



## 附录

## 答案及解析



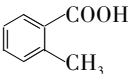
# 第1章 有机化合物的结构特点与研究方法

## 第1节 有机化合物的分类、命名与结构特点



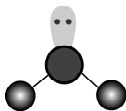
### 基础过关练

#### 1. C 必刷考点 ① 有机物的命名

【解析】 的系统命名为 2-甲基苯甲酸, **A 错误**; F

原子半径小于 C, 一氟乙烷的空间填充模型中氟原子的大小要小于碳原子, **B 错误**;  $\text{SO}_2$  中 S 的价层电子对数为 3, 孤电

子对数为 1, VSEPR 模型为平面三角形:



, **C 正**

确; 羟基的电子式为  $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$ , **D 错误**。

#### 易错警示

书写官能团(或其他基团)的电子式时, 必须标明单电子, 如羟基的电子式为“ $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ”, 不能写成“ $:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ”“ $\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ”或“ $[:\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$ ”。

#### 2. A 必刷考点 ② 化学“四同”判断

【解析】同位素是指质子数相同而中子数不相同的同种元素的不同种原子,  $^{16}\text{O}$  和  $^{18}\text{O}$ 、 $^{35}\text{Cl}$  和  $^{37}\text{Cl}$  分别互为同位素, **A 正确**; 同素异形体是指同种元素形成的不同种单质,  $\text{H}_2$ 、 $\text{D}_2$ 、 $\text{T}_2$  属于同种物质, **B 错误**; 同分异构体是指分子式相同而结构不同的化合物,

乙醇和乙醚分子式不同,  $\text{H}-\overset{\text{F}}{\underset{\text{Cl}}{\text{C}}}-\text{Cl}$  和  $\text{Cl}-\overset{\text{F}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{Cl}$  是同种

物质, **C 错误**; 同系物是指结构相似, 官能团种类、数目相同, 分子组成上相差一个或若干个  $\text{CH}_2$  原子团的化合物, 石油醚为轻质石油产品, 是相对分子质量较低的烷烃的混合物, 与乙醚不互为同系物, **D 错误**。

#### 易混辨析


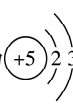
#### 化学“四同”判断

1. 同位素(研究对象为原子): 质子数相同、质量数和中子数不同的原子;
2. 同系物(研究对象为同一类有机物): 官能团的种类、个数都相同, 分子组成上相差 1 个或若干个  $\text{CH}_2$  原子团的有机物;
3. 同素异形体(研究对象为单质): 同种元素组成的不同单质;
4. 同分异构体: 分子式相同, 结构不同的化合物。


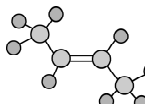
**3. A 必刷考点** ⊙ 有机物的分类、官能团的识别

【解析】胺是氨分子中氢原子被烃基取代的产物，胺类物质含有氨基，但氨基酸、多肽、蛋白质等物质中也含有氨基，因此含有氨基( $-\text{NH}_2$ )的物质不都属于胺类物质，**A 错误**；吡咯烷分子中含有 1 个氨基( $-\text{NH}-$ )，属于一元胺，**B 正确**；根据胺的定义可知：对苯二胺可看作是苯环上处于对位的 2 个 H 原子被 2 个 $-\text{NH}_2$  取代生成的物质，故其结构简式为  $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ ，**C 正确**；乙胺是乙基与氨基相连形成的化合物，其官能团为氨基，由于氨基( $-\text{NH}_2$ )的 N 原子上有孤电子对，因此可与盐酸中的  $\text{H}^+$  通过配位键结合，故可以反应生成氯化乙胺，**D 正确**。

**4. B 必刷考点** ⊙ 有机物的命名

【解析】 $\text{H}_2\text{O}_2$  是共价化合物，其电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ，**A 错误**；根据烯烃的系统命名法， 的化学名称是 3-甲基-2-戊烯，**B 正确**；同素异形体是同种元素形成的不同单质， $^{14}\text{CO}$ 、 $^{14}\text{CO}_2$  是化合物，不互为同素异形体，**C 错误**； $^{10}\text{B}$  的原子结构示意图为 ，**D 错误**。

**5. B 必刷考点** ⊙ 有机物的命名

【解析】 中双键在 2 号和 3 号碳原子上，甲基在 4 号碳原子上，其名称为 4-甲基-2-戊烯，**A 错误**；葡萄糖的分子式为  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，其实验式(最简式)为  $\text{CH}_2\text{O}$ ，**B 正确**； 为反-2-丁烯，**C 错误**；醛基的结构简式为  $-\text{CHO}$ ，丙醛的结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ ，**D 错误**。

**进阶突破练****6. B 必刷考点** ⊙ 有机物分子式判断

【解析】奥司他韦含有酯基，且疏水基烃基比较大，难溶于水，**A 正确**；根据结构简式可得分子式为  $\text{C}_{16}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}_4$ ，**B 错误**；分子中含有酯基、氨基、酰胺基、碳碳双键等官能团，可以发生加成、氧化、水解等反应，**C 正确**；连有 4 个单键的 C 原子、连有 2 个单键的 O 原子、连有 3 个单键的 N 原子的杂化类型均为  $\text{sp}^3$ ，**D 正确**。

**7. D 必刷考点** ⊙ 有机物的结构、碳原子的杂化方式、同分异构体

【解析】两种物质的分子式相同，但结构不同，两者互为同分异构体，**A 正确**；两种物质分子中均含有碳碳双键，均可以使酸性高锰酸钾溶液褪色，**B 正确**；X 分子中存在饱和碳原子和双键碳原子，碳原子的杂化方式有  $\text{sp}^3$ 、 $\text{sp}^2$  两种，**C 正确**；X、Y 所含碳碳双键两侧均不对称，与  $\text{HBr}$  发生加成反应均能

