

第十二章

有机化学基础

第1课时 有机化合物概述

课标要求

1. 能根据有机化合物的元素含量、相对分子质量确定有机化合物的分子式。
2. 了解常见有机化合物的结构,了解有机化合物分子中的官能团,能正确地表示它们的结构。
3. 了解确定有机化合物结构的化学方法和物理方法(如质谱、红外光谱、核磁共振氢谱等)。
4. 能正确书写有机化合物的同分异构体(不包括手性异构体)。
5. 能够正确命名简单的有机化合物。
6. 了解有机分子中官能团之间的相互影响。

考点一 有机物的分类和命名

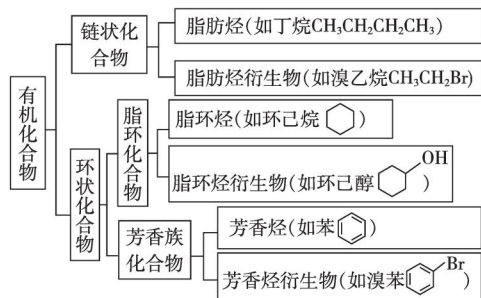
必备知识 整合

1. 根据元素组成分类

有机化合物 (依据:是否含有 C、H 以外的元素)

- 烃:烷烃、烯烃、炔烃、苯及其同系物等
- 烃的衍生物:卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、羧酸、酯等

2. 按碳的骨架分类



3. 按官能团分类

(1) 官能团:决定化合物特殊性质的_____。

(2) 有机物的主要类别、官能团和典型代表物

类别	官能团	典型代表物
烷烃		甲烷 CH_4
烯烃	$\text{C}=\text{C}$ (碳碳双键)	乙烯 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
炔烃	$\text{—C}\equiv\text{C—}$ (碳碳三键)	乙炔 $\text{HC}\equiv\text{CH}$
芳香烃		苯

续表

类别	官能团	典型代表物
卤代烃	—X (卤素原子/ 碳卤键)	溴乙烷 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$
醇		乙醇 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
酚	—OH (羟基)	苯酚
醚	—C—O—C— (醚键)	乙醚 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$
醛	—C(=O)—H (醛基)	乙醛 CH_3CHO
酮	—C(=O)— (酮/羰基)	丙酮 CH_3COCH_3
羧酸	—C(=O)—OH (羧基)	乙酸 CH_3COOH
酯	—C(=O)—O—R (酯基)	乙酸乙酯 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
氨基酸	—NH_2 (氨基) —COOH (羧基)	甘氨酸
胺	—NH_2 (氨基)	甲胺 CH_3NH_2

续 表

类别	官能团	典型代表物
酰胺	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{NH}_2 \\ \text{(酰胺基)} \end{array}$	乙酰胺 CH_3CONH_2

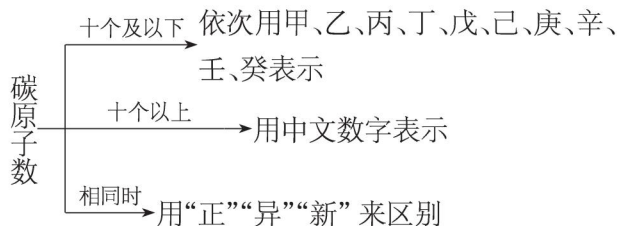
微点拨 (1) 官能团的书写必须注意规范性, 常出现的错误有把“ $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \end{array}$ ”错写成“ $\text{C}=\text{C}$ ”, 把“ $-\text{CHO}$ ”错写成“ $\text{CHO}-$ ”或“ $-\text{COH}$ ”。

(2) 醇类和酚类物质的官能团都是羟基($-\text{OH}$), 两者的差别是羟基是否直接连在苯环上, 羟基直接连在苯环上的是酚类, 羟基直接连在饱和碳原子上的为醇类。

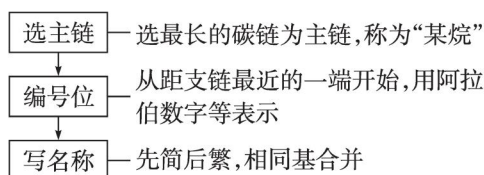
(3) 含醛基的物质不一定为醛类, 如 HCOOH 、 HCOOCH_3 、葡萄糖等。

