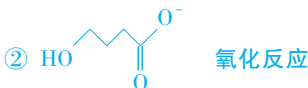


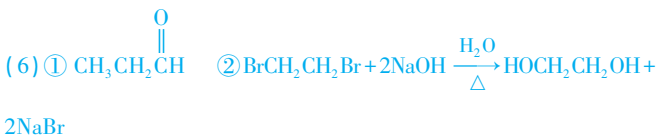
## 大题专练 3 有机合成与设计综合

### 刷题型

1. (1)  $C_8H_8O_3$  1,3-丙二醇



(5) BD



**考查点** ▶ 分子式、结构简式、反应条件、反应类型、化学方程式书写

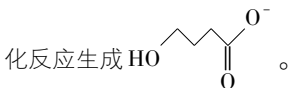
**【解析】**(1) 键线式中线段的端点与交点省略了碳原子以及碳原子上的氢原子, 所以化合物 ii 的分子式为  $C_8H_8O_3$ ; 化合物 iv 有两个羟基, 名称为 1,3-丙二醇。

(2) W 能与碳酸氢钠溶液反应, 则含有羧基, 其核磁共振氢谱显示有四种不同化学环境的氢, 且峰面积之比为 3 : 2 : 2 : 1, 则说明是对称结构, 符合条件的 W 的结构简式为  $CH_3-O-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 、 $CH_3-\text{C}_6\text{H}_4-O-\text{COOH}$ 。

(3) 反应④可表示为  $v + M + N \longrightarrow vi$ , 其中 v 分子式为  $C_3H_6O$ , vi 分子式为  $C_4H_8O_2$ , 二者分子式相差一个碳原子、一个氧原子、两个氢原子, M、N 为两种常见的气体, 则 M、N 的化学式分别为  $CO$ 、 $H_2$ 。

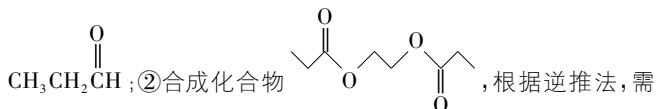
(4) 因为 vi 含有醇羟基, 所以可以与浓  $HBr$  在浓硫酸、加热条件下发生取代反应生成  $HC(=O)CH_2CH_2CH_2Br$ , 或与  $CH_3COOH$ 、浓

$H_2SO_4$  在加热条件下发生取代反应生成  $HC(=O)CH_2CH_2CH_2OC(=O)CH_3$ ; 又因为 vi 含有醛基, 所以可以与银氨溶液在加热条件下发生氧化

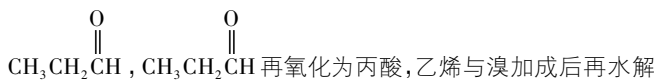


(5) 反应⑥的另外一种产物是水, 水分子的空间结构为 V 形, A 正确; 反应过程中, 没有  $C=O$  的形成, 有  $C-O$  的形成, B 错误; 化合物 iii 中每个碳原子的杂化轨道数都是 3, 碳原子均为  $sp^2$  杂化, 化合物 vii 中每个碳原子杂化轨道数都为 4, 碳原子均为  $sp^3$  杂化, C 正确; 手性碳原子是指连有 4 个不同原子或原子团的碳原子, 化合物 viii 中不存在手性碳原子, D 错误。

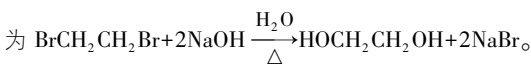
(6) ①利用反应④的原理, 乙烯与  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  反应可以合成



要合成乙二醇和丙酸, 乙烯与  $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$  利用反应④的原理合成

