

点金训练

教师用书

《点金训练》编写组 编

▶ 化学

选择性必修3
有机化学基础

配人教版



四川教育出版社

CONTENTS

目录

第一章 有机化合物的结构特点与研究方法

第一节 有机化合物的结构特点·····	1
第二节 研究有机化合物的一般方法·····	9
单元活动构建·····	17
第一章质量评估·····	20

第二章 烃

第一节 烷烃·····	28
第二节 烯烃 炔烃·····	35
第三节 芳香烃·····	43
单元活动构建·····	50
第二章质量评估·····	52

第三章 烃的衍生物

第一节 卤代烃·····	58
第二节 醇 酚·····	65
第1课时 醇·····	65
第2课时 酚·····	72
第三节 醛 酮·····	79
第四节 羧酸 羧酸衍生物·····	87
第1课时 羧酸·····	87
第2课时 羧酸衍生物·····	94
第五节 有机合成·····	103
单元活动构建·····	112
第三章质量评估·····	114



第四章 生物大分子

第一节 糖类·····	122
第二节 蛋白质·····	130
第三节 核酸·····	136
单元活动构建·····	139
第四章质量评估·····	141

第五章 合成高分子

第一节 合成高分子的基本方法·····	149
第二节 高分子材料·····	155
单元活动构建·····	161
第五章质量评估·····	163

模块综合检测(一)·····	172
----------------	-----

模块综合检测(二)·····	181
----------------	-----

模块综合检测(三)·····	189
----------------	-----

第一章

有机化合物的结构特点与研究方法

第一节 有机化合物的结构特点

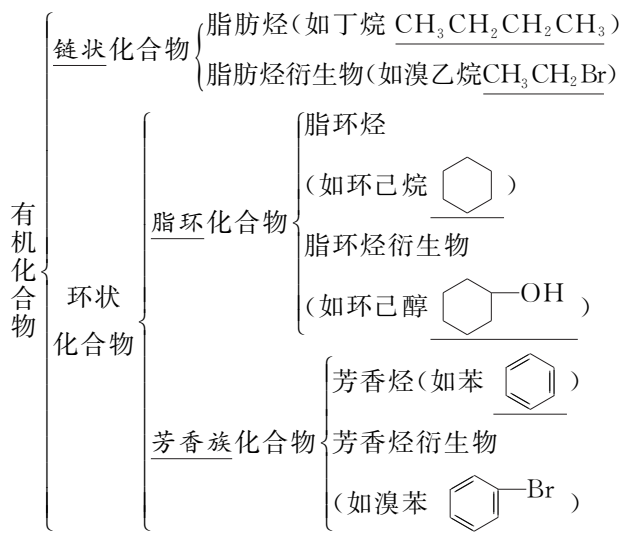
学习任务目标

1. 了解有机化合物常见的分类方法。了解有机化合物分子中的官能团,能正确表示其结构。
2. 明确有机化合物中共价键的类型,进而理解有机反应类型与共价键的关系。
3. 明确有机化合物的成键特点和同分异构现象,能判断和书写简单有机化合物的同分异构体。

问题式预习

一、有机化合物的分类方法

1. 依据碳骨架分类





2. 依据官能团分类

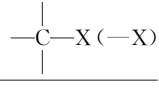
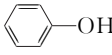
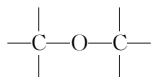
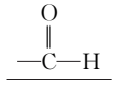

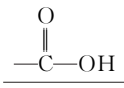
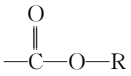
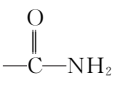
(1) 官能团: 决定有机化合物特性的原子或原子团。

(2) 有机化合物的主要类别

① 烃类物质

有机化合物类别	官能团结构	官能团名称	代表物
烷烃	—	—	CH_4
烯烃		碳碳双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
炔烃	$\text{—C}\equiv\text{C—}$	碳碳三键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
芳香烃	—	—	

② 烃的衍生物

有机化合物类别	官能团结构	官能团名称	代表物
卤代烃		碳卤键 (卤素原子)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$
醇	—OH	羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
酚	—OH	羟基	
醚		醚键	$\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$
醛		醛基	CH_3CHO
酮		酮羰基	CH_3CCH_3 O
羧酸		羧基	CH_3COOH
酯		酯基	$\text{CH}_3\text{C—OC}_2\text{H}_5$ O
胺	—NH_2	氨基	CH_3NH_2
酰胺		酰胺基	$\text{CH}_3\text{—C—NH}_2$ O

二、有机化合物中的共价键

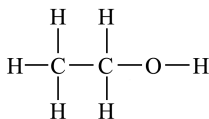
1. 共价键的类型

类型	σ 键	π 键
电子重叠形式	“ <u>头碰头</u> ”重叠	“ <u>肩并肩</u> ”重叠
存在情况	一般情况下,有机化合物中的单键为 σ 键,双键中含有 <u>1</u> 个 σ 键和 <u>1</u> 个 π 键,三键中含有 <u>1</u> 个 σ 键和 <u>2</u> 个 π 键	
共价键与反应类型	例如:甲烷分子中含有 C—H σ 键,能发生取代反应;乙烯、乙炔分子中含有 π 键,能发生 <u>加成</u> 反应	

2. 共价键的极性与有机反应

共价键极性越强,在反应中越容易发生断裂,有机化合物的官能团及其邻近的化学键往往是发生化学反应的活性部位。

如乙醇的反应:



(1) 与钠反应

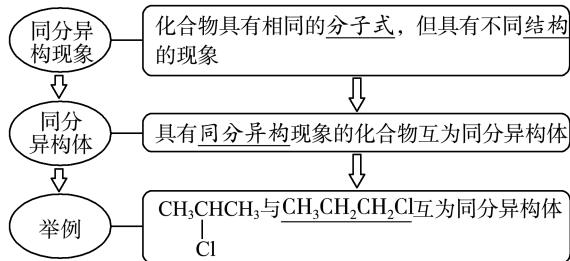
分子中氢氧键断裂,化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(2) 取代反应(与 HBr 发生取代反应)

分子中碳氧键断裂,化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$ 。

三、有机化合物的同分异构现象

1. 同分异构现象和同分异构体



2. 构造异构的类别

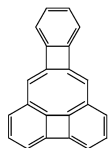
异构类别	形成途径	示例
碳架异构	由 <u>碳骨架</u> 不同而产生的异构	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CHCH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
位置异构	由 <u>官能团的位置</u> 不同而产生的异构	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
官能团异构	由 <u>官能团</u> 不同而产生的异构	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$

任务型课堂

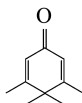
任务一 有机化合物的分类

[探究活动]

材料 1 环状化合物指分子中原子以环状排列的化合物,如释迦牟尼分子和企鹅酮都属于环状化合物。

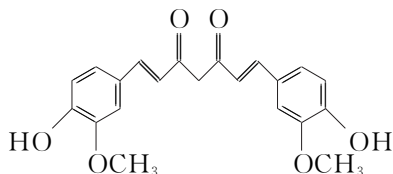


释迦牟尼分子



企鹅酮

材料 2 姜黄素是一种从姜科植物姜黄等的根茎中提取到的黄色色素。通常用作肉类食品着色剂和酸碱指示剂,同时具有抗炎、抗氧化等药理作用。其结构简式如下所示:



活动 1 释迦牟尼分子和企鹅酮分别属于环状化合物中的哪一类? 二者的主要区别是什么?

提示:释迦牟尼分子是芳香族化合物;企鹅酮是脂环化合物。二者的主要区别为是否含有苯环。

活动 2 姜黄素含有哪些官能团? 请写出官能团的名称。根据官能团可将姜黄素归为哪几类物质?

提示:醚键、酚羟基、碳碳双键、羰基。可归为醚类、酚类、酮类。

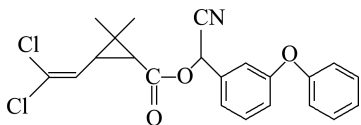
活动 3 苯酚 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) 和苯甲醇 ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$) 含有相同官能团(羟基),它们属于同一类物质吗?

提示:不属于同一类物质。前者羟基直接连在苯环上,属于酚类;后者羟基与苯环不直接相连,属于醇类。

[评价活动]

1. 氯氰菊酯是高效、低毒的杀虫剂,结构简式如图所

示。下列对该化合物的叙述正确的是 ()



- A. 属于芳香烃
 B. 属于芳香烃衍生物, 含有醚键和酮羰基等官能团
 C. 属于卤代烃
 D. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- D 解析:** 该有机物含 C、H、Cl、O、N, 不属于烃, 也不属于卤代烃, A、C 错误; 该有机物中含有苯环, 属于芳香烃衍生物, 含有醚键, 其中的 —C(=O)— 是酯基, 不是酮羰基 (—C(=O)—), B 错误; 该有机物中含有碳碳双键, 可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, D 正确。

2. 按照官能团可以将有机物进行分类, 下列对有机物的分类正确的是 ()

- A. $\text{HC(=O)OC}_2\text{H}_5$ 含有醛基, 属于醛类物质
 B. 含有苯环, 属于芳香烃
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 含有碳溴键, 属于卤代烃
 D. 含有苯环和羟基, 属于酚类物质

C 解析: $\text{HC(=O)OC}_2\text{H}_5$ 的名称为甲酸乙酯, 含有酯基, 属于酯类物质, 选项 A 错误; 含有苯环, 还含有氮原子和氧原子, 不属于芳香烃, 属于芳香烃衍生物, 选项 B 错误; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 含有碳溴键, 属于卤代烃, 选项 C 正确; 含有苯环和羟基, 但羟基不直接连在苯环上, 属于醇类物质, 选项 D 错误。

3. (1) (2022·山东卷节选) B () 中含氧官能团有 _____ 种。

(2) (2022·湖南卷节选) A () 中官能团的名称为 _____、_____。

解析: (1) 中含氧官能团为羟基、酯基, 共有 2 种。

(2) 中官能团为醚键和醛基。

答案: (1) 2 (2) 醚键 醛基

任务总结

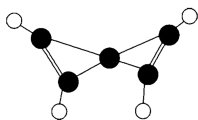
根据基团位置确定物质类别

基团及所在位置		物质类别	实例
—O—	处于非苯环 C—H 之间	醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—OH}$ 、
	处于苯环 C—H 之间	酚	$\text{H}_3\text{C—}$
	处于 C—C 之间	醚	$\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ 、
—C(=O)—	至少一端接 H	醛	$\text{CH}_3\text{—C(=O)—H}$ 、
	两端都接 C	酮	$\text{CH}_3\text{—C(=O)—CH}_3$
—C(=O)O—	O—接 H	羧酸	$\text{CH}_3\text{—C(=O)O—H}$ 、
	O—接 C	酯	$\text{CH}_3\text{—C(=O)O—CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{—C(=O)O—}$

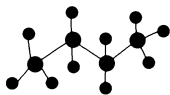
任务二 有机物中碳原子的成键特点

[探究活动]

材料1 科学家在 $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温下合成了一种烃X,该分子的球棍模型如图所示。



材料2 如图所示为页岩气中某些烃类的结构模型:



有机物甲的球棍模型



有机物乙的空间填充模型

活动1 写出X的分子式。X分子中每个碳原子均形成4个化学键,则X分子中含有几个 σ 键和几个 π 键?

提示: C_5H_4 ;10;2。X的1个分子由5个碳原子和4个氢原子构成,分子式为 C_5H_4 ;X分子中间的C形成的是4个单键,其余4个碳原子还形成了碳碳双键和碳氢单键,故X分子中含有10个 σ 键、2个 π 键。

活动2 1 mol X在一定条件下与 H_2 发生反应最多消耗 H_2 的物质的量是多少?

提示:2 mol。1 mol X含有2 mol 碳碳双键,可与2 mol H_2 发生反应。

活动3 甲、乙两种物质的结构除用球棍模型、空间填充模型表示外,还可以用什么形式表示? 写出表示两种物质结构的最简式子。

提示:结构式、结构简式。

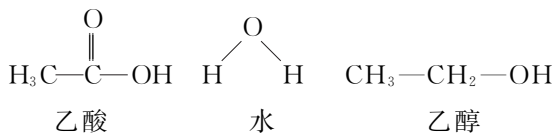
甲(正丁烷)的结构简式: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 。

乙(异丁烷)的结构简式: $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 。

[评价活动]

1. 乙酸、水和乙醇的分子结构如下所示,三者结构中的相同点是都含有羟基。下列说法错误的是

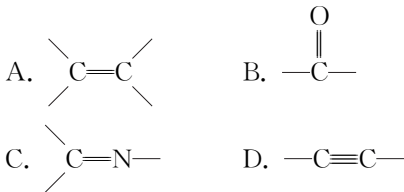
()



- A. 羟基的极性:乙酸 $>$ 水 $>$ 乙醇
 B. 与金属钠反应的剧烈程度:水 $>$ 乙醇
 C. 羟基连接不同的基团可影响羟基的活性
 D. 羟基极性不同的原因是羟基中的共价键类型不同
- D 解析:电离出 H^+ 的能力:乙酸 $>$ 水 $>$ 乙醇,则

羟基的极性:乙酸 $>$ 水 $>$ 乙醇,A正确;钠与水反应比与乙醇反应剧烈,B正确;基团之间相互影响,则羟基连接不同的基团可影响羟基的活性,C正确;羟基中共价键相同,羟基极性不同的原因是羟基连接的基团不同,D错误。

2. 下列共价键中,属于极性键且极性最强的是()



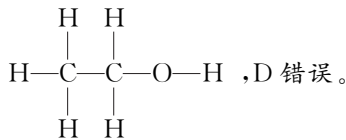
B 解析:A、D两项的共价键是由同种元素(碳元素)的原子形成的,其电负性之差为零,属于非极性键;B、C两项的共价键是由不同元素(B为碳和氧两种元素,C为碳和氮两种元素)的原子形成的,属于极性共价键,并且碳和氧两种元素的电负性差值要大于碳和氮两种元素的电负性差值,故极性最强的共价键是碳氧双键,B项正确。

3. 下列化学用语书写正确的是()

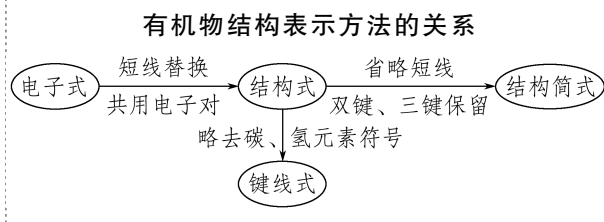
- A. 甲烷的电子式: $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$
- B. 丙烯的键线式:
- C. 乙炔的结构简式: CHCH

- D. 乙醇的结构式: $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

A 解析:丙烯的键线式为 ,B错误;乙炔的结构简式为 $\text{CH}\equiv\text{CH}$,C错误;乙醇的结构式为



任务总结



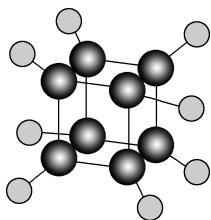
任务三 同分异构体的书写

[探究活动]

材料1 异丁烯是重要的化工原料,主要用于制备丁

基橡胶、聚异丁烯、甲基丙烯酸、抗氧化剂、叔丁基醚等。目前生产异丁烯的方法有轻油 C_4 馏分分离、叔丁醇脱水等。

材料 2 立方烷(C_8H_8)为人工合成的烷烃。又称为五环辛烷,外观为有光泽的晶体。八个碳原子对称地排列在立方体的八个角上。



活动 1 你知道丁烯有几种属于烯烃的同分异构体吗? 写出它们的结构简式。

提示: 3 种。 $CH_2=CH-CH_2-CH_3$ 、 $CH_3-CH=CH-CH_3$ 、 $CH_2=C(CH_3)-CH_3$ 。

活动 2 立方烷的一氯代物、二氯代物分别有几种?

提示: 1 种、3 种。立方烷只有一类氢原子;立方烷的一条棱、面对角线、体对角线上的两个氢原子被氯原子取代可得二氯代物,所以二氯代物的同分异构体有 3 种。

活动 3 立方烷的二氯代物和六氯代物种数有什么关系? 请说明。

提示: 相同。立方烷有 8 个氢原子,取代其中 2 个氢原子和取代其中 6 个氢原子,两者是等效的,故立方烷的二氯代物、六氯代物都有 3 种。

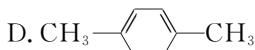
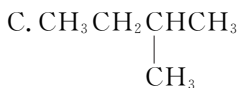
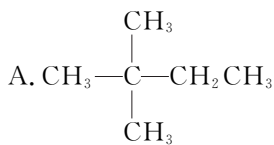
[评价活动]

1. 主链上有 6 个碳原子,有甲基、乙基两个支链的烷烃有(不含立体异构) ()

A. 2 种 B. 3 种 C. 4 种 D. 5 种


C 解析: 主链有 6 个碳原子,则乙基只能在 3 号碳原子上,甲基可以在中间所有的 C 上,且该分子不对称,故甲基分别在中间 4 个碳原子上,共有 4 种。

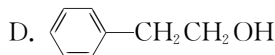
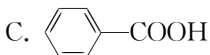
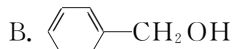
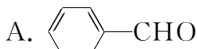
2. 1 mol 某烃在氧气中充分燃烧,需要消耗氧气 8 mol,它在光照的条件下与氯气反应能生成三种不同的一氯取代物。该烃的结构简式是 ()


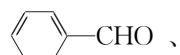
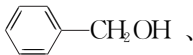
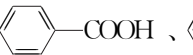



B 解析: A 的一氯取代物有 3 种,但由于 A 的分子

式是 C_6H_{14} , 1 mol C_6H_{14} 在氧气中充分燃烧,需要消耗氧气 9.5 mol, A 错误; $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ 的一氯取代物有 3 种,在氧气中充分燃烧,需要消耗氧气 8 mol, B 正确; C 的一氯取代物有 4 种, C 错误; D 的分子式是 C_8H_{10} , 1 mol C_8H_{10} 在氧气中充分燃烧,需要消耗氧气 10.5 mol, 且该有机物在光照条件下生成的一氯取代物只有 1 种, D 错误。

3. 某有机物的键线式为 , 下列物质与其互为同分异构体的是 ()

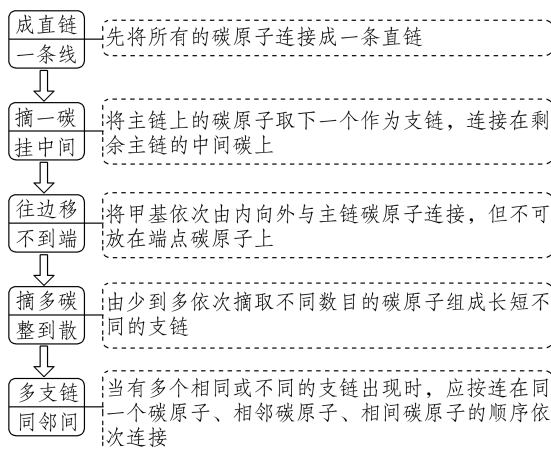


B 解析:  的分子式为 C_7H_8O , 、、、 的分子式分别为 C_7H_6O 、 C_7H_8O 、 $C_7H_6O_2$ 、 $C_8H_{10}O$, B 正确。

任务总结

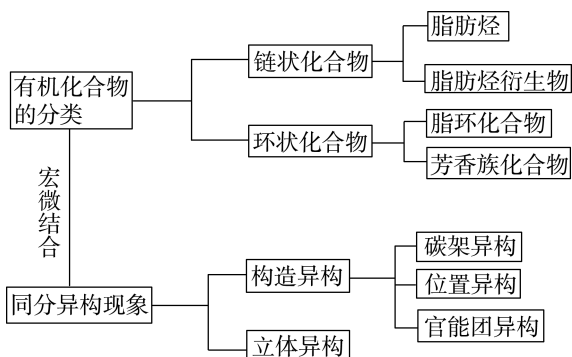
同分异构体的书写方法

(1) 烷烃: 烷烃只存在碳架异构, 书写时要注意全面而不重复, 具体规则如下:



(2) 具有官能团的有机物: 一般按碳架异构 → 位置异构 → 官能团异构的顺序书写。

► 提质归纳

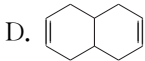
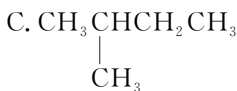
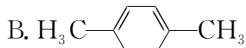
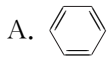


课后素养评价(一)

基础性·能力运用

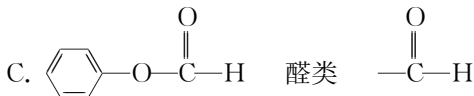
知识点1 有机化合物的分类方法

1. 下列有机化合物属于脂环烃的是 ()

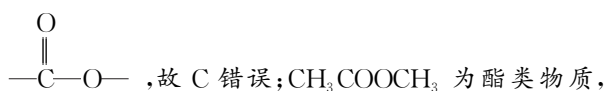
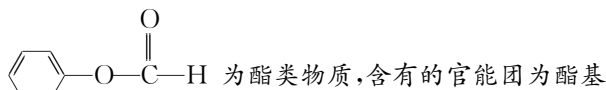
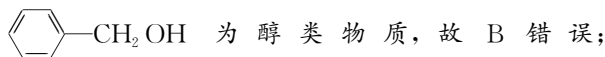
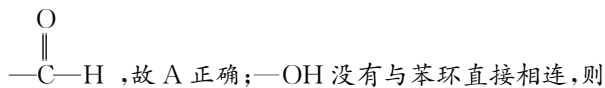


D 解析: A、B 分子中都含有苯环,属于芳香烃;C 分子中没有碳环,属于链状脂肪烃;D 分子中的六元环不是苯环,是含有双键的碳环,符合题意。

2. 下列各项有机化合物的分类及所含官能团都正确的是 ()

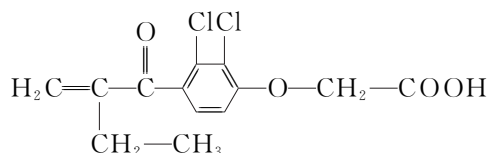


A 解析: $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ 为醛类物质,官能团为



含有的官能团为酯基 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-$,故 D 错误。

3. 某治疗抑郁症的药物的结构简式如图所示。下列有关该有机物的叙述错误的是 ()



A. 属于烃的衍生物

B. 分子式是 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_4\text{Cl}_2$

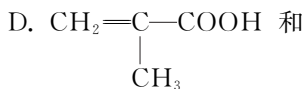
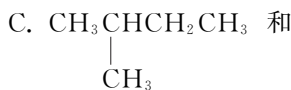
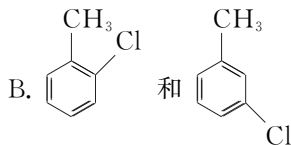
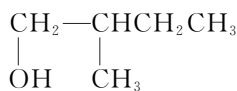
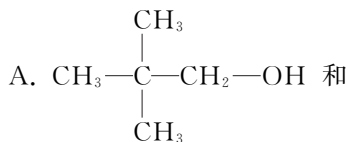
C. 既可看作卤代烃,也可看作芳香烃衍生物

D. 分子中含有 5 种官能团

C 解析: 据结构简式知,该有机物由 C、H、O、Cl 四种元素组成,属于烃的衍生物,A 正确;由结构简式可推得该有机物的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_4\text{Cl}_2$,B 正确;其结构中含有氧原子,不属于卤代烃,C 错误;该有机物分子中含有碳碳双键、酮羰基、氯原子、醚键、羧基 5 种官能团,D 正确。

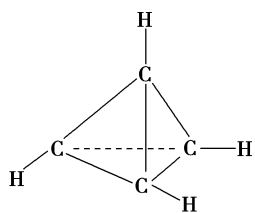
知识点2 同分异构体的书写

4. 下列各组物质不互为同分异构体的是 ()



D 解析: A 项碳原子数相同,官能团相同,但碳骨架不同,属于碳架异构;B 项是一氯甲苯的同分异构体;C 项为碳架异构;D 项两者分子式不同,不属于同分异构体。

5. 一种有机化合物的分子式为 C_4H_4 ,分子结构如下图所示,将该有机化合物与适量氯气混合后光照,生成的卤代烃共有 ()

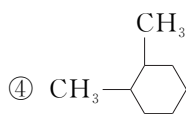
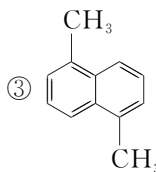
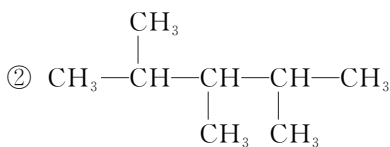
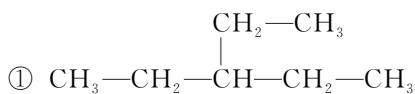


- A.2 种 B.4 种 C.5 种 D.6 种

B 解析:题给有机化合物与氯气发生取代反应可生成一氯代物、二氯代物、三氯代物、四氯代物各一种,共四种卤代烃。

- 6.下列有机化合物的一氯代物数目相同的是

()



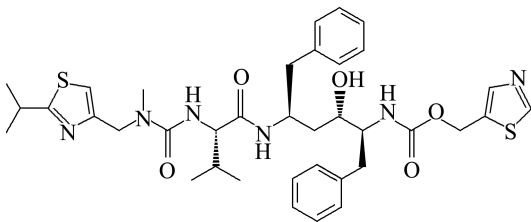
- A.只有②③④ B.只有③④
C.只有①④ D.只有②③

A 解析:①②均是烷烃,分子中含有的氢原子种类分别是3、4,则一氯代物分别是3种和4种;③中含有苯环,结构对称,其氢原子种类是4种,则一氯代物是4种;④是环烷烃,其氢原子种类是4种,则一氯代物是4种。

综合性·创新提升

- 7.以下是药物利托那韦的结构,有关利托那韦的说法错误的是

()



- A.分子式为 $\text{C}_{37}\text{H}_{48}\text{N}_6\text{O}_5\text{S}_2$
B.分子中既含有 σ 键又含有 π 键
C.分子中含有极性较强的化学键,因此其化学性质比较活泼
D.分子中含有苯环,属于芳香烃

D 解析:由结构简式可知,利托那韦的分子式为 $\text{C}_{37}\text{H}_{48}\text{N}_6\text{O}_5\text{S}_2$,A 正确;由结构简式可知分子中含有单键为 σ 键,双键中含有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,B 正确;利托那韦分子中含有的羟基、酯基、酰胺基等官能团具有较强的极性,化学性质比较活泼,属于烃的衍生物,不属于芳香烃,C 正确,D 错误。

- 8.有下列 10 种物质:

- ① $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ ② $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
③ ④
⑤ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ⑥ CH_3CHO
⑦ $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ⑧ Fe

- ⑨ CH_3COOH ⑩ CH_3COONa

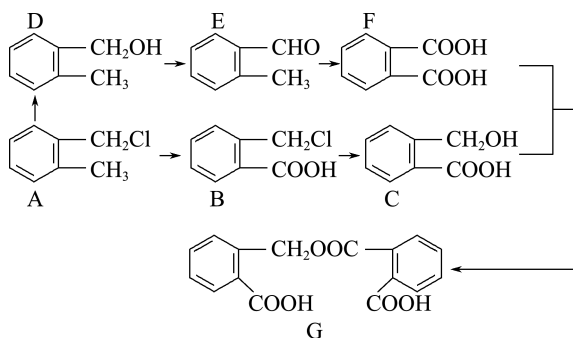
根据所学物质分类知识,回答下列问题。

- (1)属于无机化合物的是 _____ (填序号,下同)。
(2)属于烃的是 _____。
(3)属于烷烃的是 _____,属于酸的是 _____。
(4)属于有机化合物的是 _____,属于烃的衍生物的是 _____。

解析:(1)属于无机化合物的是⑦。(2)烃是碳氢化合物,属于烃的是①②③。(3)分子组成符合 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃就是烷烃,属于烷烃的是①;分子中含有羧基的有机化合物属于酸,属于酸的是⑨。

- 答案:**(1)⑦ (2)①②③ (3)① ⑨
(4)①②③④⑤⑥⑨⑩ ④⑤⑥⑨⑩

- 9.某化工产品生产流程如图所示:



根据要求回答下列问题。

- (1)图中涉及的物质中只含有一种官能团的是 _____ (填序号,下同)。
 (2)图中涉及的物质中含有羧基的是 _____。
 (3)图中涉及的物质中属于卤代烃的是 _____。
 (4)G的分子式为 _____。

解析:(1)官能团:A含氯原子,B含氯原子、羧基,C含羟基、羧基,D含羟基,E含醛基,F含羧基,G含羧基、酯基,只含有一种官能团的是ADEF。(2)含有羧基(-COOH)的是BCFG。(3)烃只含C、H元素,属于卤代烃的是A。(4)G的分子式为 $C_{16}H_{12}O_6$ 。

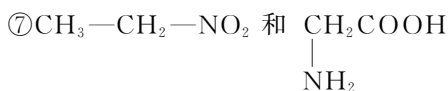
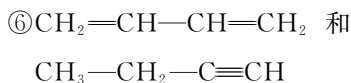
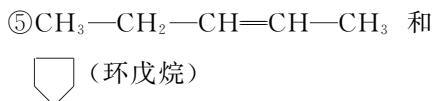
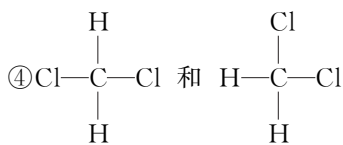
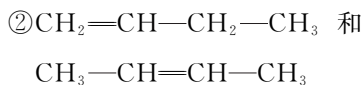
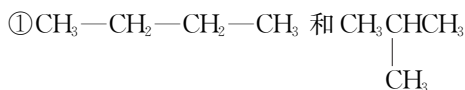
答案:(1)ADEF

(2)BCFG

(3)A

(4) $C_{16}H_{12}O_6$

10.已知下列有机物:



- (1)其中互为同分异构体的是 _____ (填序号,下同)。
 (2)其中属于碳架异构的是 _____。
 (3)其中属于位置异构的是 _____。
 (4)其中属于官能团异构的是 _____。
 (5)其中是同一种物质的是 _____。

解析:先写出有机物的分子式,然后判断其结构和官能团类型即可。

答案:(1)①②③⑤⑥⑦

(2)① (3)②

(4)③⑤⑥⑦ (5)④

第二节 研究有机化合物的一般方法

学习任务目标

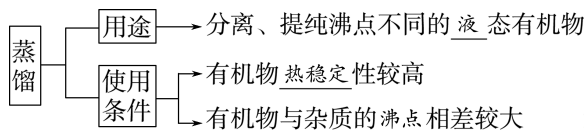
1. 掌握蒸馏、重结晶、萃取等分离和提纯方法的原理、使用范围、仪器选用、操作步骤及注意事项等。
2. 了解元素分析及相对分子质量的测定方法；掌握由有机化合物元素含量及相对分子质量确定分子式的一般步骤和方法。
3. 了解红外光谱、核磁共振氢谱、X射线衍射的原理，掌握有机化合物分子结构鉴定的方法。知道现代物理方法在测定有机化合物的元素组成、相对分子质量和分子结构中的重要作用。

问题式预习

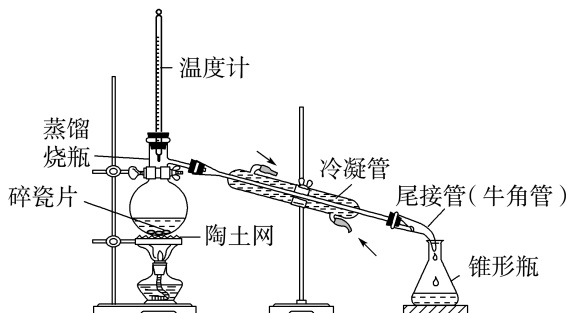
一、有机化合物的分离、提纯

1. 蒸馏

(1)



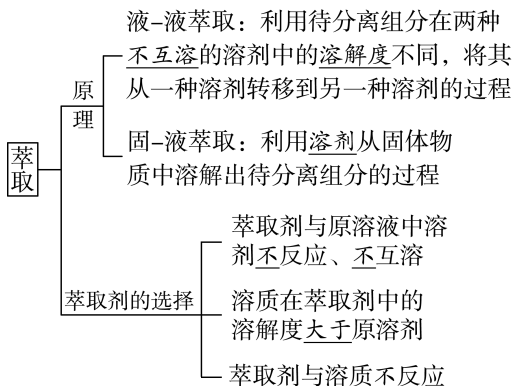
(2) 装置和主要仪器



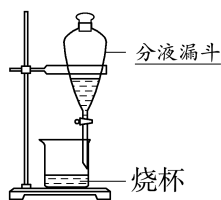
- (3) 注意事项
- 温度计水银球位置: 蒸馏烧瓶支管口处
 - 加碎瓷片目的: 防止 暴沸
 - 冷凝管中水的流向: 下口 流入, 上口 流出

2. 萃取

(1) 基本原理



(2) 主要仪器

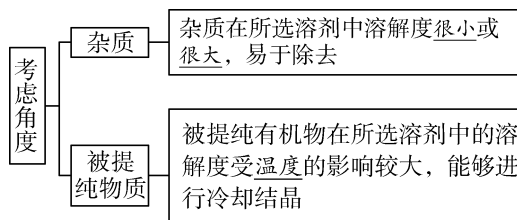


3. 重结晶

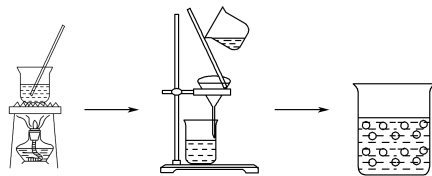
重结晶是提纯固体有机化合物常用的方法。

(1) 原理: 利用被提纯物质与杂质在同一溶剂中的溶解度不同而将杂质除去。

(2) 溶剂的选择



(3) 实验仪器与操作步骤(以粗苯甲酸的提纯为例)



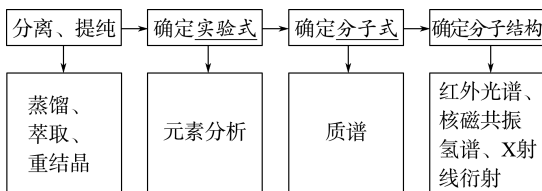
加热溶解 趁热过滤 冷却结晶

① 溶解粗苯甲酸时加热的作用是 溶解较多的苯甲酸, 得到热苯甲酸的饱和溶液。

② 趁热过滤的目的是 防止溶液冷却析出苯甲酸晶体。

二、实验式、分子式、分子结构的确定

1. 研究有机化合物的基本步骤



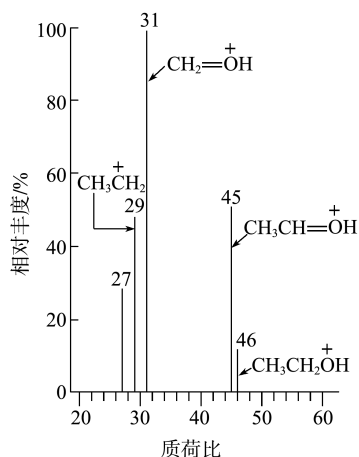
2. 确定实验式——元素分析

分类	定性分析	定量分析
含义	用化学方法鉴定有机物的元素组成	将一定量的有机化合物燃烧, 转化为简单的无机化合物, 并通过测定无机化合物的质量, 推算出各组成元素的质量分数, 然后计算出该有机化合物分子内各元素原子的最简整数比, 确定实验式(也称最简式)
举例	完全燃烧后, 碳元素变成 CO_2 , 氢元素变成 H_2O	根据 CO_2 的质量确定有机物中 C 的质量, 根据 H_2O 的质量确定有机物中 H 的质量

3. 确定分子式——质谱法

(1) 原理: 质谱仪用高能电子流等轰击样品, 使有机分子失去电子, 形成带正电荷的分子离子和碎片离子等。这些离子各自具有不同的质量和电荷, 它们在电场和磁场的作用下到达检测器的时间先后有别, 其结果被记录为质谱图。

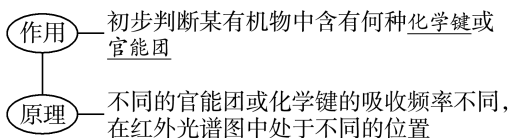
(2) 质荷比: 指分子离子、碎片离子等的相对质量与其电荷数的比值。质谱图中, 质荷比的最大值就表示了样品分子的相对分子质量。例如, 由图可知样品分子的相对分子质量为 46。



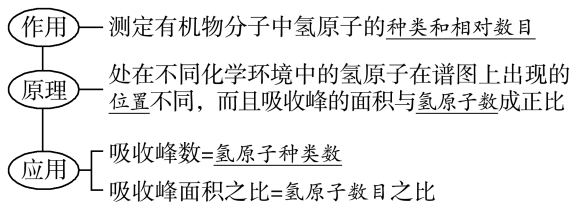
(3) 根据实验式及相对分子质量可以推出分子式。

4. 确定分子结构——波谱分析

(1) 红外光谱



(2) 核磁共振氢谱



(3) X 射线衍射

X 射线是一种波长很短(约 10^{-10} m)的电磁波, 它和晶体中的原子相互作用可以产生衍射图。经过计算可以从中获得分子结构的有关数据, 包括键长、键角等分子结构信息。

任务型课堂

任务一 物质分离、提纯常用的物理方法

[探究活动]

材料 1 党的二十大报告提出“促进中医药传承创新发展。”铅霜(醋酸铅)是一种中药, 具有解毒敛疮、坠痰镇惊之功效, 其制备方法为将醋酸放入瓷皿, 投入氧化铅, 微温使之溶解, 以三层细纱布趁热滤去渣滓, 放冷, 即得醋酸铅结晶, 如需精制, 可将结晶溶于同等量的沸汤, 滴醋少许, 过七层细布; 清液放冷, 即得纯净铅霜。

材料 2 乙二醇和丙三醇都可以作汽车和飞机燃料的防冻剂。现有一瓶乙二醇和丙三醇的混合液, 已知它们的性质如下表所示:

物质	熔点/°C	沸点/°C	溶解性
乙二醇	-11.5	198	易溶于水和乙醇
丙三醇	17.9	290	与水 and 乙醇以任意比互溶

材料 3 共沸物所指的是当两种或多种不同成分的均相溶液, 以一个特定的比例混合时, 在固定的压力下, 该溶液仅具有一个沸点, 此时这种混合物即称作共沸混合物。例如, 水-乙醇共沸物:

共沸物	组分沸点/°C	组成/g	共沸点/°C
水-乙醇	100/78.5	5/95	78.15

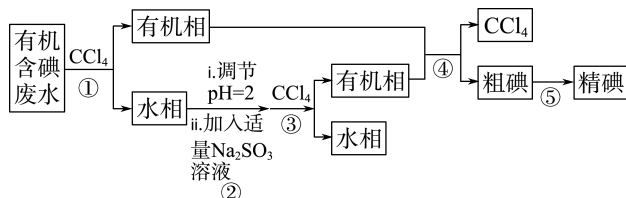
活动 1 铅霜制备过程中涉及的操作方法在化学中属于什么操作方法?