4. 烷烃的命名

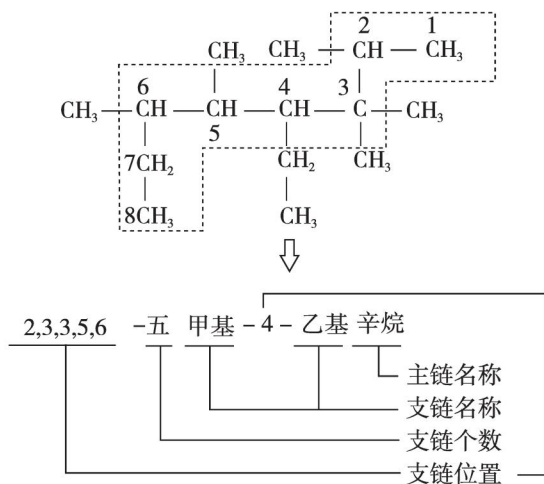
(1) 习惯命名法



(2) 系统命名法



(3) 示例

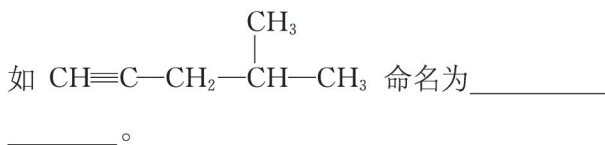
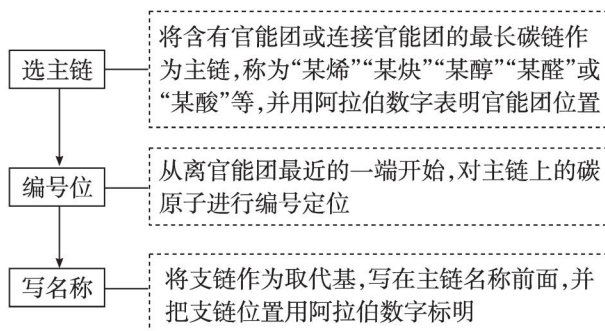


微点拨 “-”用于中外文字之间; “,”用于分割不同位置的数字; 取代基或官能团位置用阿拉伯数字表示; 取代基或官能团的数目用汉字一、二、三等表

示; 主链碳数目十以内用甲、乙、丙、丁……表示, 超过十用十一、十二……表示。

5. 含官能团的链状有机物的命名

(1) 烯、炔、醇、醛、酸的命名



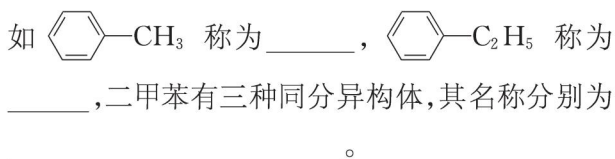
(2) 其他常见链状有机物的命名

卤代烃: 卤素原子作为取代基看待; 酯: 由对应的羧酸与醇(或酚)的名称组合, 先酸后醇并将“醇”改“酯”即可, 即某酸某酯; 聚合物: 在单体名称前面加“聚”。

微点拨 烯母体(主链)名为 x -某烯; 炔母体名为 x -某炔; 醇母体名为 x -某醇; (x 表示碳碳双键、碳碳三键、羟基位置, 如无疑意可省略); 羧酸母体名为某酸; 醛母体名为某醛; (羧酸或醛基碳编号自然是 1 号)。

6. 苯的同系物的命名

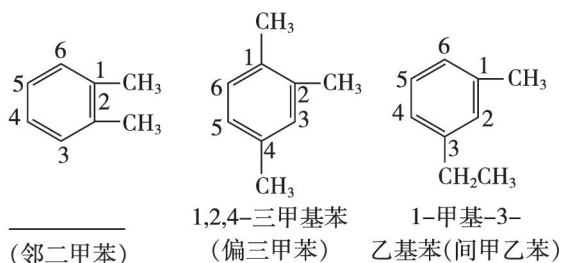
(1) 习惯命名法



(2) 系统命名法

① 以苯环作为母体, 其他基团作为取代基。

② 如有多个侧链则使其一编号为 1, 其他侧链可顺时针或逆时针编号, 但应保证位次序列最小。如有两种序列相同, 则使甲基取小号位置, 乙基取大号位置。如



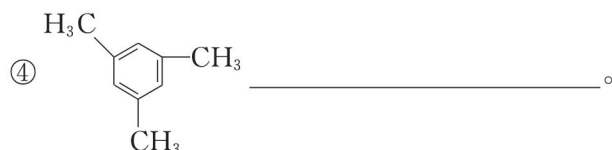
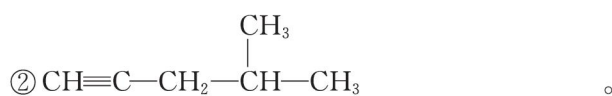
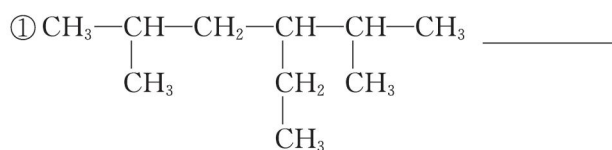
[理解辨析]

1. 判一判(正确的打“√”,错误的打“×”)

- (1) 乙烯、环己烷、乙炔、苯乙烯都属于脂肪烃。 ()
- (2) 含有苯环的有机物属于芳香烃。 ()
- (3) 醛基的结构简式为—COH。 ()
- (4)  和  都属于酚类。 ()
- (5)  含有醚键和醛基。 ()
- (6) $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 的名称为二氯乙烷。 ()