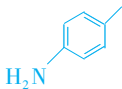


可以得到乙二醇。所以涉及的卤代烃的水解反应的化学方程式



## 2. (1) 氨基、羟基、羧基

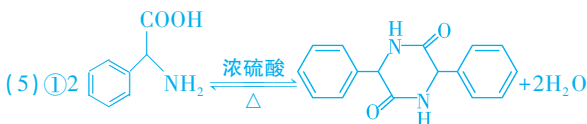
(2) 苯甲胺



(3) BC

(4) ① $\text{H}_2$ 、催化剂、加热  ②甲醇、浓硫酸、加热


取代反应



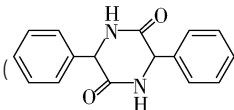
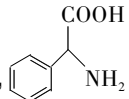
## ②直线形

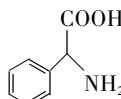
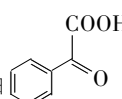
**突破点** ▶ 有机合成路线分析、同分异构体的书写、有机化合物性质分析及预测

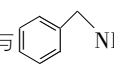
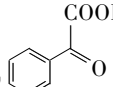
### 思路分析

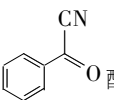
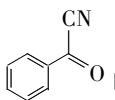
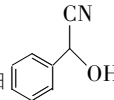
(5) 以化合物 iii (  ) 和化合物 iv

(  ) 为有机原料合成化合物 vii

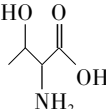
(  ), 根据逆合成分析法,  经

过取代反应即可形成化合物 vii,  由 


与  发生类似题干中的反应②生成,  由

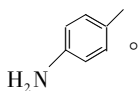
 酸性条件下水解得到,  由  在

铜或银作催化剂、加热下醇羟基被氧化为羰基得到,  由  与  $\text{HCN}$  加成得到。


**【解析】**(1) 由化合物 i (  ) 的结构可知, 化合物 i 中

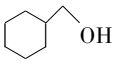
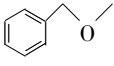
官能团的名称是氨基、羟基、羧基。

(2) 化合物 iii (  ) 的名称为苯甲胺, 其核磁共振氢谱上只有 4 组峰, 即分子内有 4 种氢原子的同分异构体为

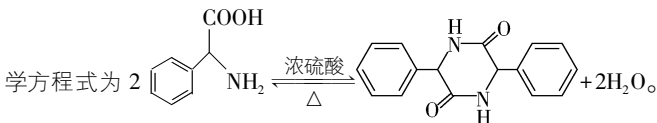



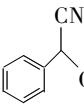
(3) 化合物 i 中存在氨基、羧基、羟基, 可通过缩聚反应得到有机高分子, A 错误; 氨基、羧基和羟基均能与水分子形成氢键, 均为亲水基团, 根据化合物 i 和 v 的结构可知, 化合物 i 和 v 均易溶于水, B 正确; 由葡萄糖到葡萄糖酸的转化中, 醛基被氧化成羧基, C 正确; 由化合物 iv 到 vi 的转化中, —CHO 转化为 —CH<sub>2</sub>OH, 没有手性碳原子形成, D 错误。

(4) 化合物 vi (  ) 分子中含有苯环, 可以发生加成反应, 含有羟基, 可发生取代反应, 见下表:

序号	反应试剂、条件	反应的产物	反应类型
①	H <sub>2</sub> 、催化剂、加热		加成反应
②	甲醇、浓硫酸、加热		取代反应



(5) ①根据分析可知, 最后一步应为取代反应生成酰胺基, 反应的化



②第一步反应是  与 HCN 加成得到 , 原子利用率为 100%, 另一反应物为 HCN, 结构式为 H—C≡N, C 原子为 sp 杂化, 其空间结构为直线形。

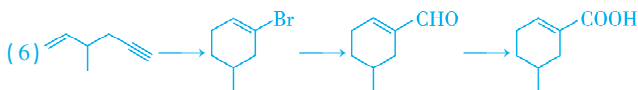
### 3. (1) 酯基

(2) HBrO

(3) 14  (或 )