续表

选项	目的	分离方法	原理
B	分离乙酸乙酯和乙醇	分液	乙酸乙酯和乙醇的密度不同
C	除去 KNO_3 固体中混有的 NaCl	重结晶	NaCl 在水中的溶解度很大
D	除去丁醇中的乙醚	蒸馏	丁醇与乙醚的沸点相差较大

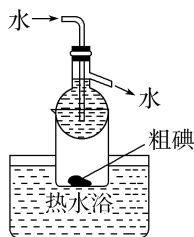
D 解析:乙醇与水互溶,不能作萃取剂,A 错误;乙酸乙酯与乙醇互溶,不能用分液的方法分离,B 错误;除去硝酸钾中的氯化钠可用重结晶的方法,是由于氯化钠在水中的溶解度受温度变化的影响较小,C 错误;乙醚和丁醇互溶,但沸点相差较大,可用蒸馏的方法进行分离,D 正确。

4. 实验室用有机含碘(主要以 I_2 和 IO_3^- 的形式存在)废水制备单质碘的实验流程如图所示:



已知:碘的熔点为 $113\text{ }^\circ\text{C}$,但固态的碘可以不经过熔化直接升华。下列说法错误的是 ()

- A. 操作①和③中的有机相从分液漏斗的下口放出
 B. 操作②中加入 Na_2SO_3 溶液,目的是用 SO_3^{2-} 还原 IO_3^- 生成 I_2
 C. 操作④中用到的玻璃仪器仅有温度计、球形冷凝管、酒精灯、尾接管及锥形瓶
 D. 操作⑤可用如图所示的水浴装置进行



C 解析:操作①和③均为萃取、分液, CCl_4 的密度比水大,溶解 I_2 的有机相从分液漏斗的下口放出, A 正确;操作②加入 Na_2SO_3 溶液, SO_3^{2-} 还原 IO_3^- 生成 I_2 , B 正确;操作④是将 CCl_4 与 I_2 分离,应采取蒸馏法,蒸馏应用直形冷凝管,还需要蒸馏烧瓶、烧杯(需水浴加热), C 错误;固体碘可以不经过熔化直接升华,操作⑤可以利用题图所示的水浴装置进行, D 正确。

提示:溶解、过滤、重结晶。投入氧化铝,微温使之溶解,涉及的操作是溶解;以三层细纱布趁热滤去渣滓,涉及的操作是过滤;如需精制,可将结晶溶于同等量的沸汤,滴醋少许,过七层细布;清液放冷,即得纯净铅霜,涉及的操作是重结晶。

活动 2 将乙二醇和丙三醇分离的最佳方法是什么?

提示:蒸馏。两者均属于醇类,相互混溶。从表中可知两者的沸点相差较大,故可用蒸馏法将其分离。

活动 3 乙二醇可以用作从水溶液中萃取 Br_2 、 I_2 的萃取剂吗?

提示:不可以,因为乙二醇易溶于水。

活动 4 如何从水-乙醇的共沸物得到无水乙醇?

提示:先加生石灰,将水转化为氢氧化钙再蒸馏。

[评价活动]

1. “分子筛”顾名思义,就是根据粒子大小不同,将分子分开的“筛子”,它在有机化学工业和石油化学工业上得到了广泛的应用。下列分离物质的方法同“分子筛”的分离原理相同的是 ()

- A. 萃取 B. 分液 C. 蒸馏 D. 过滤

D 解析:“分子筛”实际上是利用分子大小不同来进行分离提纯的,小分子能够通过“分子筛”,而大分子不能通过“分子筛”。过滤是利用固体和液体颗粒大小不同,用滤纸分离难溶性固体和液体的混合物,固体不能透过滤纸,而溶液能透过滤纸。

2. 下列各项操作错误的是 ()

- A. 用酒精萃取溴水中溴单质的操作可选用分液
 B. 进行分液时,分液漏斗中的下层液体从下口流出,上层液体从上口倒出
 C. 萃取、分液前需对分液漏斗检漏
 D. 为保证分液漏斗内的液体顺利流出,需将上面的塞子拿下

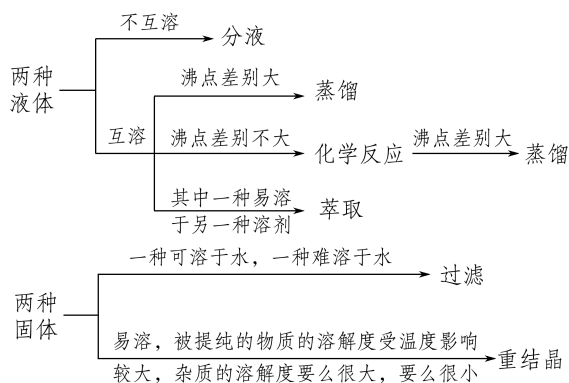
A 解析:酒精易溶于水,与水不能分层,不能达到萃取溴单质的目的, A 项错误;分液漏斗中的下层液体通过下口放出,上层液体要从上口倒出, B 项正确;由于分液漏斗有活塞,故使用前首先检查活塞处是否漏水,由于萃取操作时,还要将分液漏斗倒转振荡,故还应检验分液漏斗上口处是否漏水, C 项正确;放出下层液体时,将漏斗上面的塞子拿掉使漏斗内与大气相通,便于液体顺利流出, D 项正确。

3. 下列实验中,所采取的分离方法与对应原理都正确的是 ()

选项	目的	分离方法	原理
A	分离溶于水中的碘	乙醇萃取	碘在乙醇中的溶解度较大

任务总结

有机混合物的分离提纯



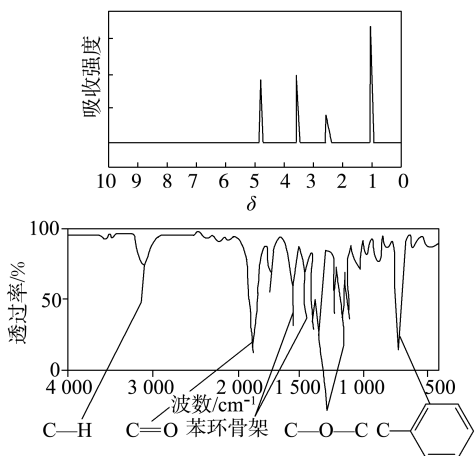
任务二 有机物分子式和结构式的确定

[探究活动]

材料 1 晚香玉是提取香精的原料。晚香玉浸膏用于食品,能赋予食品独特的晚香玉气味。有机物 A 是配制依兰、晚香玉香型的常用香料。经元素定量分析和质谱法分析得知其相对分子质量为 136。

材料 2 咖啡、可可与茶为世界三大饮料,同为流行于世界的主要饮品。咖啡、茶中含有咖啡因,咖啡因是一种中枢神经兴奋剂,能够暂时驱走睡意并使人恢复精力,临床上可用于治疗神经衰弱。

活动 1 已知 A 分子中只含一个苯环且苯环上只有一个取代基,其核磁共振氢谱与红外光谱如图所示。



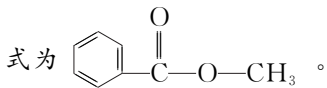
(1) 由核磁共振氢谱我们可以得到 A 分子中的什么信息?

提示: 由核磁共振氢谱,推测 A 分子中有 4 种化学环境不同的氢原子且个数比为 3:2:2:1。

(2) 结合两种谱图,确定有机物 A 的结构简式。

提示: c1ccc(cc1)C(=O)OC。由红外光谱图知, A 中至少存在 8 个 C 原子、2 个 O 原子,再结合相对分子质量为 136,可推测其分子式为 $C_8H_8O_2$,显然 A 分子

中含有一个“c1ccc(cc1)C”、一个“O=C”和一个“C-O-C”,再结合核磁共振氢谱可得 A 的结构简



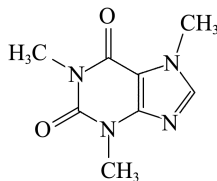
活动 2 经实验测定,咖啡因分子中各元素的质量分数约是:碳 49.5%,氢 5.20%,氧 16.5%,氮 28.9%,其摩尔质量为 $194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,请写出确定咖啡因分子式的过程。

提示: 碳、氢、氮、氧的原子个数之比为 $\frac{49.5\%}{12}$:

$\frac{5.20\%}{1}$: $\frac{28.9\%}{14}$: $\frac{16.5\%}{16} \approx 4:5:2:1$,即最简式

为 $C_4H_5N_2O$,分子式可写作 $(C_4H_5N_2O)_n$,则 $97n = 194, n = 2$,则咖啡因的分子式为 $C_8H_{10}N_4O_2$ 。

活动 3 咖啡因的结构简式如下所示:

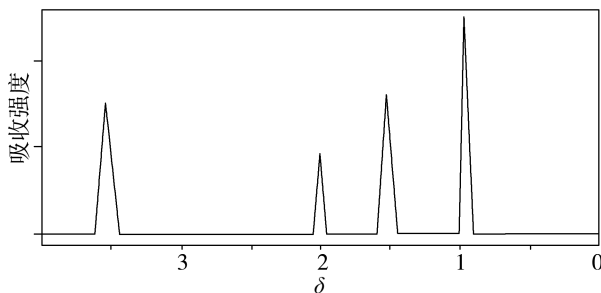


它的核磁共振氢谱有几组峰? 峰面积之比是多少?

提示: 4 组,比值为 3:3:3:1。

[评价活动]

1. 某物质的核磁共振氢谱如图所示。



该有机物可能是

()

A. $CH_3CH_2CH_2OH$

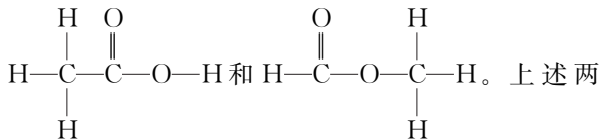
B. $HOOCCH_2CH_2COOH$

C. $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$

D. $CH_3-C(CH_3)_3$

A 解析: 由核磁共振氢谱图中峰的个数可推知该有机物有 4 种不同化学环境的氢原子。四个选项中有有机物的氢原子种类分别为 4 种、2 种、2 种、1 种。因此只有 A 项正确。

2. 乙酸和甲酸甲酯互为同分异构体, 其结构式分别为



上述两种物质在下列检测仪上显示出的信号完全相同的是

()

A. 李比希元素分析仪

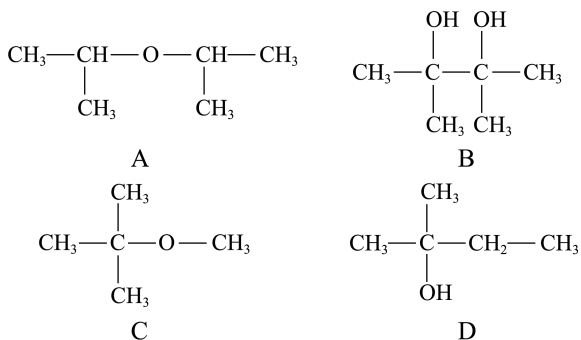
B. 红外光谱仪

C. 核磁共振仪

D. 质谱仪

A 解析: 李比希元素分析仪检测的是元素的种类和含量, 乙酸和甲酸甲酯的分子式相同, 信号相同, A 正确; 红外光谱仪检测的是化学键和官能团的结构特征, 乙酸中含有羧基, 甲酸甲酯中含有酯基, 信号不完全相同, B 错误; 核磁共振仪检测的是氢原子的种类, 乙酸中含有 2 种氢原子, 有 2 组峰且峰面积之比为 3:1, 甲酸甲酯中含有 2 种氢原子, 有 2 组峰且峰面积之比为 3:1, 但峰的位置不完全相同, C 错误; 质谱仪检测的是分子的相对分子质量, 二者的相对分子质量相同, 但分子碎片的相对质量不完全相同, D 错误。

3. 某含氧元素有机物 A 可以作为无铅汽油的抗爆震剂, 它的相对分子质量为 88.0, 其中碳元素的质量分数为 68.2%, 氢元素的质量分数为 13.6%, 经红外光谱和核磁共振氢谱显示该分子中有 4 个甲基, 则 A 的结构简式为 ()

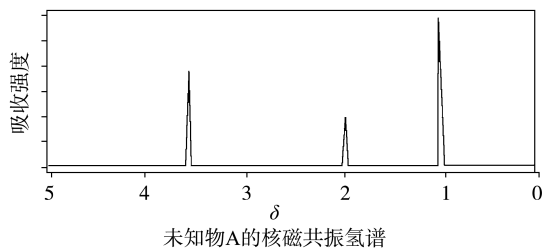
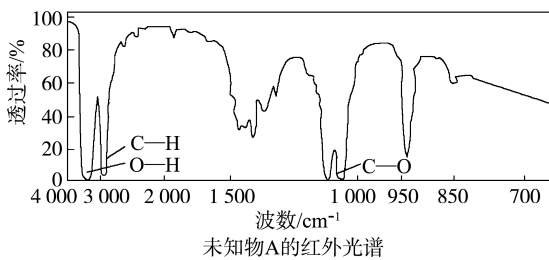


C 解析: $N(\text{C}) = \frac{88.0 \times 68.2\%}{12} \approx 5$, $N(\text{H}) =$

$\frac{88.0 \times 13.6\%}{1} \approx 12$, $N(\text{O}) = \frac{88.0 - 5 \times 12 - 12}{16} = 1$,

则 A 的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, 分子中含有 4 个甲基, 只有 C 符合题意。

4. 已知某有机物 A 的红外光谱和核磁共振氢谱如图所示, 下列说法错误的是 ()



A. 由红外光谱图可知, 该有机物中至少含有三种不同的化学键

B. 由核磁共振氢谱可知, 该有机物分子中有三种不同的氢原子且个数比为 1:2:3

C. 若 A 的化学式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, 则其结构简式为 CH_3OCH_3

D. 仅由其核磁共振氢谱无法得知其分子中的氢原子总数

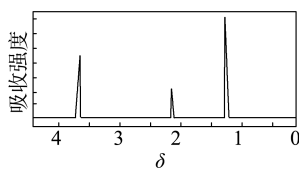
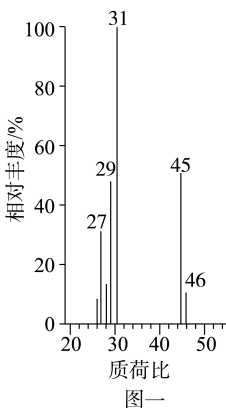
C 解析: 由红外光谱图可知 A 中至少含有 C—H、O—H、C—O 三种化学键, A 项正确; 由 A 的核磁共振氢谱的三组峰的面积比可推知三种不同化学环境的氢原子的个数比为 1:2:3, B、D 项正确, C 项不正确。

5. 为了测定某有机物 A 的结构, 做如下实验:

①将 2.3 g 该有机物完全燃烧, 生成 0.1 mol CO_2 和 2.7 g 水。

②用质谱仪测定其相对分子质量, 得到如图一所示的质谱图。

③用核磁共振氢谱仪处理该化合物, 得到如图二所示谱图, 图中三组峰的面积之比是 1:2:3。



图二

请回答下列问题:

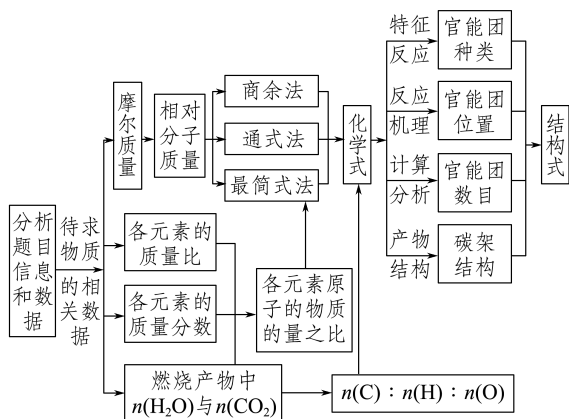
- (1) 有机物 A 的相对分子质量是_____。
 (2) 有机物 A 的实验式是_____。
 (3) 能否根据有机物 A 的实验式确定有机物 A 的分子式? _____ (填“能”或“不能”);若能,则有有机物 A 的分子式是_____ (若不能,则此空不填)。
 (4) 写出有机物 A 可能的结构简式:_____。

解析: (1) 在 A 的质谱图中,最大质荷比为 46,所以其相对分子质量是 46。(2) 2.3 g 该有机物中, $n(\text{C})=0.1 \text{ mol}$, $m(\text{C})=0.1 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=1.2 \text{ g}$; $n(\text{H})=\frac{2.7 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2=0.3 \text{ mol}$, $m(\text{H})=0.3 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}=0.3 \text{ g}$; $m(\text{O})=2.3 \text{ g}-1.2 \text{ g}-0.3 \text{ g}=0.8 \text{ g}$, $n(\text{O})=\frac{0.8 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}=0.05 \text{ mol}$;所以 $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O})=0.1 \text{ mol} : 0.3 \text{ mol} : 0.05 \text{ mol}=2 : 6 : 1$,A 的实验式是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。(3) 因为实验式是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机物中,氢原子数已经达到饱和,所以其实验式即为分子式。(4) 有机物 A 有如下两种可能的结构: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 或 CH_3OCH_3 ;若为后者,则在核磁共振氢谱中应只有一组峰;若为前者,则在核磁共振氢谱中应有三组峰,而且三组峰的面积之比是 1 : 2 : 3,显然前者符合,所以 A 为乙醇。

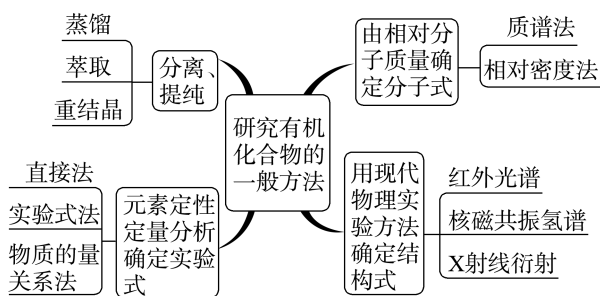
答案:(1)46 (2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (3)能 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
 (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

任务总结

确定有机物分子式、结构式的思维模型



► 提质归纳



课后素养评价(二)

基础性·能力运用

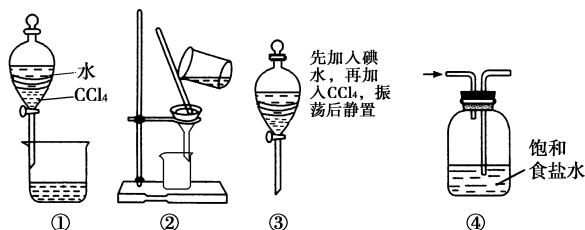
知识点 1 有机化合物的分离提纯

1. 下列中草药煎制步骤中,属于过滤操作的是

A. 冷水浸泡	B. 加热煎制	C. 算渣取液	D. 灌装保存

C 解析: 冷水浸泡属于物质的溶解,A 错误;加热煎制属于加热,B 错误;算渣取液属于过滤操作,C 正确;灌装是液体转移,D 错误。

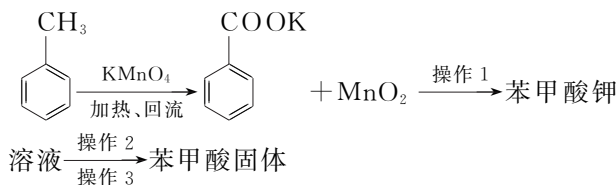
2. 下列有关实验原理或操作正确的是



- A. ①: 分离 CCl_4 和水
 B. ②: 洗涤沉淀时,向漏斗中加适量水,搅拌并滤干
 C. ③: 液体分层,下层呈无色
 D. ④: 除去氯气中的氯化氢

A 解析: 洗涤沉淀时,不能在漏斗中搅拌,以防滤纸破损,B 错误; CCl_4 萃取碘水中的碘变为紫色,下层呈紫色,C 错误;洗气时应是长管进,短管出,D 错误。

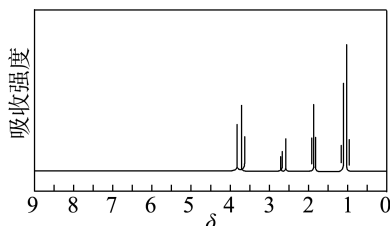
3. 苯甲酸常用作防腐剂、金属缓蚀剂等,微溶于冷水,易溶于热水、酒精。实验室常用甲苯为原料,制备少量苯甲酸,具体流程如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 操作 1 为蒸发
 B. 操作 2 为过滤
 C. 操作 3 为酒精萃取
 D. 进一步提纯苯甲酸固体,可采用重结晶的方法
- D 解析:由分析可知,操作 1 为过滤,操作 2 为酸化,操作 3 为过滤,A、B、C 错误;题给流程制得的苯甲酸固体中含有杂质,可采用重结晶的方法进一步提纯苯甲酸固体,D 正确。

知识点 2 有机化合物结构的确定

4. 现有一物质的核磁共振氢谱如下图所示。则可能是下列物质中的 ()



- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 C. $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

- B 解析:题图中可知有 4 种化学环境不同的氢原

子。分析选项可得 A 项有 2 种不同化学环境的氢原子,B 项有 4 种不同化学环境的氢原子,C 项有 2 种不同化学环境的氢原子,D 项有 3 种不同化学环境的氢原子。

5. 6.4 g 某化合物在氧气中完全燃烧,只生成 8.8 g CO_2 和 7.2 g H_2O 。下列说法正确的是 ()
- A. 该化合物仅含碳、氢两种元素
 B. 该化合物中碳、氢原子个数比为 1 : 8
 C. 无法确定该化合物是否含有氧元素
 D. 该化合物中一定含有氧元素
- D 解析:由题可知生成的 CO_2 为 0.2 mol,生成的 H_2O 为 0.4 mol,碳、氢原子个数比为 $0.2 : (0.4 \times 2) = 1 : 4$,其中碳原子和氢原子的质量之和为 $0.2 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.4 \text{ mol} \times 2 \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.2 \text{ g} < 6.4 \text{ g}$,故该化合物中一定含有氧元素,故 A、B、C 项错误,D 项正确。

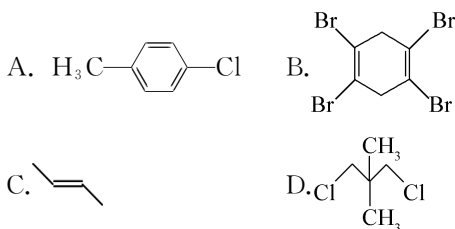
6. 二甲醚和乙醇互为同分异构体,其鉴别可采用化学方法及物理方法,下列鉴别方法中,不能对二者进行鉴别的是 ()

- A. 利用金属钠或金属钾
 B. 利用质谱法
 C. 利用红外光谱法
 D. 利用核磁共振氢谱法

B 解析:二甲醚 (CH_3OCH_3) 和乙醇 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) 互为同分异构体,二者的相对分子质量相同,故在质谱图中最右侧的分子离子峰的质荷比数值相同,故不能用质谱法区分二者。

综合性·创新提升

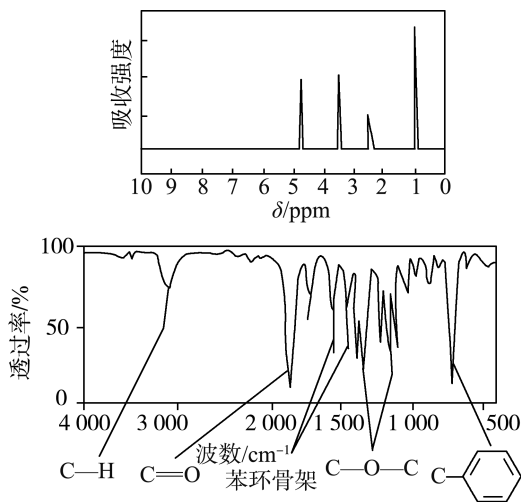
7. 下列化合物中,核磁共振氢谱只出现两组峰且峰面积之比为 3 : 2 的是 ()



D 解析:A 的结构中 $-\text{CH}_3$ 和 $-\text{Cl}$ 不是对称结构,所以苯环上的氢有 2 种,加上甲基上的氢共有 3 种;B 分子为对称结构,只有一种氢原子;C 分子是对称结构,但甲基上的氢和双键碳上氢的个数比为 3 : 1;D 是对称结构,甲基上有 6 个等效氢,与氯相连的碳上有 4 个等效氢,比值为 3 : 2,符合题意。

8. 有机物 A 经李比希法和质谱法分析得知其相对分子质量为 136,A 分子中只含一个苯环且苯环上只

有一个取代基,其核磁共振氢谱与红外光谱如图所示。下列关于 A 的说法正确的是 ()



A. 有机物 A 可能有多种结构

B. 有机物 A 的结构简式可能为 c1ccc(cc1)CC(=O)O

C. 有机物 A 不能与 H_2 发生反应

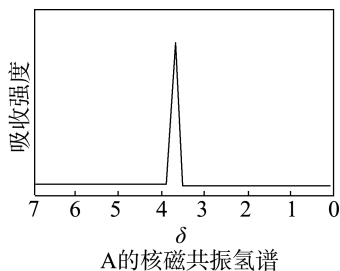
D. 有机物 A 的结构简式为 c1ccc(cc1)C(=O)OC

D 解析: A 中至少存在 8 个 C 原子, 2 个 O 原子, 再结合相对分子质量为 136, 可推测其分子式为 $C_8H_8O_2$, 结合红外光谱可知 A 分子中含有一个

“c1ccc(cc1)”、一个“C(=O)”和一个“C-O-C”, 再结合核磁共振氢谱, 推测 A 分子中有 4 种化学环境不同的氢原子且个数比为 3:2:2:1, 那么 A 的结

构简式为 c1ccc(cc1)C(=O)OC, 可与 H_2 发生加成反应。

9. 有四种有机化合物 A、B、C、D。化合物 A 和 B 的分子式都是 $C_2H_4Br_2$, A 的核磁共振氢谱如图所示。下列说法不正确的是 ()



A. 化合物 A 的结构简式为 BrCH2CH2Br

B. 化合物 B 的核磁共振氢谱上有 2 组峰

C. 化合物 C 为 H-C(=O)-O-CH3, 则红外光谱图中的特征吸收峰有 3 个

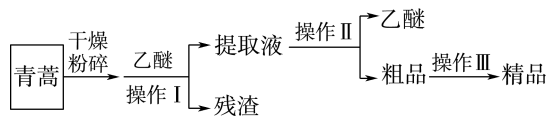
D. 化合物 C 为 CH3-C(=O)-O-CH3, 则核磁共振氢谱有一组峰

D 解析: 由 A 的核磁共振氢谱图中只有一组峰, 可得 A 的结构简式为 BrCH2CH2Br, 而 B 的结构简式只能是 CH3CHBr2, 核磁共振氢谱上有 2 组峰,

A、B 正确; H-C(=O)-O-CH3 中有 C—H、C=O、C—O—C 三个特征吸收峰, C 正确;

CH3-C(=O)-O-CH3 有两种环境不同的氢原子, 核磁共振氢谱中应有 2 组峰, D 错误。

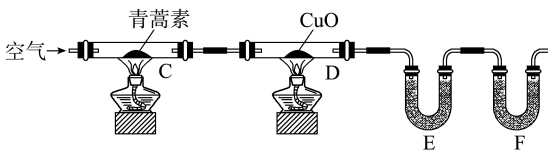
10. 青蒿素是有效的抗疟药, 易溶于丙酮、氯仿和苯中, 在水中几乎不溶, 熔点为 $156 \sim 157^\circ C$, 乙醚萃取法提取青蒿素的工艺流程如图所示:



(1) 对青蒿进行干燥粉碎的目的是 _____。

(2) 操作 I 的名称是 _____, 操作 II 的名称是 _____。

(3) 用下列实验装置测定青蒿素的分子式, 将 28.2 g 青蒿素放在硬质玻璃管 C 中充分燃烧:



① 装置 E 中盛放的物质是 _____, 装置 F 中盛放的物质是 _____。

② 该实验装置可能产生误差, 造成测定结果的含氧量偏低, 改进方法是 _____。

③ 已知青蒿素是烃的含氧衍生物, 用合理改进后的装置进行实验, 称得:

装置	实验前/g	实验后/g
E	22.6	42.4
F	80.2	146.2

青蒿素的最简式是 _____。

解析: (1) 为了加快反应速率和增大青蒿素的浸取率, 可以对青蒿进行干燥粉碎以增大青蒿与乙醚的接触面积。(2) 根据流程图, 经过操作 I 得到了残渣, 故操作 I 为过滤; 乙醚和青蒿素是互溶的液体, 可以通过蒸馏分离。(3) ① 实验测定青蒿素的分子式, 需要测定其中的碳、氢、氧的含量, 燃烧后生成二氧化碳和水, 因此需要测定二氧化碳和水的质量, 因此装置 E 中盛放无水 $CaCl_2$ 或 P_2O_5 吸收生成的水, 装置 F 中盛放碱石灰或固体氢氧化钠, 吸收二氧化碳。② 装置左右两侧都可能使得空气中的二氧化碳和水蒸气进入装置, 造成误差, 改进方法是左侧添加除去空气中 CO_2 和水蒸气的装置, 在装置 F 后加一个防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入 F 的装置。③ E 管质量增加 $42.4 g - 22.6 g = 19.8 g$, 则 $m(H) = 19.8 g \times \frac{2}{18} = 2.2 g$, F 管质量增加 $146.2 g - 80.2 g = 66 g$, 则 $m(C) =$

$66 \text{ g} \times \frac{12}{44} = 18 \text{ g}$, 从而可推出含氧元素的质量为

$28.2 \text{ g} - 2.2 \text{ g} - 18 \text{ g} = 8 \text{ g}$, 最简式为 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$, 则

$12x : y : 16z = 18 : 2.2 : 8$, 故 $x : y : z = 15 :$

$22 : 5$, 故青蒿素的最简式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ 。

答案:(1)增大青蒿与乙醚的接触面积,提高青蒿

素的浸取率

(2)过滤 蒸馏

(3)①无水 CaCl_2 (或 P_2O_5) 碱石灰(或其他合理答案) ②在左侧添加装置,除去通入空气中的 CO_2 和水蒸气,在装置 F 后加一个防止空气中的 CO_2 和水蒸气进入 F 的装置 ③ $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$

单元活动构建

单元活动 1 根据“精油提取”原理确定有机化合物

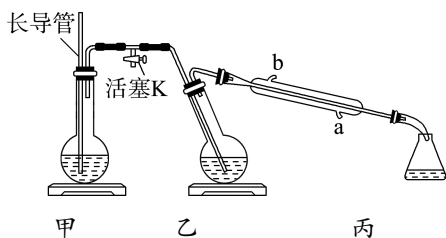
的结构特点与研究方法

「单元任务」

任务内容	
任务一	有机化合物的分离、提纯
任务二	确定有机化合物的分子结构
任务三	有机化合物的结构特点

「任务导引」

精油是通过水蒸气蒸馏法、挤压法、冷浸法或溶剂提取法从植物的花、叶、茎、根或果实中提炼萃取出的挥发性芳香物质,这些挥发性成分的混合物统称精油,大都具有令人愉快的香味。工业上常用水蒸气蒸馏的方法(蒸馏装置如图所示,加热及夹持装置已略)从植物组织中获取挥发性成分。



提取玫瑰精油的操作步骤:

(1)将 1~2 朵玫瑰花剪成细碎的碎片,投入乙装置中,加入约 30 mL 水。

(2)打开活塞 K。加热水蒸气发生器至水沸腾,活塞 K 的支管口有大量水蒸气冒出时旋紧活塞 K,打开冷凝水,水蒸气蒸馏即开始进行,可观察到在馏出液的水面上有一层很薄的油层。

任务一 有机化合物的分离、提纯

活动 1 能说明蒸馏实验完成的现象是什么?蒸馏结束后,为防止倒吸,应怎样操作?

提示:当馏出液无明显油珠、澄清透明时,说明蒸馏完成;应先打开活塞 K,然后停止加热。

活动 2 甲装置中长导管的作用是什么?要得到纯精油,还需要用到哪些分离提纯方法?