2. 做一做

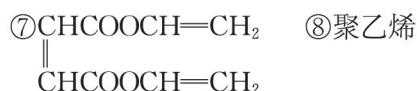
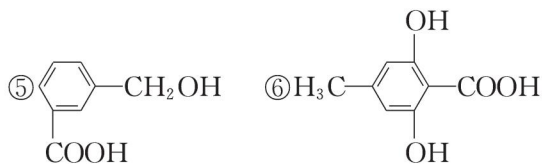
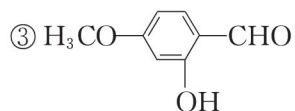
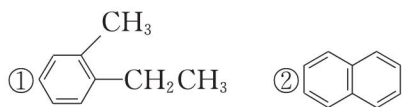
命名以下有机化合物。



[关键能力] 提升

【题组一】 有机化合物的分类及官能团的识别

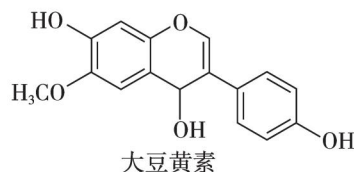
1. 现有下列 8 种有机物:



其中:

- (1) 可以看作醇类的是 _____ (填序号,下同)。
- (2) 可以看作酚类的是 _____。
- (3) 可以看作羧酸类的是 _____。
- (4) 可以看作酯类的是 _____。
- (5) 属于芳香烃的是 _____。
- (6) 属于烯烃的是 _____。

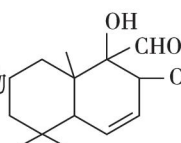
2. (2021·云南昆明一中模拟)大豆异黄酮是大豆及其制品中的一类天然活性物质,具有突出的抗氧化作用,还有预防癌症、心血管疾病的特殊功效。其中一种成分(大豆黄素)的结构简式如图所示。下列有关大豆黄素的叙述正确的是 ()

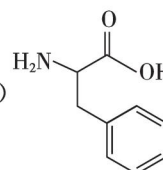


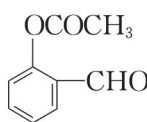
- A. 属于苯的同系物
- B. 与丙酮 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{O}$ 有相同的官能团
- C. 能发生加成反应、取代反应和氧化反应
- D. 分子中所含三个羟基的性质完全相同

【题组二】 有机物中官能团名称的规范书写

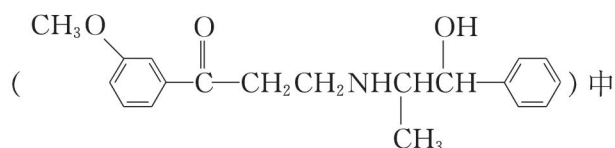
3. 按要求填空。

- (1) 化合物  是一种取代有机氯农药 DDT 的新型杀虫剂,它含有的官能团为 _____ (写名称,下同),它属于 _____ (填“脂环”或“芳香”)化合物。

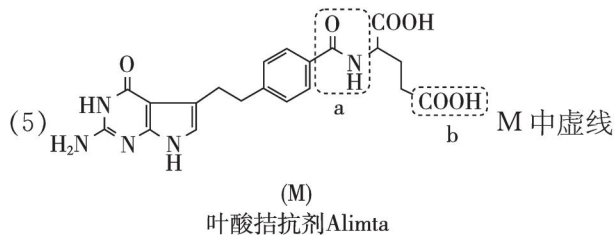
- (2) (2021·江苏盐城三模)  分子中含有的官能团为 _____。

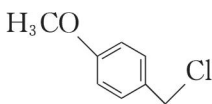
- (3) (2021·广东珠海二模)  含有的官能团名称是 _____。

(4) 治疗冠心病的药物心酮胺



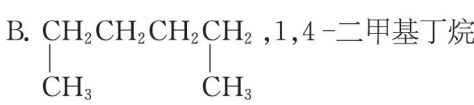
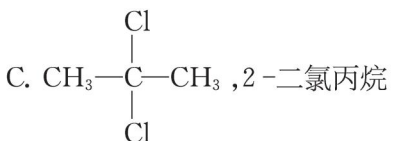
含有的官能团名称是_____。



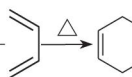
(6) (2021 · 福建福州一中模拟)  中的官能团名称为_____。

题组三 简单有机物的命名

4. (2021 · 上海二模) 下列有机物的系统命名正确的是 ()

- A.  , 2-乙基-1-丁烯
- B.  , 1,4-二甲基丁烷
- C.  , 2-二氯丙烷

D.  , 2-甲基-3-丙醇

5. (2021 · 山东青岛模拟) 已知  , 如果

要合成  所用的原始原料可以是 ()

- A. 2,3-二甲基-1,3-丁二烯和1-丁炔
B. 2-甲基-1,3-丁二烯和2-丁炔
C. 2-3-二甲基-1,3-戊二烯和乙炔
D. 2-甲基-1,3-丁二烯和丙炔