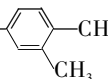


生成两种产物, **D** 错误。

**关键点拨** 碳碳单键(C—C)中碳原子杂化方式为  $sp^3$ 、碳碳双键(C=C)中碳原子杂化方式为  $sp^2$ 、碳碳三键(C≡C)中碳原子杂化方式为  $sp$ 。


### 8. A 必刷考点 ① 有机物的结构、有机物的命名

**【解析】** 丙烯的结构简式为  $CH_3CH=CH_2$ , 键线式为 , **A**

正确;  $H_3C$ -- $CH_3$  的名称为 1,2,4-三甲苯, **B** 错误; 氯

气分子中两个原子均满足 8 电子稳定结构, 电子式为

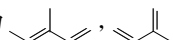
$:\ddot{Cl}:\ddot{Cl}:$ , **C** 错误; 异戊烷分子的结构简式为  $CH_3CH_2CH(CH_3)_2$ ,

球棍模型为 , 图示为正戊烷的球棍模型, **D**

错误。

**关键点拨** 利用键线式表示有机物的结构时, 官能团不能省略。

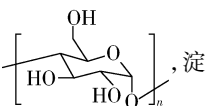
### 9. C 必刷考点 ② 有机物的结构特点、根据有机物的名称书写结构简式

**【解析】** 3-甲基-1,3-戊二烯的键线式为 ,

中含有碳碳双键的最长碳链只有四个碳原子, **A** 错误;  $P_4$  中 P

原子位于正四面体结构的四个顶角, 因此键角大小为  $60^\circ$ , **B**

错误; 甲酸甲酯是由甲酸和甲醇发生酯化反应而得, 结构简

式为  $HCOOCH_3$ , **C** 正确; 淀粉的结构为 , 淀

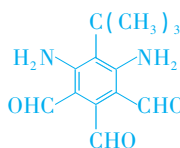
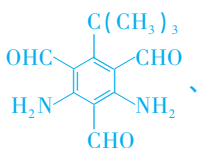
粉的分子式为  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , **D** 错误。

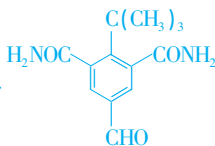
### 10. (1) 4-氯苯甲醛 浓硫酸, 加热

(2) 防止  $H_3C-C(=O)-N$  中的  $\text{NH}$  与 B 中  $-COOH$  结合 (保

护羧基) 

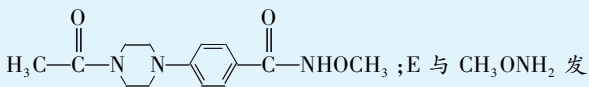
$H_3C-C(=O)-N$  羧基、酰胺基

(3)  ( ,

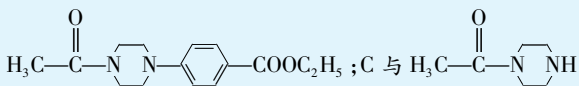
、 也可, 合理即可)

(4)  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{MgBr}$  4**必刷知识** ① 常见官能团名称、同分异构体**思路分析**

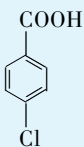
题给路线中已知 G 的结构, 由 F 与  $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{MgBr}$  发生已知信息的反应生成 G, 可推出 F 为



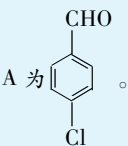
$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ \diagdown \diagup \end{array} \text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ; 根据 D 生成 E 的条件可推测 D 中含有酯基, 对比 E、D 的分子式, 可知 D 为



反应生成 D, 结合 C 的分子式, 可知 C 为  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOC}_2\text{H}_5$ ; B 与乙醇发生反应生成 C, 结合 B 的分子式, 可知 B 为



; A 发生氧化反应生成 B, 结合 A 的分子式, 可知



**【解析】**(1) A 的结构简式为  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ , 系统命名为 4-氯苯甲

醛; B→C 发生的是羧基和羟基的酯化反应, 反应条件为浓硫酸、加热。

(2) B→C 的反应先让羧基发生酯化反应, 而 D→E 又发生酯基的水解反应, 说明 B→C 的目的为防止

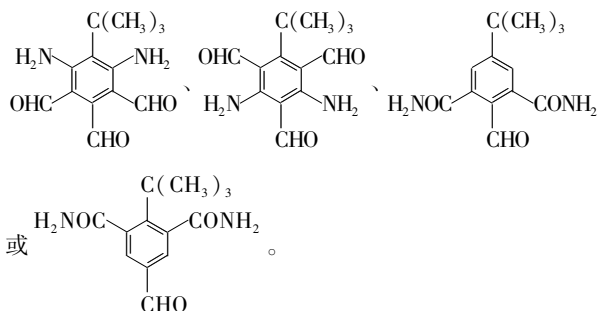
$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ \diagdown \diagup \end{array} \text{NH}$  中的  $\text{NH}$  与 B 中  $-\text{COOH}$  结合 (保护羧基); C→D 的反应为取代反应, 同时会生成 HCl, 化学方

程式为  $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ \diagdown \diagup \end{array} \text{NH} \longrightarrow$

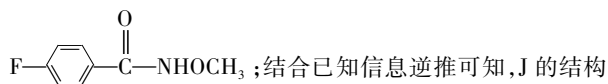
$\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \diagdown \\ \diagdown \diagup \end{array} \text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{HCl}$ ; 结合 E 的结构简式可知, 含氧官能团名称为羧基、酰胺基。