提示:长导管作安全管,平衡气压,防止由于导管堵塞引起爆炸;分液后再蒸馏。

任务二 确定有机化合物的分子结构

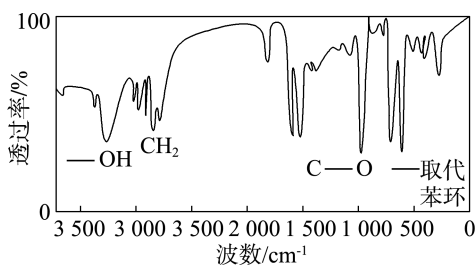
活动 1 确定有机物组成和结构的谱图分别提示什么信息?

提示:质谱图:最大质荷比为相对分子质量;

红外光谱图:化学键、官能团的类型;

核磁共振氢谱:等效氢种类及氢原子个数之比。

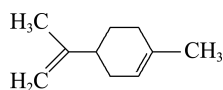
活动 2 实验中提取玫瑰精油经测定得知其化学式为 $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$,其红外光谱图如图所示,玫瑰精油分子的结构简式为 _____,所含官能团是 _____ (填名称)。



提示: c1ccc(cc1)CCO 羟基

任务三 有机化合物的结构特点


活动 1 从柠檬、橙子和柚子等水果的果皮中提取的精油大多是柠檬烯,其结构简式如图所示,柠檬烯的一氯代物有 _____ 种。

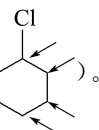


提示:8 柠檬烯有 8 种等效氢,一氯代物有 8 种。

活动2 柠檬烯能够与溴的四氯化碳溶液发生反应,说明含有 σ 键、 π 键的化合物在发生反应时,_____键容易发生断裂。

提示: π 柠檬烯含碳碳双键,能发生加成反应,由于 π 键的强度一般小于 σ 键的强度,所以反应时 π 键比 σ 键易断裂。

活动3 柠檬烯与足量的氢气发生加成反应的产物与环己烷()互为同系物,环己烷的二氯代物有_____种。

提示:4 固定1个氯原子,移动另一个氯原子,环己烷的二氯代物有4种()。

[知识链接]

同分异构体数目的判断方法

(1)基元法

记住常见烃基的异构体种数,可快速判断含官能团有机化合物同分异构体的数目。

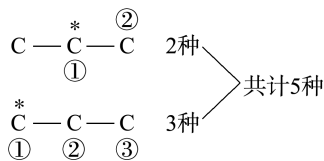
$-C_3H_7$ 有2种, $-C_4H_9$ 有4种, $-C_5H_{11}$ 有8种,如 C_4H_9Cl 、 C_4H_9OH 、 C_4H_9-CHO 各有4种同分异构体。

(2)换元法

如若 C_3H_8 的二氯代物有4种同分异构体,则其六氯代物的同分异构体也为4种(H和Cl相互替代)。

(3)定一(或二)移一法

对于二元取代物的同分异构体的判定,可固定一个取代基位置,再移动另一取代基,以确定同分异构体数目。例如,判断 C_3H_6ClF 的同分异构体的数目时,先把氯原子固定在一个碳原子上,用*标记,氯原子可能存在的位置用序号标记,如图所示:

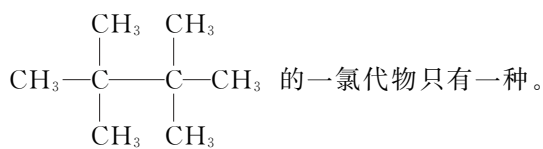


(4)等效氢法

等效氢法的判断可按下列三点进行:

- ①同一甲基上的氢原子是等效的。
- ②与同一个碳原子相连的甲基上的氢原子是等效的。
- ③同一分子中,处于轴对称位置或镜面对称位置的氢原子是等效的(相当于平面成像时,物与像的关系)。

例如, $\text{CH}_3 - \overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$ 的一氯代物只有一种,



「活动达标」

1.分子式为 $C_4H_8Cl_2$ 的有机物共有(不含立体异构) ()

- A.7种 B.8种
C.9种 D.10种

C 解析:分子式为 $C_4H_8Cl_2$ 的有机物可看成是丁烷 C_4H_{10} 中的两个H原子被两个Cl原子取代, C_4H_{10} 有正丁烷 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和异丁烷 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$ 两种,正丁烷中2个H原子被Cl原子取代,有6种结构,异丁烷中2个H原子被Cl原子取代,有3种结构,共有9种。

2.氨分子中氢原子被氨基($-\text{NH}_2$)取代后的生成物

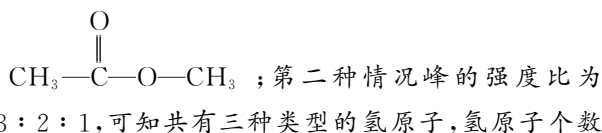
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H} \end{array}$ 叫胍($\text{H}-\text{N}-\text{N}-\text{H}$),胍分子中氢原子被烃基取代后的产物叫胍的衍生物,分子式为 $C_2H_8N_2$ 的同分异构体中属于胍的衍生物的共有 ()

- A.2种 B.3种 C.4种 D.5种

B 解析:2个碳原子可以形成1个乙基,则有 $\text{NH}_2-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,也可以形成2个甲基,2个甲基可以在同一个氮上,也可以不在同一个氮上,则有: $\text{NH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 、 $\text{CH}_3-\text{NH}-\text{NH}-\text{CH}_3$,共有3种。

3.核磁共振谱(NMR)可用于研究有机物的结构,在所研究的化合物分子中,每种等效氢原子在NMR谱中都给出了相应的峰(信号)。NMR谱中峰的强度与等效氢原子数成正比。例如,乙醛的结构简式为 CH_3CHO ,其NMR谱中有两个信号,其强度之比为3:1。分子式为 $C_3H_6O_2$ 的一元混合物,在NMR谱上观察到的氢原子给出的峰有两种情况:第一种情况峰的强度比为3:3,请写出其对应化合物的结构简式:_____ ;第二种情况峰的强度比为3:2:1,请写出该化合物可能的结构简式:_____。

解析:分子式为 $C_3H_6O_2$,第一种情况峰的强度比是3:3,可知有两种类型的氢原子,而且两种类型氢原子个数比为3:3,因此该物质应为



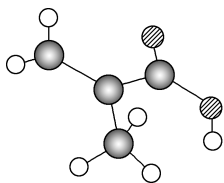
比为 3 : 2 : 1, 由此得出 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ 和 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 两种结构简式符合要求。

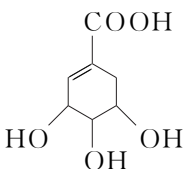
答案: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_3$

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ (或 $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$)

4. 根据有机化合物的结构特点, 回答下列问题:

(1) 如图所示是含 C、H、O 三种元素的某有机分子模型(图中球与球之间的连线代表单键、双键等化学键), 其所含官能团的名称为_____。



(2)  的分子式为_____。

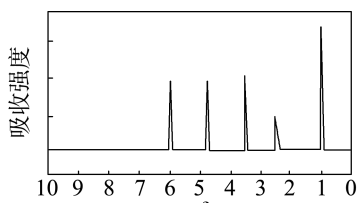
(3) 分子式为 C_5H_{10} , 且属于烯烃的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)。

(4) 某有机化合物 A 经李比希法测得其中含碳元素为 72.0%、含氢元素为 6.67%, 其余为氧元素。现用下列方法测定该有机化合物的相对分子质量和分子结构。

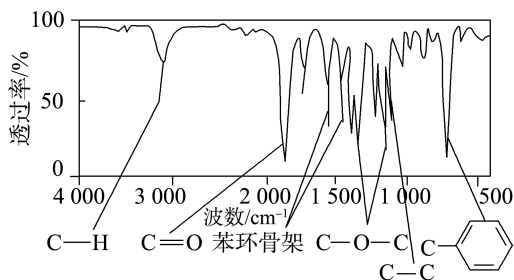
方法一: 用质谱法分析得知 A 的相对分子质量为 150。

方法二: 核磁共振仪测出 A 的核磁共振氢谱有 5 组峰, 其面积之比为 1 : 2 : 2 : 2 : 3, 如图甲所示。

方法三: 利用红外光谱仪测得 A 分子的红外光谱如图乙所示, 且 A 分子的苯环上只有一个取代基。



图甲

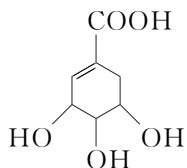


图乙

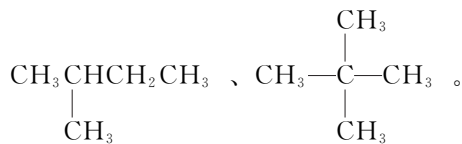
则 A 的分子式为_____, 写出符合条件的 A 的一种结构简式:_____。

解析: (1) 由分子模型可知, 该有机物的结构简式为

$\text{CH}_2=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{COOH}$, 所含官能团的名称为碳碳双键、羧基。

(2)  的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_5$ 。

(3) 戊烷的同分异构体有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、



若为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,

相应烯烃有 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、

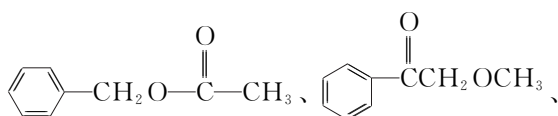
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, 有 2 种异构(不考虑立体异构)。

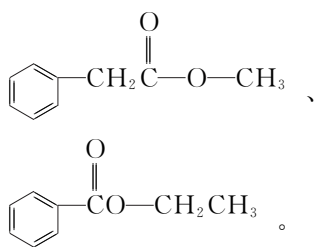
若为 $\text{CH}_3\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}_2\text{CH}_3$, 相应烯烃有

$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$, 有 3 种异构。

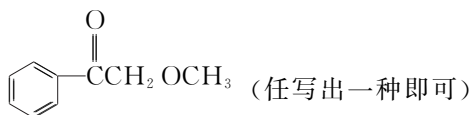
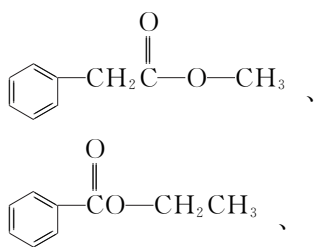
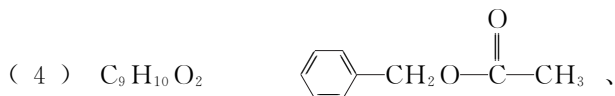
若为 $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 没有相应烯烃。所以共 5 种。

(4) 有机物 A 中 C 原子个数 $N(\text{C}) = (72.0\% \times 150) \div 12 = 9$, 有机物 A 中 H 原子个数 $N(\text{H}) = (6.67\% \times 150) \div 1 \approx 10$, 有机物 A 中 O 原子个数 $N(\text{O}) = [(1 - 72.0\% - 6.67\%) \times 150] \div 16 \approx 2$, 所以有机物 A 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ 。由 A 分子的红外光谱知, A 含有 $\text{C}-\text{C}_6\text{H}_5$ 基团, 由苯环上只有一个取代基可知, 苯环上的氢有 3 种, H 原子个数分别为 1 个、2 个、2 个, 由 A 的核磁共振氢谱可知, 除苯环外, 还有两种氢, 且两种氢的个数分别为 2 个、3 个, 由 A 分子的红外光谱可知, A 分子结构有碳碳单键及 $\text{C}-\text{H}$ 、 $\text{C}=\text{O}$ 、 $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ 等基团, 所以符合条件的有机物 A 的结构简式为





答案: (1) 碳碳双键、羧基 (2) $C_7H_{10}O_5$ (3) 5

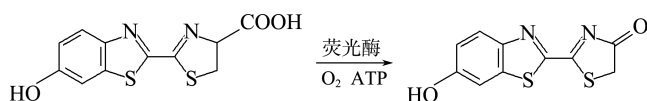


第一章质量评估

(90 分钟 100 分)

一、选择题(本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求)

1. 萤火虫发光的原理是荧光素在荧光酶和 ATP 催化下发生氧化还原反应时伴随着化学能转变为光能:

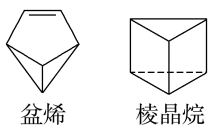


荧光素属于 ()

- A. 脂环化合物
- B. 烃
- C. 芳香烃衍生物
- D. 羧酸

C 解析: 荧光素中含有 C、H、O、N、S 元素, 其分子中含苯环, 属于芳香烃衍生物。

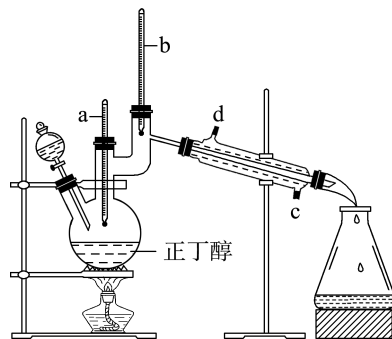
2. 科学家制备了多种与苯组成相同且具有特殊结构的物质, 如盆烯和棱晶烷, 结构如图所示。对这两种物质的叙述正确的是 ()



- A. 均为烃的衍生物
- B. 均属于芳香族化合物
- C. 互为同分异构体
- D. 均为高分子

C 解析: 盆烯和棱晶烷都只含有 C 和 H 两种元素, 不是烃的衍生物, A 项错误; 二者都没有苯环, 都不属于芳香族化合物, B 项错误; 由结构不同, 分子式都为 C_6H_6 知, 二者互为同分异构体, C 项正确; 二者都是小分子化合物, D 项错误。

3. 实验室可用稀硫酸酸化的 $Na_2Cr_2O_7$ 溶液氧化正丁醇制备正丁醛(反应温度为 $90 \sim 95^\circ C$), 实验装置和相关数据如下:



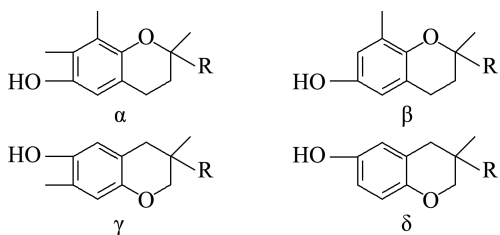
物质	沸点/ $^\circ C$	密度/ $(g \cdot cm^{-3})$	水中溶解性
正丁醇	117.2	0.810 9	微溶
正丁醛	75.7	0.801 7	微溶

下列说法正确的是 ()

- A. 温度计 a、b 的水银球位置有错误的是 b
- B. 冷凝管中的冷却水从 d 口进、c 口出
- C. 除去粗产品中的水分可用分液的方法
- D. 用蒸馏法除去产品中的正丁醇, 可控制温度为 $117.2^\circ C$

C 解析: 温度计 a 测定的是反应液的温度, 应将水银球插入反应液中, A 错误; 冷却水从下口进、上口出, B 错误; 由于正丁醛微溶于水, 可用分液的方法除去粗产品中的水分, C 正确; 若控制温度为 $117.2^\circ C$, 则正丁醛必将同时被蒸出, D 错误。

4. 维生素 E 是一种脂溶性维生素, 对抗衰老等有特殊作用, 经研究发现维生素 E 有 α 、 β 、 γ 、 δ 四种类型, 其结构简式如下:

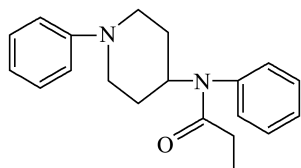


R为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2[\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2]_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$,则上述互为同分异构体的是 ()

- A. α 与 β B. β 与 γ
C. γ 与 δ D. α 与 δ

B 解析: 四种物质中,其组成只有苯环上的甲基个数不同, α 的苯环上有2个甲基, β 、 γ 的苯环上有1个甲基, δ 的苯环上没有甲基, β 与 γ 的分子式相同,结构不同,互为同分异构体,B正确。

5. 芬太奴是医疗中使用的一种速效强力镇痛药,它可以通过抑制呼吸和血液循环进行止痛,使人感觉麻木,大量使用能使人昏迷乃至死亡。芬太奴的结构简式如图所示。下列关于芬太奴的说法正确的是 ()



- A. 芬太奴分子中有3个苯环
B. 该分子中所有原子共平面
C. 芬太奴的分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}$
D. 芬太奴属于苯的同系物

C 解析: 芬太奴分子中有2个苯环,A项错误;芬太奴分子中含有甲基,所有原子不可能共平面,B项错误;芬太奴不是苯的同系物,D项错误。

6. 某有机化合物可作香料、雌激素药及消毒剂的原料。该有机物仅由碳、氢、氧三种元素组成,其相对分子质量小于150,若已知氧的质量分数为50%,则分子中碳原子的个数最多为 ()

- A. 4 B. 5 C. 6 D. 7

B 解析: 因为 $150 \times 50\% = 75$, $75/16 \approx 4.69$,故氧原子最多为4个,该有机化合物的相对分子质量最大为128,然后依据商余法: $64/12 = 5 \dots 4$,故碳原子数最多为5个。

7. 在一定条件下,萘可以被浓硝酸、浓硫酸的混酸硝

化生成二硝基物,它是1,5-二硝基萘(),

1,8-二硝基萘())的混合物,二者都不溶于水。

后者可溶于质量分数大于98%的硫酸,而前者不能。利用这一性质可以将这两种同分异构体分离,将上述硝化产物加入适量的98%的硫酸,充分搅拌,用耐酸漏斗过滤,欲从滤液中得到固体1,8-二硝基萘,应采用的方法是 ()

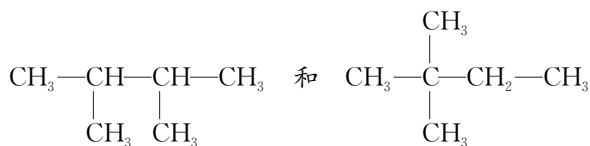
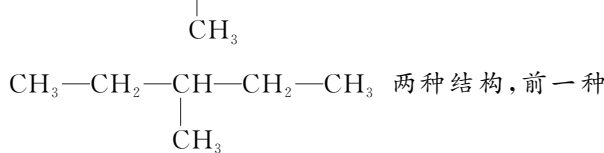
- A. 蒸发浓缩结晶
B. 向滤液中加水后过滤
C. 用 Na_2CO_3 溶液处理滤液
D. 将滤液缓缓加入水中并过滤

D 解析: 根据题目信息知,滤液中有浓硫酸和1,8-二硝基萘,浓硫酸可溶于水,而1,8-二硝基萘不溶于水,故可以将滤液注入水中(相当于浓硫酸的稀释),然后过滤即可。

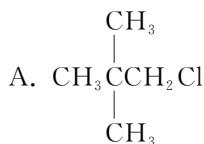
8. C_6H_{14} 的各种同分异构体中所含甲基数及对应一氯代物的数目分别是 ()

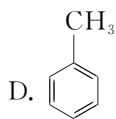
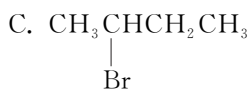
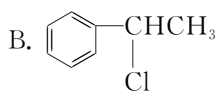
- A. 2个甲基,4种一氯代物
B. 3个甲基,3种一氯代物
C. 3个甲基,5种一氯代物
D. 4个甲基,4种一氯代物

C 解析: 含2个甲基,为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$,有3种氢原子,则有3种一氯代物,A错误;含3个甲基,有 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 和



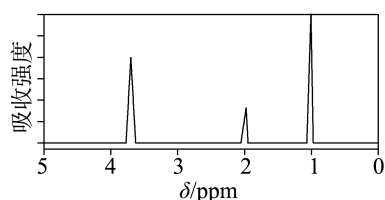
9. 下列物质的核磁共振氢谱图中,有5组吸收峰的是 ()





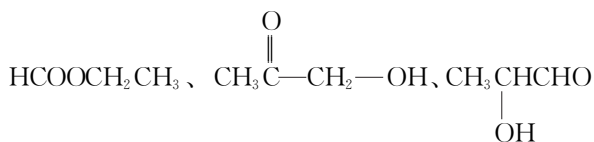
B 解析:核磁共振氢谱图中峰的数目等于等效氢的种类。A项分子中含有2种氢原子,错误;B项分子中有5种氢原子,正确;C项分子中含有4种氢原子,错误;D项分子中含有4种氢原子,错误。

10.已知某有机物A的核磁共振氢谱如下图所示,下列说法中,错误的是 ()



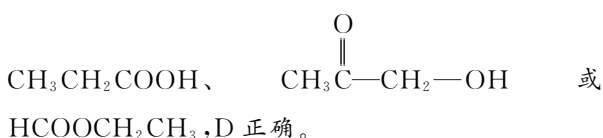
- A.若A的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$,则其结构简式为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
 B.由核磁共振氢谱知,该有机物分子中有三种不同化学环境的氢原子,且个数之比为1:2:3
 C.仅由其核磁共振氢谱无法得知其分子中的氢原子总数
 D.若A的化学式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$,则其可能的结构有三种

A 解析:由核磁共振氢谱可知,其分子中含有三种不同化学环境的氢原子,峰的面积之比等于氢原子个数之比,但不能确定具体个数,B、C正确; $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 有2种不同化学环境的氢原子,A错误;由A的分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ 可知,其同分异构体有6种:

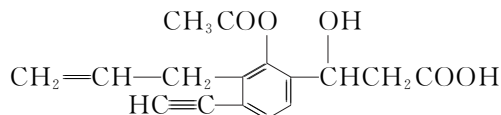


和 $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$,其中有三种不同化学环境的氢原子

且个数之比为1:2:3的有机物的结构简式为



11.某有机化合物的结构如下所示:



下列关于该有机化合物的说法错误的是 ()

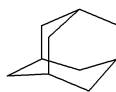
- A.分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_5$
 B.分子有两种双键
 C.含有五种官能团
 D.不能发生加成反应

D 解析:该有机化合物的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{16}\text{O}_5$,A正确;该有机化合物的分子存在碳碳双键、碳氧双键,有两种双键,B正确;含碳碳双键、碳碳三键、酯基、羟基、羧基五种官能团,C正确;含不饱和键,能发生加成反应,D错误。

12.某化合物由碳、氢、氧三种元素组成,其红外光谱图有C—H、O—H、C—O的振动吸收,该有机化合物的相对分子质量是60,则该有机化合物的结构简式是 (C)

- A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$
 B. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$

13.人们利用合成的方法制备了多种具有特殊结构的有机化合物,如分子具有以下空间结构的环状化合物(其中氢原子均已略去)。



金刚烷



立方烷



棱晶烷



盆烯

有人认为上述有机化合物中:

- ①立方烷、棱晶烷、金刚烷都是烷烃的同系物;
 ②盆烯能与溴水发生加成反应;③棱晶烷、盆烯都是苯的同分异构体;④立方烷的二氯代物有3种同分异构体;⑤金刚烷是癸烷的同分异构体。

你认为上述判断正确的是 ()

- A.只有③
 B.②③
 C.①③⑤
 D.②③④

D 解析:立方烷、棱晶烷、金刚烷中都含有碳环,烷烃没有碳环,与烷烃分子的通式不同,①错误;盆烯含有碳碳双键,能与溴水发生加成反应,②正

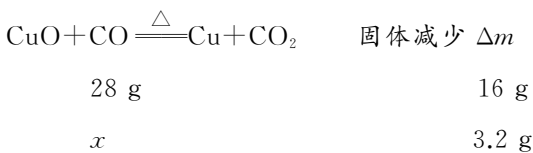
确;棱晶烷、盆烯、苯三者分子式相同,而结构不同,互为同分异构体,③正确;立方烷的二氯代物有3种同分异构体,即棱上相邻、面对角线、体对角线三种,④正确;金刚烷的分子式为 $C_{10}H_{16}$,癸烷的分子式为 $C_{10}H_{22}$,二者不互为同分异构体,⑤错误。

14. 0.2 mol 某有机物和 0.4 mol O_2 在密闭容器中燃烧后的产物为 CO_2 、 CO 和 $H_2O(g)$ 。产物经过浓硫酸后,浓硫酸的质量增加 10.8 g;再通过灼热 CuO ,充分反应后固体质量减轻 3.2 g;最后气体再通过碱石灰被完全吸收,碱石灰质量增加 17.6 g。0.1 mol 该有机物恰好与 4.6 g 金属钠完全反应。下列关于该有机物的说法不正确的是 ()

- A. 该有机物的相对分子质量是 62
 B. 该有机物的分子式为 $C_2H_6O_2$
 C. 1 mol 该有机物能与 1 mol O_2 发生催化氧化反应
 D. 1 mol 该有机物最多能与 1 mol Na 反应

D 解析: 有机物燃烧生成水 10.8 g, H_2O 的物质的量为 $\frac{10.8 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.6 \text{ mol}$ 。

设有有机物燃烧生成的 CO 的质量为 x , 则:



$$x = \frac{28 \text{ g} \times 3.2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = 5.6 \text{ g}$$

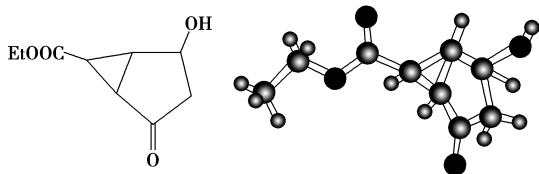
$$\text{CO 的物质的量为 } \frac{5.6 \text{ g}}{28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol},$$

根据碳元素守恒可知, CO 与 CuO 反应生成的 CO_2 的物质的量为 0.2 mol, 质量为 $0.2 \text{ mol} \times 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 8.8 \text{ g}$, 有机物燃烧生成的 CO_2 的质量为 $17.6 \text{ g} - 8.8 \text{ g} = 8.8 \text{ g}$, 物质的量为 $\frac{8.8 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 根据碳元素守恒, 1 mol 有机物含有碳原子物质的量为 2 mol, 根据氢元素守恒, 1 mol 有机物含有氢原子物质的量为 $\frac{0.6 \text{ mol} \times 2}{0.2} = 6 \text{ mol}$, 根据氧元素守恒, 1 mol 有机物含有氧原子物质的量为

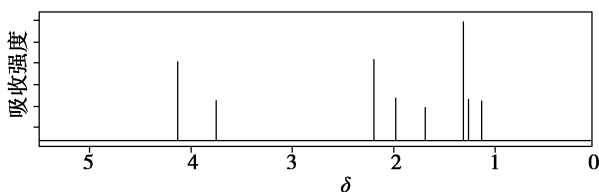
$$\frac{0.6 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} \times 2 - 0.4 \text{ mol} \times 2}{0.2} = 2 \text{ mol},$$

由上可知, 该有机物的分子式为 $C_2H_6O_2$ 。0.1 mol 该有机物恰好与 4.6 g 金属钠完全反应, 4.6 g Na 的物质的量为 $\frac{4.6 \text{ g}}{23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$, 有机物与 Na 按物质的量之比 1:2 反应, 有机物分子中含有 2 个 $-OH$, 该有机物的结构简式为 $HOCH_2CH_2OH$ 。有机物的分子式为 $C_2H_6O_2$, 相对分子质量为 62, 故 A、B 项正确; 1 mol 该化合物能与 1 mol O_2 发生催化氧化反应, 故 C 项正确; 1 mol 该有机物最多能与 2 mol Na 反应, 故 D 错误。

15. 某化合物的结构(键线式)及球棍模型如下:



该有机化合物分子的核磁共振氢谱图如下所示:



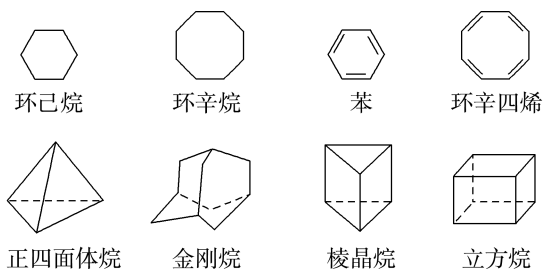
下列关于该有机化合物的叙述不正确的是 ()

- A. 该有机化合物中不同化学环境的氢原子有 8 种
 B. 该有机化合物与氢氧化钠的醇溶液共热时可以发生消去反应
 C. 键线式中的 Et 代表的基团为 $-CH_2CH_3$
 D. 1 mol 该有机化合物最多可以与 1 mol NaOH 反应

B 解析: 该有机化合物结构不对称, 核磁共振氢谱图中有 8 组峰, 说明该有机化合物含有 8 种不同化学环境的氢原子, A 正确; 该有机化合物分子中含有酯基, 在氢氧化钠溶液中发生水解反应, 分子中还含有羟基, 但发生消去反应的条件是浓硫酸、加热, B 错误; 由结构(键线式)及球棍模型可知, Et 代表 $-CH_2CH_3$, C 正确; 该分子中含有 1 个酯基, 1 mol 该有机化合物最多可以与 1 mol NaOH 反应, D 正确。

二、非选择题(本题共 5 小题,共 55 分)

16.(10 分)下列是八种环状的烃类物质:

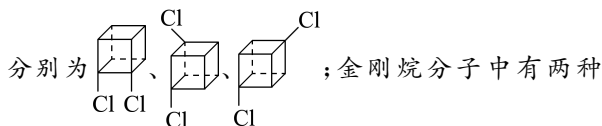


(1)上述有机物中,互为同系物的有_____和_____ (填名称),互为同分异构体的有_____和_____,_____和_____ (填写名称)。

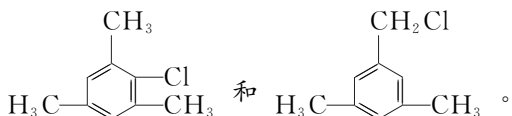
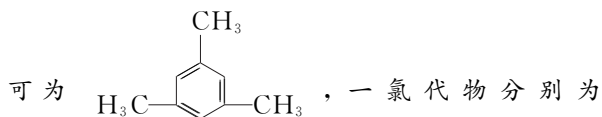
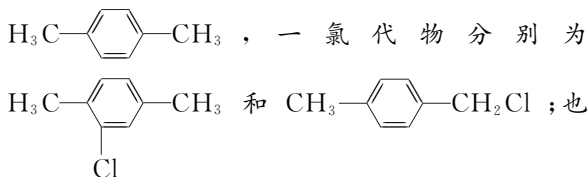
(2)正四面体烷的二氯取代产物有_____种;立方烷的二氯取代产物有_____种;金刚烷的一氯取代产物有_____种。

(3)写出与苯互为同系物且一氯代物只有两种的物质的结构简式(举两例):_____

解析:(1)同系物指结构相似,分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机化合物,因此环己烷与环辛烷互为同系物;同分异构体指分子式相同,结构不同的有机化合物,因此苯与棱晶烷(分子式均为 C_6H_6),环辛四烯与立方烷(分子式均为 C_8H_8)互为同分异构体。(2)正四面体烷结构对称,只有一种氢原子,故二氯代物只有一种;立方烷分子中只有一种氢原子,但其二氯代物有 3 种,



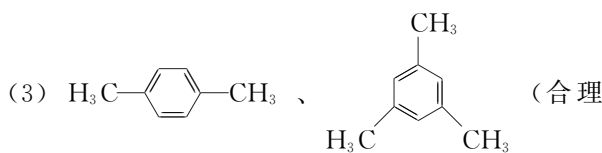
氢原子,其一氯代物有 2 种。(3)符合条件的可为



答案:(1)环己烷 环辛烷 苯 棱晶烷 环辛四

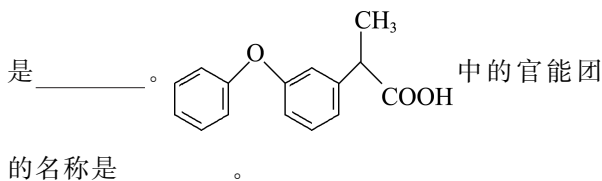
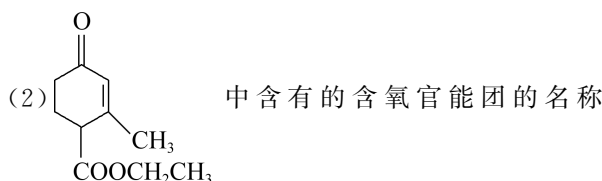
烯 立方烷

(2)1 3 2



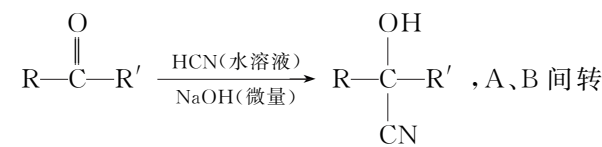
即可)

17.(11 分)(1)有 9 种粒子:① NH_2^- ; ② $-\text{NH}_2$; ③ Br^- ; ④ OH^- ; ⑤ $-\text{NO}_2$; ⑥ $-\text{OH}$; ⑦ NO_2 ; ⑧ CH_3^+ ; ⑨ $-\text{CH}_3$ 。上述 9 种粒子中,属于官能团的有_____ (填序号,下同)。其中能跟 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 结合成有机物分子的粒子有_____。其中能跟 C_2H_5^+ 结合成有机物分子的粒子有_____。



(3) 所含官能团的电子式为_____。

(4)已知:A 的相对分子质量为 58,氧元素的质量分数为 27.6%,核磁共振氢谱只有一组峰;



换为 $\text{A} \xrightarrow[\text{NaOH(微量)}]{\text{HCN(水溶液)}} \text{B}$ 。

①A 的结构简式为_____。
②B 的结构简式为_____,其核磁共振氢谱有_____组峰,峰面积之比为_____。

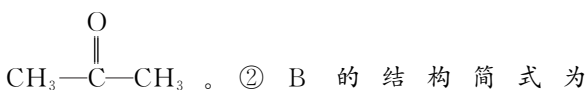
解析:(1)②⑤⑥是官能团,要注意烷基、苯环都不是官能团。 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 是基,根据“基与基之间能直接结合成共价分子”的原则可知:能跟 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 结合成有机物分子的粒子有②⑤⑥⑨。 C_2H_5^+ 带正电荷,根据“带异性电荷的粒子相互吸引结合成化合物”的原则可知:能跟 C_2H_5^+ 结合成有机物分子的粒子有①③④。(2)该有机物中含有的含氧官

能团是羰基、酯基；该有机物中的官能团的名称是

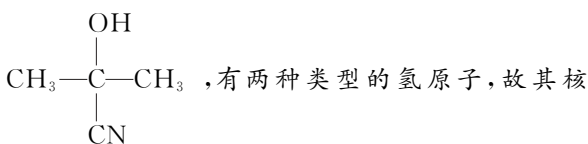
羧基、醚键。(3)羟基的电子式是 $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$ 。(4)①A

含有 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ (羰基),根据氧元素质量分数,可知A中O的个数为 $\frac{58 \times 27.6\%}{16} \approx 1$,根据核磁共振氢

谱只有一组峰,知 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ 两端的取代基相同,结合相对分子质量为58,推出A的结构简式为



②B的结构简式为

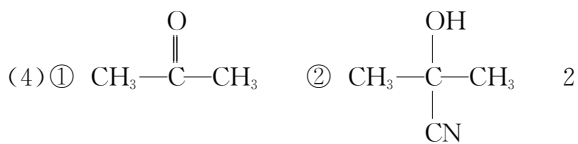


磁共振氢谱有2组峰,峰面积比为1:6或6:1。

答案:(1)②⑤⑥ ②⑤⑥⑨ ①③④

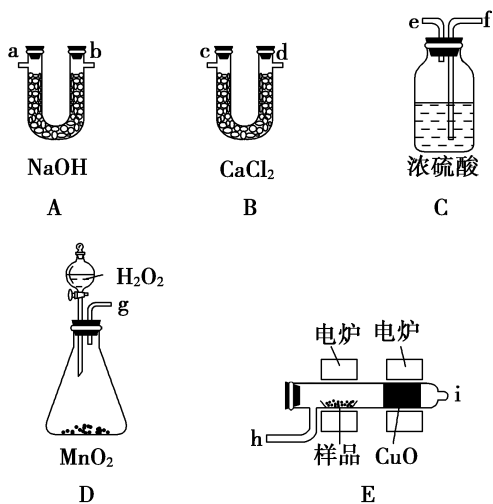
(2)羰基、酯基 羧基、醚键

(3) $\cdot\ddot{\text{O}}:\text{H}$



1:6或6:1

18.(10分)化学上常用燃烧法确定有机化合物的组成。这种方法是在电炉加热时用纯氧气氧化管内样品,根据产物的质量确定有机化合物的组成。如图所列装置是用燃烧法确定有机化合物分子式常用的装置。