练后归纳

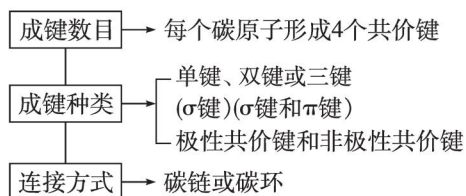
有机物系统命名中常见的错误

- (1) 主链选取不当(不包含官能团,不是主链最长、支链最多)。
- (2) 编号错(官能团的位次不是最小,取代基位号序列不是最小)。
- (3) 支链主次不分(不是先简后繁)。
- (4) “-”、“,” 忘记或用错。

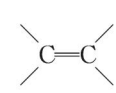
考点二 有机物的结构特点、同系物、同分异构体

必备知识 / 整合

1. 有机化合物中碳原子的成键特点



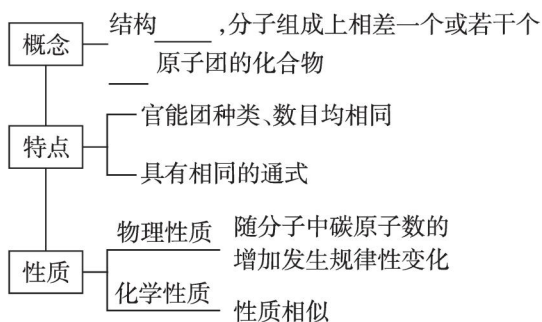
2. 常见典型结构的共线、共面分析

典型结构	共面、共线情况
饱和碳原子	立体结构, 四条键构成四面体形
	与双键中的碳原子直接相连的原子, 与双键共平面(包括碳碳双键和碳氧双键)

续 表

典型结构	共面、共线情况
$\text{—C}\equiv\text{C—}$	与碳碳三键碳原子直接相连的原子共线
	① 与苯环碳原子直接相连的原子与苯环共面 ② 处于对角线位置的碳原子及其直接相连的原子共线

3. 同系物



续 表

4. 同分异构现象、同分异构体

(1) 概念、类型

同分异构现象	化合物具有相同的_____,但_____不同,因而产生性质差异的现象
同分异构体	具有_____的化合物互为同分异构体
类型	构造异构
	碳链异构 碳链骨架不同 如 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ 和 _____
	官能团位置异构 官能团位置不同 如 $\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—CH}_3$ 和 _____
	官能团异构 官能团种类不同 如 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 和 _____
	立体异构
	顺反异构 每个双键碳原子上连接了两个不同的原子或原子团
	对映异构 不能重叠、互为镜像(含有手性碳原子) $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{H—C—OH} \\ \\ \text{CH}_2 \end{array}$ D-甘油酯 $\begin{array}{c} \text{CHO} \\ \\ \text{HO—C—CH}_2\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ L-甘油酯

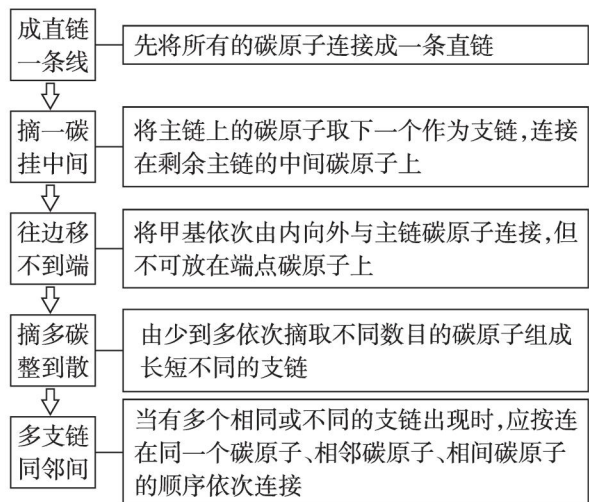
(2) 常见的官能团异构

组成通式	可能的类别	典型实例
C_nH_{2n}	烯烃、环烷烃	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 与 $\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array}$
$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	炔烃、二烯烃	$\text{CH}\equiv\text{C—CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$	饱和一元醇、醚	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与 CH_3OCH_3

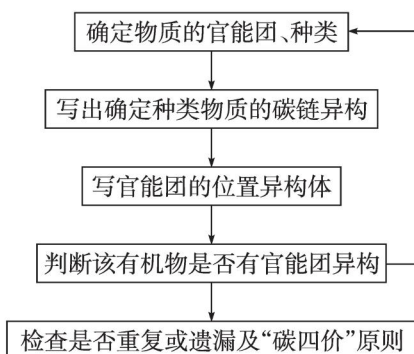
组成通式	可能的类别	典型实例
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$	醛、酮、烯醇、环醚、环醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 CH_3COCH_3 、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{OH}$ 与 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{—CH—CH}_2 \\ \quad \backslash \\ \quad \text{O} \end{array}$ $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{—CH—OH} \\ \quad \backslash \\ \quad \text{CH}_2 \end{array}$
$\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$	羧酸、酯、羟基醛	CH_3COOH 、 HCOOCH_3 、 与 $\text{HO—CH}_2\text{—CHO}$
$\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{O}$	酚、芳香醇、芳香醚	$\text{H}_3\text{C—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{—OH}$ 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—O—CH}_3$
$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NO}_2$	硝基烷、氨基酸	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—NO}_2$ 与 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{—COOH}$
$\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$	单糖或二糖	葡萄糖与果糖 $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ 、蔗糖与麦芽糖 $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$