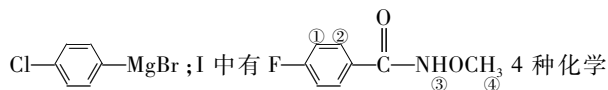
(3) E 的结构简式为  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}(\text{CH}_2)_2-\text{N}(\text{CH}_2)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ , ①含苯环, 除了苯环外还剩余 7 个碳原子、3 个氧原子、2 个氮原子、3 个不饱和度, ②有四种不同化学环境的 H 且个数比为 1:2:4:9, 说明含有一  $\text{C}(\text{CH}_3)_3$  的结构, ③能发生银镜反应, 说明含有醛基, 满足条件的结构简式为



(4) H 的分子式为  $\text{C}_7\text{H}_5\text{FO}_2$ , 结合  $\text{E} \rightarrow \text{F}$  的反应, H 与  $\text{CH}_3\text{ONH}_2$  中氨基发生取代反应生成 I, 则 H 的结构简式为  $\text{F}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ , I 的结构简式为



简式为  $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}(\text{CH}_2)_2-\text{N}(\text{CH}_2)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{MgBr}$ , 则试剂 M 为



环境的氢原子。

## 真题风向练

### 11. B 必刷考点<sup>①</sup>化学用语

【解析】反式结构是指相同的原子或原子团位于双键的两

侧, 反-1, 2-二氟乙烯的结构式为  $\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{F} \end{array}$ , A 错误;

$\text{CH}_2\text{Cl}_2$  中中心原子 C 原子价层电子对数为  $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 1 \times 2 -$

$1 \times 2) = 4$ , 无孤电子对, 空间结构为四面体形, 题给  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  球棍模型正确, B 正确; 基态 S 原子的价电子轨道表示式为

$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ , 题给轨道表示式违反了洪特规则, C 错误;

$\text{CsCl}$  为离子化合物, 其电子式应为  $\text{Cs}^+[\text{:}\ddot{\text{Cl}}\text{:}]^-$ , D 错误。

### 12. (1) 羰基 醚键 羧基 (2) 羟基

(3) 羟基 醛基 (4) 硝基 (酚) 羟基 (5) 醚键、酯基

必刷考点<sup>②</sup>有机物官能团的识别

### 13. (1) 1, 2-二甲基苯 (邻二甲苯)

(2) 邻甲基苯甲酸

必刷考点<sup>③</sup>有机物的命名

## 第2节 研究有机化合物的一般方法



### 基础过关练

#### 1. B 必刷知识 ⊙有机物结构式的确定

【解析】通过质谱中的质荷比的数值可以确定有机化合物的相对分子质量, **A 正确**; 通过有机物的红外光谱图可以获得分子中所含化学键和官能团的信息, 不能确定分子式, **B 错误**; 通过紫外光谱可以测知有机物所含的共轭结构, **C 正确**; 核磁共振氢谱吸收峰的数目等于有机物分子中 H 原子种类数, H 原子数目之比等于对应峰的面积之比, 可以推知有机物分子中有几种不同化学环境的氢原子及它们的数目, **D 正确**。

**关键点拨** 红外光谱主要用于确定化学键和官能团, 质谱法测定相对分子质量。

#### 2. D 必刷考点 ⊙有机物除杂

【解析】碳酸钠可与乙酸发生反应生成可溶于水而难溶于乙酸乙酯的物质乙酸钠, 且乙酸乙酯在饱和碳酸钠溶液中溶解度较低, 可通过分液进行分离, **A 正确**; 水与 CaO 反应生成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 与乙醇的沸点差异增大, 再经过蒸馏可分离出乙醇, **B 正确**;

**突破口**

溴与 NaOH 溶液反应生成可溶于水而难溶于溴苯的盐, 与溴苯分层, 可通过分液进行分离, **C 正确**; 苯中混有苯酚, 不能用溴水除杂, 因为多余的溴会在苯中溶解, 溴与苯酚反应生成的三溴苯酚也会在苯中溶解, 通过过滤无法进行分离, **D 错误**。

#### 方法总结 有机物的提纯方法

混合物(括号内为杂质)	试剂	分离方法	主要仪器
甲烷(乙烯)	溴水	洗气	洗气瓶
苯(乙苯)	酸性高锰酸钾溶液、NaOH 溶液	分液	分液漏斗
乙醇(水)	CaO	蒸馏	蒸馏烧瓶、冷凝管
溴乙烷(乙醇)	水	分液	分液漏斗
乙醇(酸)	CaO	蒸馏	蒸馏烧瓶、冷凝管
硝基苯( $\text{NO}_2$ )	NaOH 溶液	分液	分液漏斗
苯(苯酚)	NaOH 溶液	分液	分液漏斗
酯(酸)	饱和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液	分液	分液漏斗

#### 3. D 必刷考点 ⊙红外光谱法、元素分析和质谱法、核磁共振氢谱法、X 射线衍射法的应用

【解析】测分子的相对分子质量需用质谱法, **A 错误**; 红外光谱仪可检测结构中存在的化学键和官能团, 故用红外光谱法



可验证该分子中含有碳碳双键、羟基, **B 错误**;核磁共振氢谱仪可测定分子中氢原子的类型,不可测定分子中是否含有过氧基, **C 错误**;用 X 射线衍射法测定分子的空间结构,可确定手性碳 4 个价键的空间位置关系, **D 正确**。