(4) ①氢气、催化剂、加热 加成反应 ② 

(5) AD



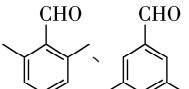
**考查点** ▶ 有机合成路线分析

**【解析】**(1) 由化合物 I 的结构可知, 化合物 I 中的含氧官能团的名称为酯基。

(2) 化合物 I 的分子式为 C<sub>12</sub>H<sub>20</sub>O<sub>2</sub>, 化合物 II 的分子式为 C<sub>12</sub>H<sub>21</sub>O<sub>3</sub>Br, 化合物 I 可与化合物 M 在一定条件下反应生成化合物 II, 原子利用率为 100%, 则 M 的化学式为 HBrO。

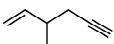
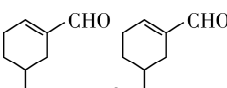
(3) 在分子组成上比化合物 IV (C<sub>13</sub>H<sub>20</sub>O) 少 C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> 的化合物 N 的分子式为 C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>O, 不饱和度为 5, 能发生银镜反应且属于芳香族化合物, 则该化合物含有苯环和醛基, 若苯环上连有一个取代基, 则该取代基可能为 —CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CHO 或 —CH(CHO)CH<sub>3</sub>, 共 2 种, 若苯环上连有 2 个取代基, 则取代基可能为 —CH<sub>3</sub> 和 —CH<sub>2</sub>CHO、—CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> 和 —CHO, 两取代基分别有邻、间、对三种位置关系, 共 6 种, 若苯环上连有三个取代基, 则连有两个 —CH<sub>3</sub>,

和一个—CHO,共6种,因此化合物N共有14种;其中核磁共振

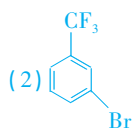
氢谱有4组峰的结构简式为 。

(4)①化合物V中含有碳碳双键,可以在催化剂、加热的条件下与氢气发生加成反应;②含有羟基,且与羟基相连的碳原子的邻碳上有H原子,在浓硫酸、加热条件下可发生消去反应。

(5)观察化合物Ⅶ和Ⅷ的结构可知,反应过程中有C=O断裂和O—H、C—H形成,A错误; $\text{BH}_4^-$ 中心原子的价层电子对数为  $4 + \frac{1}{2} \times (3 + 1 - 4 \times 1) = 4$ ,孤电子对数为0,因此 $\text{BH}_4^-$ 的空间结构为正四面体形,B正确;手性碳原子指连有四个不同的原子或原子团的饱和碳原子,化合物Ⅶ和Ⅷ的分子中均含有手性碳原子,C正确;“头碰头”形成 $\sigma$ 键,“肩并肩”形成 $\pi$ 键,D错误。

(6)参照 $\text{IV} \rightarrow \text{V}$ 、 $\text{VI} \rightarrow \text{VII}$ 可得 为主要原料合成 ,发生氧化反应得目标产物,具体合成路线见答案。

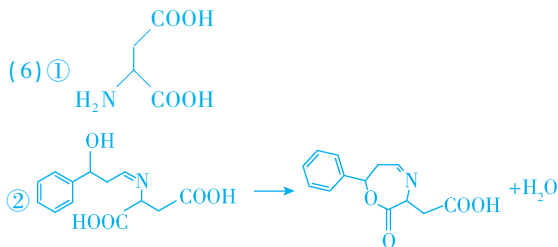
4. (1) 碳碳双键、酯基  $\text{[CH}_2\text{—CH]}_n$  氢氧化钠溶液、加热  
COOCH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>



(3) 加成反应

(4) 10

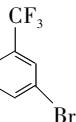
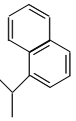
(5) N原子上有一个孤电子对,能够与 $\text{H}^+$ 形成配位键



