符合条件的 D 的同分异构体有 10 种。

(5) 乙烯和水发生加成反应生成乙醇, 乙醇氧化为乙醛、乙醛氧化为乙酸, 乙酸在 SOCl_2 作用



下生成乙酰氯, 氯苯水解为苯酚, 苯酚和乙酰氯反应生成 , 合成路线见答案。