**关键点拨** X 射线衍射图:经过计算可获得分子结构的有关数据,如键长、键角等,用于有机化合物晶体结构的测定。

#### 4. C 必刷考点 ①质谱法、核磁共振氢谱确定有机物的结构

**【解析】**A 经元素分析仪测得只含碳、氢、氮 3 种元素,红外光谱显示 A 分子中有碳氮三键,最大质荷比为 53,则相对分子质量为 53,核磁共振氢谱有 2 组峰,有 2 种氢,则结构简式为  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$ 。 $\text{CN}^+$  的相对质量为 26,质荷比为 26 的峰可能为  $\text{CN}^+$  的信号,故 **A 正确**;  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$  在一定条件下能发生水解反应生成  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ , 故 **B 正确**;  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$  含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,故 **C 错误**;  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CN}$  含有碳碳双键,能发生加聚反应,故 **D 正确**。

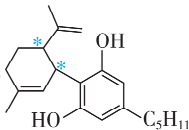


### 进阶突破练

#### 5. B 必刷考点 ①有机物结构分析

**【解析】**有机物 X 分子中,含有 21 个 C 原子、2 个 O 原子,不饱和度为 7,则分子中含 H 原子数目为  $21 \times 2 + 2 - 7 \times 2 = 30$ ,分

子式为  $\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_2$ , **A 正确**;



中,带“\*”的碳

原子为手性碳原子,不能确定  $-\text{C}_5\text{H}_{11}$  中是否含手性碳原子,则 X 分子中至少含有 2 个手性碳原子, **B 错误**;X 分子中,碳碳双键能与  $\text{Br}_2$  发生加成反应(1 mol 碳碳双键消耗 1 mol  $\text{Br}_2$ ),酚羟基邻、对位上的氢原子能被溴取代(1 mol 氢原子消耗 1 mol  $\text{Br}_2$ ),则与溴水反应时 1 mol X 最多消耗 4 mol  $\text{Br}_2$ , **C 正确**;若核磁共振氢谱显示  $-\text{C}_5\text{H}_{11}$  结构中有 2 种氢,则  $-\text{C}_5\text{H}_{11}$  的结构简式为  $-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$ ,所以 X 中有 5 个甲基, **D 正确**。

**易错警示** 苯环上的碳原子和形成碳碳双键、碳碳三键的碳原子一定不可能为手性碳原子。

#### 6. A 必刷考点 ①有机物的分离提纯

**【解析】**由题给流程可知,甲苯与稀硫酸、三氧化二锰发生氧化还原反应生成苯甲醛,通过操作 I 得到硫酸锰晶体和滤液,则操作 I 包含过滤,操作 II 后得到含有硫酸的水相和含有苯甲醛的有机相,则操作 II 为分液,操作 III 可分离有机相中的甲苯和苯甲醛,则操作 III 为蒸馏。苯甲醛具有还原性,蒸发浓缩时易被空气中氧气氧化,结合分析可知,操作 I 可初步分离部分生成的  $\text{MnSO}_4$ ,则操作 I 为冷却结晶、过滤, **A**



错误;操作Ⅲ为蒸馏,使用的玻璃仪器中有直形冷凝管,**B 正确**;由分析可知,操作Ⅰ是冷却结晶、过滤,操作Ⅱ是分液,操作Ⅲ是蒸馏,均利用物理性质进行物质分离,**C 正确**;操作Ⅱ得到的水相中含有硫酸,操作Ⅲ得到甲苯,可在“氧化”流程中循环利用,**D 正确**。

**易错警示** 斜放的冷凝管一定不能用球形冷凝管,应该用直形冷凝管。

## 7. B 必刷考点 ①有机物的分离提纯

**思路分析** 由题给流程可知,向溴、溴苯、环己胺的混合溶液中加入浓氢氧化钠溶液, $\text{Br}_2$ 与氢氧化钠溶液发生反应: $3\text{Br}_2 + 6\text{NaOH} \longrightarrow 5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,分液后得水相2和有机相1,向水相2中加入45%硫酸,发生反应: $5\text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Br}_2$ ,用 $\text{CCl}_4$ 萃取水相3得到c(溴的四氯化碳溶液);有机相1中含有溴苯与环己胺,加入盐酸,环己胺与盐酸反应生成盐类物质溶于水中,通过分液得到a(溴苯),环己胺与盐酸反应生成的盐类物质再与氢氧化钠反应生成环己胺,通过分液得到b(环己胺)。

**【解析】**根据分析,溴、溴苯、环己胺依次由c、a、b得到,故**A 错误**;获取粗品a、b采用的操作方法均为分液,故**B 正确**;b是分液后得到的环己胺的纯净物,c是 $\text{CCl}_4$ 萃取溴水得到的溴的四氯化碳溶液,只有c是两相混合体系,故**C 错误**;题述过程中,有元素化合价发生变化,如混合物中溴单质与氢氧化钠的反应,因此发生了氧化还原反应,故**D 错误**。

## 8. A 必刷考点 ①有机物的分离

**【解析】**苯甲醛和 $\text{KOH}$ 溶液反应后的混合液中主要是生成的苯甲醇和苯甲酸钾,加甲基叔丁基醚萃取、分液后,苯甲醇留在有机层中,加水洗涤、加硫酸镁干燥、过滤,再用蒸馏的方法将苯甲醇分离出来;而萃取、分液后所得水层溶质主要是苯甲酸钾,要加酸将其转化为苯甲酸,然后经过结晶、过滤、洗涤、干燥得苯甲酸。乙醇与水互溶,“萃取”过程的萃取剂不可以选择乙醇,故**A 错误**;甲基叔丁基醚的密度为 $0.74 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,密度比水小,所以要从分液漏斗上口倒出,故**B 正确**;“操作X”是将苯甲醇从有机物中分离出来,可以利用沸点不同用蒸馏的方法将其分离出来,“试剂Y”的作用是将苯甲酸钾转化为苯甲酸,所以可选用盐酸,故**C 正确**;苯甲酸的溶解度受温度影响比较明显,实验所得的苯甲酸粗产品,可以利用重结晶进一步提纯,故**D 正确**。