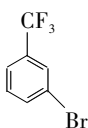
**考查点** ▶ 有机合成路线分析、同分异构体数目判断

**思路分析**

根据A、C结构简式,结合B的分子式,可推出

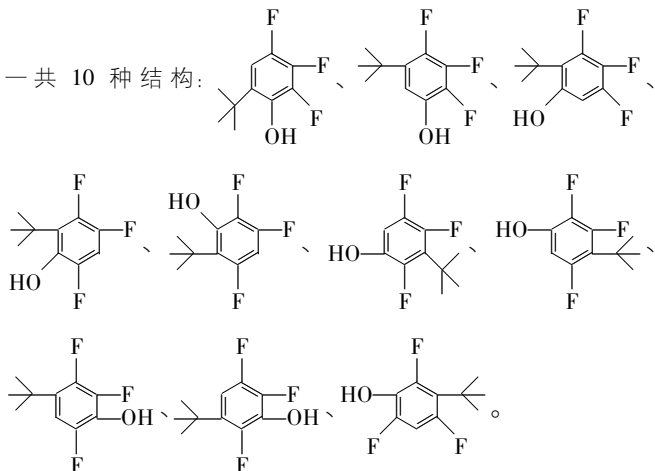
B为 , A→C 发生取代反应, C→D 发生还原反应, D→E 发生加成反应, E→F 发生氧化反应, 根据F、H的结构简式, 结合G的分子式, 可推出G为 , H→I 发生还原反应。

**【解析】**(1) A 为丙烯酸乙酯, 官能团的名称为碳碳双键、酯基; 丙烯酸乙酯含有碳碳双键, 可以发生加聚反应, 生成物结构简式为  $\text{[CH}_2\text{—CH]}_n$  ; 酯可以在酸性或碱性条件下水解, 根据生成物  $\text{CH}_2=\text{CHCOONa}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 可以确定反应试剂、条件为氢氧化钠溶液、加热。

(2) 由分析可知, B 的结构简式为 。

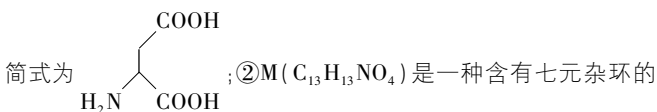
(3) D→E 由碳碳双键变成碳碳单键, 是加成反应。

(4) 核磁共振氢谱显示三组峰面积之比为 9 : 1 : 1, 说明该有机物分子中有三种 H 原子, 且三种 H 原子的个数之比为 9 : 1 : 1, 能与  $\text{FeCl}_3$  溶液作用显色, 说明结构中含有酚羟基, 则 E 的同分异构体中苯环上取代基有 1 个  $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 、3 个  $-\text{F}$ 、1 个  $-\text{OH}$ ,

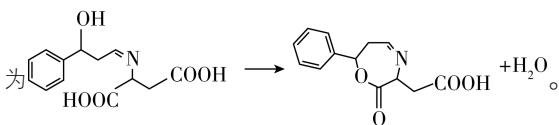


(5) I 能与  $\text{HCl}$  形成盐酸西那卡塞, 从物质结构角度分析其原因: N 原子上有一个孤电子对,  $\text{H}^+$  提供空轨道, 二者形成配位键。

(6) ①根据  $\text{F} \rightarrow \text{H}$  的反应, 再结合 J 和 L 的结构可推断 K 的结构

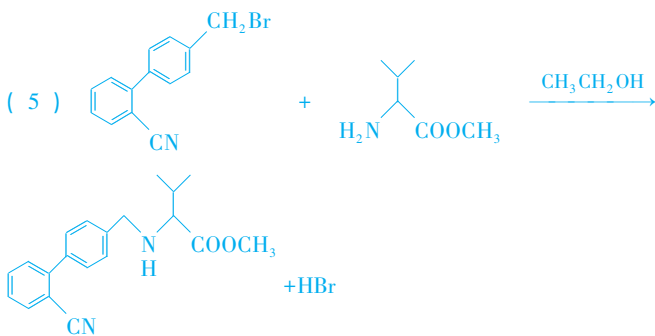
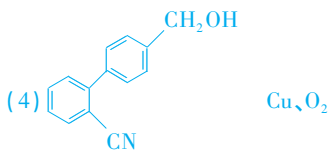