(3) 同分异构体的书写

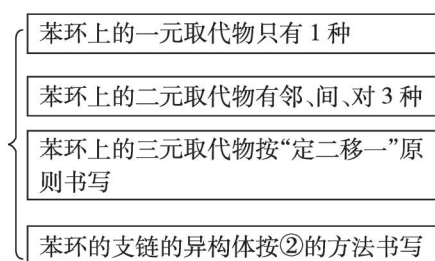
① 烷烃同分异构体的书写——减碳移位法



②其他链状有机化合物同分异构体的书写步骤



③芳香化合物的同分异构体的书写及判断

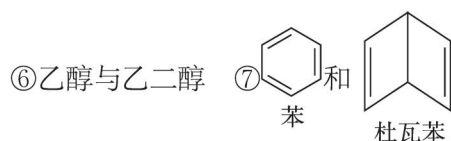
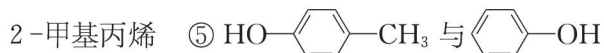
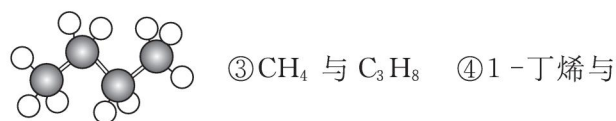
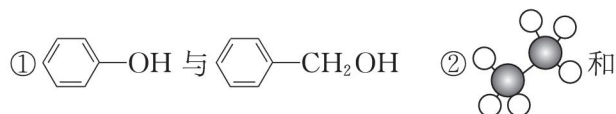


微点拨 同分异构体的分子式相同,相对分子质量相同。但相对分子质量相同的化合物不一定互为同分异构体,如 C_2H_6 与 $HCHO$ 、 C_2H_5OH 与 $HCOOH$ 不互为同分异构体。

[理解辨析]

做一做

下列各组物质:



(1)互为同系物的是_____。

(2)互为同分异构体的是_____。

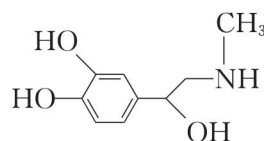
[关键能力]提升

[题组一] 有机物结构特点判断

1. 肾上腺素是化学信使,随着血液流到身体各处,促使细胞发生变化,它的结构简式如图。下列有关肾

上腺素的说法正确的是

()



A. 分子式为 $C_9H_{12}NO_3$

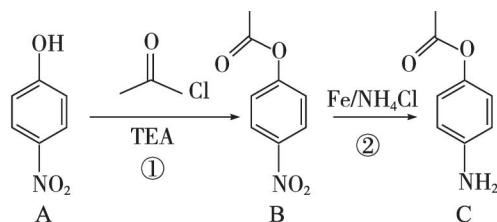
B. 该分子中至少有 9 个原子共平面

C. 属于酚类

D. 分子中含有 2 个手性碳原子

2. (2021·重庆三模)已知合成治疗新型冠状病毒用药“阿比朵尔”的部分路线如图,下列说法错误的是

()



A. 反应①是取代反应

B. A 结构中至少有 15 个原子共平面

C. C 分子中苯环上的一氯代物有 2 种

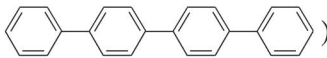
D. 物质 B 在水中的溶解度较小

[题组二] 同分异构体数目的判断

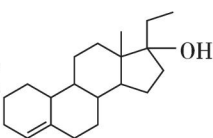
3. 下列说法正确的是

()