## 9. (1) 球形冷凝管

(2) 分离出水,使反应正向进行,提高反应物转化率(或利用率)

(3) a (4)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$

(5) 除去有机相中残留的碱及盐

(6) 正丁醇与水形成分子间氢键 (7) 35.5%

**必刷考点** ①有机物的分离与提纯





【解析】(1) 仪器 a 的名称是球形冷凝管。

(2) 分水器的主要作用是分离出水,使反应正向进行,提高反应物转化率(或利用率)。

(3) 步骤 i 中,浓硫酸稀释会放出大量的热,为使浓硫酸与正丁醇混合均匀,应分批加入浓硫酸,每次加入都充分振荡,选 a。

(4) 主要伴随的有机副反应为正丁醇的分子内脱水,生成 1-丁烯,其结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

(5) NaOH 溶液会和酸反应生成盐和水,15 mL 水洗的目的是除去有机相中残留的碱及盐。

(6) 正丁醇与水可以形成共沸物,其主要原因是正丁醇与水形成分子间氢键。

(7) 正丁醇加入 31 mL,密度为  $0.81 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ,正丁醇摩尔质量  $M=74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,得质量为  $31 \text{ mL} \times 0.81 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 25.11 \text{ g}$ ,

物质的量为  $\frac{25.11 \text{ g}}{74 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.34 \text{ mol}$ ,根据关系式可知正丁醚的

理论产量约为 0.17 mol,正丁醚摩尔质量  $M=130 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,故理

论质量约为 22.1 g,产量为 7.84 g,正丁醚的产率为  $\frac{7.84 \text{ g}}{22.1 \text{ g}} \times$

$100\% \approx 35.5\%$ 。

## 真题风向练

### 10. D 必刷考点 ①现代化学技术在文物研究中的应用

【解析】 $^{14}\text{C}$  断代法是一种利用放射性同位素  $^{14}\text{C}$  衰变规律测定含碳物质年代的技术,可用于测定竹筒年代, A 不符合题意; X 射线与晶体中的电子相互作用产生衍射现象,获得衍射图后经计算可获得晶体结构的有关信息,故 X 射线衍射法可用于分析玉器的晶体结构, B 不符合题意;原子光谱法可以测定元素种类, C 不符合题意;红外光谱法可用于获得有机分子中所含有的化学键或官能团的信息,测定有机分子的相对分子质量应采用质谱法, D 符合题意。

## 专题 1 有机物中原子共线、共面的判断



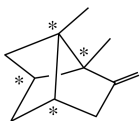
### 进阶突破练

#### 1. B 必刷考点 ①有机物原子共平面判断、官能团种类

【解析】分子中含有甲基,甲基上的碳原子为饱和碳原子,与其相连的四个原子形成四面体结构,故所有原子不可能共平面,故 A 正确;分子中含有酯基、碳碳双键、酮羰基 3 种官能团,故 B 错误;分子中有饱和碳原子和双键碳原子,饱和碳原子采用  $\text{sp}^3$  杂化,双键碳原子采用  $\text{sp}^2$  杂化,故 C 正确;分子中含有碳碳双键,能使溴的四氯化碳溶液褪色,故 D 正确。

#### 2. B 必刷考点 ①同分异构体、手性碳原子判断、原子共面

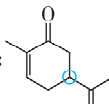
【解析】M 和 N 的分子式均为  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}$ ,互为同分异构体, A 正确;手性碳原子是指连接 4 个不同的原子或基团的饱和碳原子, N 中有 4 个手性碳原子,如图(用 \* 标记):



O, B 错误; M 与  $\text{H}_2$  的加成反应中碳氧  $\pi$  键打

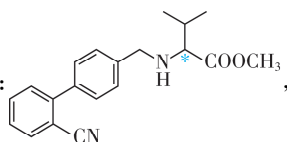


开,生成 $-OH$ ,羟基邻位碳上有H原子,产物可发生消去反

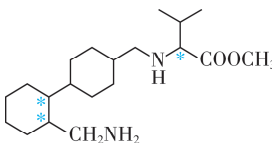
应,**C 正确**;如图:,M 中圈出的C 与其所连接的三个C 不可能共面,**D 正确**。

### 3. D 必刷考点 ①有机物原子共平面判断、反应类型

【解析】该分子中含有与其他三个碳原子相连的饱和碳原子,因此所有碳原子不可能共平面,故**A 错误**;如图(标\*原子为

手性碳原子,下同):,该化合物

中存在1个手性碳原子,结构不对称,存在对映异构体,故**B 错误**;该物质与足量氢气加成之后的产物为

,共有3个手性碳原子,故**C 错**


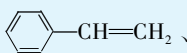

误;该物质中含有苯环、甲基等结构,均可以发生取代反应,该物质可以燃烧,发生的是氧化反应,含有苯环等结构,可以发生加成反应,含有的酯基可以发生水解反应,故**D 正确**。

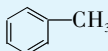
### 4. A 必刷考点 ②原子共面、反应类型、有机物性质

【解析】有机物M 中苯环上的碳原子及与苯环上的碳原子直接相连的原子处于同一平面,羧基、羰基中存在双键,双键上的原子及与其直接相连的原子处于同一平面,同时单键可以旋转,该分子中苯环上的6个碳原子、与苯环相连的3个H原子、羧基中的4个原子、羟基上的2个原子、羰基中的2个原子、乙基上的2个C原子以及乙基上甲基的1个H原子均可共面,处于同一平面的原子最多为20个,**A 错误**;M 中含有羧基和酚羟基,能与NaOH 溶液发生反应,**B 正确**;根据M 的结构可知,其分子式为 $C_{10}H_{10}O_4$ ,**C 正确**;M 中含有苯环、酮羰基,能发生加成反应,含有羧基、酚羟基、乙基,能发生取代反应,**D 正确**。