回答下列问题:

(1)按产生的氧气从左到右的流向,所选装置各导管的连接顺序是_____。(装置不能重复)

(2)C装置中浓硫酸的作用是_____。

(3)D装置中MnO₂的作用是_____。

(4)燃烧管中CuO的作用是_____。

(5)若准确称取0.90 g样品(只含C、H、O三种元素中的两种或三种),经充分燃烧后,A管质量增加1.32 g,B管质量增加0.54 g,则该有机化合物的最简式为_____。

(6)要确定该有机化合物的分子式,还要_____。

解析:(5)用原子守恒法求最简式: $n(\text{C}) = \frac{1.32 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = \frac{0.54 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 0.06 \text{ mol}$, $n(\text{O}) = \frac{(0.90 - 0.03 \times 12 - 0.06 \times 1) \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$,故该有机物的最简式为CH₂O。

答案:(1)g、f、e、h、i、c(或d)、d(或c)、a(或b)、b(或a)

(2)除去氧气中的水蒸气

(3)作催化剂,加快产生氧气的速率

(4)确保有机化合物充分氧化,最终生成CO₂和H₂O

(5)CH₂O

(6)测出该有机化合物的相对分子质量

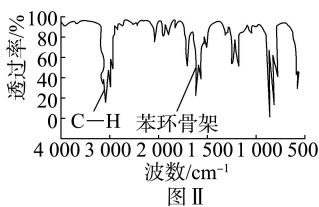
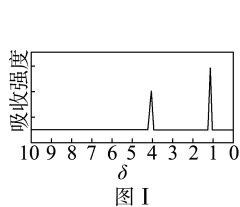
19.(10分)某研究性学习小组为确定一种从煤中提取的液态烃X的结构,对其进行了如下实验探究。

步骤一:这种烃X的蒸气通过灼热的氧化铜,可被氧化成二氧化碳和水,再用无水氯化钙吸收水,氢氧化钠浓溶液吸收二氧化碳。实验测得,2.12 g 烃X的蒸气通过灼热的氧化铜被氧化生成7.04 g CO₂和1.80 g H₂O。

步骤二:通过仪器分析知X的相对分子质量为106。

步骤三:如图I,用核磁共振仪测出X的核磁共振氢谱有2组峰,其面积之比为2:3。

步骤四:利用红外光谱仪测得X分子的红外光谱如图II。



请回答下列问题:

(1) X 的分子式为 _____, 结构简式为 _____。

(2) 步骤二中的分析方法为 _____。

(3) 写出符合下列条件的 X 的同分异构体的结构简式: _____。

① 芳香烃 ② 苯环上的一氯代物有三种

(4) 以 X 为原料可制得另一种重要的化工产品邻苯二甲酸(PTA), 查阅资料得知 PTA 在水中的溶解度随着温度的升高明显增大。若得到的 PTA 粗产品中有部分不溶性杂质, 请简述实验室中提纯 PTA 的方法: _____。

解析: (1) 2.12 g 烃 X 的物质的量为 $\frac{2.12 \text{ g}}{106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.02 \text{ mol}$, 生成二氧化碳的物质的量为 $\frac{7.04 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.16 \text{ mol}$, 生成水的物质的量为 $\frac{1.80 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 则 X 分子中 $N(\text{C}) =$

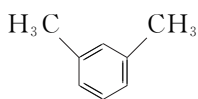
$\frac{0.16 \text{ mol}}{0.02 \text{ mol}} = 8$, $N(\text{H}) = \frac{0.1 \text{ mol} \times 2}{0.02 \text{ mol}} = 10$, 故 X 的分

子式为 C_8H_{10} , 由 X 的红外光谱图可知, X 结构中含有苯环, 而核磁共振氢谱有 2 组峰, 且面积之比

为 2:3, 则 X 为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$ 。(2) 步骤二

中通过仪器分析可得 X 的相对分子质量, 则该仪器分析方法为质谱法。(3) 符合条件的 X 的同分

异构体的结构简式有 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、



。(4) PTA 的溶解度随着温度的升高明显增大, 且粗产品中的杂质不溶于水, 故可用重结晶的方法提纯 PTA: 将粗产品溶于适量热水中, 趁热过滤, 冷却结晶, 过滤出晶体。

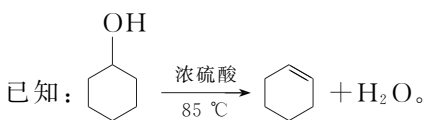
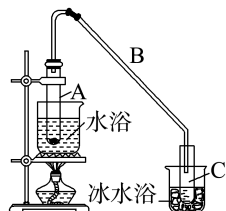
答案: (1) C_8H_{10} $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$

(2) 质谱法



(4) 将粗产品溶于适量热水中, 趁热过滤, 冷却结晶, 过滤出晶体

20. (14 分) 某化学小组采用类似制乙酸乙酯的装置 (如图所示), 以环己醇制备环己烯。



物质	密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	熔点/ $^\circ\text{C}$	沸点/ $^\circ\text{C}$	溶解性
环己醇	0.96	25	161	能溶于水
环己烯	0.81	-103	83	难溶于水

(1) 制备粗品

将 12.5 mL 环己醇加入试管 A 中, 再加入 1 mL 浓硫酸, 摇匀后放入块状物质, 缓慢加热至完全反应, 在试管 C 内得到环己烯粗品。

① 块状物质的作用是 _____, 导管 B 的作用是 _____。

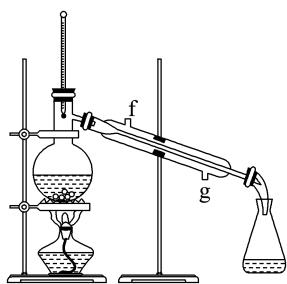
② 试管 C 置于冰水浴中的目的是 _____。

(2) 制备精品

① 环己烯粗品中含有环己醇和少量酸性杂质等。加入饱和食盐水, 振荡、静置、分层, 环己烯在 _____ (填“上”或“下”)层, 分液后用 _____ (填字母序号) 洗涤。

a. KMnO_4 溶液 b. 稀硫酸 c. Na_2CO_3 溶液

② 再将环己烯用如图所示装置蒸馏, 冷却水从 _____ 口流出, 目的是 _____。



③收集产品时,控制的温度应在_____左右,实验制得的环己烯精品质量低于理论产量,可能的原因是_____ (填字母序号,下同)。

- a.蒸馏时从 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 开始收集产品
- b.环己醇实际用量多了
- c.制备粗品时环己醇随产品一起蒸出

(3)以下区分环己烯精品和粗品的方法,合理的是_____。

- a.分别加入酸性高锰酸钾溶液
- b.分别加入金属钠
- c.测定沸点

解析:(1)①块状物质为沸石或碎瓷片,其作用是防止暴沸。导管 B 的作用是导气兼冷凝气体。

②环己烯的沸点较低,易挥发,试管 C 置于冰水浴中的目的是进一步冷却环己烯,防止环己烯挥发。

(2)①环己烯的密度比水小且难溶于水,加入饱和食盐水,振荡、静置、分层,环己烯在上层。a 项,

KMnO_4 溶液能将环己烯氧化,错误;b 项,稀硫酸不能除去酸性杂质,错误;c 项, Na_2CO_3 溶液能吸收环己醇,消耗酸性杂质,正确。②蒸馏时冷却水应从 g 口进入、f 口流出。冷却水下进上出的目的是使冷却水与气体形成逆流,使蒸气充分冷凝。

③环己烯的沸点为 $83\text{ }^{\circ}\text{C}$,收集产品时,温度应控制在 $83\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。b 项,环己醇实际用量多了,生成的环己烯物质的量增大,实际产量高于理论产量;c 项,制备粗品时环己醇随产品一起蒸出,生成的环己烯的物质的量减小,实际产量低于理论产量。

(3)a 项,环己烯精品和粗品都能使酸性高锰酸钾溶液褪色,不能区分;b 项,环己烯精品与 Na 不反应,粗品中的环己醇和酸性杂质与 Na 反应产生 H_2 ,能区分;c 项,环己烯精品为纯净物,有固定沸点($83\text{ }^{\circ}\text{C}$),粗品为混合物,无固定沸点,能区分。

答案:(1)①防止暴沸 导气兼冷凝气体 ②冷却环己烯,防止环己烯挥发

(2)①上 c

②f 使冷却水与气体形成逆流,充分冷却气体

③ $83\text{ }^{\circ}\text{C}$ c

(3)bc

第一节 烷烃

学习任务目标

1. 根据烷烃的组成和结构特点,理解烷烃的化学性质;了解烷烃的物理性质及其递变规律。
2. 了解习惯命名法中“正”“异”“新”的含义。
3. 能按命名步骤对烷烃命名,并熟练掌握有机化合物的系统命名法。

问题式预习

一、烷烃的结构与性质

1. 烃

(1) 含义:仅含碳和氢两种元素的有机化合物称为碳氢化合物,又称烃。

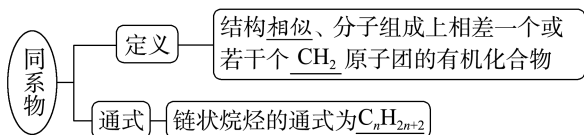
(2) 分类:烃可分为烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃等,代表物分别为甲烷、乙烯、乙炔和苯。

2. 烷烃的结构和通式

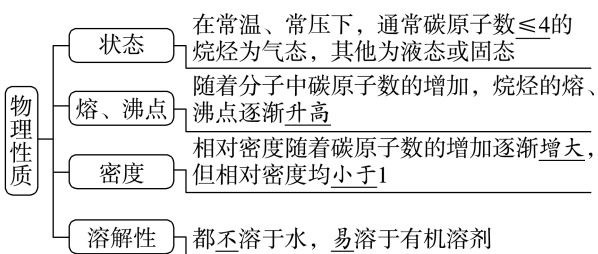
(1) 结构

碳原子杂化类型	以碳原子为中心的 空间结构	共价键类型
sp^3 杂化	四面体形	单键(σ 键)

(2) 同系物



3. 烷烃同系物的物理性质



4. 烷烃的化学性质

(1) 稳定性:常温下烷烃的化学性质稳定,不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化,不与强酸、强碱及溴的 CCl_4 溶液反应。

(2) 高温或光照条件下

① 取代反应

在光照条件下,乙烷与氯气反应生成一氯乙烷的化

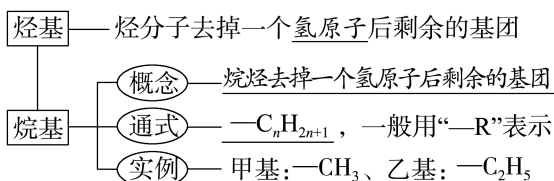
学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ 。
烷烃发生取代反应的条件是纯卤素单质、光照。

② 氧化反应——可燃性

烷烃燃烧的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} n\text{CO}_2 + (n+1)\text{H}_2\text{O}$ 。

二、烷烃的命名

1. 烃基



2. 烷烃的同分异构体

(1) 丁烷、戊烷的同分异构体

烷烃	同分异构体的结构简式	习惯命名
丁烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	正丁烷
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	异丁烷
戊烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	正戊烷
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	异戊烷
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	新戊烷

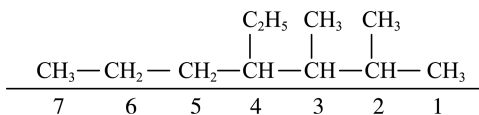
(2) 烷烃的同分异构体的化学性质相似, 物理性质有差异, 一般情况下, 烷烃的同分异构体中, 支链越多其沸点越低。

3. 烷烃的系统命名法

(1) 命名步骤

- 选主链**——选定分子中最长的碳链为主链, 按主链中碳原子数目对应的烷烃称某烷
- 编序号**——选主链中离取代基最近的一端为起点编号
- 写名称**——取代基在前, 用阿拉伯数字标明其位置, 相同取代基合并, 用汉字数字表示取代基数

例如:



命名为 2,3-二甲基-4-乙基庚烷。

(2) 己烷的同分异构体及命名

结构特点	结构简式	命名
最长碳链	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	己烷
主链 5 个碳原子	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-甲基戊烷
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	3-甲基戊烷
主链 4 个碳原子	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	2,3-二甲基丁烷
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2,2-二甲基丁烷

任务型课堂

任务一 烷烃的性质

[探究活动]

可燃冰的主要成分为甲烷。

活动 1 甲烷和丙烷都属于烷烃, 烷烃是一类饱和的脂肪烃, 你如何理解“饱和”的含义?

提示: 烷烃分子里只有两种化学键: 碳碳单键和碳氢单键, 都是 σ 键。每个碳原子都以四个共价单键与其他碳原子或氢原子相连接。

活动 2 据《易经》记载: “泽中有火”。“泽”指的是湖泊池沼, “泽中有火”是对甲烷气体起火现象的描述。据此分析, 甲烷和丙烷等烷烃能否发生氧化反应?

提示: 能。有机化合物的燃烧都是氧化反应。

活动 3 丙烷和氯气的取代反应过程中:

(1) 若等物质的量的丙烷与氯气混合发生取代反应, 能否得到纯净的一氯丙烷? 产物中物质的量最多的是哪种物质?

提示: 不能; HCl。

(2) 如果使 1 mol 丙烷分子中所有的氢原子都被取代, 需要氯气的物质的量是多少?

提示: 8 mol。

活动 4 丙烷与液态溴单质在光照条件下可以发生取代反应吗?

提示: 丙烷与溴蒸气在光照条件下可以发生取代反应, 与液态溴单质不能发生取代反应。

[评价活动]

1. 下列说法正确的是 ()

- A. 碳碳间以单键结合, 碳原子剩余价键全部与氢原子结合的烃一定是饱和链烃
- B. 分子组成符合 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃一定是烷烃
- C. 正戊烷分子中所有的碳原子均在同一条直线上
- D. 碳、氢原子个数比为 1:3 的烃有两种

B 解析: A 项中环烷烃也符合要求, 但它不是链烃, 属于环烃; C 项中由碳原子的成键方式和键角特征知, 碳原子呈折线方式排列, 因此正戊烷中所有的碳原子不在同一直线上; D 项中 $N(\text{C}) : N(\text{H}) = 1 : 3$ 时必为 C_2H_6 , 一定是乙烷。

2. 下列物质在一定条件下, 可与丁烷发生化学反应的是 ()

- A. 氯水
- B. 氯气
- C. 浓硫酸
- D. 酸性 KMnO_4 溶液

B 解析: 烷烃与氯气在光照条件下发生取代反应。

3. 下列化学性质中, 烷烃不具备的是 ()

- A. 一定条件下发生分解反应
- B. 可以在空气中燃烧
- C. 与 Cl_2 发生取代反应
- D. 能使酸性高锰酸钾溶液褪色

D 解析: 烷烃可以发生分解反应、取代反应和氧化反应(燃烧)。由于烷烃属于饱和烃, 它不能使酸性高锰酸钾溶液褪色。

4. 若要使 0.5 mol CH₄ 完全与氯气发生取代反应, 并生成相同物质的量的 4 种取代物。则需要氯气的物质的量为 ()

- A. 2.5 mol B. 2 mol
C. 1.25 mol D. 0.5 mol

解析: 0.5 mol CH₄ 完全与 Cl₂ 反应生成 CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃、CCl₄ 的物质的量均为 0.125 mol, 被取代的氢原子的物质的量为 (1+2+3+4)×0.125 mol=1.25 mol, 发生取代反应时, 每有 1 mol 氢原子被取代, 消耗 1 mol Cl₂, 故该反应需要氯气的物质的量为 1.25 mol。

任务总结

卤代反应的特点

反应条件	光照(放在光亮处, 日光直射会发生爆炸)
反应物	纯净的卤素单质(烷烃与卤素单质的水溶液不反应)
化学键变化	断键: C—H 和 X—X 成键: C—X 和 H—X
取代特点	烷烃分子中的氢原子被卤素原子逐步取代, 且往往是各步反应同时发生
产物特点	种类 多种卤代烷烃的混合物, HX 的物质的量最多
	产物的量 ①根据碳元素守恒, 烷烃的物质的量等于所有卤代烷烃的物质的量之和 ②根据取代反应的特点, 有机化合物中卤素原子的物质的量等于 HX 的物质的量等于卤素单质的物质的量, 即 $n(X_2) = n(\text{一卤代物}) + 2n(\text{二卤代物}) + 3n(\text{三卤代物}) + \dots = n(\text{HX})$

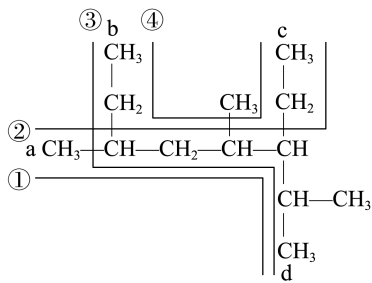
任务二 烷烃的系统命名

[探究活动]

煤油, 又称火油、火水, 是一种通过对石油进行分馏后获得的碳氢化合物的混合物。根据用途可分为动力煤油、照明煤油等, 主要用于点灯照明和各种喷灯、汽灯、汽化炉和煤油炉的燃料。

十三烷是一种无色液体, 分子式为 C₁₃H₂₈, 是煤

油的成分之一。某同学对某种十三烷进行命名:



活动 1 选取①~④四条碳链中的哪一条为主链? 选择的依据是什么?

提示: 选取③号碳链为主链。①②号碳链为主链有 7 个碳原子, ③④号碳链为主链有 8 个碳原子; ③号碳链有 4 个支链, ④号碳链有 3 个支链。

活动 2 碳原子编号 a~d 中哪一个碳原子为起点? 为什么?

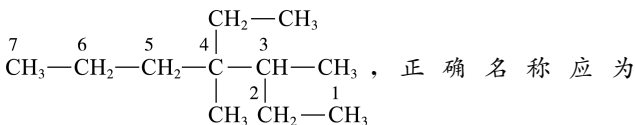
提示: 从 d 端碳原子开始编号。支链位次和最小。

活动 3 写出该有机物的名称。

提示: 2,4,6-三甲基-3-乙基辛烷。

活动 4 将煤油中另一成分命名为 4-甲基-4,5-二乙基己烷, 该命名正确吗?

提示: 不正确。按名称写出其结构简式为



3,4-二甲基-4-乙基庚烷。

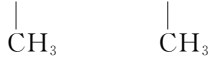
[评价活动]

1. 下列烷烃的命名中, 正确的是 ()

A. CH₃—CH₂—CH₂—CH₃ 1-乙基丙烷

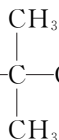


B. CH₃—CH—CH₂—CH—CH₂—CH₃



2,4-甲基己烷

C. CH₃—C—CH₃ 2,2-二甲基丙烷



D. CH₃—CH₂—CH—CH₃ 3-甲基丁烷



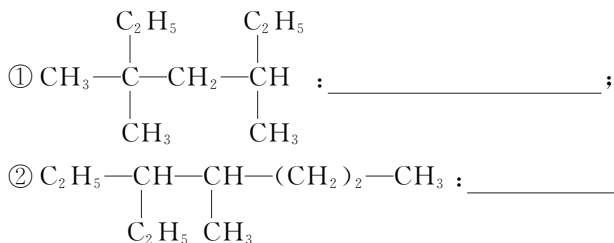
解析: A 项名称应为 (正) 戊烷, 错误; B 项名称应为 2,4-二甲基己烷, 错误; D 项名称应为 2-甲基丁烷, 错误。

2. 下列烷烃的命名中, 正确的是 ()

- A. 4-甲基-4,5-二乙基己烷
 B. 3-甲基-2,3-二乙基己烷
 C. 4,5-二甲基-4-乙基庚烷
 D. 3,4-二甲基-4-乙基庚烷

D 解析: A项正确名称应为3,4-二甲基-4-乙基庚烷; B项正确名称应为3,4-二甲基-4-乙基庚烷; C项和D项是同一烷烃, 命名中主链的选择都正确, 但由于对主链碳原子编号时选择的开始一端不同, 所以出现两个名称, 其中各位次和 $3+4+4 < 4+5+4$, 故该烷烃的正确命名为选项D。

3. (1) 按照系统命名法写出下列烷烃的名称:

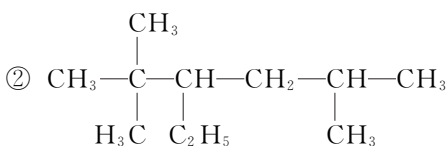
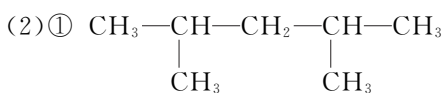


(2) 根据下列有机物的名称, 写出相应的结构简式:

- ① 2,4-二甲基戊烷: _____ ;
 ② 2,2,5-三甲基-3-乙基己烷: _____

解析: (1) 按照系统命名法对烷烃进行命名时, 首先选主链, 称某烷; 然后编碳号定基位; 最后再写名称。(2) 由有机物的名称确定烷烃的主链及其碳原子数, 再依据支链位置画出碳骨架, 最后根据碳满四价原则补写氢。

答案: (1) ① 3,3,5-三甲基庚烷 ② 4-甲基-3-乙基庚烷



任务总结

烷烃命名的正误判断

(1) 主链选择是否正确。

若烷烃中出现“1-甲基”“2-乙基”(或倒数第2号碳原子上有乙基)“3-丙基”等, 则主链选择错误。

(2) 名称书写是否规范。

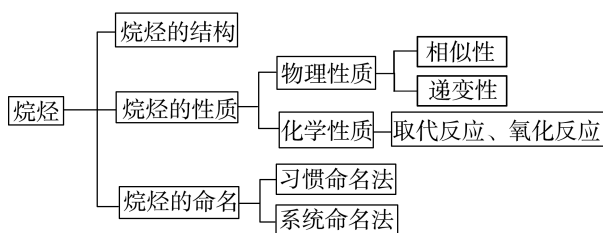
① 必须用2、3、4等阿拉伯数字表示取代基位置且位次和最小, 即使同一个碳原子上连有两个相同取代基也不能省略。数字之间用“,”隔开。

② 必须用二、三、四等汉字数字表示相同取代基的数目。

③ 名称中阿拉伯数字与汉字之间必须用短线“-”隔开。

④ 必须把简单取代基写在前面, 然后取代基依次变复杂。

提质归纳




课后素养评价(三)

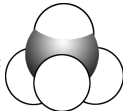
基础性·能力运用

知识点1 烷烃的结构和性质

1. 下列化学用语正确的是 ()

A. 结构简式 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ 既可以表示正丁烷, 也可以表示异丁烷

B. 丙烷分子的空间填充模型: 

C. 甲烷分子的球棍模型: 

D. 乙烷分子的电子式: $\text{H} \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} \text{C} \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} \text{C} \begin{array}{c} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{array} \text{H}$

D 解析: 结构简式 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_3$ 只表示异丁烷, A 错误; B 为丙烷分子的球棍模型, B 错误; C 为甲烷分子的空间填充模型, C 错误。

2. 下列有关丁烷的取代反应的叙述正确的是 ()

A. 丁烷与氯气的物质的量之比为 1:1, 混合后发生取代反应只生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$

B. 丁烷与氯气发生取代反应, 生成的产物中 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 最多

C. 丁烷与氯气发生取代反应, 生成的产物为混合物

D. 1 mol 丁烷完全生成 C_4Cl_{10} , 最多消耗 6 mol Cl_2

C 解析: 丁烷与氯气发生取代反应就不会停止在某一步, A 错误、C 正确; 丁烷与氯气的反应产物中 HCl 最多, B 错误; 1 mol C_4H_{10} 完全生成 C_4Cl_{10} , 最多消耗 10 mol Cl_2 , D 错误。

3. 在光照的条件下, 将 1 mol 甲烷与一定量的氯气充分混合, 经过一段时间, 甲烷和氯气均无剩余, 生成一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳和氯化氢。若已知生成的二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳的物质的量分别为 a mol、 b mol、 c mol, 该反应中消耗的氯气的物质的量是 ()

A. $(1+a+b+c)$ mol

B. $(2a+3b+4c)$ mol

C. $(1+a+2b+3c)$ mol

D. $(a+b+c)$ mol

C 解析: 根据碳原子守恒可知生成一氯甲烷的物

质的量是 $(1-a-b-c)$ mol。根据取代反应的特点可知 1 mol 甲烷与一定量的氯气充分混合, 生成几氯甲烷就消耗几摩尔的氯气, 因此消耗的氯气的物质的量为 $(1-a-b-c)$ mol + $2a$ mol + $3b$ mol + $4c$ mol = $(1+a+2b+3c)$ mol。

知识点2 烷烃的命名

4. 下列烷烃的系统命名正确的是 ()

A. 2-乙基丁烷

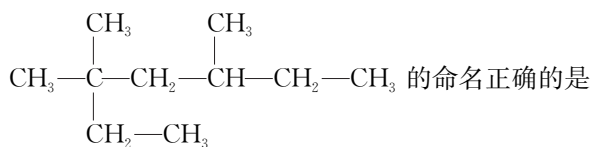
B. 3,3-二甲基丁烷

C. 2-甲基-4-乙基庚烷

D. 3-乙基-2,3-二甲基戊烷

C 解析: 2 号位上不可能出现乙基, 所选主链不是最长的, A 错误; 3,3-二甲基丁烷不是从离取代基最近一端开始编号的, 应该为 2,2-二甲基丁烷, B 错误; 2-甲基-4-乙基庚烷符合烷烃的命名原则, C 正确; 如取代基不同, 应把简单的写在前面, 复杂的写在后面, 正确的名称为 2,3-二甲基-3-乙基戊烷, D 错误。

5. 根据系统命名法, 对烷烃



A. 2,4-二甲基-2-乙基己烷

B. 3,5,5-三甲基庚烷

C. 3,3,5-三甲基庚烷

D. 3,3,5-三甲基-庚烷

C 解析: 根据烷烃命名原则, 该物质命名为 3,3,5-三甲基庚烷。

6. 有机物的种类繁多, 但其命名是有规则的。下列有机物命名正确的是 ()

A. $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$: 1,4-二甲基丁烷



B. $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$:



1,1,2-三甲基戊烷

C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3$: 2-甲基戊烷



D. $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$: 二氯乙烷

C 解析: A 项没有选最长碳链为主链, 其正确名称

为正己烷; B 项主链选择错误, 其正确名称应为 2,3-二甲基己烷; D 项没有注明取代基(即氯原子)的位置, 其正确名称应为 1,2-二氯乙烷。

综合性·创新提升

7. 在常温、常压下, 取下列四种气态烃各 1 mol, 分别在足量的氧气中燃烧, 消耗氧气最多的是 ()

A. CH_4 B. C_3H_8

C. C_4H_{10} D. C_2H_6

C 解析: 设此气态烃的分子式为 C_xH_y , 其完全燃

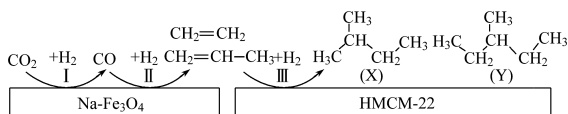
烧的化学方程式为 $\text{C}_x\text{H}_y + \left(x + \frac{y}{4}\right)\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} x\text{CO}_2$

$+ \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O}$, 则 1 mol 该烃完全燃烧时耗氧量为

$\left(x + \frac{y}{4}\right)$ mol, 将上述选项分别代入, 比较可知

C_4H_{10} 耗氧量最多。

8. 在新型纳米催化剂 $\text{Na-Fe}_3\text{O}_4$ 和 HMCM-22 的表面将 CO_2 转化为烷烃, 其过程如图所示。下列说法不正确的是 ()



A. 反应 I、II、III 有副产物 H_2O 产生

B. 最终产物 X、Y 属于同系物


C. 产物 X 的名称为“2-甲基丁烷”或“异戊烷”

D. 产物 X、Y 都有 4 种一氯代物(不考虑立体异构体)


A 解析: 转化图中 III 只有烯烃与氢气作用, 没有氧元素参与反应, 不会产生 H_2O , A 错误; X、Y 都属于烷烃, 且分子组成上相差 1 个 CH_2 原子团, 因此两者属于同系物, B 正确; 根据产物 X 的结构可知, 主链上有 4 个 C, 2 号碳上连有 1 个甲基, 其系统命名为 2-甲基丁烷, 习惯命名为异戊烷, C 正确; 由 X、Y 的结构简式可知, 两者均有 4 种等效氢, 所以其一氯代物均有 4 种, D 正确。

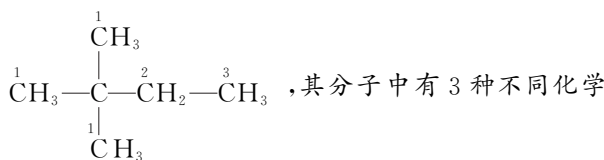
9. 下列烃在光照下与氯气反应, 只生成一种一氯代物的是 ()

A. 2-甲基丙烷

B. 环戊烷 ()

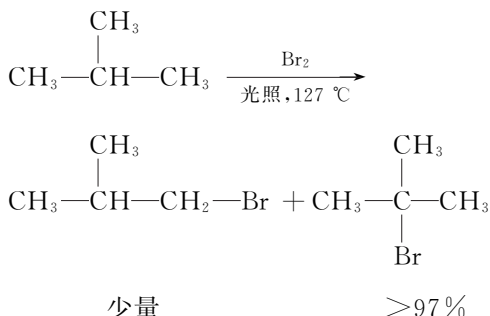
C. 2,2-二甲基丁烷 D. 3-甲基戊烷

B 解析: 先根据名称写出各选项有机化合物的结构简式, 再判断各有机化合物中不同化学环境氢原子的种数。2-甲基丙烷的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_3$, 其分子中有 2 种不同化学环境的氢原子, 其一氯代物有 2 种; 环戊烷 () 中五个碳原子完全等效, 只有 1 种一氯代物; 2,2-二甲基丁烷的结构简式为



环境的氢原子, 其一氯代物有 3 种; 3-甲基戊烷的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$, 分子中有 4 种不同化学环境的氢原子, 其一氯代物有 4 种。

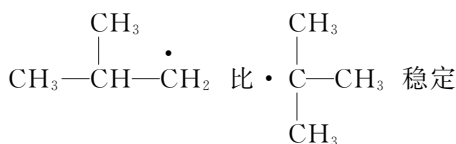
10. 烷烃在光照条件下发生卤代反应时, 先形成自由基(如 $\cdot\text{CH}_3$), 形成的自由基越稳定, 得到的自由基越多, 形成相应卤代烃的量就越多。某研究人员研究了异丁烷发生溴代反应生成一溴代物的比例, 结果如图所示:



下列说法正确的是 ()

A. 异丁烷的二溴代物有两种

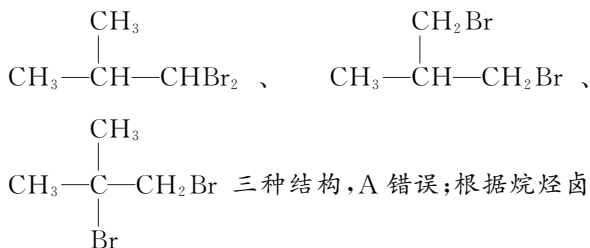
B. 反应过程中异丁烷形成的自由基



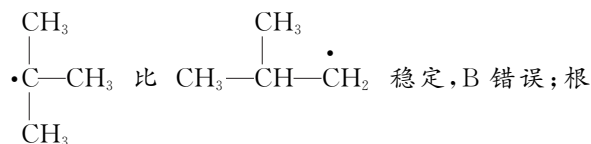
C. 根据异丁烷溴代反应推测丙烷在光照条件下发生溴代反应,生成的一溴代物中,1-溴丙烷含量更高

D. 光照条件下卤素单质分子中化学键断裂是引发卤代反应的关键步骤

D 解析: 异丁烷的二溴代物有

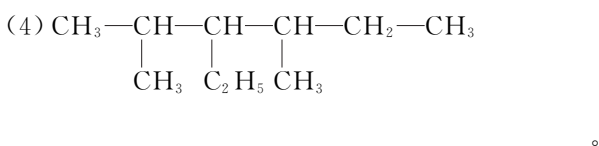
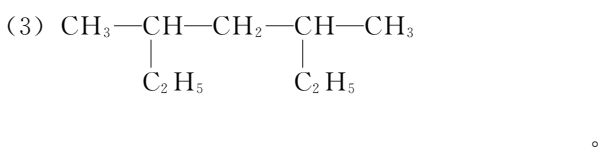
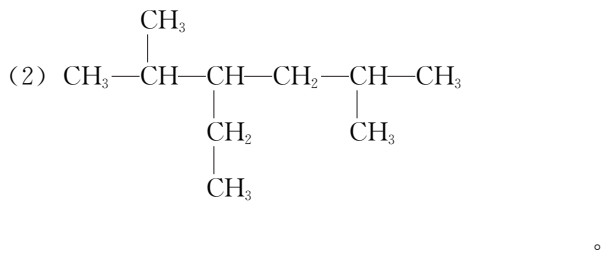
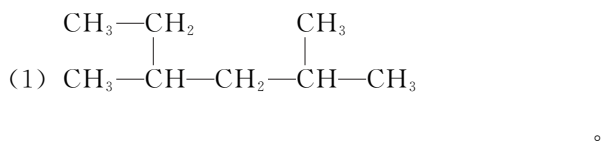


三种结构, A 错误; 根据烷烃卤代反应知形成的自由基越稳定, 得到的自由基越多, 形成相应卤代烃的量就越多, 异丁烷形成的自由基



稳定, B 错误; 根据异丁烷溴代反应的机理, 丙烷在光照条件下发生溴代反应, 生成的一溴代物中, 2-溴丙烷含量更高, C 错误; 根据烷烃卤代反应的机理, 卤素单质分子在光照条件下化学键断裂形成自由基是引发卤代反应的关键步骤, D 正确。

11. 用系统命名法命名下列烷烃。



答案: (1) 2,4-二甲基己烷 (2) 2,5-二甲基-3-乙基己烷

(3) 3,5-二甲基庚烷 (4) 2,4-二甲基-3-乙基己烷

12. 写出下列各烷烃的分子式。

(1) 在同温同压下烷烃 A 的蒸气的密度是氢气的 36 倍: _____。

(2) 烷烃 B 的分子中含有 200 个氢原子: _____。

(3) 1 L 烷烃 D 的蒸气完全燃烧时, 生成同温同压下 15 L 水蒸气: _____。

(4) 0.01 mol 烷烃 E 完全燃烧时, 消耗标准状况下的氧气 2.464 L: _____。

解析: (1) 链状烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, $M_r = D \times M_r(\text{H}_2) = 36 \times 2 = 72$, 即分子式为 C_5H_{12} 。(2) 据题意 $2n + 2 = 200$, $n = 99$, 即分子式为 $\text{C}_{99}\text{H}_{200}$ 。