生物碱, 且比 L 的分子式 ( $\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{NO}_5$ ) 少 1 个 O 和 2 个 H, 可推出 M 是由 L 自身酯化生成的, 则  $\text{L} \rightarrow \text{M}$  的化学方程式



## 5. (1) 氰基、碳氯键 (2) 24

### (3) 取代反应

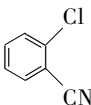


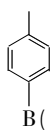
### (6) 21

**突破点** ▶ 有机合成路线分析、同分异构体数目判断

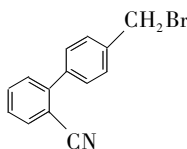
思路分析

$A+B \rightarrow C$  发生类似已知 I 的反应,结合 A、B 的

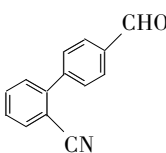
分子式和 C 的结构简式可知, A 为 , B 为

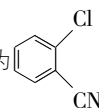
,对比 D 和 C 的分子式,结合 F 的结构简式可知,C

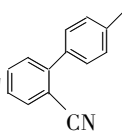
中甲基上的 1 个 H 原子被 Br 原子取代得到 D, D 为

,D、E 在乙醇的作用下得到 F,对比 D、F

的结构简式可知,E 为 ,G 与 E 发生类似已

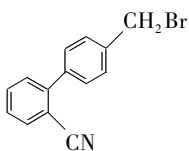
知 II 反应,可得 G 为 ,据此分析解答。

【解析】(1) 根据分析,A 为 ,则 A 中官能团为氰基、碳氯键。

(2) C 的结构简式为 ,苯环上的 12 原子共面,氰基中

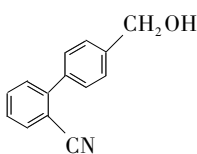
碳原子采取  $sp$  杂化,与 N 原子在同一直线上,同时由于单键可以旋转,所以所有碳原子可能共面,由于甲基碳原子采取  $sp^3$  杂化,甲基上最多有 1 个氢原子在所连苯环平面上,因此最多有 24 个原子共面。

(3) C 的结构简式为 ,D 的结构简式为

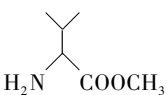
,对比 C、D 结构简式可知,C 转化为 D 是 C 中

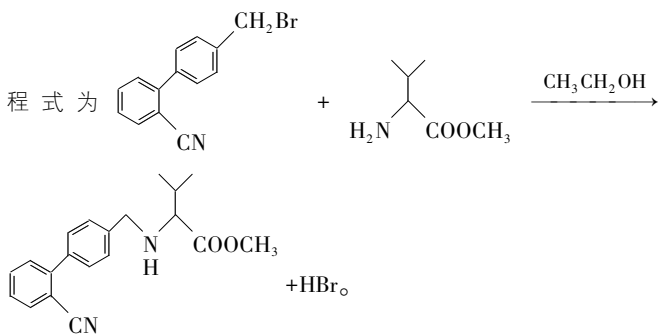
甲基上的一个氢原子被溴原子取代,因此 C 生成 D 的反应类型为取代反应。

(4) 根据 H 的分子式和 G 的结构简式,可知 H 的结构简式为

;H→G 是将羟基转化为醛基,则需要的试剂

Y 为  $Cu、O_2$ 。

(5) 根据分析,E 为 ,故 D 与 E 生成 F 的化学方



(6) E 的分子式为  $C_6H_{13}NO_2$ , 则 J 的分子式为  $C_4H_9NO_2$ , 根据题意可知 J 中含酰胺基、羟基, 可先确定碳骨架, 再确定羟基位置:

$O=CH-N-CH_2-CH_2-CH_3$  有 3 种羟基位置,  $O=CH-N(CH_3)-CH_2-CH_3$  有 3 种羟基位置,

$O=CH-NH-CH(CH_3)-CH_3$  有 2 种羟基位置,  $O=CH-NH-CH_2-CH_2-CH_3$  有 3 种羟基位置,

$O=C(NH_2)-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$  有 2 种羟基位置,  $O=C(NH_2)-CH_2-CH_2-CH_3$  有 3 种羟基位置,  $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)-NH_2$