### 方法技巧 判定有机化合物分子中原子共线、共面的基本方法

(1)若在分子结构中有一个饱和碳原子,则该分子中所有原子不可能共面。

(2)若两个平面结构通过一个单键连接,则两平面的所有原子可能共面。在中学所学的有机化合物中,所有原子能够共面的有 $CH_2=CH_2$ 、 $CH\equiv CH$ 、、、 $CH_2=CH-CH=CH_2$ 、、 $CH_2=CH-C\equiv CH$ 、甲醛等。

(3)分子中所有C原子共面。

### 5. B 必刷考点 ②原子共面、官能团

【解析】M 中含有羟基和酯基两种官能团,**A 错误**;苯为平面形分子,苯环上碳原子及与苯环直接相连的碳原子共平面,

**关键点**



则分子中至少有 11 个碳原子共面, **B 正确**; 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, **C 错误**; M 中不含酚羟基, 不能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应, **D 错误**。

#### 6. C 必刷考点 ① 有机物结构分析

**【解析】**X 中苯环上的碳原子和碳氮双键上的碳原子采取  $\text{sp}^2$  杂化, 甲基上的碳原子采取  $\text{sp}^3$  杂化, **A 正确**; X 和 Y 分子式相同, 而结构不相同, 互为同分异构体, **B 正确**; 苯环及与苯环直接相连的原子共平面, 即 12 个原子共平面, 单键可旋转, 若硝基和  $-\text{CONH}_2$  中所有原子均共平面, 则 Y 中最多有 19 个原子共平面, **C 错误**; Y 中的官能团有酰胺基、硝基、碳溴键, **D 正确**。

#### 7. B 必刷考点 ① 有机物原子共平面判断、有机物种类及性质

**【解析】**由结构简式可知, Y 中有氧元素, 不属于芳香烃, 故 **A 错误**; M 中含有苯环, 苯环中的所有碳原子及其所连原子共面, 甲基中的碳原子可以通过碳碳单键旋转至和苯环共面, 故 **B 正确**; 没有指明 X 的物质的量, 无法计算最多与其加成的氢气的物质的量, 故 **C 错误**; Z 的分子中含有 14 个碳原子, 故 **D 错误**。

#### 刷有所得 判断分子共线、共面原子数目的技巧

(1) 审题题目要求: 题目要求中常用“可能”“一定”“最多”“最少”“所有原子”“碳原子”等限制条件。

(2) 单键的旋转: 通过单键连接的原子或原子团可绕键轴旋转。

(3) 恰当拆分复杂分子: 观察复杂分子的结构, 先找出类似于甲烷、乙烯、乙炔和苯分子的结构, 再将对应的空间结构及键的旋转等知识进行迁移即可解决有关原子共面、共线的问题。

#### 8. B 必刷考点 ① 有机物原子共平面的判断、加聚反应

**【解析】**由高分子 M 逆推, 可知 B 是  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCH}_3$ 、C 是

$\text{HC}=\text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}$ , 乙炔和 a 反应生成  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCH}_3$ , 则 a 是

$\text{CH}_3\text{OH}$ 。B 是  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCH}_3$ , 化合物 B 中含有甲基, 所有原子不可能共平面, 故 **A 错误**; C 是  $\text{HC}=\text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}$ , C 结构对称, 只有 1 种等效氢, 化合物 C 的核磁共振氢谱有一组峰, 故 **B 正**

**确**;  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OCH}_3$  与  $\text{HC}=\text{CH}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}=\text{CH}$  反应生成 M 的聚合反应是加聚反应, 故 **C 错误**; 除醇类物质以外, B 的同分异构体还有  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$  等, 故 **D 错误**。



## 真题风向练

**9. B 必刷考点** ①有机物的结构与性质, 涉及手性碳原子、碳原子共平面、官能团性质等

**【解析】**手性碳原子是指连接四个各不相同的原子或原子团的饱和碳原子, 该分子中手性碳原子只有 1 个, 即连接羟基的碳原子, **A 正确**; 该分子中存在多个  $sp^3$  杂化的饱和碳原子, 四个杂化轨道呈四面体构型, 故位于四面体中心及顶点的 5 个原子中最多只有 3 个共平面, 该分子中的手性碳原子连接了 3 个碳原子, 故所有碳原子不可能共平面, **B 错误**; 该分子中羟基所连碳原子的邻位碳原子上有氢原子 (即  $\beta$ -H), 故可以在一定条件下发生消去反应, **C 正确**; 该分子含碳碳双键, 可以与溴发生加成反应使溴的四氯化碳溶液褪色, **D 正确**。

## 第 1 章 ▶ 真题综合训练

**1. B 必刷考点** ①化学用语

**【解析】** $Ca^{2+}$ 、 $Cl^-$  最外层均为 8 个电子且位于 3s、3p 轨道, **A 正确**;  $PH_3$  中 P 原子最外层有 5 个电子, 有 2 个电子未参与

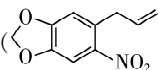
**易错点**

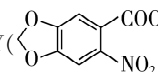
成键, 电子式应为  $\begin{array}{c} H \times \ddot{P} \times H \\ \times \\ H \end{array}$ , **B 错误**; 对比结构简式, 1-戊烯的分子结构模型正确, **C 正确**;  $^{12}_6C$ 、 $^{13}_6C$  和  $^{14}_6C$  的质子数相同, 中子数不同, 互为同位素, **D 正确**。