A. 分子式为 $C_3H_6O_2$ 的有机物在酸性条件下可水解为酸和醇,若不考虑立体异构,这些醇和酸重新组合可形成的酯共有 5 种

B. 四联苯()的一氯代物有 4 种

C. 与 $CH_2=C(CH_3)COOH$ 具有相同官能团的同分异构体的结构简式为 $CH_2=CHCH_2COOH$ 、 $CH_3CH=CHCOOH$

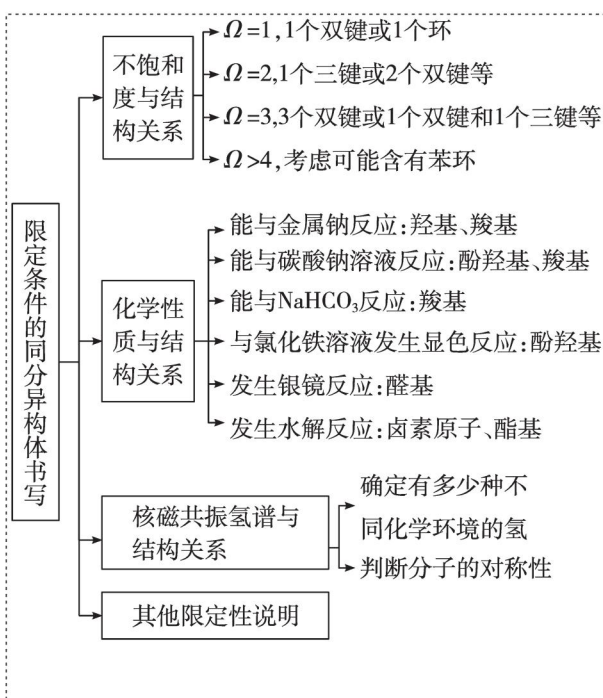
D. 兴奋剂乙基雌烯醇()不可能有属于芳香化合物的同分异构体

4. (2021·山东菏泽二模)某有机物 X 的化学式为 $C_5H_{12}O$, 能与钠反应放出氢气。X 被氧化最终能生成羧酸 Y ($C_5H_{10}O_2$), 若不考虑立体结构, X 和 Y 组合生成的酯最多有 ()

- A. 4 种
B. 8 种
C. 16 种
D. 32 种

方法规律

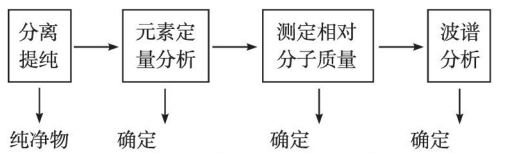
限定范围书写和补写同分异构体, 解题时要看清所限范围, 分析已知几个同分异构体的结构特点, 对比联想找出规律补写, 同时注意碳的四价原则和官能团存在位置的要求。



考点三 研究有机物的一般步骤和方法

必备知识 / 整合

1. 研究有机化合物的基本步骤



2. 分离提纯有机物常用的方法

(1) 蒸馏和重结晶

项目	适用对象	要求
蒸馏	常用于分离、提纯液态有机物	①该有机物热稳定性较强 ②该有机物与杂质的沸点相差较大
重结晶	常用于分离、提纯固态有机物	①杂质在所选溶剂中溶解度很小或很大 ②被提纯的有机物在此溶剂中溶解度受温度影响较大

(2) 萃取和分液

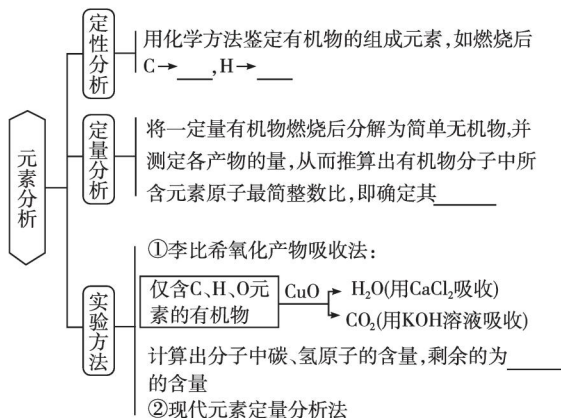
①常用的萃取剂: _____、乙醚、石油醚、二氯甲烷等。

②液-液萃取: 利用有机物在两种 _____ 溶剂中的 _____ 不同, 将有机物从一种溶剂转移到另一种溶剂中的过程。

③固-液萃取: 用有机溶剂从固体物质中溶解出有机物的过程。

3. 有机物分子式的确定

(1) 元素分析



(2) 相对分子质量的测定——质谱法

质荷比(分子离子、碎片离子的相对质量与其电荷的比值) _____ 值即为该有机物的相对分子质量。

(3) 烃的分子式确定的一种方法——“商余法”

设烃的相对分子质量为 M_r , 则



$\frac{M_r}{12}$ 的余数为 0 或碳原子数大于或等于氢原子数时,将碳原子数依次减少一个,每减少一个碳原子即增加 12 个氢原子。

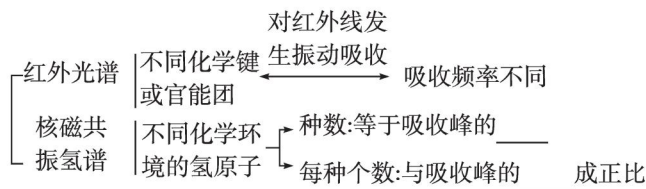
4. 有机物分子结构的鉴定

(1) 化学方法:利用特征反应鉴定出官能团,再制备它的衍生物进一步确认。

常见官能团特征反应

官能团种类	试剂	判断依据
碳碳双键或碳碳三键	溴的 CCl_4 溶液	橙红色褪去
卤素原子	NaOH 溶液, AgNO_3 和稀硝酸的混合液	有沉淀产生
醇羟基	钠	有氢气放出
酚羟基	FeCl_3 溶液	显紫色
	浓溴水	有白色沉淀产生
醛基	银氨溶液	有银镜生成
	新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$	有红色沉淀产生
羧基	NaHCO_3 溶液	有气体放出,能使石灰水变浑浊