(3) 据氢原子守恒, $1 \text{ mol } \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \sim 15 \text{ mol } \text{H}_2\text{O}$, 故 $n = 14$, 分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ 。(4) 由烷烃燃烧通式 $1 \text{ mol } \text{C}_n\text{H}_{2n+2} \sim \frac{3n+1}{2} \text{ mol } \text{O}_2$ 可知, 本题中 $0.01 \text{ mol } \text{E}$ 完

全燃烧消耗 O_2 的物质的量为 $\frac{2.464 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} =$

0.11 mol , 可得 E 为 C_7H_{16} 。

答案: (1) C_5H_{12} (2) $\text{C}_{99}\text{H}_{200}$ (3) $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$

(4) C_7H_{16}

第二节 烯烃 炔烃

学习任务目标

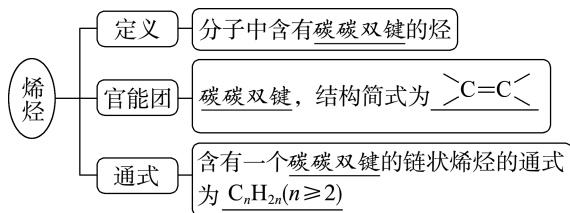
- 1.理解烯烃和炔烃的结构特点,能辨析物质类别与反应类型之间的关系。
- 2.熟知烯烃、炔烃的加成反应、氧化反应和加聚反应,知道鉴别烯烃、炔烃与烷烃的方法。
- 3.掌握乙炔的实验室制法。

问题式预习

一、烯烃的结构和性质

1.烯烃的结构

(1) 烯烃



(2) 最简单的烯烃——乙烯

① 结构

碳原子杂化类型	空间结构	共价键类型
sp^2 杂化	6 个原子共平面, 相邻化学键的键角约为 120°	碳氢单键: σ 键; 碳碳双键: 1 个 σ 键, 1 个 π 键

② 物理性质: 纯净的乙烯为无色、稍有气味的气体, 难溶于水, 密度略小于空气。

③ 化学性质: 乙烯不仅具有可燃性, 也能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 还能与溴发生加成反应, 在一定条件下能发生加聚反应生成聚合物。

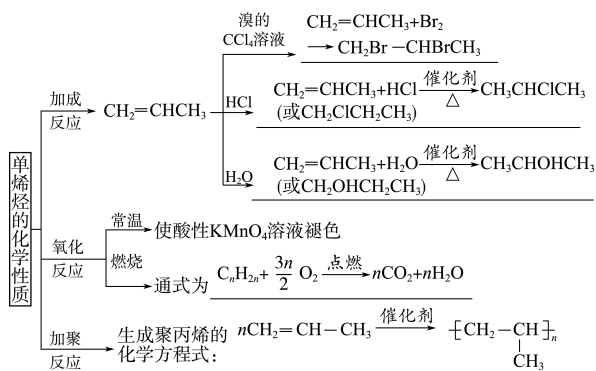
2. 烯烃的物理性质

随着分子中碳原子数的递增, 烯烃的沸点逐渐升高, 相对密度逐渐增大, 常温下的存在状态, 也由气态逐渐过渡到液态、固态。

- (1) 当烃分子中碳原子数 ≤ 4 时, 常温下呈气态。
- (2) 分子式相同的烃, 支链越多, 熔沸点越低。
- (3) 烯烃的相对密度小于水的密度。

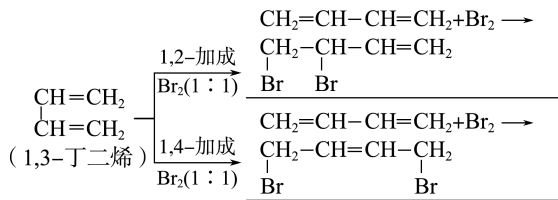
3. 烯烃的化学性质

(1) 单烯烃的化学性质



(2) 二烯烃的化学性质

分子中含有两个碳碳双键的链烃叫二烯烃, 二烯烃可用通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}(n \geq 3, \text{且为正整数})$ 表示。1,3-丁二烯是最重要的代表物。其与 Br_2 按 1:1 发生加成反应时分为两种情况。



4. 烯烃的立体异构

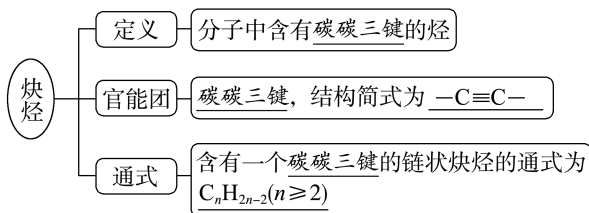
产生原因	通过碳碳双键连接的原子或原子团不能绕键轴旋转会导致其空间排列方式不同
存在条件	每个双键碳原子都连接了不同的原子或原子团
异构分类	顺式结构: 相同的原子或原子团位于双键的 <u>同侧</u>
	反式结构: 相同的原子或原子团位于双键的 <u>两侧</u>

续表

实例	<p>顺-2-丁烯 反-2-丁烯</p>
性质特点	化学性质基本相同, 物理性质有一定的差异

二、炔烃

1. 炔烃

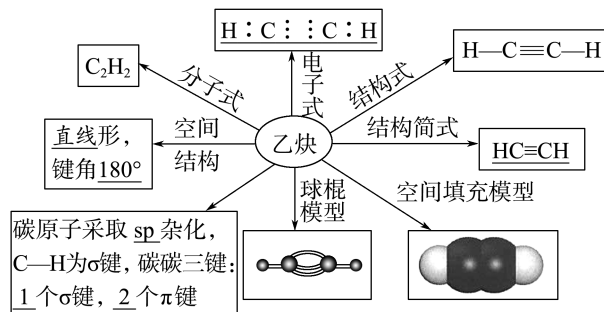


2. 最简单的炔烃——乙炔

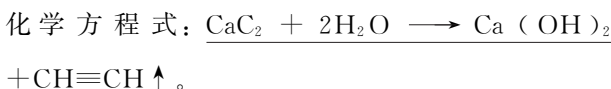
(1) 乙炔的物理性质

颜色	状态	气味	密度	溶解性
无色	气体	无臭	比空气略小	微溶于水, 易溶于有机溶剂

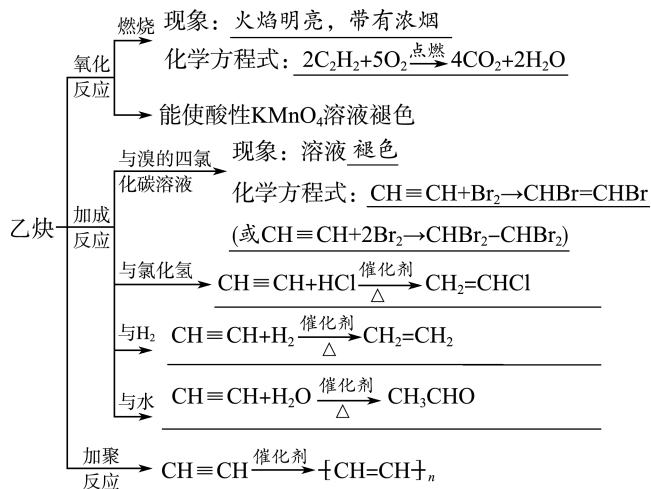
(2) 乙炔的结构



(3) 乙炔的实验室制法



(4) 乙炔的化学性质



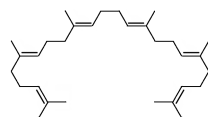
任务型课堂

任务一 烯烃、炔烃的结构和化学性质的比较

[探究活动]

材料 1 “熔喷布”是生产口罩的重要原料, 被称为口罩的“心脏”。常见的医用口罩主要由三层布组成, 中间的过滤层就是经过驻极处理的聚丙烯熔喷布, 具有很好的过滤性、屏蔽性、绝热性和吸油性, 可以把附着在体液上的病毒过滤掉。而熔喷布就是以聚丙烯为主要原料。

材料 2 角鲨烯, 又称鲨烯, 是一种开链三萜类化合物, 最初是从鲨鱼的肝油中发现的, 故得名鲨烯, 属开链三萜, 又称鱼肝油萜, 具有提高体内超氧化物歧化酶(SOD)活性、增强机体免疫能力、改善性功能、抗衰老、抗疲劳、抗肿瘤等多种生理功能, 是一种无毒性的具有防病治病作用的海洋生物活性物质。



角鲨烯

活动 1 丙烯可以制备聚丙烯, 该反应类型是什么? 乙炔能否发生该反应?

提示: 加聚反应。乙炔也可以发生加聚反应。

活动 2 结合乙烯的性质分析, 丙烯能否使酸性高锰酸钾溶液和溴的四氯化碳溶液褪色? 原理是否相同?
提示: 能。原理不相同。丙烯使酸性高锰酸钾溶液褪色是发生了氧化还原反应, 高锰酸钾将丙烯氧化; 丙烯使溴的四氯化碳溶液褪色是丙烯与单质溴发生了加成反应。

活动 3 角鲨烯中的碳原子一定位于同一平面上吗?
提示: 不一定。角鲨烯中除了碳碳双键外, 碳链上还

有饱和碳原子,因此所有的碳原子不一定位于同一平面上。

活动 4 若角鲨烯与足量溴水充分反应,1 mol 角鲨烯可以消耗单质溴的物质的量是多少?

提示:由角鲨烯的结构可知,其分子中含有六个碳碳双键,与足量溴水反应时,1 mol 角鲨烯可以消耗 Br_2 的物质的量为 6 mol。

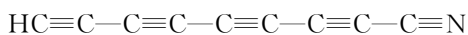
[评价活动]

1.某烃和溴水反应后的产物为 2,2,3,3-四溴丁烷,则该烃的同分异构体为 ()

- A. $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$
 B. $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
 C. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{CH}_3$
 D. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

A 解析:2,2,3,3-四溴丁烷的结构简式为 $\text{CH}_3\text{C}(\text{Br})_2\text{C}(\text{Br})_2\text{CH}_3$,由某烃与溴加成得到,故该烃为 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 。 $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ 互为同分异构体,A 正确。

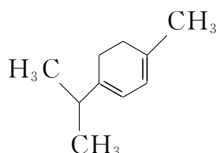
2.一种分子的结构简式如下所示。下列对该物质的判断正确的是 ()



- A.属于不饱和烃
 B.能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 C.所有原子不可能在同一条直线上
 D.可由乙炔和含氮化合物通过加聚反应制得

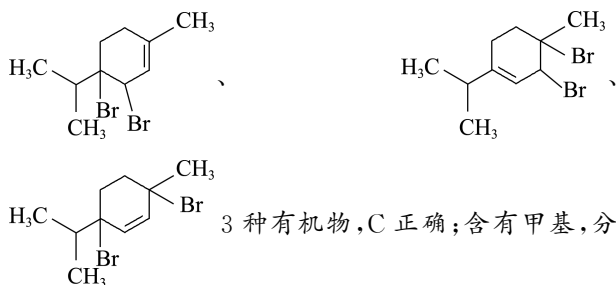
B 解析:此物质分子中含有氮元素,不属于烃,A 错误;分子中存在碳碳三键,能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,B 正确;由构成三键(碳碳三键、碳氮三键)的 2 个原子及与这 2 个原子相连接的原子一定在同一条直线上知,该物质分子中所有原子在同一条直线上,C 错误;此物质不是高分子,不能通过加聚反应制得,D 错误。

3.青蒿素同如图所示的有机物都属于萜类化合物,下列关于该有机物的说法错误的是 ()



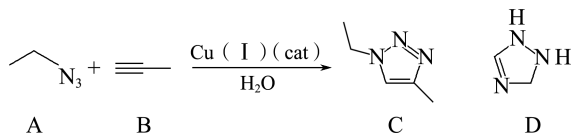
- A.该有机物的一氯代物有 7 种(不含立体异构)
 B.1 mol 该有机物能与 2 mol H_2 发生加成反应
 C.1 mol 该有机物与 1 mol Br_2 发生加成反应得到 3 种有机物
 D.分子中所有碳原子在同一平面上

D 解析:该分子结构不对称,分子中共有 7 种氢原子,一氯代物有 7 种,A 正确;1 mol 该有机物含 2 mol 碳碳双键,能与 2 mol H_2 发生加成反应,B 正确;1 mol 该有机物与 1 mol Br_2 发生加成反应得到



3 种有机物,C 正确;含有甲基,分子中所有碳原子不在同一平面上,D 错误。

4.2022 年诺贝尔化学奖授予在“点击化学和生物正交化学”方面做出贡献的科学家。叠氮-炔环加成是经典的点击化学反应。反应示例如图所示,下列说法错误的是 ()



- A.化合物 A 的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$
 B.化合物 B 的所有原子不在同一条直线上
 C.化合物 B 和化合物 C 均可使溴水褪色
 D.化合物 C 和化合物 D 均属于不饱和烃

D 解析:由 A 的结构简式可知化合物 A 的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$,故 A 正确;B 为丙炔,其中存在一个甲基,所有原子不可能在同一条直线上,故 B 正确;化合物 B 存在碳碳三键,能够使溴水褪色,化合物 C 存在碳碳双键,能够使溴水褪色,故 C 正确;化合物 C 和化合物 D 中均含 N 原子,不属于烃类,故 D 错误。

5.据报道,化学家合成了一种分子式为 $\text{C}_{200}\text{H}_{200}$ 的含多个碳碳三键($-\text{C}\equiv\text{C}-$)的链状烃,其分子中含碳碳三键最多可以是 ()

- A.49 个 B.50 个
 C.51 个 D.100 个

B 解析:由碳原子个数可知,链状烃对应的烷烃的分子式为 $\text{C}_{200}\text{H}_{402}$,若炔烃分子中含有一个碳碳三键,与相同碳原子个数的烷烃相比会减少 4 个氢原子,由链状烃的分子式可知,与 $\text{C}_{200}\text{H}_{402}$ 相比,减少的氢原子个数为 $\frac{402-200}{4}=50.5$,所以分子中含有三键的个数最多为 50,故选 B。

任务总结

烯烃与炔烃的比较

比较项目	烯烃	炔烃	
通式	$C_nH_{2n} (n \geq 2)$	$C_nH_{2n-2} (n \geq 2)$	
代表物	$CH_2=CH_2$	$CH \equiv CH$	
结构特点	含碳碳双键; 不饱和链烃	含碳碳三键; 不饱和链烃	
化学性质	加成反应	能与 H_2 、 X_2 、 HX 、 H_2O 、 HCN 等发生加成反应	
	氧化反应	燃烧时火焰明亮,伴有黑烟	燃烧时火焰很明亮,伴有浓烈的黑烟
		能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色	能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
	加聚反应	能发生	能发生
原因分析	双键中的一个 π 键、三键中的两个 π 键均易断裂,故均易发生加成反应和氧化反应		
鉴别	用燃烧法鉴别,溴水和酸性 $KMnO_4$ 溶液均不能鉴别两者		

活动2 实验室制取乙炔时用饱和食盐水代替蒸馏水的目的是什么? 如何滴加饱和食盐水?

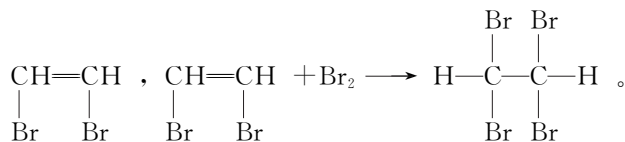
提示: 电石与水反应很剧烈,为了得到平稳的乙炔气流,可用饱和食盐水代替水,并用分液漏斗控制水流的速率,让食盐水逐滴滴入。

活动3 ②中 $CuSO_4$ 溶液的目的在于除去 H_2S 气体,则②中还可以用什么试剂?

提示: 除去 H_2S ,可用氢氧化钠溶液,发生的反应为 $H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O$ 。

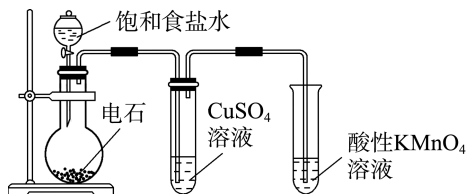
活动4 反应后④中可能含有哪些有机物? 写出生成该有机物的化学方程式。

提示: $CH \equiv CH$ 与 Br_2 发生加成反应时,若 $CH \equiv CH$ 中断裂一个键,则与 Br_2 加成可得 $CHBr=CHBr$, $CHBr=CHBr$ 能继续与 Br_2 加成得到 $CHBr_2-CHBr_2$ 。反应的化学方程式为 $CH \equiv CH + Br_2 \longrightarrow$



[评价活动]

1. 如图所示为实验室制取乙炔并验证其性质的装置图。下列说法不合理的是 ()



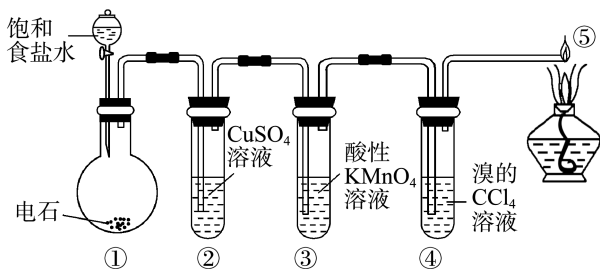
- A. 逐滴加入饱和食盐水可控制生成乙炔的速率
 B. 酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,说明乙炔具有还原性
 C. 若用 Br_2 的 CCl_4 溶液验证乙炔的性质,不需要通过 $CuSO_4$ 溶液除杂
 D. 纯净的乙炔燃烧时有浓烈的黑烟,说明乙炔不饱和程度高

C 解析: 电石跟水反应比较剧烈,所以用饱和食盐水代替水,逐滴加入饱和食盐水时可控制反应物水的量,从而控制生成乙炔的速率,A 正确;酸性 $KMnO_4$ 溶液能氧化乙炔,因此乙炔使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,表现了乙炔的还原性,B 正确;乙炔气体中混有的硫化氢可以被 Br_2 氧化,对乙炔性质的检验产生干扰,所以应先用硫酸铜溶液洗气,C 错误;对于烃类物质而言,不饱和程度越高,则含碳量越高,燃烧时火焰越明亮,冒出的烟越浓,乙炔含有碳碳三键,是不饱和程度较高的烃类物质,D 正确。

任务二 乙炔的实验室制取

[探究活动]

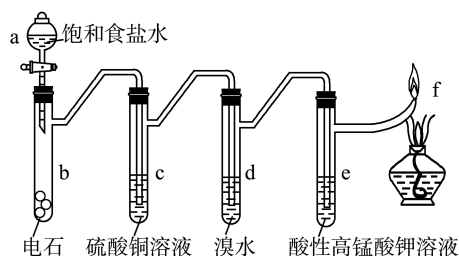
如下所示是制取乙炔的实验装置:



活动1 制取时常在导气管口附近塞入少量棉花的作用是什么?

提示: 制取乙炔时,由于 CaC_2 和水反应剧烈并产生泡沫,为防止产生的泡沫进入导气管,应在导气管附近塞入少量棉花。

2. 下图所示是制备乙炔和研究乙炔性质的实验装置图。下列说法不正确的是 ()



A. 制备乙炔的反应原理是 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$

B. c 的作用是除去影响后续实验的杂质

C. d 中的有机产物与 AgNO_3 溶液混合能产生沉淀

D. e 中的现象说明乙炔能被酸性高锰酸钾溶液氧化

解析: 制备乙炔用电石与水反应, 化学方程式为 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow$, A 正确; 电石中含 S 等杂质, 所以乙炔气体中含有硫化氢等杂质, 硫化氢也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 影响实验, 必须除去, B 正确; d 中的有机产物是溴代烃, 溴不是离子形式, 所以加入硝酸银溶液不会产生沉淀, C 错误; e 中的溶液褪色, 说明乙炔能被酸性高锰酸钾溶液氧化, D 正确。

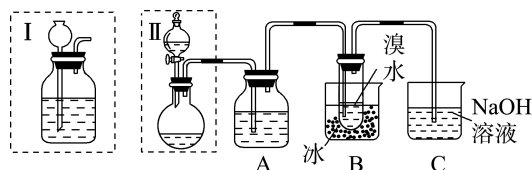
3. CaC_2 、 ZnC_2 、 Al_4C_3 、 Mg_2C_3 、 Li_2C_2 等同属于离子型碳化物, 请通过 CaC_2 制 C_2H_2 的反应进行思考, 从中得到必要的启示, 判断下列反应产物正确的是 ()

- ① BaC_2 水解生成乙炔
② Mg_2C_3 水解生成丙炔
③ Al_4C_3 水解生成丙炔
④ Li_2C_2 水解生成乙烯

- A. ①② B. ②③
C. ①③ D. ③④

解析: 制 C_2H_2 的反应就好像 CaC_2 的水解, 类似无机上的复分解反应, 碳的化合价前后不变; 根据碳的化合价可以判断。 BaC_2 中碳 -1 价、乙炔中碳 -1 价, ① 正确; Mg_2C_3 中碳与丙炔中碳的化合价相同, ② 正确; Al_4C_3 中碳与丙炔中碳的化合价不相同, ③ 错误; Li_2C_2 中碳与乙炔中碳的化合价不相同, ④ 错误。

4. 实验室制得的乙炔中常混有 H_2S 、 PH_3 等杂质气体。如图所示是两学生设计的实验装置, 用来测定电石样品中 CaC_2 的纯度, 右边的反应装置相同而左边的气体发生装置则不同, 分别如 I 和 II 所示。



(1) A 瓶中的液体可以从酸性 KMnO_4 溶液和 CuSO_4 溶液中选择, 应该选择 _____, 它的作用是 _____。

(2) 写出实验室制取乙炔的化学方程式: _____。

(3) 装置 I 的主要缺点是 _____;

装置 II 的主要缺点是 _____;

若选用装置 II 来完成实验, 则应采取的措施是 _____。

(4) 若称取 m g 电石, 反应完全后, 测得 B 处溴水增重 n g, 则 CaC_2 的纯度为 _____。

解析: (1) 酸性高锰酸钾溶液具有强氧化性, 能氧化乙炔, 因此选择硫酸铜溶液除去乙炔中混有的 H_2S 和 PH_3 气体。(2) 实验室制取乙炔的化学方程式为 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$ 。(3) 根据装置 I 的结构可知主要缺点是少量乙炔会从长颈漏斗中逸出, 引起实验误差, 且不易控制水的添加量; 装置 II 的主要缺点是反应产生的泡沫会堵塞导管。根据以上分析可知若选用装置 II 来完成实验, 则应采取的措施是在导管口处塞上一团棉花。(4) 若称取 m g 电石, 反应完全后, 测得 B 处溴水增重 n g, 则根据方程式 $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{Br}_2 \longrightarrow \text{CHBr}_2\text{CHBr}_2$ 可知乙炔的物质的量是 $\frac{n}{26}$ mol, 所以 CaC_2 的纯度

$$\text{为 } \frac{\frac{n}{26} \times 64}{m} \times 100\% = \frac{32n}{13m} \times 100\%。$$

答案: (1) CuSO_4 溶液 除去乙炔中混有的 H_2S 和 PH_3 等杂质气体

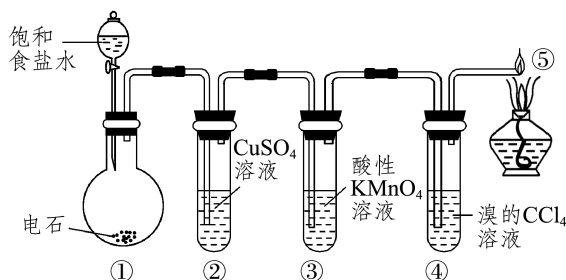
(2) $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow$

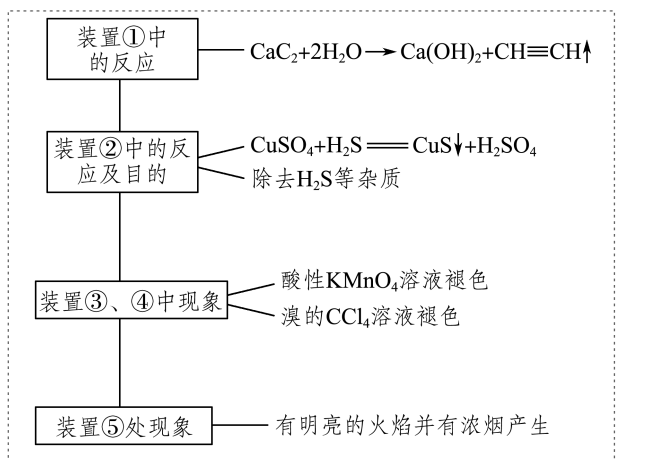
(3) 少量乙炔会从长颈漏斗中逸出, 引起实验误差, 且不易控制水的添加量 反应产生的泡沫会堵塞导管 在导管口处塞上一团棉花

(4) $\frac{32n}{13m} \times 100\%$

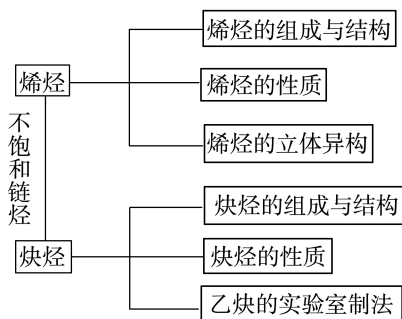
任务总结 ■■■■

实验室制取乙炔的反应原理及现象





► 提质归纳



课后素养评价(四)

基础性·能力运用

知识点1 烯烃的结构和性质

1. 乙烯的加成产物不可能是 ()

- A. CH_3CH_3 B. CH_3CHCl_2
C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$

B 解析: 发生加成反应时, 原子或原子团分别加在碳碳双键的两个碳原子上。

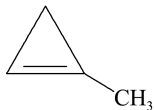
2. 已知: $\text{CH}_3\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{酸性 KMnO}_4 \text{ 溶液}}$

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COCH}_3$ 。乙烯通入酸性 KMnO_4 溶液后的氧化产物为 ()

- A. $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ B. $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$
C. CH_3CHO D. $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$

D 解析: 乙烯通入酸性 KMnO_4 溶液被氧化生成 H_2CO_3 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$)。

3. 1-MCP 广泛应用于果蔬的保鲜, 其结构简式如图所示。下列有关 1-MCP 的叙述正确的是 ()



- A. 分子式为 C_4H_8
B. 与 1,3-丁二烯互为同分异构体
C. 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
D. 与氯化氢加成后生成的烃的衍生物只有一种结构

B 解析: 由 可知其分子式为 C_4H_6 , 故 A

错误; 1,3-丁二烯的分子式也为 C_4H_6 , 则

与 1,3-丁二烯互为同分异构体, 故 B 正确;

中含有碳碳双键, 能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使

酸性高锰酸钾溶液褪色, 故 C 错误;

的结构不对称, 与氯化氢加成后生成的烃的衍生物有两种结构, 故 D 错误。

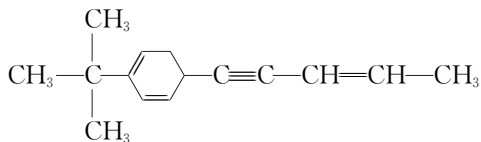
知识点2 烯烃的顺反异构

4. 下列有机化合物, 可形成顺反异构的是 ()

- A. $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$
B. $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
C. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$
D. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCl}$

D 解析: 形成顺反异构的条件是分子中含碳碳双键, 且碳碳双键两端的每个碳原子上所连的两个原子或原子团不相同, 据此可知只有 D 项符合要求。

5. 已知某有机化合物的结构如图所示, 下列叙述正确的是 ()



- A. 1 mol 该化合物结构中含 4 mol 碳碳双键
B. 该有机化合物不存在顺反异构
C. 该化合物能发生加成、氧化和加聚反应
D. 1 mol 该化合物与足量 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, 最多消耗 6 mol Br_2

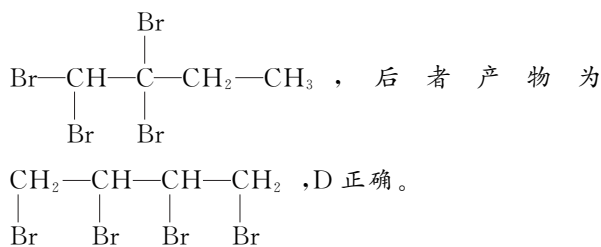
C 解析:1 mol 该化合物中含 1 mol 碳碳双键,A 错误;该有机化合物含有的碳碳双键两端的碳原子上均连接不同的原子或原子团,故存在顺反异构,B 错误;该化合物中含有的官能团有碳碳双键、碳碳三键,能发生加成、氧化和加聚反应,C 正确;1 mol 该化合物与足量 Br_2 的 CCl_4 溶液反应,最多消耗 3 mol Br_2 ,D 错误。

知识点 3 炔烃的结构和性质

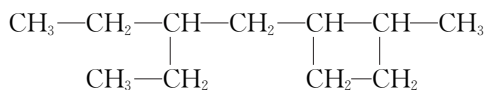
6. 下列各选项能说明分子式为 C_4H_6 的某烃是 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, 而不是 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 的事实是 ()

- A. 燃烧有浓烟
B. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
C. 能与溴按 1:2 的比例发生加成反应
D. 与足量溴反应,生成物中只有 2 个碳原子上有溴原子

D 解析:无论 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 还是 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$,A、B、C 项均能发生;而与足量溴加成后,前者产物为

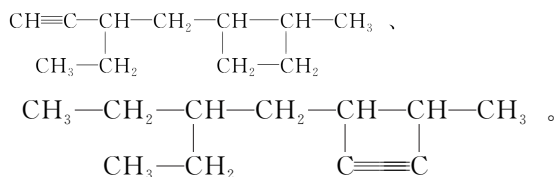


7. 含有一个碳碳三键的炔烃,氢化后的产物结构简式如图所示。此炔烃可能的结构简式有 ()



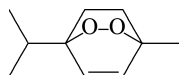
- A. 1 种
B. 2 种
C. 3 种
D. 4 种

B 解析:从烷烃的分子结构中去掉相邻碳上的两个氢原子得两种炔烃:



综合性·创新提升

8. 从山道年蒿中提取出一种具有明显抗癌活性的有机物 X,其结构简式如图所示。下列有关说法不正确的是 ()



- A. 该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$
B. 该物质能发生氧化反应、加聚反应和取代反应
C. 该物质的一氯代物共有 6 种(不考虑立体异构)
D. 该物质有顺反异构

C 解析:由该物质的键线式可知,分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$,A 正确;含碳碳双键可发生加聚反应、氧化反应,含甲基可发生取代反应,B 正确;结构不对称,含 7 种等效氢,故该物质的一氯代物共有 7 种,C 错误;该物质双键两端碳原子各连接两个不同的原子或原子团,所以该物质有顺反异构,D 正确。

9. 下列说法正确的是 ()

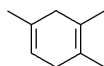
- A. 乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色与乙烯使酸性 KMnO_4 溶液褪色均发生了加成反应
B. 丙烯和氯气在一定条件下反应生成 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 与乙烷和氯气光照下反应的

反应类型不同

- C. 己烷与溴水混合时溴水褪色与乙醇使酸性 KMnO_4 溶液褪色均发生了氧化反应
D. 乙烯生成聚乙烯发生了加聚反应

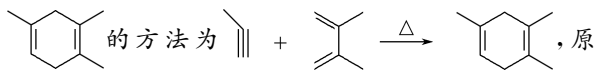
D 解析:乙烯使酸性 KMnO_4 溶液褪色是因为发生了氧化反应,A 项错误;丙烯和氯气在一定条件下反应生成 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$,丙烯中甲基上的氢原子被氯原子所取代,属于取代反应,乙烷和氯气光照下发生取代反应,B 项错误;己烷与溴水混合时溴水褪色是因为发生了萃取,未发生氧化反应,C 项错误;乙烯生成聚乙烯发生了加聚反应,D 项正确。

10. 已知 $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{C}_6\text{H}_6$, 如果要合成



, 所用的起始原料可以是 ()

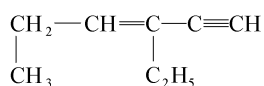
- A. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ 和 1-丁炔
B. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{CH}$
C. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}\equiv\text{CH}$
D. $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$

D 解析:根据题目提供的信息可知,合成

 的方法为 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH} + \text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{1,2-dimethylcyclohexene}$, 原料为丙炔和 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 。

11. 1 mol 某气态烃最多能与 2 mol 氯化氢发生加成反应,所得产物又能与 8 mol 氯气发生取代反应,最后得到一种只含碳、氯元素的化合物,则原气态烃为 ()
- A. 1-丁炔 B. 异戊二烯
 C. 辛炔 D. 1-丁烯

A 解析:某气态烃 1 mol 最多和 2 mol 氯化氢发生加成反应,说明分子中含有 1 个 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 或 2 个 $\text{C}=\text{C}$, 所得产物又能与 8 mol 氯气发生取代反应,最后得到一种只含碳、氯元素的化合物,说明加成产物中含有 8 个氢原子,则原气态烃应含有 6 个氢原子,分子式为 C_4H_6 , 可为 1-丁炔、2-丁炔或 1,3-丁二烯。

12. 某烃的结构简式如下图所示,分子中含有四面体结构的碳原子数为 a ,一定在同一直线上的碳原子数最多为 b ,一定在同一平面内的碳原子数为 c ,则 a 、 b 、 c 分别为 ()



- A. 4, 3, 5 B. 4, 3, 6
 C. 2, 5, 4 D. 4, 6, 4
- B 解析:甲烷是正四面体结构,要找到四面体,即找到 CH_4 中的氢原子被其他原子所取代的碳,2 个乙基中的 4 个碳原子和周围的原子形成的都是四面体结构,则 $a=4$ 。找到碳碳三键即可找到

同一直线上的碳原子, $b=3$ 。同样可以确定与碳碳双键和碳碳三键直接相连的碳原子都在同一平面内,即 $c=6$ 。

13. 有机化合物在生产、生活中扮演着重要的角色,研究有机化合物具有重要的意义。请回答下列问题:

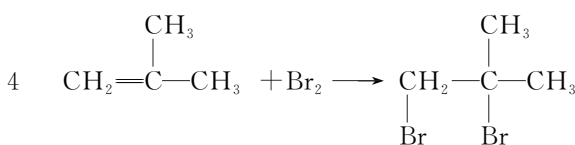
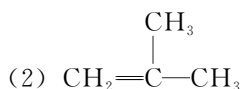
(1) 在一定条件下,乙烯能与水反应生成有机化合物 A。A 的结构简式是 _____, 其反应类型是 _____ (填“取代”或“加成”) 反应。

(2) 烯烃 B 是 2-丁烯的一种同分异构体,它在催化剂作用下与氢气反应的产物不是正丁烷,则 B 的结构简式为 _____; B 分子中能够共平面的碳原子个数为 _____, B 与溴的四氯化碳溶液反应的化学方程式为 _____。

解析:(1) 一定条件下,乙烯能与水发生加成反应 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, 有机化合物 A 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 。(2) 根据 B 加氢后不生成正丁烷,可判断其碳链有支链,结构简式只能是 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$, 4 个碳原子均在碳碳双键形

成的平面上。

答案:(1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 加成



第三节 芳香烃

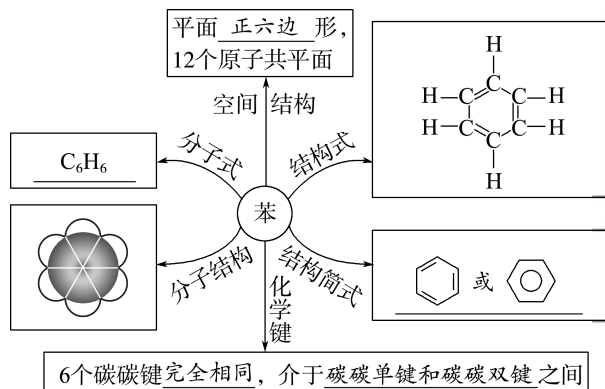
学习任务目标

1. 从苯的结构和性质角度认识苯中所含化学键的独特性,并能用杂化轨道理论予以解释。
2. 知道苯及其同系物发生反应的反应条件,掌握苯环取代的定位情况。
3. 通过对苯及其同系物性质不同点的学习,掌握常见有机化合物的鉴别方法。

问题式预习

一、苯的结构和性质

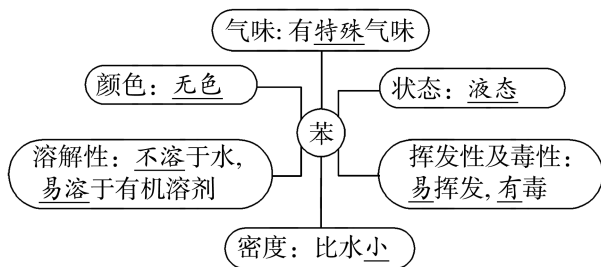
1. 苯的分子结构



(1) 苯分子中的6个碳原子均采取 sp^2 杂化, 分别与氢原子及相邻碳原子以 σ 键结合, 键间的夹角均为 120° , 连接成六元环。

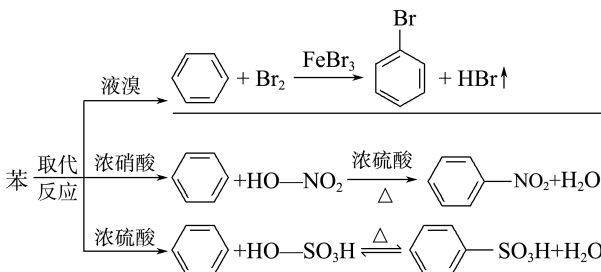
(2) 苯分子中每个碳碳键的键长相等。每个碳原子余下的 p 轨道垂直于碳、氢原子构成的平面, 相互平行重叠形成大 π 键, 均匀地对称分布在苯环平面的上下两侧。

2. 苯的物理性质



3. 苯的化学性质

(1) 取代反应



(2) 加成反应

与 H_2 发生反应的化学方程式为 $C_6H_6 + 3H_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} C_6H_{12}$ 。

(3) 氧化反应

燃烧 现象: 火焰明亮, 伴有浓烟

氧化反应 化学方程式: $2C_6H_6 + 15O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 12CO_2 + 6H_2O$

不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

(4) 苯常见取代产物的物理性质

溴苯: 无色液体, 有特殊气味, 不溶于水, 密度比水的大。

硝基苯: 无色液体, 有苦杏仁气味, 不溶于水, 密度比水的大。

4. 苯的用途

苯是一种重要的化工原料和有机溶剂。

二、苯的同系物

1. 组成和结构特点

苯的同系物是苯环上的氢原子被烷基取代所得到的一系列产物, 其分子中只有一个苯环, 通式为 $C_nH_{2n-6} (n > 6)$ 。

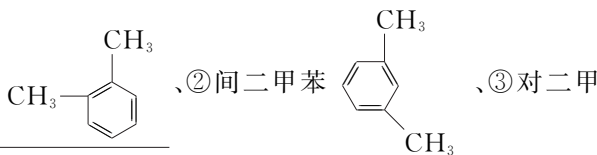
2. 物理性质

(1) 一般性质

颜色、状态	气味	密度	溶解性
无色液体	有类似苯的气味	比水 <u>小</u>	<u>不</u> 溶于水, <u>易</u> 溶于有机溶剂

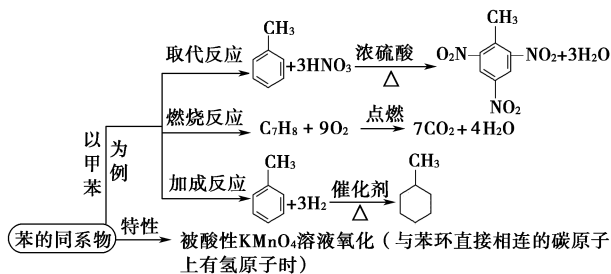
(2) 二甲苯的熔沸点

三种二甲苯的同分异构体的结构简式: ①邻二甲苯



苯 $CH_3-C_6H_4-CH_3$ 。三者的熔沸点由高到低的顺序为 ③ > ① > ② (填序号)。

3. 化学性质



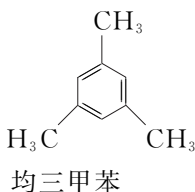
甲苯分子中含有苯环和相连的甲基,由于甲基与苯环之间存在相互作用,甲基使苯环上与甲基处于邻、对位的氢原子活化而易被取代,而苯环也使甲基活化,因此甲苯的化学性质与苯和甲烷有相似之处,又有不同于苯和甲烷之处。

任务型课堂

任务一 苯、苯的同系物与烃的性质比较

[探究活动]

均三甲苯(间三甲苯)是一种挥发性有机化合物。由于均三甲苯的苯环上的三个氢原子有着相同的化学环境,因此,均三甲苯有时在包含芳香质子的有机样品的核磁共振测定中用作内标物。均三甲苯的结构简式如图所示:



活动1 均三甲苯是否属于苯的同系物?