**易错警示**

书写电子式时, 注意不要遗漏未参与成键的电子, 可使用八电子规则进行简单判断。

**2. A 必刷考点** ①有机物原子共平面的判断、有机物性质

**【解析】**1 个 X () 分子中含有 2 个醚键、1 个碳碳

双键、1 个硝基, 共 4 个官能团, 1 个 Y () 分子中

含有 2 个醚键、1 个羧基、1 个硝基, 共 4 个官能团, 数量相等, **A 正确**; X 分子中含有碳碳双键, 可以发生加聚反应, Y 分子中的几种官能团均不能发生加聚反应, **B 错误**; 根据 X、Y 的结构可知, X、Y 分子中均含有  $sp^3$  杂化的碳原子, 因此二者均不可能所有原子共面, **C 错误**; Y 分子中含有羧基, 在水溶液中具有酸性, 可与碱性溶液发生中和反应, 而 X 分子中不含亲水基团且几种官能团均不能与碱发生反应, 不溶于碱性水溶液, **D 错误**。

**3. A 必刷考点** ①有机物研究的一般方法

**【解析】**溴乙烷的密度大于水的密度, 且能萃取溴水中的溴, 因此溴乙烷与浓溴水混合后下层呈橙红色、上层接近无色, 乙醛具有还原性, 能与溴水发生氧化还原反应使溴水褪色, 苯酚与浓溴水反应会生成白色的 2,4,6-三溴苯酚沉淀, 三者的现象不同, 可以鉴别, **A 正确**; 红外光谱用于确定有机物中化学键或官能团, 确定有机物的元素组成应使用元素分析仪, **B 错误**; 质谱法只能确定有机物的相对分子质量, 不能确

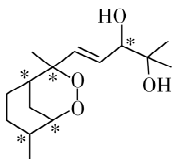
**易错点**



定其化学式,例如相对分子质量为 72 的有机物分子式可能为  $C_5H_{12}$ 、 $C_4H_8O$  等, **C 错误**;麦芽糖是还原糖,无论麦芽糖是否发生水解,在碱性条件下都能与新制  $Cu(OH)_2$  反应生成砖红色沉淀, **D 错误**。

**4. B 必刷考点** ①有机化学基础,涉及手性碳、红外光谱等

【解析】手性碳是指连有 4 个不同原子或原子团的饱和碳原子,由此可知鹰爪甲素分子中有 5 个手性碳,用 \* 标记如图:



OH, **A 正确**;鹰爪甲素分子中存在过氧键,受热

不稳定, **B 错误**;该有机物的不饱和度为 3,而苯环的不饱和

**关键点**

度为 4,互为同分异构体的化合物的不饱和度相同,故该有机物同分异构体的结构中不可能含有苯环, **C 正确**;该分子含有官能团—OH,故红外光谱中会出现  $3\ 000\ cm^{-1}$  以上的吸收峰, **D 正确**。

**5. D 必刷考点** ①研究有机物的一般方法、醇的性质

【解析】根据质谱图的最大质荷比可知,有机物 A 的相对分子质量为 60,根据核磁共振氢谱图可知该有机物分子中不同化学环境的氢原子有 4 种,且个数比为 1:2:2:3,该有机物只含

**易错点**

C、H、O 3 种元素且没有醚键,综上所述,其结构简式为  $CH_3CH_2CH_2OH$ 。A 属于醇,不能发生水解反应, **A 错误**;A 不能与  $NaHCO_3$  反应, **B 错误**;A 被氧化后可生成丙醛,不能生成丙酮, **C 错误**;A 可与 Na 反应生成氢气, **D 正确**。

**6. D 必刷考点** ①有机物的结构与性质,涉及原子共面、官能团的性质

【解析】X 分子中环上的碳原子除酮羰基中的碳原子外,均为饱和碳原子,饱和碳原子采用  $sp^3$  杂化,故 X 分子中所

**关键点**

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**。

**7. D 必刷考点** ①有机物的结构与性质,涉及手性碳原子、杂化方式、官能团识别等

【解析】K 中环上碳原子均为  $sp^2$  杂化,饱和碳原子均为甲基碳原子,所以不含手性碳原子, **A 错误**;M 中甲基碳原子为  $sp^3$  杂化, **B 错误**;K 中的酚羟基不能与  $NaHCO_3$  溶液反应, K 中不

**易错点**

含能与  $NaHCO_3$  溶液反应的官能团, M 中羧基可与  $NaHCO_3$  溶液反应, **C 错误**;K、M 中共有羟基、醚键、羰基、羧基四种含氧官能团, **D 正确**。

**8. B 必刷题型** ①分子的结构与性质

【解析】手性碳原子是指与 4 个互不相同的原子或原子团直



接相连的饱和碳原子, 闭环螺吡喃分子中有 1 个手性碳原子 (与 N、O 相连的碳原子), 存在手性异构体, 有手性, 开环螺吡喃分子中没有手性碳原子, 也不存在手性异构体, 没有手性, **A 错误**; 根据两者的结构简式, 可知它们的分子式相同, 结构不同, 互为同分异构体, **B 正确**; 闭环螺吡喃分子中 N 原子通过 5 个价电子形成 3 个单键, 还有 1 个孤电子对, 杂化方式为  $sp^3$  杂化, 而开环螺吡喃分子中 N 原子失去 1 个价电子, 形成 2 个单键和 1 个双键, 无孤电子对, 杂化方式为  $sp^2$  杂化, 两者 N 原子的杂化方式不同, **C 错误**; 由题给结构可知