(2) 物理方法



(3) 有机物分子中不饱和度(Ω)的确定

$$\Omega = n(\text{C}) + 1 - \frac{n(\text{H})}{2}$$

不饱和度

$\Omega = 1$, 1个双键或1个环
 $\Omega = 2$, 1个三键或2个双键或2个环或1个双键和1个环
 $\Omega = 3$, 3个双键或1个双键和1个三键或1个环和2个双键等
 $\Omega > 4$, 考虑可能含有苯环

[理解辨析]

判一判(正确的打“√”,错误的打“×”)

(1) 碳氢质量比为 3 : 1 的有机物一定是 CH_4 。

()

(2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 CH_3OCH_3 互为同分异构体,核磁共振氢谱相同。

()

(3) 乙醇是良好的有机溶剂,根据相似相溶原理,用乙醇从水溶液中萃取有机物。

()

(4) 用元素分析仪和红外光谱相结合即可确定有机物的结构。

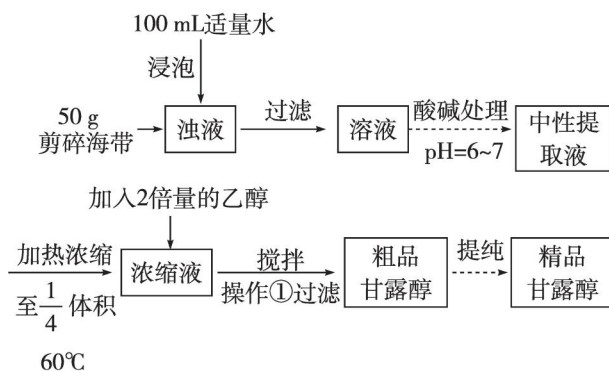
()

关键能力 提升

题组一 有机化合物的分离和提纯

1. (2021 · 山东济南三模) 从海带中提取精品甘露醇($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$) 的流程如图所示。已知甘露醇是一种糖醇,易溶于水,且溶解度随温度的升高而增大,随乙醇的含量增大而骤减。下列说法错误的是

()



A. 为了提高甘露醇的提取效率,预处理时可以将海带灼烧成海带灰后再用水浸泡

B. 浓缩液中所加入的乙醇浓度越大越好,整个流程中乙醇可循环利用

C. 操作①是降温冷却,粗品甘露醇经重结晶后可得精品

D. 浓缩和过滤操作都要用到玻璃棒,但作用不同

2. (2021 · 辽宁沈阳三模) 环己醇(沸点 161.0°C) 可在浓磷酸催化下脱水制备环己烯(沸点 83.0°C),实验过程如下:将一定量的环己醇和浓磷酸混合加热蒸馏,收集 85°C 以下的蒸出液。蒸出液中加入 NaCl 使水层饱和,然后加入少量 Na_2CO_3 溶液,分液,向有机相加适量无水 CaCl_2 干燥、过滤、加热蒸馏,收集 $82\sim 84^\circ\text{C}$ 的馏分。下列说法中错误的是

()

- A. 本实验可用浓硫酸代替浓磷酸作催化剂,但使用浓硫酸时常常产生黑色物质
- B. 加入 NaCl 的目的是降低环己烯的溶解度,增加水层密度,使有机层易于分离
- C. 分液时,打开活塞将有机层从分液漏斗下口放出
- D. 第一次蒸馏中边反应边蒸出产物,可以使反应更完全、提高转化率

题组二 有机物分子式和结构式的确定

3. (2021·浙江6月选考,27)将 3.00 g 某有机物(仅含 C、H、O 元素,相对分子质量为 150)样品置于燃烧器中充分燃烧,依次通过吸水剂、CO₂ 吸收剂,燃烧产物被完全吸收。实验数据如下表:

	吸水剂	CO ₂ 吸收剂
实验前质量/g	20.00	26.48
实验后质量/g	21.08	30.00

请回答:

(1)燃烧产物中水的物质的量为_____ mol。

(2)该有机物的分子式为_____

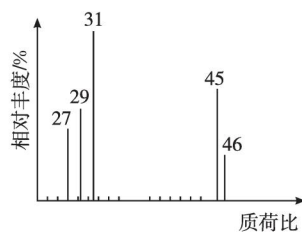
(写出计算过程)。

4. 为测定某有机化合物 A 的结构,进行如下实验:

(1)将一定量的有机物 A 置于氧气流中充分燃烧,实验测得生成 5.4 g H₂O 和 8.8 g CO₂,消耗氧气 6.72 L(标准状况下),则该物质的实验式是_____。