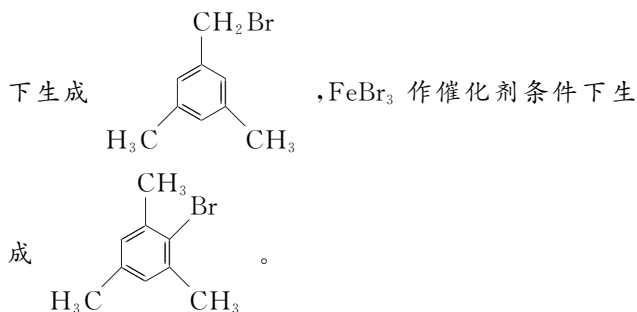
提示:是。

活动2 均三甲苯能否使酸性高锰酸钾溶液褪色? 苯的同系物都能使酸性高锰酸钾溶液褪色吗?

提示:可以;不一定。并不是所有苯的同系物都能使酸性KMnO₄溶液褪色,如 Cc1ccccc1C(C)(C)C, 由于与苯环直接相连的碳原子上没有氢原子,所以不能使酸性KMnO₄溶液褪色。

活动3 均三甲苯在一定条件下发生溴代反应,得到的一溴代物有几种? 写出结构简式。

提示:2种;均三甲苯分子中有2种等效氢,光照条件下生成



活动4 哪些实验事实说明均三甲苯分子中,苯环对侧链产生了影响?

提示:均三甲苯能使酸性KMnO₄溶液褪色,而烷烃不能。

[评价活动]

1. 下列关于芳香烃的叙述中,错误的是 ()

- A. 乙苯和苯乙烯分子内共平面的碳原子数最多均为8个
- B. 苯和浓硝酸、浓硫酸混合物在100~110℃才能生成二硝基苯,而甲苯在100℃时即可生成三硝基甲苯,说明甲基对苯环产生了影响
- C. 对二甲苯属于不饱和烃
- D. 除去甲苯中混入的少量对二甲苯可加入适量的酸性KMnO₄溶液,充分反应后再加入足量的NaOH溶液,然后分液即可

D 解析:乙苯和苯乙烯分子内共平面的碳原子数最多均为8个,A正确;甲苯、对二甲苯都能使酸性高锰酸钾溶液褪色,D错误。

2. 下列关于苯乙炔(Cc1ccccc1C#C)的说法正确的是 ()

- A. 不能使酸性KMnO₄溶液褪色
- B. 分子中最多有5个原子共直线
- C. 能发生加成反应和取代反应
- D. 可溶于水

C 解析:苯乙炔分子中含有碳碳三键,能使酸性KMnO₄溶液褪色,A错误;如图所示, Cc1ccccc1C#C, 苯乙炔分子中最多有6个原子共直线,B错误;苯乙炔分子中含有苯环和碳碳三键,能发生加成反应,苯环上的氢原子能被取代,可发生取代反应,C正确;苯乙炔属于烃,难溶于水,D错误。

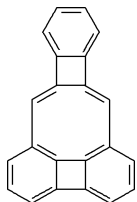
3. 关于化合物2-苯基丙烯(C=Cc1ccccc1),下列说法正确的是 ()

- A. 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- B. 可以发生加成聚合反应
- C. 分子中所有原子共平面
- D. 易溶于水及甲苯

B 解析:化合物2-苯基丙烯中含有苯环和碳碳双键

键,所以可以使酸性高锰酸钾溶液褪色,A错误;含有碳碳双键可以发生加成聚合反应,B正确;由于碳碳双键和苯环之间是单键且分子中含有甲基,所以所有原子不可能共平面,C错误;该有机物属于烃,不易溶于水,D错误。

- 4.某有机物的结构简式如图所示,下列有关该有机化合物分子的说法不正确的是 ()

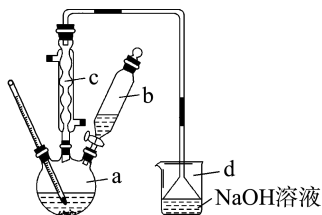


- A.属于芳香烃
B.不属于苯的同系物
C.分子中含有 22 个碳原子
D.它和分子式为 $C_{22}H_{12}$ 的有机化合物可能互为同系物

D 解析:该分子的分子式为 $C_{22}H_{12}$,分子结构中有苯环,所以属于芳香烃,A、C项正确;同系物是指结构相似,组成相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机化合物,由图可知该分子中含有碳碳双键,与苯结构不相似,不属于苯的同系物,B项正确;该有机化合物与分子式为 $C_{22}H_{12}$ 的有机化合物可能互为同分异构体,D项错误。

- 5.实验室合成溴苯的装置图及有关数据如下,按下列合成步骤回答:

有机物	苯	溴	溴苯
密度/($g \cdot cm^{-3}$)	0.88	3.10	1.50
沸点/ $^{\circ}C$	80	59	156
水中溶解性	微溶	微溶	微溶



(1)实验装置中,仪器 c 的名称为 _____,作用为 _____。

(2)在 a 中加入 15 mL 无水苯和少量铁屑,在 b 中小心加入 4.0 mL 液态溴,向 a 中滴入几滴溴,有白雾产生,是因为生成了 _____ 气体,继续滴加至液溴滴完。写出 a 中发生反应的化学方程式: _____。

(3)液溴滴完后,经过下列步骤分离提纯:

①向 a 中加入 10 mL 水,然后过滤除去未反应的

铁屑;

②滤液依次用 10 mL 水、8 mL 10% 的 NaOH 溶液、10 mL 水洗涤。用 NaOH 溶液洗涤的作用是 _____;

③向分离出的粗溴苯中加入少量无水氯化钙(一种干燥剂),静置、过滤,加入无水氯化钙的目的是 _____。

(4)经以上分离操作后,粗溴苯中还含有的主要杂质为 _____,要进一步提纯,需进行的操作为 _____。

解析:(1)仪器 c 为球形冷凝管,因实验中苯和溴易挥发,使用球形冷凝管,可把苯、溴蒸气冷凝成液体而回流。(2)苯与液溴在铁(与溴反应生成 $FeBr_3$)催化下反应生成溴苯和 HBr 气体,HBr 气体在空气中遇水蒸气形成白色酸雾,反应的化学方程式为 $C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} C_6H_5Br + HBr \uparrow$ 。

(3)从混合物中提纯溴苯时,先水洗,把可溶物溶解在水中,然后过滤除去未反应的铁屑;再加 NaOH 溶液,把未反应的 Br_2 变成 NaBr 和 NaBrO 溶解到水中。然后加干燥剂,无水氯化钙能干燥溴苯。(4)苯与溴苯的沸点不同,采用蒸馏的方法分离溴苯与苯,其中,苯被蒸出,溴苯留在母液中。

答案:(1)球形冷凝管 冷凝回流

(2)HBr $C_6H_6 + Br_2 \xrightarrow{FeBr_3} C_6H_5Br + HBr \uparrow$

(3)②除去未反应的 Br_2 ③干燥溴苯

(4)苯 蒸馏

任务总结

苯及其同系物的化学性质异同点

比较项目	苯	苯的同系物
相同点	①燃烧时现象相同,即火焰明亮,伴有浓烟,燃烧通式为 $C_nH_{2n-6} + \frac{3}{2}(n-1)O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} nCO_2 + (n-3)H_2O$ ②都易发生苯环上的取代反应 ③虽能发生加成反应,但都比较困难	
不同点	取代反应	更容易发生取代反应,常得到多元取代产物
	氧化反应	易被氧化剂氧化,大多数能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

任务二 芳香族化合物同分异构体的书写方法

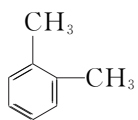
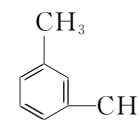
[探究活动]

其实,空气清新剂是芳香烃类(如二甲苯,分子式为 C_8H_{10})的化学物质,频繁使用对人体有害,会影响呼吸道系统、内分泌系统以及免疫系统。

活动1 二甲苯是苯的同系物吗?二甲苯有几种结构?

提示:二甲苯只有一个苯环,且侧链为饱和烷基,故二甲苯是苯的同系物。两个甲基在苯环上存在邻、间、对三种位置关系,故二甲苯有3种结构。

活动2 分子式为 C_8H_{10} 且含有苯环的一氯代物有多少种?

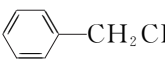
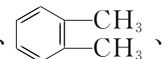
提示:14种。 C_8H_{10} 有 、、

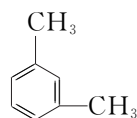
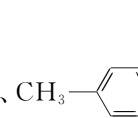
、 四种同分异构体,其一氯代物的种数分别是3、4、2、5种,共14种。

[评价活动]

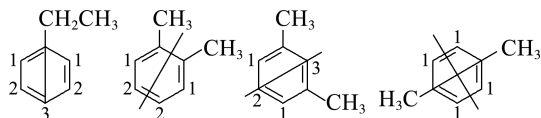
1.分子式为 C_8H_{10} 的芳香烃,其苯环上的一个氢原子被氯原子取代,其生成物有 ()

- A.7种 B.8种
C.9种 D.10种

C 解析: C_8H_{10} 有 、、

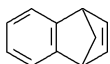
、 四种同分异构体,

各有有机物的对称结构和苯环上的不同化学环境的氢原子数如下图所示:



其苯环上的一氯代物依次有3种、2种、3种、1种,共9种。


2.(2021·河北卷)苯并降冰片烯是一种重要的药物合成中间体,结构简式如图所示。关于该化合物,下列说法正确的是 ()






- A.是苯的同系物
B.分子中最多8个碳原子共平面
C.一氯代物有6种(不考虑立体异构)

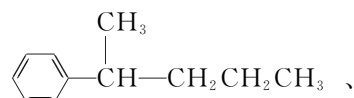
D.分子中含有4个碳碳双键

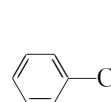
B 解析:苯的同系物必须是只含有1个苯环,侧链为烷基的同类芳香烃,由结构简式可知,苯并降冰片烯的侧链不是烷基,不属于苯的同系物,A错误;苯并降冰片烯分子中苯环上的6个碳原子和连在苯环上的2个碳原子共平面,共有8个碳原子共平面,碳碳双键中的2个碳原子和亚甲基($-CH_2-$)中的碳原子分别位于苯环所在平面的两侧,B正确;苯并降冰片烯分子的结构上下对称,分子中含有5类氢原子,则一氯代物有5种,C错误;苯环不是单双键交替的结构,由结构简式可知,苯并降冰片烯分子中只含有1个碳碳双键,D错误。

3.烷基取代苯(-R)可以被酸性高锰酸钾溶液

氧化生成  ,但若烷基R中直接与苯环连接的碳原子上没有氢原子,则不容易被氧化为  。

现有分子式是 $C_{11}H_{16}$ 的一烷基取代苯,已知它的同分异构体中可以被氧化成  的共有7种,其中3种是

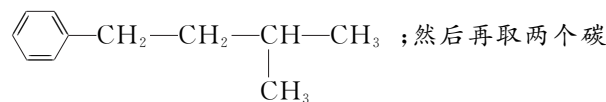


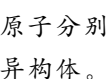
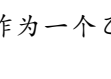
- $CH_2-CH(CH_3)CH_2CH_3$,请写出其他4种的结构简式:

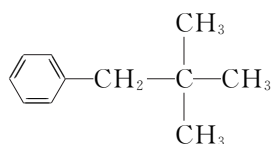
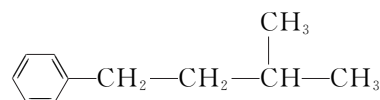
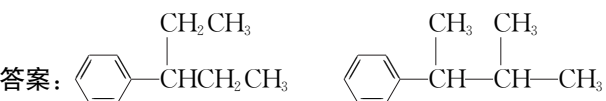
_____、

_____。

解析:继续向右移动 $-CH_3$ 得:




答案: 、、

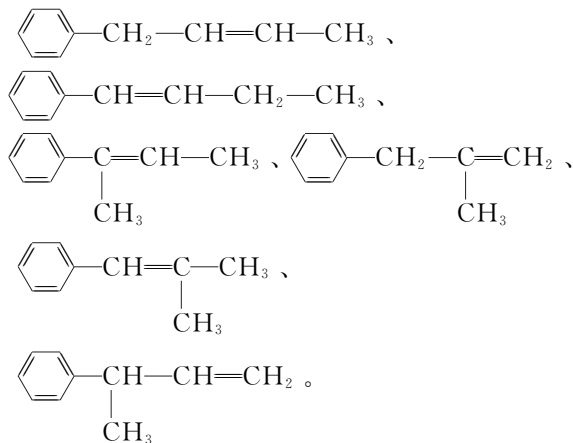


任务总结

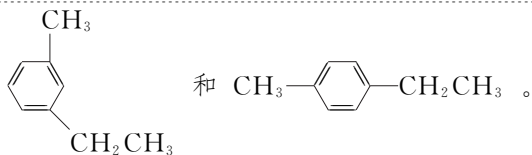
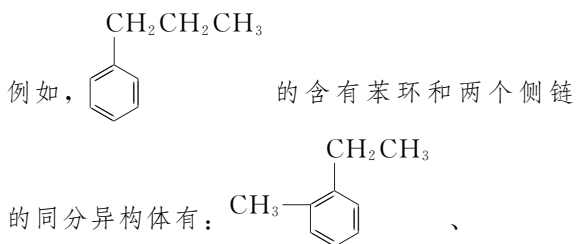
芳香族化合物同分异构体的书写及判断

(1) 苯环上只有一个取代基: 先碳架异构, 再位置异构, 后官能团异构。

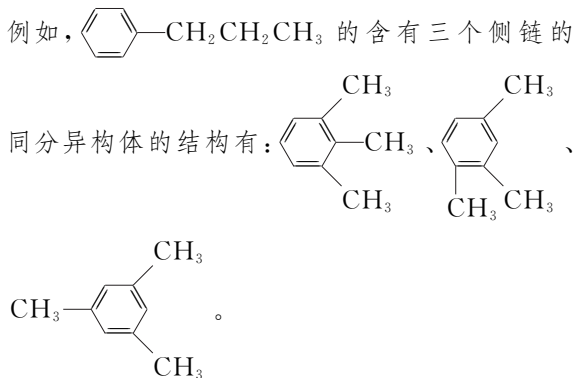
例如,  的含有苯环且只有一个直链烷基侧链的同分异构体如下:



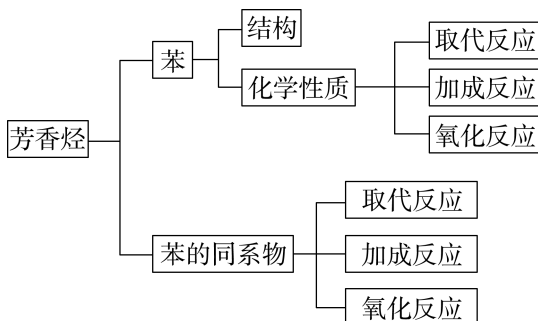
(2) 苯环上有两个取代基: 此时不仅要考虑侧链异构问题, 同时还要考虑两个取代基在苯环上的“邻、间、对”位置问题。



(3) 苯环上有三个取代基: 此时要采用“定一议二”原则, 即先确定一个取代基的位置, 然后再讨论另一个取代基分别在“邻”“间”“对”位时, 第三个取代基可能的位置情况。



► 提质归纳




课后素养评价(五)

基础性·能力运用

知识点 1 苯的结构与性质

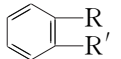
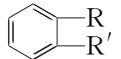
1. 苯的毒性很强。下列关于苯的说法中, 正确的是 ()

- A. 苯的分子式是 C_6H_6 , 苯不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 属于饱和烃
- B. 从苯的凯库勒式() 来看, 苯分子中含有双键, 所以属于烯烃
- C. 在催化剂作用下, 苯与液溴反应生成溴苯, 发生了加成反应
- D. 苯分子为平面正六边形结构, 6 个碳原子之间的键完全相同

D 解析: 苯属于不饱和烃, A 错误; 苯分子结构中不存在碳碳双键, 不属于烯烃, B 错误; 苯在催化剂的作用下与液溴发生取代反应, 而不是加成反应, C 错误; 苯分子为平面正六边形结构, 6 个碳原子之间的键完全相同, D 正确。

2. 苯分子中的碳碳键不是单双键交替结合结构, 不能作为这种判定的主要依据是 ()

- A. 苯不跟溴水发生加成反应
- B. 苯不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- C. 苯的一元取代物无同分异构体
- D. 苯的邻位二元取代物无同分异构体

C 解析: 存在典型的碳碳双键必然能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,也容易与溴发生加成反应而不是取代反应,苯不跟溴水发生加成反应,不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色,则说明苯分子中不存在碳碳双键;无论苯分子是否是单双键交替结构,它的一元取代物都无同分异构体;苯分子若是单双键交替结构,则邻位二元取代物  和  是不相同的,但实际上苯的邻位二元取代物只有一种,则无同分异构体,所以苯分子不是单双键交替结构。

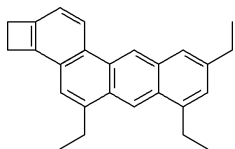
知识点 2 苯的同系物的结构与性质

3. 在苯的同系物中加入少量酸性 KMnO_4 溶液,振荡后溶液褪色,正确的解释为 ()

- A. 苯的同系物分子中的碳原子数比苯分子中的碳原子数多
- B. 苯环受侧链影响易被氧化
- C. 侧链受苯环影响易被氧化
- D. 苯环和侧链相互影响,两者均易被氧化

C 解析: 苯的同系物能使酸性高锰酸钾溶液褪色,原因是苯环对侧链产生影响,使苯的同系物的侧链易被氧化,故选项 C 正确。

4. 如图所示是一种分子形状酷似一条小狗的有机化合物。有关该有机化合物的说法正确的是 ()

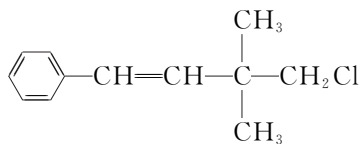


- A. 该物质为苯的同系物
- B. 该物质在常温下为气态

- C. 该物质不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. 该物质能发生加成反应

D 解析: 该物质分子中含有多个苯环,与苯的结构不相似,不是苯的同系物,A 错误;苯常温下呈液态,该物质的相对分子质量比苯大得多,则该物质在常温下呈液态或固态,B 错误;该物质分子中,乙基连在苯环上,所以能使酸性高锰酸钾溶液褪色,C 错误;该物质分子中含有相互连接的苯环和碳碳双键,能发生加成反应,D 正确。

5. 某有机物的结构简式如图所示,下列关于该有机物的叙述不正确的是 ()

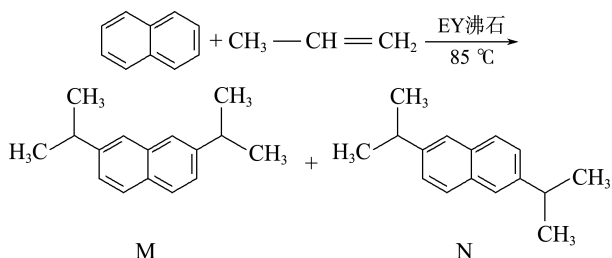


- A. 能使酸性 KMnO_4 溶液、溴水褪色,且反应原理相同
- B. 该有机物能与 H_2 发生反应,1 mol 该物质最多消耗 4 mol H_2
- C. 一定条件下,能发生加聚反应
- D. 该有机物苯环上的一个 H 被 $-\text{NO}_2$ 取代,有 3 种同分异构体

A 解析: 含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,发生的是氧化反应,能使溴水褪色,发生的是加成反应,A 错误;含有一个碳碳双键和一个苯环,1 mol 该有机物与 H_2 发生反应,最多消耗 4 mol H_2 ,B 正确;含有碳碳双键,能发生加聚反应,C 正确;苯环上有邻、间、对三种位置,该有机物苯环上的一个 H 被 $-\text{NO}_2$ 取代,有 3 种同分异构体,D 正确。

综合性·创新提升

6. (2022·河北卷改编)在 EY 沸石催化下,萘与丙烯反应主要生成二异丙基萘 M 和 N。



下列说法正确的是 ()

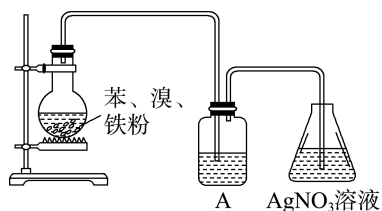
- A. M 和 N 互为同系物

- B. M 分子中最多有 12 个碳原子共平面
- C. N 的一溴代物有 5 种
- D. 萘的二溴代物有 9 种

C 解析: 由题中信息可知,M 和 N 均属于二异丙基萘,二者分子式相同,但其结构不同,故二者互为同分异构体,不互为同系物,A 说法不正确;萘分子中的 10 个碳原子是共面的,由于单键可以旋转,异丙基中最多可以有 2 个碳原子与苯环共面,因此,M 分子中最多有 14 个碳原子共平面,B 说法不正确;N 分子中有 5 种不同化学环境的 H,因此其一溴代

物有5种,C说法正确;萘分子中有8个H,但只有两种不同化学环境的H(分别用 α 、 β 表示,其分别有4个),根据“定一议二”法可知,若先取代 α ,则取代另一个H的位置有7种;先取代1个 β ,再取代其他 β ,有3种,因此,萘的二溴代物有10种,D说法不正确。

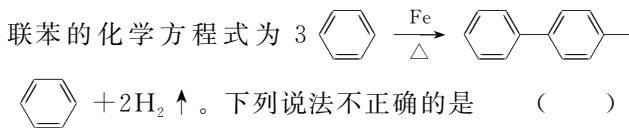
- 7.为了证明液溴与苯发生的反应是取代反应,用了如下图所示装置。则装置A中盛有的物质是()



- A.水
B.NaOH溶液
C.CCl₄
D.NaI溶液

C 解析:溴易挥发,生成的溴化氢中含有溴,溴也能与AgNO₃溶液反应生成溴化银浅黄色沉淀,因此需要利用四氯化碳除去溴化氢中的溴。

- 8.对三联苯是一种有机合成中间体,工业上合成对三联苯的化学方程式为



- 下列说法不正确的是()
A.上述反应属于取代反应
B.对三联苯分子中至少有16个原子共平面
C.对三联苯的一氯取代物有4种
D.0.2 mol对三联苯在足量的氧气中完全燃烧消耗5.1 mol O₂

D 解析:该反应可看作苯环上处于对位的两个氢原子被苯基取代,A项正确;对三联苯分子中在同一条直线上的原子有8个(---C₆H₄---C₆H₄---C₆H₄---),再加上其中一个苯环上的另外8个原子,所以至少有16个原子共平面,B项正确;对三联苯分子中有4种不同化学环境的氢原子,故其一氯取代物有4种,C项正确;对三联苯的分子式为C₁₈H₁₄,则0.2 mol对三联苯完全燃烧消耗O₂的物质的量为0.2 mol × (18 + $\frac{14}{4}$) = 4.3 mol,D项错误。

- 9.已知苯与一卤代烃在催化剂作用下可生成苯的同系物,例如:
- $$\text{C}_6\text{H}_6 + \text{CH}_3\text{X} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{HX}$$
- 则在催化剂作用下由苯和下列各组物质合成乙苯时,最好选用()
A.CH₃CH₃和Cl₂

- B.CH₂=CH₂和Cl₂
C.CH₃CH₃和HCl
D.CH₂=CH₂和HCl

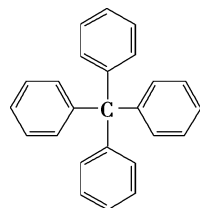
D 解析:根据题目信息,可以判断合成乙苯时所用的原料是苯和一氯乙烷,所以首先必须合成CH₃CH₂Cl。CH₃CH₃和HCl不反应,CH₂=CH₂和Cl₂反应生成CH₂ClCH₂Cl,而CH₃CH₃和Cl₂虽然在光照条件下能够发生取代反应生成CH₃CH₂Cl,但是烷烃的卤代反应产物有多种,原料利用率低而且产物难以分离,所以在有机合成上价值不大,一般不会选用。

- 10.已知
- $$\text{ (isopropylbenzene) } + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{ (isopropylbenzene) }$$
- (异丙苯),下列说法错误的是()

- A.该反应属于加成反应
B.异丙苯的一氯代物共有5种
C.可用溴水鉴别异丙烯苯和异丙苯
D.异丙烯苯是苯的同系物

D 解析:该反应属于加成反应,A正确;根据异丙苯的对称性,共有5种等效氢,则异丙苯的一氯代物共有5种,B正确;碳碳双键可以与溴水发生加成反应,使溴水褪色,异丙苯能萃取溴水中的溴而分层,C正确;异丙烯苯不属于苯的同系物,D错误。

- 11.甲烷分子中的四个氢原子都可以被取代。若甲烷分子的四个氢原子都被苯基取代,则得到的产物的结构简式如图所示。



- (1)该分子的分子式为_____。
(2)此分子属_____ (填“极性”或“非极性”)分子。
(3)此分子中所有碳原子是否共平面? _____。
(4)此化合物的一硝基取代产物有_____种。

解析:该化合物的结构类似于CH₄的结构,与中心碳原子连接的苯环上的4个碳原子呈正四面体结构,该分子的结构完全对称,是非极性分子,其一硝基取代物有3种。

- 答案:(1)C₂₅H₂₀ (2)非极性 (3)不共平面 (4)3



单元活动构建

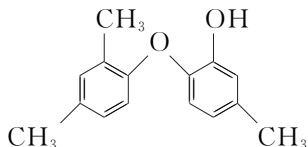
单元活动2 根据“空气清新剂的成分”理解烃的结构与性质

「单元任务」

任务内容	
任务一	有机化合物的官能团
任务二	烃的性质
任务三	烃的结构特点

「任务导引」

有机化合物 X 是一种空气清新剂,广泛用于公共场所,其结构简式如图所示。



任务一 有机化合物的官能团

活动 1 在任务导引中涉及有机化合物 X 的分子结构,有机化合物 X 的分子式为_____,有机化合物 X 中官能团的名称分别是_____。

提示: $C_{15}H_{16}O_2$ 羟基、醚键

根据有机化合物 X 的分子结构知分子式为 $C_{15}H_{16}O_2$, 含羟基、醚键 2 种官能团。

活动 2 依据碳骨架分类有机化合物 X 属于哪种类别?

提示: 有机化合物 X 含苯环、氧原子,依据碳骨架分类属于芳香烃衍生物。

任务二 烃的性质

活动 1 如何用化学方法鉴别有机化合物 X 和苯?

提示: 分别加入酸性 $KMnO_4$ 溶液,不褪色的是苯。

活动 2 1 mol 有机化合物 X 与足量的浓硝酸和浓硫酸的混合物在加热的条件下反应,最多消耗 HNO_3 的物质的量是多少?