**关键点**

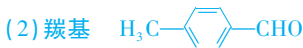
开环螺吡喃中存在分子内得失电子形成的正电和负电中心, 则开环螺吡喃分子的极性 strong 于闭环螺吡喃, 根据相似相溶原理, 开环螺吡喃亲水性更好, **D 错误**。

**关键点拨** 比较物质的亲水性, 一般从两方面入手: ①能与水形成分子间氢键的物质, 亲水性较好; ②水为极性分子, 根据相似相溶原理, 分子极性强的物质一般比分子极性弱的物质亲水性更好。

### 9. C 必刷考点 ①研究有机化合物的一般方法

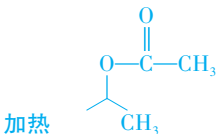
**【解析】**青蒿素可溶于有机溶剂, 可以通过萃取法提取, **A 正确**; X 射线衍射可用于测定晶体的结构, **B 正确**; 相对分子质量应用质谱法测定, **C 错误**; 红外光谱可用于推测分子中的官能团, **D 正确**。

### 10. (1) $C_8H_8$ 苯乙烯

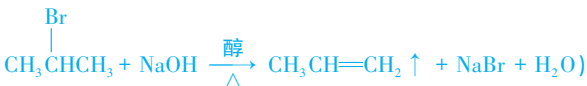
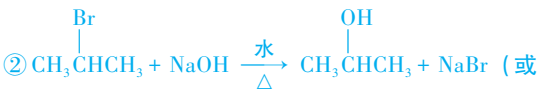
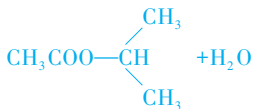
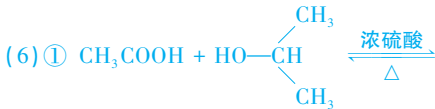


(3) ACD

(4) ①  $H_2$ /催化剂, 加热 加成反应 ②  $CH_3COOH$ /浓硫酸,



(其他答案合理即可)



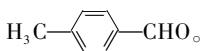
**必刷考点** ①有机合成与推断, 涉及有机物的结构与命名、同分异构体、官能团的性质、合成路线设计等

**【解析】**(1) 由化合物 I 的结构知其分子式为  $C_8H_8$ , 名称为



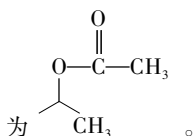
苯乙烯。


(2) 化合物Ⅱ中含氧官能团的名称为羰基;其同分异构体含有苯环,能发生银镜反应,说明含有醛基,且核磁共振氢谱图中只有 4 组峰,说明在醛基的对位存在甲基,所以其结构简式为




(3) 化合物Ⅰ到Ⅱ的转化中,碳碳双键断裂,碳氧双键形成,所以有  $\pi$  键的断裂与形成, **A 正确**;葡萄糖到葡萄糖酸内酯的转化中,葡萄糖被氧化成葡萄糖酸之后与自身羟基成酯, **B 错误**;葡萄糖为五羟基醛,可与水形成分子间氢键,所以易溶于水, **C 正确**;化合物Ⅱ中羰基碳原子与氧原子均为  $\text{sp}^2$  杂化,化合物Ⅲ中羟基中氧原子及羟基所连碳原子均为  $\text{sp}^3$  杂化,且羟基所连碳原子为手性碳原子, **D 正确**。

(4) ①题图所示新结构由苯环加氢得到,所需试剂及条件为  $\text{H}_2$ /催化剂,加热,反应类型为加成反应;②取代反应可以发生在羟基上,也可以发生在苯环或烃基上,若在羟基上可发生酯化反应,其条件为  $\text{CH}_3\text{COOH}$ /浓硫酸,加热,反应形成的新结构




(5) ①若反应物之一为非极性分子( $\text{H}_2$ ),则反应为  +

$\text{H}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$  , 所以另一反应物为丙酮,结构简式为

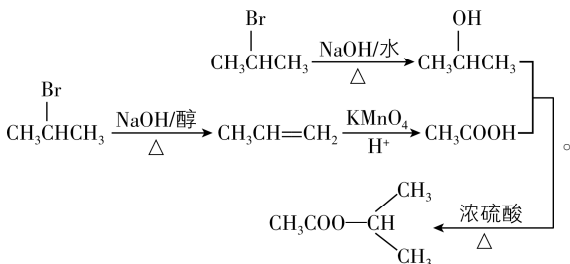


;②若反应物之一为 V 形结构分子( $\text{H}_2\text{O}$ ),则反应

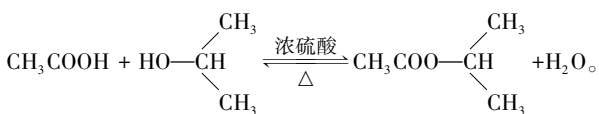
为  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$  , 所以另一反应

物为丙烯,结构简式为  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

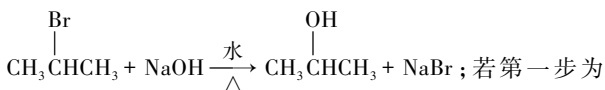
(6) 乙酸异丙酯可由乙酸和异丙醇发生酯化反应得到,以 2-溴丙烷为唯一有机原料,设计合成路线为



①最后一步为乙酸与异丙醇的酯化反应,化学方程式为



②若第一步为合成异丙醇的反应, 化学方程式为



合成丙烯的反应, 化学方程式为  $\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{Br}}{\text{CH}}}\text{CH}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{醇}} \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 \uparrow + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}。$