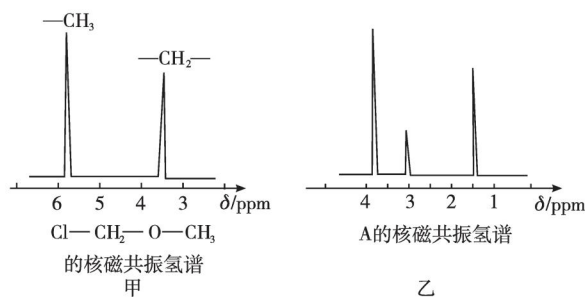
(2)用质谱仪测定该有机化合物的相对分子质量,

得到如图所示的质谱图,则其相对分子质量为_____,该物质的分子式是_____。



(3)根据价键理论,预测 A 的可能结构并写出结构简式:_____。

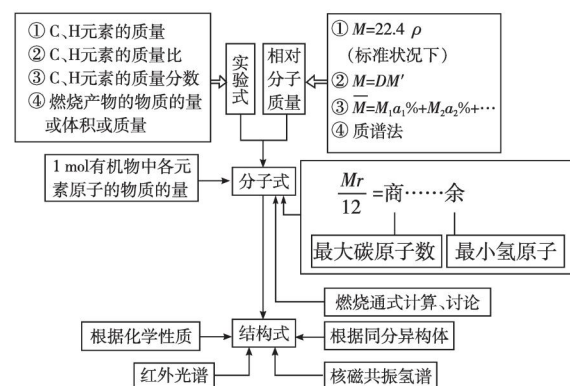
(4)核磁共振氢谱能对有机物分子中不同位置的氢原子给出不同的峰值(信号),根据峰值(信号)可以确定分子中氢原子的种类和数目。例如,甲基氯甲基醚(Cl—CH₂—O—CH₃,有 2 种氢原子)的核磁共振氢谱如图甲所示:



经测定,有机物 A 的核磁共振氢谱如图乙所示,则 A 的结构简式为_____。

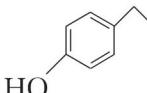
练后归纳

有机物结构式的确定流程



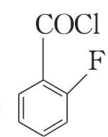
走进高考

1. (2021·全国甲卷,36节选)

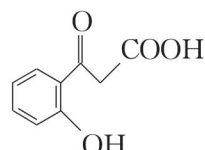
化合物 B  的同分异构体中能

同时满足下列条件的有_____ (填标号)。

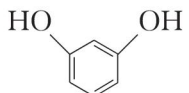
- a. 含苯环的醛、酮
b. 不含过氧键(—O—O—)
c. 核磁共振氢谱显示四组峰,且峰面积比为 3:2:2:1
- A. 2 个 B. 3 个 C. 4 个 D. 5 个

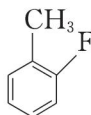
2. (2021·全国乙卷,36节选)  的同分异构体中,含有苯环并能发生银镜反应的化合物共有_____种。

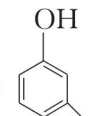
3. (2020·全国Ⅲ卷,36节选)

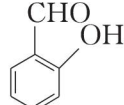
M 为  的一种同分异构体。已知:

1 mol M 与饱和碳酸氢钠溶液充分反应能放出 2 mol 二氧化碳;M 与酸性高锰酸钾溶液反应生成对苯二甲酸。M 的结构简式为_____。

4. (1)(2021·全国甲卷,36)  的化学名称为_____。

(2)(2021·全国乙卷,36)  的化学名称是_____。

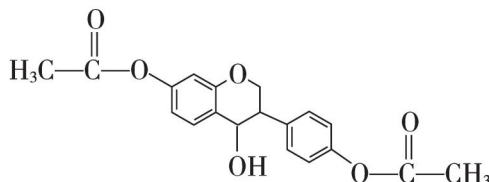
(3)(2020·全国Ⅱ卷,36)  的化学名称为_____。

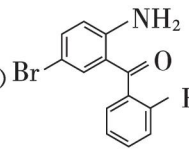
(4)(2020·全国Ⅲ卷,36)  的化学名称

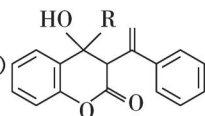
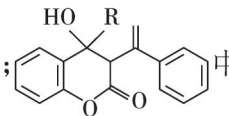
是_____。

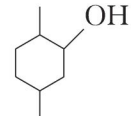
(5)(2019·全国Ⅱ卷,36) C_3H_6 是一种烯烃,化学名称为_____。

5. (1)(2021·全国甲卷,36)写出

 中任意两种含氧官能团的名称:_____。

(2)(2021·全国乙卷,36)  具有的官能团名称是_____。(不考虑苯环)

(3)(2020·全国Ⅲ卷,36)  中含氧官能团的名称_____;
 中手性碳(注:连有四个不同的原子或基团的碳)的个数为_____。

(4)(2019·全国Ⅰ卷,36)  中的官能团名称是_____。

(5)(2019·全国Ⅱ卷,36)  中官能团的名称为_____、_____。

(6)(2019·全国Ⅲ卷,36)  中的官能团名称是_____。

温馨提示 请完成“课时作业”第 430~432 页的内容