提示: 4 mol。甲基邻、对位上的氢原子才能被 $-NO_2$ 取代。

任务三 烃的结构特点

活动 1 苯分子中的 6 个碳原子和 6 个氢原子在同一平面上,有机化合物 X 分子中所有碳原子_____ (填“有”或“不”)可能共平面。

提示: 有。苯环中 12 个原子共平面,当有机化合物 X 分子中的两个苯环在同一平面时,所有碳原子共平面。

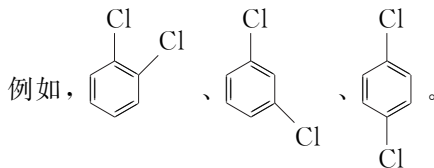
活动 2 保持左右两个苯环上的官能团的种类和数目不变的有机化合物 X 的同分异构体有_____种。

提示: 59。有机化合物 X 分子中有两个苯环,每个苯环有三个取代基,其中一个苯环上三个取代基中有两个相同,都是 $-CH_3$,有 6 种结构,另一个苯环上的三个取代基完全不同,有 10 种结构,保持左右两个苯环上的官能团的种类和数目不变的 X 的同分异构体有 $6 \times 10 - 1 = 59$ 种。

「知识链接」

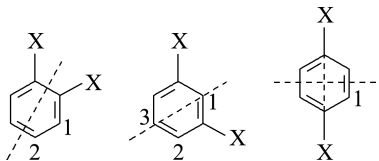
根据等效氢法判断芳香族化合物的同分异构体数目

1. 苯环上连有 2 个 $-X$ 、 $-Y$ (或 $-X$) 取代基,其结构有邻、间、对三种。

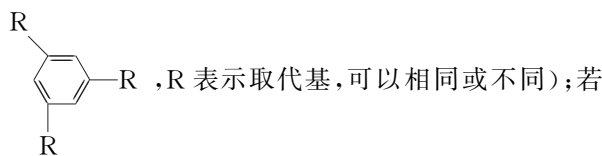
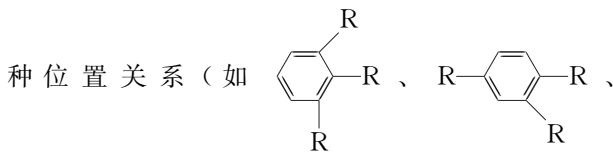


2. 若苯环上连有 $-X$ 、 $-X$ 、 $-Y$ 3 个取代基(其中两个取代基相同),其结构有六种。

方法是将苯环上连有的 $-X$ 、 $-X$ 2 个相同取代基写成邻、间、对三种形式,然后分别插入 $-Y$ 。

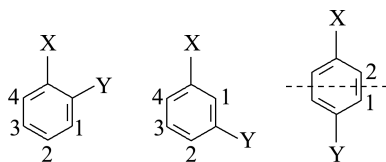


3. 若苯环上连有 3 个相同取代基,则有“连、偏、均”三



是 $-X$ 、 $-Y$ 、 $-Z$ 三个不同的取代基,其结构有 10 种。

方法是将苯环上连有 2 个相同的 $-X$ 、 $-Y$ 取代基写成邻、间、对三种形式,然后分别插入 $-Z$ 。



4. 若取代基在苯环上的位置一定, 但取代基种类不确定, 同分异构体数目的多少是由取代基的种数决定的, 如 $C_6H_5-C_4H_9$, 因为丁基有四种不同的结构, 故该烃有四种同分异构体。

「活动达标」

1. 下列有机物的同分异构体数目有4种的是(不考虑立体异构) ()

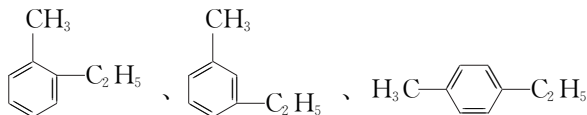
- ① C_5H_{12}
 ② 甲苯的一氯代物
 ③ $C_3H_6Cl_2$
 ④ 苯环有两个取代基的 C_8H_{10}
- A. ①② B. ①③
 C. ②③ D. ②④

C 解析: C_5H_{12} 是戊烷, 有 3 种同分异构体; 甲苯的一氯代物有 4 种(取代甲基上的氢有 1 种, 取代苯环上的氢有 3 种); $C_3H_6Cl_2$ 的同分异构体有 4 种(2 个 Cl 原子在同一个 C 原子上时有 2 种, 2 个 Cl 原子在不同 C 原子上时有 2 种); 苯环有两个取代基(即 2 个 $-CH_3$)的 C_8H_{10} 的同分异构体有 3 种。

2. 苯环上有两个取代基的 C_9H_{12} , 其苯环上的一氯代物的同分异构体共有(不考虑立体异构) ()

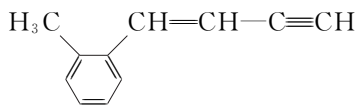
- A. 6 种 B. 7 种
 C. 10 种 D. 12 种

C 解析: 苯环上有两个取代基的 C_9H_{12} 共有



3 种, 其苯环上的一氯代物分别有 4 种、4 种、2 种, 故总共有 10 种。

3. 下列物质的分子中所有碳原子在同一平面上时, 在任意情况下都不可能所有碳原子共平面的氢原子有 ()



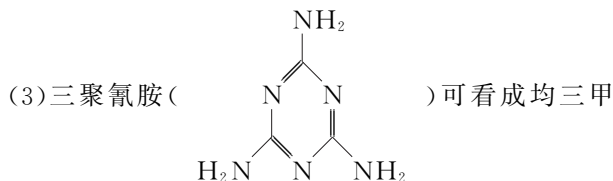
- A. 1 个 B. 2 个
 C. 3 个 D. 4 个

B 解析: 苯分子中 12 个原子共平面, 乙烯分子中 6 个原子共平面, 乙炔中 4 个原子共平面, 但甲基中最多有 1 个 H 原子能和 C 原子所在的平面共平面, 故此有机物中在任意情况下都不可能所有碳原子共平面的氢原子有 2 个。

4. (1) 均三甲苯() 是一种易燃、不

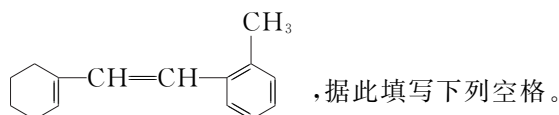
溶于水、密度比水小的有毒液体, 是重要的有机化工原料, 用于制备合成树脂、抗氧化剂等。均三甲苯属于苯的同系物, 选用一种试剂区别苯和均三甲苯: _____。

(2) 均三甲苯分子中的一个 H 原子被 Cl 原子取代, 所得产物有 _____ 种。



苯分子中部分原子团被 N 原子置换所得, 也是重要的有机化工原料。被 N 原子置换的原子团是 _____, 三聚氰胺的分子式为 _____。

(4) 某有机物的结构简式为



, 据此填写下列空格。

① 该物质的分子中苯环上的一氯代物有 _____ 种。

② 1 mol 该物质和溴水混合, 消耗 Br_2 的物质的量为 _____ mol。

③ 1 mol 该物质和 H_2 加成需 H_2 _____ mol。

解析: (1) 苯与酸性高锰酸钾溶液不反应, 但苯的同系物能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 从而使酸性高锰酸钾溶液褪色。(2) 均三甲苯分子中 3 个甲基上的氢原子等效, 3 个没有取代基的碳原子上的氢原子也等效, 因此共有 2 种一氯取代物。(3) 对比均三甲苯与三聚氰胺的结构简式可知, 将均三甲苯分子中苯环上的 3 个 CH 原子团换成 N 原子, 再将 $-CH_3$ 中的 CH 原子团换成 N 原子, 即为三聚氰胺。(4) ① 该物质在苯环上没有对称轴, 苯环上的 4 个 H 原子都能被 Cl 原子取代而产生 4 种不同的一氯代物。② 苯和苯的同系物都不能与溴水反应, 只能萃取溴水中的溴。1 mol 该物质的分子中含有 2 mol 碳碳双键, 能与 2 mol Br_2 发生加成反应。③ 1 mol 该物质的分子中含有 2 mol 碳碳双键, 能与 2 mol H_2 发生加成反应, 1 mol 苯环能与 3 mol H_2 加成, 共消耗 5 mol H_2 。

答案: (1) 酸性高锰酸钾溶液

(2) 2

(3) $C_3H_3N_3$

(4) ① 4 ② 2 ③ 5

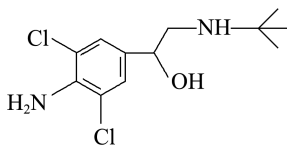
第二章质量评估

(90分钟 100分)

一、选择题(本题共15小题,每小题3分,共45分。)

每小题只有一个选项符合题目要求)

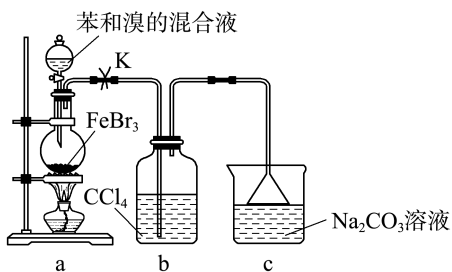
- 1.盐酸克伦特罗又称“瘦肉精”,是肾上腺类神经兴奋剂,会对人体健康产生危害,其结构如图所示。下列有关克伦特罗的叙述错误的是 ()



- A.该物质中苯环上6个碳原子之间的键完全相同
 B.该物质只含有一OH、—NH₂两种官能团
 C.该物质中所有的原子不可能共平面
 D.该物质能发生加成反应、氧化反应

B 解析:苯环中的碳碳键是一种介于单键和双键之间的独特的键,A正确;该物质含有一OH、—NH₂、—Cl官能团,B错误;该物质含有甲基,所有的原子不可能共平面,C正确;含有苯环、羟基,所以可以发生加成反应、氧化反应等,D正确。

- 2.实验室制备溴苯的反应装置如图所示,下列关于实验的操作或叙述错误的是 ()



- A.向圆底烧瓶中滴加苯和溴的混合液前需先打开K
 B.实验中装置b中的液体逐渐变为棕红色
 C.装置c中的碳酸钠溶液的作用是吸收溴化氢
 D.反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、结晶,得到溴苯

D 解析:若关闭K时向烧瓶中加入液体,会使烧瓶中气体压强增大,苯和溴混合液不能顺利流下,打开K,可以平衡气压,便于苯和溴混合液流下,故A正确;装置b中四氯化碳的作用是吸收挥发出来的苯和溴蒸气,溴溶于四氯化碳使液体逐渐变为棕红

色,故B正确;装置c中碳酸钠溶液呈碱性,能够吸收反应生成的溴化氢气体,故C正确;反应后得到粗溴苯,向粗溴苯中加入稀氢氧化钠溶液洗涤,除去其中溶解的溴,振荡、静置,分层后分液,向有机相中加入适当的干燥剂,然后蒸馏分离出沸点较低的苯,可以得到溴苯,不能用结晶法提纯溴苯,故D错误。

- 3.下列关于有机化合物的叙述正确的是 ()

- A.酸性KMnO₄溶液既可鉴别乙烷与乙烯,又可除去乙烷中的乙烯而得到纯净的乙烷
 B.Cl₂只能在甲苯的苯环上发生取代反应
 C.丙烯的结构简式可以表示为CH₃CHCH₂
 D.CH₂Cl₂只有一种结构,说明甲烷是正四面体形结构而不是平面四边形结构

D 解析:酸性KMnO₄溶液能够氧化乙烯而得到二氧化碳气体,使乙烷中混有二氧化碳;苯环上的氢原子在催化作用下能被氯原子取代,苯环侧链的烷基氢原子在光照时可被氯原子取代;含有不饱和键的有机化合物的结构简式中的不饱和键必须表示出来;如果甲烷是平面四边形结构,则CH₂Cl₂存在两种结构。

- 4.下列对有机物结构或性质的描述错误的是 ()

- A.将溴水加入苯中,溴水的颜色变浅,这是由于发生了加成反应
 B.乙苯能与浓硝酸在一定条件下反应
 C.苯乙烯在合适条件下催化加氢可生成乙基环己烷
 D.一定条件下,Cl₂可在甲苯的苯环或侧链上发生取代反应

A 解析:将溴水加入苯中,由于溴在苯中的溶解度比在水中的溶解度大,发生了萃取,故溴水的颜色变浅,是物理变化,A错误;乙苯能与浓硝酸在一定条件下反应,B正确;苯乙烯含有苯环、碳碳双键,可与氢气发生加成反应,完全反应生成乙基环己烷,C正确;苯环上的氢原子在催化剂作用下能被氯原子取代,苯环侧链烷基上的氢原子在光照时也可被氯原子取代,D正确。

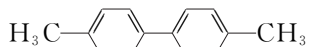
5. 下列各组说法均不正确的是 ()

- ① $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CF}_3$ 分子结构中最多有 4 个碳原子在一条直线上
 ② 用催化加氢的方法可除去乙烷中混有的少量乙烯
 ③ 丁二烯和丁烯互为同系物
 ④ 正戊烷、异戊烷、新戊烷的沸点逐渐变低
 ⑤ 14 g 乙烯和丙烯混合气体中的氢原子数为 $2N_A$ (N_A 表示阿伏加德罗常数的值)
 ⑥ 能够快速、微量、精确测定相对分子质量的物理方法是核磁共振氢谱法

- A. ②③⑥ B. ①③⑥
 C. ②③④ D. ③④⑥

A 解析: ① $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 为直线形结构, 则与 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 相连的碳原子在一条直线上, 且与 $\text{C}=\text{C}$ 键相连的碳原子的键角为 120° , 可知 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CF}_3$ 分子结构中最多有 4 个碳原子在一条直线上, 故正确; ② 因不知道乙烯的含量, 则可能混有氢气, 且在实验室中难以进行苯乙烯的催化加氢反应, 故错误; ③ 丁二烯和丁烯结构不同, 二者不互为同系物, 故错误; ④ 同分异构体中, 支链越多, 沸点越低, 则正戊烷、异戊烷、新戊烷的沸点逐渐变低, 故正确; ⑤ 乙烯和丙烯最简式都为 CH_2 , 可知 14 g 乙烯和丙烯混合气体中含有 2 mol 氢原子, 氢原子数为 $2N_A$, 故正确; ⑥ 质谱法是能够快速、微量、精确测定相对分子质量的物理方法, 故错误。

6. 已知碳碳单键可以绕键轴旋转。某烃的结构简式如图所示, 下列说法正确的是 ()

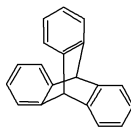


- A. 该烃在核磁共振氢谱上有 6 组信号峰
 B. 1 mol 该烃完全燃烧消耗 16.5 mol O_2
 C. 该烃分子中至少有 10 个碳原子处于同一平面上
 D. 该烃是苯的同系物

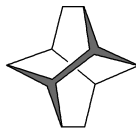
C 解析: 该烃分子结构对称, 含 3 种不同化学环境的 H 原子, 则其核磁共振氢谱图中有 3 组吸收峰, A 错误; 该有机物分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$, 1 mol 该烃完全燃烧消耗氧气的物质的量为 17.5 mol, B 错误; 该烃分子中至少有 10 个碳原子处于同一平面上, C 正确; 苯的同系物分子中只含有 1 个苯环, 而该烃分

子中含有 2 个苯环, 不属于苯的同系物, D 错误。

7. 纳米分子机器日益受到关注, 机器的“车轮”常用组件如下所示, 下列说法正确的是 ()



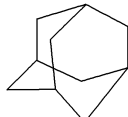
①(三蝶烯)



②(扭曲烷)



③(富勒烯)



④(金刚烷)

- A. ①③均能发生加成反应
 B. ①④互为同分异构体
 C. ①②③④均属于烃
 D. ①②③④的一氯代物均只有一种

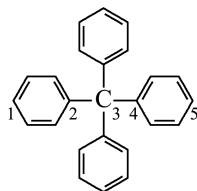
A 解析: ①中含有苯环, 能够与氢气加成, ③中含有碳碳双键, 能够发生加成反应, A 正确; ①④分子中含有的碳原子数不同, 不互为同分异构体, B 错误; ③中只含有碳原子, 不属于烃, C 错误; ①②④中不止一种氢原子, 一氯代物不止一种, ③中无氢原子, 无一氯代物, D 错误。

8. 下列有机化合物的命名及其一氯代物的同分异构体数目正确的是 ()

选项	命名	一氯代物
A	2-甲基-2-乙基丙烷	4
B	1,3-二甲基苯	3
C	2,2,3-三甲基戊烷	6
D	2,3-二甲基-4-乙基己烷	7

D 解析: A 项, 正确的命名为 2,2-二甲基丁烷, 其一氯代物的同分异构体有 3 种; B 项, 1,3-二甲基苯的一氯代物的同分异构体有 4 种; C 项, 2,2,3-三甲基戊烷的一氯代物的同分异构体有 5 种。

9. 有机物三苯基甲苯的结构简式如下图所示。对该有机物分子的描述正确的是 ()

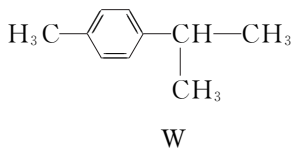
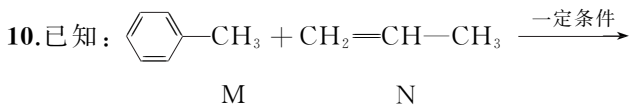


- A. 1~5 号碳均在一条直线上
 B. 在特定条件下能与 H_2 发生加成反应

C.其一氯代物最多有 4 种

D.其官能团的名称为碳碳双键

B 解析:含有饱和碳原子,具有甲烷的结构特征,则 1~5 号碳不可能在同一条直线上,故 A 错误;含有苯环,可发生加成反应,故 B 正确;每个苯环上有 3 种 H,则一氯代物最多有 3 种,故 C 错误;含有苯环,不含碳碳双键,故 D 错误。



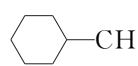
下列说法不正确的是 ()

A.M、N 和 W 均能发生氧化反应、加成反应和取代反应


B.M 不能使溴水因发生化学反应而褪色

C.M 与足量的 H_2 反应后的产物的一氯代物有 4 种

D.W 分子中的所有碳原子不可能在同一平面上

C 解析:苯环、碳碳双键可发生加成反应,苯环及甲基可发生取代反应,三者均能燃烧(发生氧化反应),则 M、N 和 W 均能发生氧化反应、加成反应和取代反应,A 项正确;甲苯不能与溴水发生化学反应,但能萃取溴水中的溴,所以 M 不能使溴水因发生化学反应而褪色,B 项正确;甲苯与足量的 H_2 反应后的产物为甲基环己烷:  ,分子中有 5 种不同化学环境的氢原子,故甲基环己烷的一氯代物有 5 种,C 项错误;甲烷为正四面体结构,由于 W 分子中含有 $-CH-$,具有甲烷的结

构特点,则 W 分子中的所有碳原子不可能在同一平面上,D 项正确。




11.环之间共用一个碳原子的化合物称为螺环化合物,螺[2,2]戊烷()是最简单的一种螺环化合物。下列关于该化合物的说法错误的是 ()

A.与环戊烯互为同分异构体

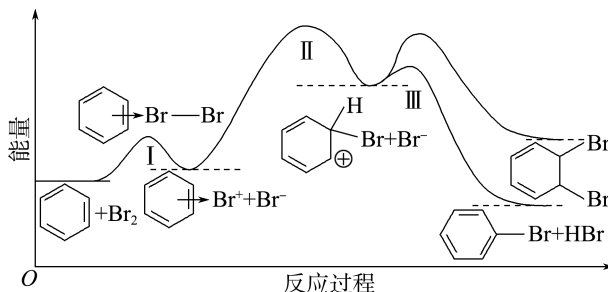
B.二氯代物超过两种


C.所有碳原子均处于同一平面

D.生成 1 mol C_5H_{12} 至少需要 2 mol H_2


C 解析:环戊烯与螺[2,2]戊烷()的分子式均为 C_5H_8 ,二者互为同分异构体,A 正确;可以取代同一个碳原子上的氢原子,也可以取代同侧碳原子上或者两侧的碳原子上的氢原子,因此其二氯代物超过两种, B 正确;螺[2,2]戊烷()的中心原子含有四个单键,故所有碳原子一定不处于同一平面,C 不正确;螺[2,2]戊烷()的分子式为 C_5H_8 ,若生成 1 mol C_5H_{12} 则至少需要 2 mol H_2 ,D 正确。



12.苯与 Br_2 的催化反应过程如下图所示。下列说法正确的是 ()






A.苯与 Br_2 生成  的反应为吸热反应

B.上图中,苯与 Br_2 的催化反应生成了溴苯、邻二溴苯

C.从图中第 III 步反应所给信息看,生成  的反应为主要反应

D.由  转化为  的过程中有极性键的断裂与形成

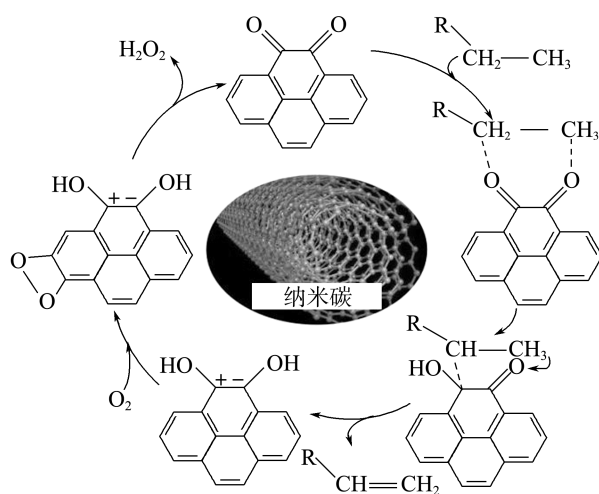
C 解析:根据图示可知:反应物的能量比生成物的能量高,苯与 Br_2 生成溴苯的反应是放热反应, A 错误;根据图示可知,苯与 Br_2 的反应生成了溴苯、 ,  不是邻二溴苯,B 错误;图示中第三步中取代反应的活化能低,生成物本身所具有的能量低,更稳定,故反应生成的有机产物中,取代产物溴苯所占比例更大,生成溴苯的反应是主要反应,C 正确;在第 II 步转化中有非极性键碳碳键的断裂和极性键碳溴键的生成,D 错误。

13.下列关于  的说法正确的是 ()

- A. 分子中有 3 种杂化类型的碳原子
 B. 分子中共平面的原子数目最多为 14
 C. 分子中的苯环由单双键交替组成
 D. 与 Cl_2 发生取代反应生成两种产物

A 解析: $-\text{CH}_3$ 的碳原子是 sp^3 杂化, 苯环上的碳原子是 sp^2 杂化, $-\text{C}\equiv\text{CH}$ 的碳原子是 sp 杂化, 因此分子中有 3 种杂化类型的碳原子, A 正确; 根据苯中 12 个原子共平面, 乙炔中 4 个原子共直线, 甲烷中 3 个原子共平面, 因此分子中共平面的原子数目最多为 15 个(甲基中碳原子和其中一个氢原子与其他原子共面), B 错误; 苯环中的碳碳键是介于碳碳单键和双键之间独特的键, C 错误; 该有机物与 Cl_2 的取代反应存在 3 种取代位置: 甲基上的氢、苯环上的氢和三键碳上连接的氢原子, 同时该有机物与 Cl_2 的取代反应存在一取代、二取代等多种类型, D 错误。

14. 纳米碳材料上有多种含氧官能团, 可催化烷烃转变成烯烃, 反应过程如下图所示, 下列叙述正确的是 ()

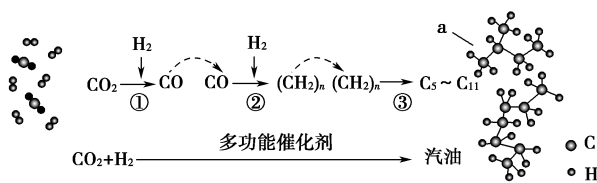


- A. 采用丙烷作为反应物时, 可能发生反应
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$
 B. 在烷烃转变成烯烃的过程中, 不涉及 C—H 的断裂
 C. 如果采用正丁烷作为反应物时, 则产物为
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
 D. 纳米碳可有效提高烷烃的平衡转化率

A 解析: 根据题中转化关系, 纳米碳材料可催化烷烃转变成烯烃, 采用丙烷作为反应物时, 可能发生反应 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$, A 正确; 在烷烃转变成烯烃的过程中, 碳碳单键变为碳碳双键, H 原子减少, 涉及 C—H 的断裂, B 错误; 根据反应原理, 采用正丁烷作为反应物时, 则产物为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, C 错误; 纳米碳作为催化剂只可以加快反应速率, 不能提高烷烃的平衡转

化率, D 错误。

15. 我国在 CO_2 催化加氢制取汽油方面取得突破性进展, CO_2 转化过程示意图如下:



下列说法不正确的是 ()

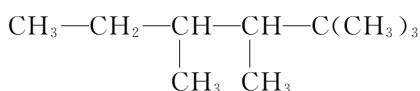
- A. 反应①的产物中含有水
 B. 反应②中只有碳碳键形成
 C. 汽油主要是 $\text{C}_5 \sim \text{C}_{11}$ 的烃类混合物
 D. 图中 a 的名称是 2-甲基丁烷

B 解析: 反应②中既有碳碳键的形成, 又有碳氢键的形成。

二、非选择题(本题共 5 小题, 共 55 分)

16. (10 分) (1) 相对分子质量为 70 的烯烃的分子式为 _____; 若该烯烃与足量的 H_2 加成后能生成分子中含 3 个甲基的烷烃, 则该烯烃可能的结构简式为 _____。

(2) 有机化合物 A 的结构简式为



- ①若 A 是单烯烃与氢气加成后的产物, 则该单烯烃可能有 _____ 种结构。
 ②若 A 是炔烃与氢气加成后的产物, 则此炔烃可能有 _____ 种结构。
 ③若 A 的一种同分异构体只能由一种烯烃加氢得到, 且该烯烃是一个非常对称的分子, 有顺、反两种结构。

- a. 写出 A 的该种同分异构体的结构简式: _____。
 b. 写出这种烯烃的顺、反异构体的结构简式: _____。

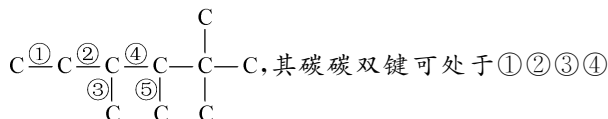
解析: (1) 由相对分子质量为 70, 可知该烯烃分子中最多含有 5 个碳原子, 若为单烯烃, 由 $M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 70, 14n = 70, n = 5$; 而其他情况经过计算不成立, 所以该烯烃的分子式为 C_5H_{10} ; 该烯烃加成后所得的产物(烷烃)中含有 3 个甲基, 表明在烯烃分子中只含有一个支链。

当主链为 4 个碳原子时, 支链为 1 个 $-\text{CH}_3$, 此时

烯烃的碳骨架结构为 $\overset{\text{C}①}{\text{C}}-\overset{\text{C}②}{\text{C}}-\overset{\text{C}③}{\text{C}}-\text{C}$, 其碳碳双键

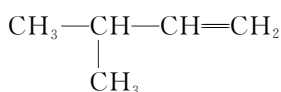
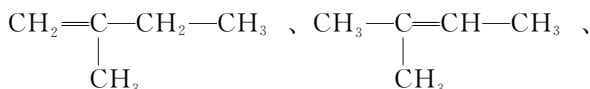
可在①②③三个位置, 有三种可能的结构。(2) 有

机化合物 A 的碳骨架结构为



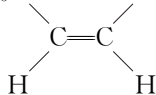
其碳碳双键可处于①②③④⑤五个位置,而碳碳三键只能处于①一个位置。

答案:(1)C₅H₁₀

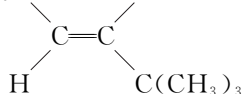


(2)①5 ②1 ③a.(CH₃)₃CCH₂-CH₂-C(CH₃)₃

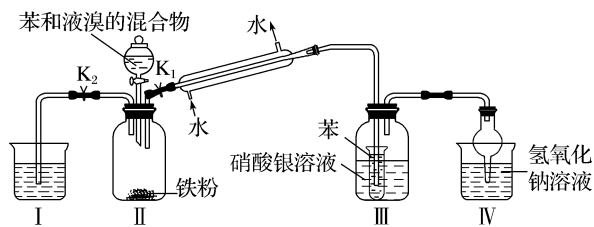
b. (CH₃)₃C C(CH₃)₃ (顺)、



(CH₃)₃C C(CH₃)₃ (反)



17.(10分)已知苯与液溴的反应是放热反应,某校学生为探究苯与溴发生的反应,用如图所示装置进行实验。



根据相关知识回答下列问题:

(1)实验开始时,关闭 K₂,打开 K₁和分液漏斗活塞,滴加苯和液溴的混合液,反应开始。一段时间后,在装置Ⅲ中可能观察到的现象是_____。

(2)实验中能防止倒吸的装置有_____ (填装置序号)。

(3)反应结束后要使装置Ⅰ中的水倒吸入装置Ⅱ中。这样操作的目的是_____。

_____,简述这一操作:_____。

(4)通过该实验,可知苯与溴的反应是_____反应。

解析:苯和液溴在 FeBr₃ (铁和溴反应生成 FeBr₃) 作催化剂的条件下发生取代反应,生成溴苯和溴化氢,该反应是放热反应,而苯、液溴易挥发,用冷凝的方法减少其挥发。装置Ⅲ的目的是防止 HBr

溶于水而引起倒吸。通过检验 Br⁻ 的存在可知该反应是取代反应。

答案:(1)小试管中有气泡,液体变为橙红色;有白雾出现;广口瓶内液体中有浅黄色沉淀生成

(2)Ⅲ和Ⅳ (3)除去装置Ⅱ中存有的溴化氢气体,以免 HBr 逸出污染空气 打开 K₂,关闭 K₁和漏斗活塞 (4)取代

18.(10分)有 A、B、C 三种烃,已知:

①B 完全燃烧的产物 n(CO₂):n(H₂O)=2:3;

②C 为饱和链烃,通常状况下呈气态,其二氯代物有三种;

③A 是 B 分子中的氢原子全部被 C 分子中的最简单的烃基取代的产物;A 遇 Br₂ 的 CCl₄ 溶液不褪色,其一氯代物只有一种。

请回答下列问题:

(1)B 的最简式为_____,分子式为_____,其二溴代物有_____种。

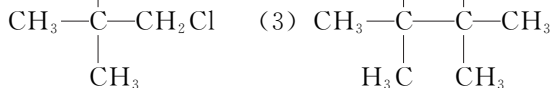
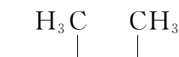
(2)C 的三种二氯代物的结构简式为_____、_____、_____。

(3)A 的结构简式为_____。

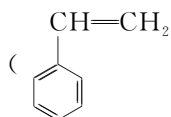
解析:(1)由 B 的燃烧产物可推出 B 中 n(C):n(H)=1:3,B 的最简式为 CH₃,故 B 的分子式只能是 C₂H₆,B 为乙烷,二溴代物有两种。(2)由②可推断 C 应为异丁烷,在饱和气态链烃中只有异丁烷的二氯代物有三种。(3)异丁烷中最简单的烃基为甲基,甲基取代乙烷中的所有氢原子生成 2,2,3,3-四甲基丁烷。

答案:(1)CH₃ C₂H₆ 2

(2)CH₃CHCHCl₂ CH₃CHCH₂Cl



19.(13分)(1)乙烯、乙炔、甲苯、苯乙烯



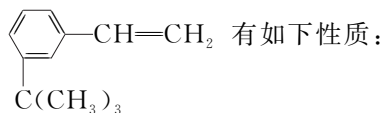
()4种有机化合物分别在一定条件下与 H₂ 充分反应。

①若烃与 H₂ 反应的物质的量之比为 1:3,说明该烃分子中存在_____结构,它是_____。

②若烃与 H_2 反应的物质的量之比为 1 : 2, 说明该烃分子中存在 _____ 结构, 它是 _____。

③苯乙烯与 H_2 完全加成的物质的量之比为 _____。



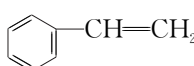
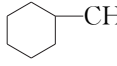
(2) 按分子结构决定性质的观点可推断,



①苯基部分可发生 _____ 反应和 _____ 反应;

② $-CH=CH_2$ 部分可发生 _____ 反应和 _____ 反应;

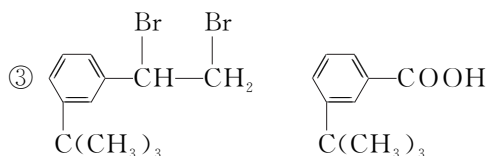
③向该有机化合物中滴入溴水后生成产物的结构简式为 _____; 滴入酸性高锰酸钾溶液后生成产物的结构简式为 _____。

解析: $C=C + H_2 \rightarrow \begin{array}{c} H & H \\ | & | \\ -C & -C- \\ | & | \end{array}$,
 $-C\equiv C- + 2H_2 \rightarrow -CH_2-CH_2-$,  +
 $3H_2 \rightarrow$ ,  + $4H_2 \rightarrow$
 , 由不同的官能团与 H_2 的定量反应, 可以确定分子的结构。

答案: (1) ①苯环 甲苯 ②碳碳三键 乙炔

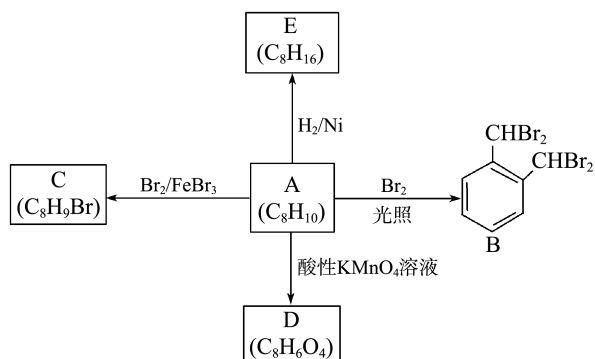
③ 1 : 4

(2) ①加成 取代 ②加成 氧化



20. (12分) 芳香族化合物 A 是一种基本化工原料, 可以从煤和石油中得到。

A、B、C、D、E 的转化关系如图所示:



回答下列问题:

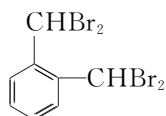
(1) A 的化学名称是 _____; E 属于 _____ (填“饱和烃”或“不饱和烃”)。

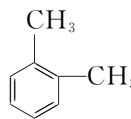
(2) $A \rightarrow B$ 的反应类型是 _____, 在该反应的副产物中, 与 B 互为同分异构体的副产物的结构简式为 _____。

(3) $A \rightarrow C$ 的化学方程式为 _____。

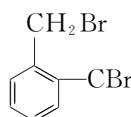
(4) A 与酸性 $KMnO_4$ 溶液反应可得到 D, 写出 D 的结构简式: _____。

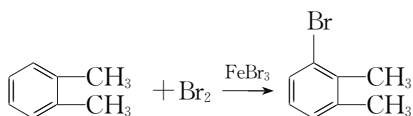
解析: (1) A (C_8H_{10}) 与溴单质光照条件下发生取

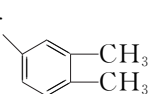
代反应生成 B () , 则 A 是

, 化学名称是邻二甲苯(或 1,2-二甲苯); E 是邻二甲基环己烷, 属于饱和烃。

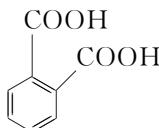
(2) A 在光照下发生取代反应, 可生成多种副产物, 其中与 B 互为同分异构体的副产物的结构简式为

。

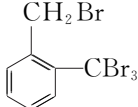
(3) $A \rightarrow C$ 发生苯环上的取代反应, 化学方程式为 

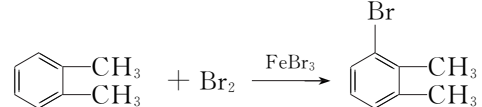
(或 ) + $HBr \uparrow$ 。

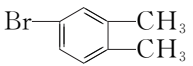
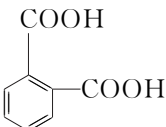
(4) A 与酸性 $KMnO_4$ 溶液发生氧化反应可得到 D, D 为邻苯二

甲酸, 其结构简式为 。

答案: (1) 邻二甲苯(或 1,2-二甲基苯) 饱和烃

(2) 取代反应 

(3)  (或

) + $HBr \uparrow$
 (4) 

第三章

烃的衍生物

第一节 卤代烃

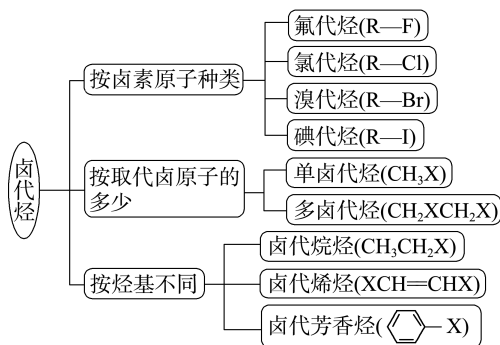
学习任务目标

1. 认识溴乙烷的结构特点和主要化学性质。
2. 理解卤代烃的结构特点、物理性质、化学通性以及卤代烃在有机合成中的桥梁作用。
3. 了解卤代烃对人类生活及环境的影响。

问题式预习

一、卤代烃

1. 定义: 烃分子中的氢原子被卤素原子取代后生成的化合物。
2. 分类



3. 命名

卤代烃的命名一般采用系统命名法, 与烃类的命名相似, 标出卤原子的位置。

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$: 氯乙烯;

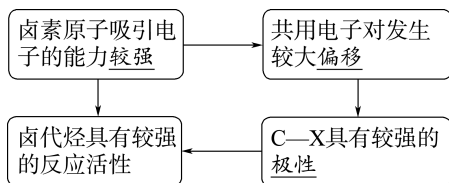
$\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$: 1,2-二溴乙烷;

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3$: 2-溴丁烷。

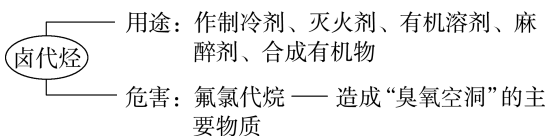
4. 物理性质

状态	常温下, 大多数卤代烃为液体或固体
溶解性	所有卤代烃都不溶于水, 可溶于有机溶剂

5. 结构与性质的关系

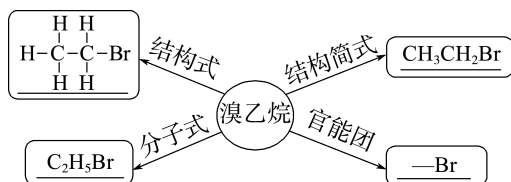


6. 卤代烃对人类生活的影响

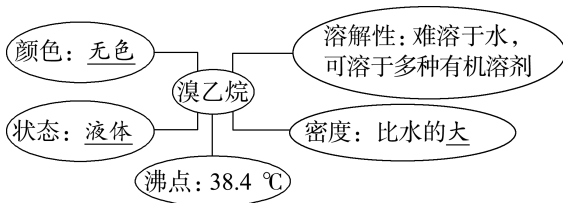


二、溴乙烷

1. 分子的组成与结构



2. 物理性质



3. 化学性质

(1) 取代反应(水解反应)

① 条件: NaOH 水溶液、加热。

② 化学方程式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$ 。

(2) 消去反应

① 定义: 有机化合物在一定条件下, 从一个分子中脱去一个或几个小分子(如 H_2O 、 HX 等), 而生成含不饱和键的化合物的反应。

② 卤代烃的消去反应

a. 条件: 强碱(如 NaOH 或 KOH)的乙醇溶液、加热。

b. 化学方程式: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_2=\text{CH}_2 \uparrow + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$ 。

三、卤代烯烃

卤代烯烃中含有的官能团为碳卤键和碳碳双键, 能发生加成反应和加成聚合反应。例如, 四氟乙烯加成聚生成聚四氟乙烯的化学方程式为 $n\text{CF}_2=\text{CF}_2 \rightarrow \text{[-CF}_2-\text{CF}_2\text{]}_n$ 。

任务型课堂

任务一 卤代烃的性质

[探究活动]

材料 1 溴乙烷是有机合成的重要原料。农业上用作仓储谷物、仓库及房舍等的熏蒸杀虫剂。溴乙烷还常用于汽油的乙基化,也可用作冷冻剂和麻醉剂。

材料 2 中国古代有“女娲补天”的传说,现代人因为氟氯代烷造成的臭氧层空洞也在进行着“补天”。已知,大气中的臭氧减少,照射到地面的紫外线就增加,人类的皮肤癌发病率升高。

活动 1 溴乙烷可以通过两种途径制取,一种方法是用乙烷与溴蒸气发生取代反应制备,另一种方法是用乙烯与溴化氢加成制备,哪一种方法更好?为什么?