有 3 种羟基位置,  $CH_3-C(=O)-NH_2$  有 2 种羟基位置, 则共 21 种同分异构体。

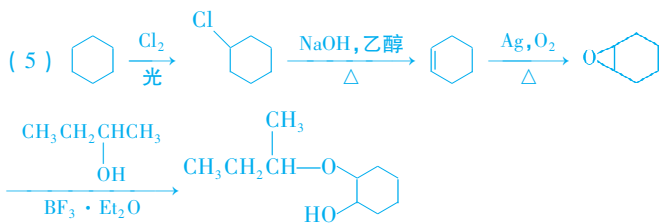
6. (1)  $CH_2=CHCOOCH_3$  10

(2) 水解反应 (或取代反应)

(3) 醚键、酯基

(4) 4 (或 , 任写一种)

, 任写一种)



**突破点** ▶ 有机合成路线分析, 涉及有机物官能团的名称、有机反应类型、同分异构体数目判断、有机反应方程式的书写、合成路线设计

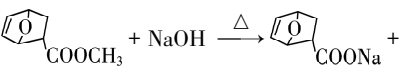

### 思路分析

由 A 和 B 的结构对比可知,  $A \rightarrow B$  发生了已知

①中的反应, 说明 X 分子含有一个碳碳双键, 结合 B 的结构简式, 可推知 X 为  $CH_2=CHCOOCH_3$ 。

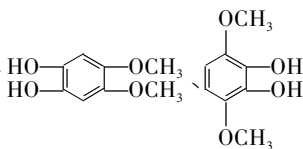
**【解析】**(1) 由分析知 X 为  $CH_2=CHCOOCH_3$ , 除甲基中 2 个 H 原子, X 中其他原子均可共面, 即 X 中最多有 10 个原子共平面。

(2) B 中酯基在氢氧化钠作用下发生水解反应,则 B→C 第①步

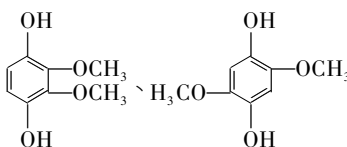
反应的化学方程式是   $\xrightarrow{\Delta}$   +  $\text{CH}_3\text{OH}$ , 该反应为水解反应(或取代反应)。

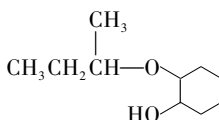
(3) 根据 D 的结构简式可知其含氧官能团为醚键、酯基。

(4) 组成上比 E 少一个“ $\text{CH}_2$ ”的有机物含 8 个碳原子、4 个氧原子、10 个氢原子,有 4 个不饱和度。根据限制条件可知,有机物中含一个苯环,2 个酚羟基,另外含 2 个  $-\text{CH}_2\text{OH}$  或 2 个  $-\text{OCH}_3$ ,或 1 个  $-\text{CH}_2\text{OH}$  与 1 个  $-\text{OCH}_3$ ,其中  $-\text{CH}_2\text{OH}$  有两种化学环境的氢原子, $-\text{CH}_3$  有一种化学环境的氢原子,故当该有机物的核磁共振氢谱有三组峰时,其结构中含 2 个酚羟基和 2 个  $-\text{OCH}_3$ ,苯环上只有一种化学环境的氢原子,当两个酚羟基互



为邻位时有  两种结构,互为间位时

无法使苯环上只有一种化学环境的氢原子,互为对位时有

 两种结构,共四种结构。

(5) 分析目标合成产物  的结构,与题干路

线图 F→G 有相似之处,采取逆合成分析法,需要 ,

利用已知信息②原理, 可由  与氧气在银催化下经加热得到,关联本题中原料为环己烷,因此可以通过环己烷与  $\text{Cl}_2$  在光照下得到一氯环己烷,再消去得到环己烯,据此写出合成路线。