提示:第二种方法更好,因第一种方法会产生多种副产物,第二种方法没有副产物产生。

活动 2 氟氯代烷是烷烃吗?为什么?

提示:不是,因其中含有氟和氯两种元素。

活动 3 有机物 C_3H_6FCl 有一种结构是 $CH_2Cl-CHF-CH_3$,试预测其发生完全水解反应的产物是什么?该物质能否发生消去反应?

提示:1,2-丙二醇。可以发生消去反应。

[评价活动]

1.当运动员出现肌肉拉伤或扭伤时,队医随即对准运动员的受伤部位喷射药剂氯乙烷(沸点为 $12\text{ }^\circ\text{C}$)进行局部冷冻麻醉应急处理。下列关于氯乙烷的说法不正确的是 ()

- A.氯乙烷与水互不相溶
B.氯乙烷中含有两种官能团
C.氯乙烷在一定条件下能发生消去反应
D.氯乙烷的结构只有一种

B 解析:氯乙烷中只有一种官能团。

2.某有机物的结构简式为 $CH_2=C(\text{CH}_2\text{CH}_3)-CH_2\text{Br}$ 。下列关于该物质的说法正确的是 ()

- A.该物质不能发生水解反应
B.该物质能和 $AgNO_3$ 溶液反应产生 $AgBr$ 沉淀

C.该物质可以发生消去反应

D.该物质分子中最多有 5 个碳原子共面

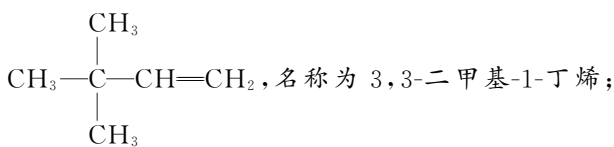
D 解析:该有机物中含 $-Br$,在 $NaOH$ 溶液中能发生水解反应,A 错误;该有机物不能电离出溴离子,水解后溶液调至酸性再和 $AgNO_3$ 溶液反应才可产生 $AgBr$ 沉淀,B 错误;与溴原子相连的碳原子的邻位碳原子上没有氢原子,所以不能发生消去反应,C 错误;

$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$ 为平面结构,与双键碳直接相连的原子一定在同一平面内,由结构简式可知,分子中最多有 5 个碳原子共面,D 正确。

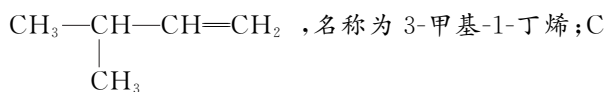
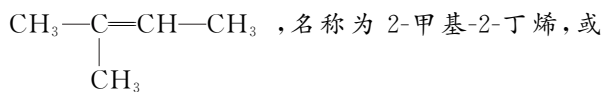
3.下列物质中,可以通过消去反应生成 2-甲基-2-丁烯的是 ()

- A. $(CH_3)_3CCHClCH_3$
B. $CH_3CH(CH_3)CHClCH_3$
C. $CH_3CH(CH_3)CH_2CH_2Cl$
D. $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2Cl$

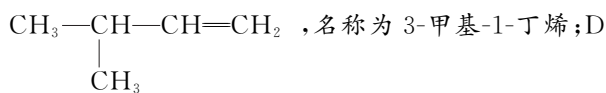
B 解析:A 项有机物发生消去反应生成



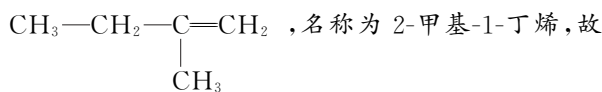
B 项有机物发生消去反应生成



项有机物发生消去反应生成



项有机物发生消去反应生成



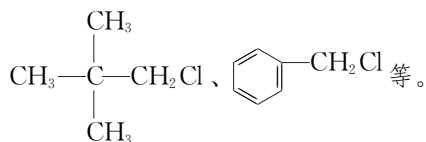
只有 B 项符合。

任务总结

卤代烃的消去反应规律

(1) 没有邻位碳原子的卤代烃不能发生消去反应, 如 CH_3Br 等。

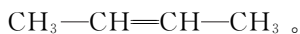
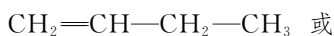
(2) 有邻位碳原子, 但邻位碳原子上无氢原子的卤代烃也不能发生消去反应。例如:



(3) 有两个邻位碳原子且邻位碳原子上均有氢原子时, 发生消去反应可能生成不同的产物。例如: $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{Cl})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 发生消去反应的产



物为



(4) 二元卤代烃发生消去反应后可在有机化合物中引入碳碳三键或两个碳碳双键。例

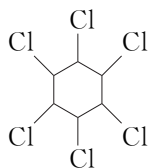


任务二 卤代烃中卤素原子的检验

[探究活动]

材料 1 氯仿(CHCl_3)可作为麻醉剂, 但在光照下易被氧化生成光气(COCl_2): $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{光}} 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl}$ 。 COCl_2 易爆炸。

材料 2 “六六六”是六氯环己烷, 是一种广谱杀虫剂, 一般加工成粉剂或可湿性粉剂使用。



“六六六”

活动 1 为防止发生事故, 使用氯仿前先检验是否变质, 检验用的最佳试剂是什么?

提示: AgNO_3 溶液。如果氯仿变质, 则有 HCl 生成, HCl 可与 AgNO_3 溶液反应产生白色沉淀。

活动 2 根据卤代烃的结构分析“六六六”是否属于

卤代烃? 使用时能否配制它的水溶液?

提示: 属于卤代烃, 其难溶于水, 不能配制水溶液。

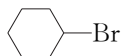
活动 3 能否向“六六六”中直接加入 AgNO_3 溶液鉴别氯元素?

提示: 不能; 因为“六六六”为非电解质, 在水中不能电离出 Cl^- , 故不能直接加 AgNO_3 溶液鉴别, 必须将其水解生成 Cl^- 后鉴别。

活动 4 检验“六六六”中的氯原子时, 为什么先加入稀硝酸后再加入 AgNO_3 溶液?

提示: 若直接加入 AgNO_3 溶液, NaOH 会与 AgNO_3 溶液反应生成褐色的 Ag_2O 沉淀, 无法判断是否有 AgCl 白色沉淀生成。

[评价活动]

1. 为探究一溴环己烷()与 NaOH 的醇溶液共热发生的是水解反应还是消去反应, 下列实验方案中正确的是 ()

A. 向反应混合液中滴入稀硝酸中和 NaOH , 然后再滴入 AgNO_3 溶液, 若有浅黄色沉淀生成则可证明发生了消去反应

B. 向反应混合液中滴入溴水, 若溶液颜色很快褪去, 则可证明发生了消去反应

C. 向反应混合液中滴入酸性 KMnO_4 溶液, 若溶液颜色变浅, 则可证明发生了消去反应

D. 先向混合液中加入足量的稀硫酸中和过量的碱, 再滴入溴水, 如果溴水颜色很快褪去, 说明有烯烃生成, 即可证明发生了消去反应

D 解析: 一溴环己烷无论发生水解反应还是消去反应, 都能产生 Br^- , A 错误; Br_2 不仅能与烯烃发生加成反应而使溴水颜色褪去, 也能与 NaOH 溶液反应而使溴水颜色褪去, B 错误; 一溴环己烷发生消去反应生成的烯烃能使酸性 KMnO_4 溶液紫色变浅, 发生水解反应生成的醇也能使酸性 KMnO_4 溶液紫色变浅, C 错误; 先向混合液中加入足量的稀硫酸中和过量的碱, 再滴入溴水, 如果溴水颜色很快褪去, 说明有烯烃生成, 即可证明发生了消去反应, D 正确。

2. 为了检验溴乙烷中含有溴元素, 有以下操作, 顺序合理的是 ()

- ①加 AgNO_3 溶液 ②加 NaOH 水溶液 ③加热
④加蒸馏水 ⑤加稀硝酸至溶液显酸性

A. ②①③⑤

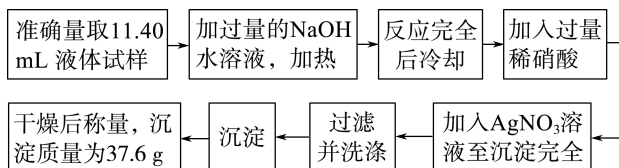
B. ②④⑤③

C. ②③⑤①

D. ②①⑤③

C 解析: 溴乙烷中的溴元素不是以离子形式存在的, 不能与 AgNO_3 溶液直接反应, 因此, 必须先使它变为溴离子。由题意可知, 应先使溴乙烷在强碱的水溶液中水解得到溴离子, 但反应后溶液显碱性, 不能直接加入 AgNO_3 溶液检验, 否则 Ag^+ 与 OH^- 反应生成 AgOH , 而 AgOH 不稳定, 分解生成 Ag_2O 沉淀, 影响溴离子的检验, 故需加入足量稀硝酸使溶液呈酸性, 再加 AgNO_3 溶液检验。

3. 为了测定某饱和卤代烃的分子中卤素原子的种类和数目, 可按下列步骤进行实验:



回答下列问题:

(1) 准确量取 11.40 mL 液体所用仪器是_____。

(2) 加入 AgNO_3 溶液时产生的沉淀为浅黄色, 则此卤代烃中的卤素原子是_____。

(3) 已知此卤代烃液体的密度是 $1.65 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$, 其蒸气对甲烷的相对密度是 11.75, 则此卤代烃分子中卤素原子的数目为_____; 此卤代烃的结构简式为_____。

解析: (1) 因为所量取卤代烃液体的体积为 11.40 mL, 应选用酸式滴定管或移液管。(2) 因加入 AgNO_3 溶液时产生的沉淀为浅黄色, 故卤代烃中卤素原子为溴原子。(3) 溴代烃的质量为 $11.40 \text{ mL} \times 1.65 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} = 18.81 \text{ g}$, 相对分子质量为 $16 \times 11.75 = 188$, 因此溴代烃的物质的量为

$$\frac{18.81 \text{ g}}{188 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \approx 0.1 \text{ mol}, n(\text{AgBr}) = \frac{37.6 \text{ g}}{188 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$= 0.2 \text{ mol}$, 故卤代烃分子中溴原子数目为 2, 根据相对分子质量判断其结构简式为 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 或 CH_3CHBr_2 。

答案: (1) 酸式滴定管或移液管 (2) 溴原子(或 Br)

(3) 2 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 或 CH_3CHBr_2

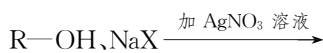
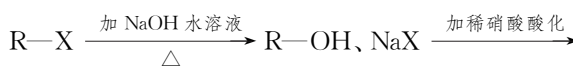
任务总结

卤代烃中卤素原子的检验方法

(1) 实验步骤及原理

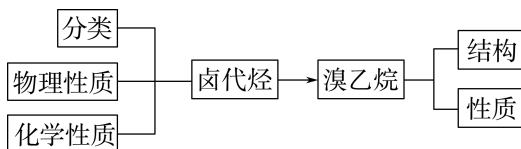
实验步骤	实验原理
① 取少量卤代烃于试管中 ② 加入 NaOH 溶液 ③ 加热	$\text{R-X} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{ROH} + \text{NaX}$
④ 冷却 ⑤ 加入稀硝酸酸化	$\text{HNO}_3 + \text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
⑥ 加入 AgNO_3 溶液	$\text{AgNO}_3 + \text{NaX} = \text{AgX} \downarrow + \text{NaNO}_3$

(2) 检验流程



{ 若产生白色沉淀, 卤素原子为 Cl
 { 若产生淡黄色沉淀, 卤素原子为 Br
 { 若产生黄色沉淀, 卤素原子为 I

► 提质归纳



课后素养评价(六)

基础性·能力运用

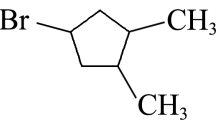
知识点 1 卤代烃的结构与性质

1. 研究表明,将水煮沸 3 分钟能将自来水中所含的挥发性卤代烃含量降低至安全范围内。下列关于卤代烃的说法不正确的是 ()

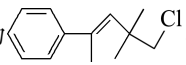
- A. 煮沸消除卤代烃的原理可能是使卤代烃挥发
 B. 与烷烃、烯烃一样属于烃类物质
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 在 NaOH 的乙醇溶液中共热,产物中的杂质可能有 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
 D. 挥发性卤代烃可能是氯气与水中含有的微量有机化合物反应而生成的

B 解析: 卤代烃的消去反应与水解反应是相互竞争的反应,在 NaOH 的醇溶液中消去反应是主要反应,在 NaOH 的水溶液中取代反应是主要反应;卤代烃中含有卤素原子,不属于烃。

2. 下列化合物中,既能发生水解反应,又能发生消去反应,且消去反应只生成一种烯烃的是 ()

- A. CH_3Cl
 B. 
 C. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2\text{Cl}$
 D. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{Cl}$

B 解析: 卤代烃均可发生水解反应。A 项不能发生消去反应;C 项不能发生消去反应;B、D 项既可以发生水解反应,又可以发生消去反应,其中 B 消去后只能生成一种烯烃,而 D 消去后可以得到两种烯烃:
 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_3-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 。

3. 某有机物的结构简式为 , 关于该有机物下列叙述正确的是 ()

- A. 不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 B. 能使溴水褪色
 C. 在加热和催化剂作用下,最多能和 3 mol H_2 反应

D. 一定条件下,能和 NaOH 的醇溶液反应

B 解析: 分子中含有碳碳双键,能使酸性 KMnO_4 溶液、溴水褪色, A 错误、B 正确;苯环和碳碳双键均与 H_2 发生加成反应,则在加热和催化剂作用下,最多能和 4 mol H_2 反应, C 错误;分子中含有氯原子,但邻位的碳原子上不存在氢原子,不能和 NaOH 的醇溶液发生消去反应, D 错误。

知识点 2 卤代烃中卤素原子的检验

4. 已知有机物 X 与 NaOH 的醇溶液混合加热得产物 Y 和溶液 Z, Y 与乙烯的混合物在催化剂作用下可生成高聚物 $\left[\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2 \right]_n$ 。而在溶

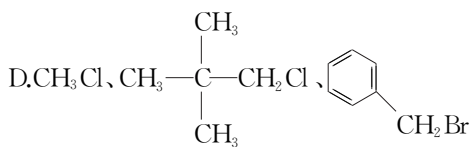
液 Z 中先加入稀硝酸酸化,后加入 AgNO_3 溶液,有白色沉淀生成,则 X 的结构简式为 ()

- A. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{Cl}$
 B. $\text{CH}_2=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
 C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
 D. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{Cl}$

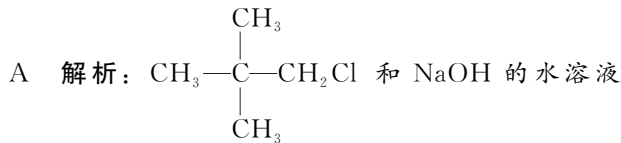
C 解析: 该高聚物是由 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ 加聚得到的,故物质 Y 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$;溶液 Z 与 AgNO_3 溶液混合,有白色沉淀产生,则溶液 Z 中存在 Cl^- 。因此有机物 X 与 NaOH 的醇溶液加热得 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ 和 NaCl ,那么 X 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 。

5. 下列关于几种卤代烃的说法正确的是 ()

- A. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 与 NaOH 的水溶液共热,反应后生成醇
 B. CH_3Cl 中加入 NaOH 的水溶液共热,再滴入 AgNO_3 溶液,可检验该物质中含有的卤素原子
 C. $\text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 发生消去反应能得到两种烯烃



中分别加入 NaOH 的醇溶液共热, 然后加入稀硝酸使溶液呈酸性, 再滴入 AgNO_3 溶液, 均有沉淀生成



共热可生成伯醇, A 项正确; 卤代烃和 NaOH 溶液反应生成 NaX, 若检验其中卤素离子种类, 应先加

稀硝酸将溶液酸化, 否则 NaOH 将与加入的 AgNO_3 溶液反应生成 AgOH 或 Ag_2O 沉淀而影响卤化银沉淀的观察判定, B 项错误;
 $\text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 中 2 个甲基上的氢为等效氢, 所

以该物质发生消去反应时只生成丙烯, C 项错误; 后两种物质与卤素原子相连的碳原子的邻位碳原子上均没有氢原子, CH_3Cl 没有邻位碳原子, 所以三者均不能发生消去反应, 没有 NaX 生成, 所以当向混合物中加入稀硝酸呈酸性, 再滴入 AgNO_3 溶液就不会生成卤化银沉淀, D 项错误。

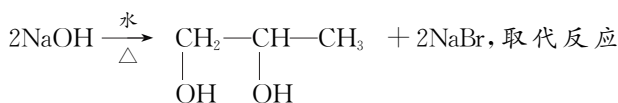
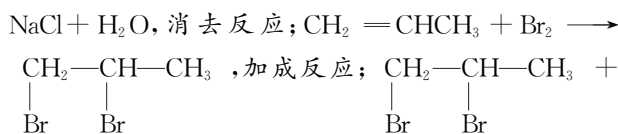
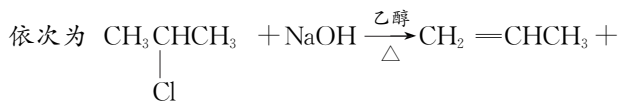
综合性·创新提升

6. 由 2-氯丙烷制取少量的 $\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 时, 需要

经过下列哪几步反应 ()

- A. 加成→消去→取代
 B. 消去→加成→水解
 C. 取代→消去→加成
 D. 消去→加成→消去

B 解析: 由 2-氯丙烷制取少量的 1,2-丙二醇的反应



(水解反应)。

7. 下列说法正确的是 ()

A. 一氯甲烷与 KOH 的乙醇溶液混合加热发生消去反应

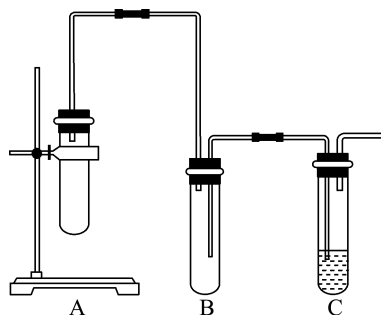
B. $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}\text{C}_2\text{H}_5$ 在 NaOH 的水溶液中加热可发生消去反应

C. $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{Cl}$ 在 NaOH 的水溶液中加热可生成苯甲醇

D. 反应 $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br} \xrightarrow[\Delta]{\text{KOH/醇}} \text{Y} \xrightarrow[\text{CCl}_4]{\text{Br}_2} \text{Z}$, Z 的结构简式可能是 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{Br})_2$

C 解析: 一氯甲烷不能发生消去反应, A 错误; 卤代烃的消去反应条件为 NaOH 的醇溶液, 加热, B 错误; 卤代烃在 NaOH 的水溶液中加热水解可生成醇, C 正确; 生成 Z 的反应为加成反应, 两个溴原子应加在相邻的两个碳原子上, D 错误。

8. 已知 1,2-二氯乙烷的沸点为 83.5°C , 难溶于水, 易溶于醇; 乙醇的沸点为 78.5°C , 1,2-二氯乙烷消去反应的实验装置如图所示。



(1) 向装置 A 中大试管里先加入 1,2-二氯乙烷和 NaOH 的乙醇溶液, 再加入 _____, 目的是 _____, 并向装置 C 中试管里加入适量稀溴水。

(2) 为了使反应在 75°C 左右进行, 常用的加热方法是 _____。

(3) 与装置 A 中大试管相连接的长玻璃管的作用是 _____, 装置 B 的作用是 _____。

(4) 能证明 1,2-二氯乙烷已发生消去反应的实验现象是 _____, 装置 A、C 中发生反应的化学方程式分别为 _____、_____。

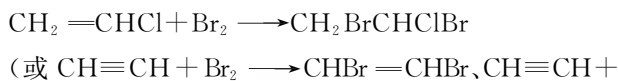
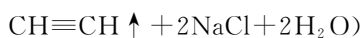
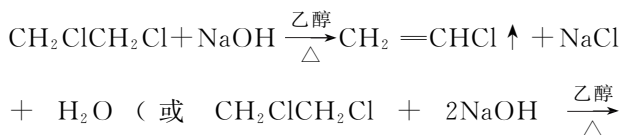
解析: (1) 为了防止暴沸, 应向装置 A 中的大试管里加入几片碎瓷片。(2) 为了便于控制温度, 提供稳定热源, 100 °C 及以下温度常选水浴加热的方法。(3) 长玻璃导管起到冷凝、回流的作用, 目的是提高原料的利用率, 减少 1,2-二氯乙烷、乙醇等的挥发。产生的气体与装置 C 中溴水反应或溶于溴水使装置内压强减小, 可能会发生倒吸现象, 因此装置 B 的作用是防止倒吸。(4) $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 发生消去反应可能生成 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 、 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 或二者的混合物, 它们均能与溴水反应并使其褪色, 因此能证明 1,2-二氯乙烷已发生消去反应的实验现象是装置 C 中溴水褪色。根据以上分析可知装置 A、C 中发生反应的化学方程式分别为 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_2=\text{CHCl} \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (或 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + 2\text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}\equiv\text{CH} \uparrow + 2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O}$)、 $\text{CH}_2=\text{CHCl} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{BrCHClBr}$ (或 $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CHBr}=\text{CHBr}$ 、 $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{Br}_2 \longrightarrow \text{CHBr}_2\text{CHBr}_2$)。

答案: (1) 碎瓷片 防止液体暴沸

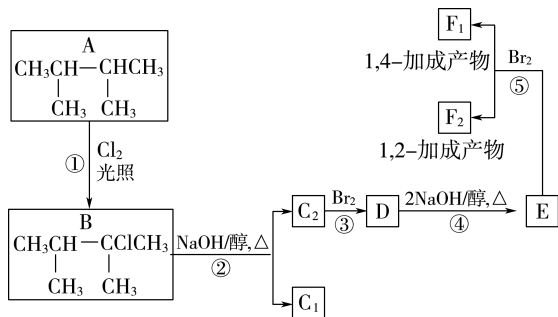
(2) 水浴加热

(3) 冷凝、回流 防止倒吸

(4) 装置 C 中溴水褪色



9. 下面是几种有机化合物的转化关系:



请回答下列问题:

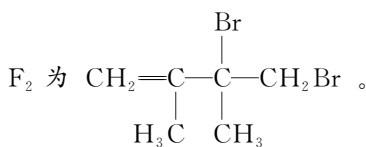
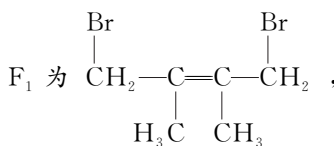
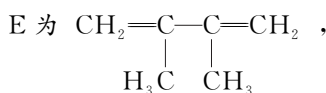
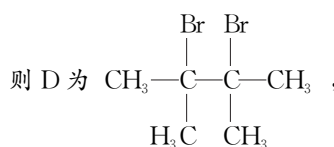
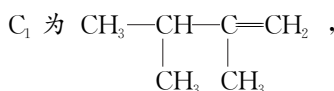
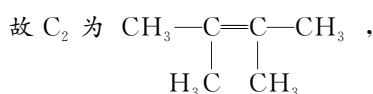
(1) 根据系统命名法, 有机化合物 A 的名称是 _____。

(2) 上述框图中, ①是 _____ (填反应类型, 下同) 反应, ③是 _____ 反应。

(3) 有机化合物 E 是重要的工业原料, 写出由 D 生成 E 的化学方程式: _____。

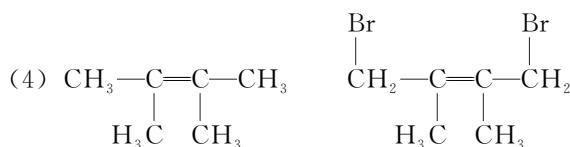
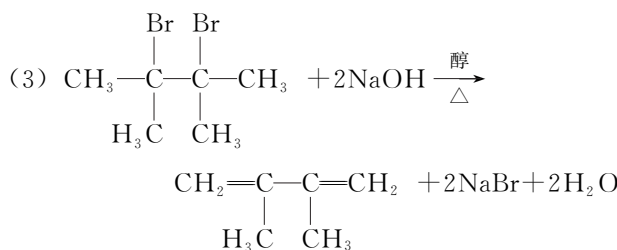
(4) C_2 的结构简式是 _____, F_1 的结构简式是 _____, F_1 和 F_2 互为 _____。

解析: 烷烃 A 与氯气发生取代反应生成卤代烃 B, B 发生消去反应生成 C_1 、 C_2 , C_2 与溴发生加成反应生成二溴代物 D, D 再发生消去反应生成 E, E 与溴可以发生 1,2-加成或 1,4-加成,



答案: (1) 2,3-二甲基丁烷

(2) 取代 加成



同分异构体

第二节 醇 酚

第1课时 醇

学习任务目标

- 1.了解乙醇的组成、结构及物理性质,以乙醇为例掌握醇的主要化学性质。能从化学键、官能团的角度理解醇类消去反应、催化氧化反应的特征和规律。
- 2.掌握实验室制乙烯的实验方法。

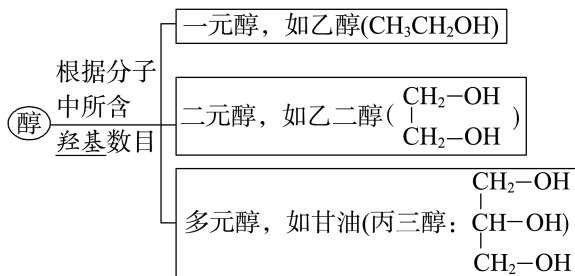
问题式预习

一、醇的概念、分类

1.概念

羟基与饱和碳原子相连的化合物称为醇,其官能团是羟基($-\text{OH}$)。

2.分类



3.命名

- 选主链**——选择含有与羟基相连的碳原子的最长碳链为主链,根据碳原子数目称某醇
- 编碳号**——从离羟基最近的一端给主链碳原子依次编号
- 标位置**——醇的名称前面要用阿拉伯数字标出羟基的位置;羟基的个数用“二”“三”等汉字数字标出

例如: $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3$ 命名为 3-甲基-2-戊醇, $\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{OH} \\ | \quad | \end{array}$

醇, $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 命名为 1,2-丙二醇。
 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \end{array}$

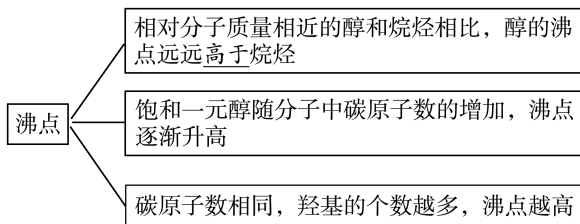
4.三种重要的醇

名称	物理性质	毒性	溶解性	用途
甲醇	无色、具有挥发性的液体	有毒	易溶于水	燃料、化工原料
乙二醇	无色、黏稠液体	无毒	易溶于水 和乙醇	化工原料
丙三醇				

二、醇的性质

1.物理性质

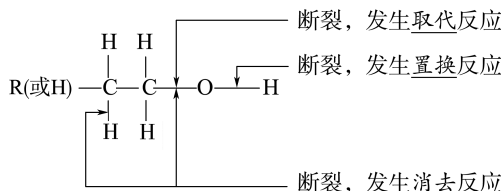
(1)沸点变化规律



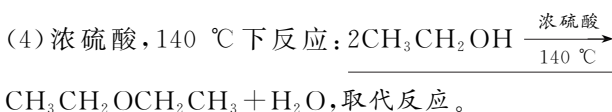
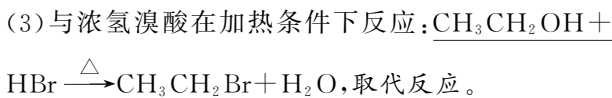
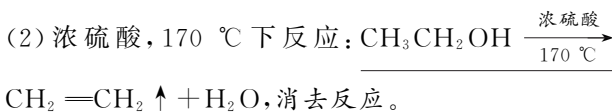
(2)溶解性

甲醇、乙醇、丙醇均可与水互溶,这是因为它们与水形成了氢键。

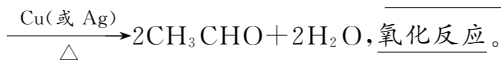
2.化学性质



以乙醇为例,乙醇具有下列性质(写出化学方程式并指明反应类型)。



(5) 在 Cu(或 Ag) 催化下反应: $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2$



(6) 燃烧: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, 氧化反应。

任务型课堂

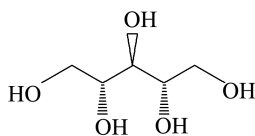
任务一 醇的三大反应规律

[探究活动]

材料 1 含 85% 乙醇的醇类洗手液可高效灭活病毒。

含 75% 异丙醇 [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$] 的醇类洗手液在低浓度下表现出更好的抗病毒效果, 使病毒完全失活。

材料 2 生产和生活中醇类物质广泛存在。假酒中含的甲醇是一种无色的有毒液体, 易燃; 口香糖中的木糖醇又名 1,2,3,4,5-戊五醇, 是一种重要的安全甜味剂, 极易溶于水, 具有防龋齿的作用。



木糖醇的结构

活动 1 异丙醇能否发生催化氧化反应?

提示: 能。由催化氧化反应中乙醇的断键位置可知异丙醇可以发生催化氧化。

活动 2 异丙醇与浓硫酸的混合物在 170 °C 和 140 °C 两种条件下反应的产物分别是什么?

提示: 170 °C 发生消去反应, 产物为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$; 140 °C 发生取代反应, 产物为 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 。

活动 3 甲醇和木糖醇都有羟基, 它们和乙醇是同系物吗?

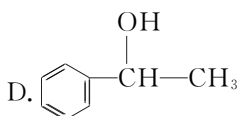
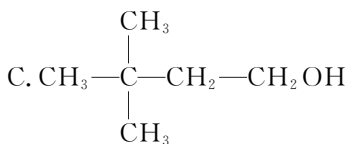
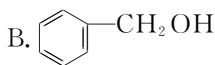
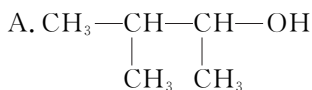
提示: 甲醇和乙醇互为同系物, 木糖醇和乙醇不是。

活动 4 甲醇和木糖醇能不能发生催化氧化反应? 能不能发生消去反应?

提示: 都能发生催化氧化反应, 甲醇不能发生消去反应, 而木糖醇可以。

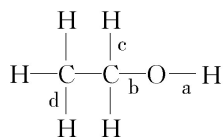
[评价活动]

1. 下列醇类物质中既能发生消去反应, 又能发生催化氧化反应生成醛的是 ()



C 解析: 与—OH 相连的碳原子的邻位碳原子上有氢原子的醇可以发生消去反应。与—OH 相连的碳原子上有氢原子的醇能被催化氧化, 但只有与羟基相连的碳原子上有 2 个氢原子的醇 (即含有— CH_2OH) 才能被催化氧化为醛, 综上所述, C 项符合题意。

2. 乙醇分子中不同的化学键如图所示, 下列不同反应中键的断裂情况不正确的是 ()



A. 和乙酸发生酯化反应时键 a 断裂

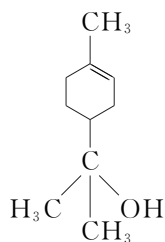
B. 和氢溴酸反应时键 a 断裂

C. 在铜催化和加热条件下和氧气反应时键 a、c 断裂

D. 和浓硫酸共热至 170 °C 时键 b、d 断裂

B 解析: A 项, 和乙酸发生酯化反应时醇失去 H, 键 a 断裂; B 项, 和氢溴酸反应羟基被溴原子取代, 键 b 断裂; C 项, 在铜催化和加热条件下乙醇和氧气反应生成乙醛, 键 a、c 断裂; D 项, 和浓硫酸共热至 170 °C 时生成乙烯, 键 b、d 断裂。

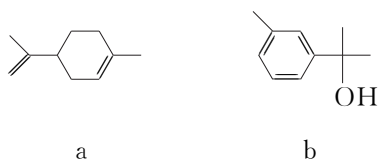
3. 松油醇是一种天然有机化合物, 存在于芳樟油、玉树油及橙花油等天然植物精油中, 具有紫丁香香气。松油醇的结构如图所示。下列有关松油醇的叙述正确的是 ()



- A. 松油醇的分子式为 $C_{10}H_{20}O$
 B. 它属于芳香醇
 C. 松油醇分子在核磁共振氢谱中有 7 组吸收峰
 D. 松油醇能发生消去反应、还原反应、氧化反应、酯化反应

D 解析:松油醇分子中有 10 个碳原子、不饱和度为 2,松油醇的分子式为 $C_{10}H_{18}O$,A 项错误;分子中不含苯环,不属于芳香醇,B 项错误;该物质结构不对称,分子中只有同一个碳原子上连接的两个甲基上的 H 是等效的,则松油醇分子在核磁共振氢谱中有 8 组吸收峰,C 项错误;含碳碳双键,能发生还原反应、氧化反应,含羟基,能发生消去反应、酯化反应,D 项正确。

4. 下列关于化合物 a、b 的说法正确的是 ()

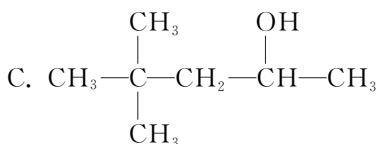
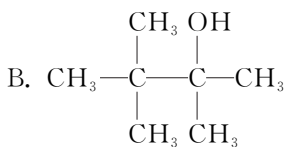
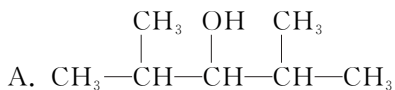


- A. a 中六元环上的一氯代物共有 3 种(不考虑立体异构)
 B. b 的分子式为 $C_{10}H_{12}O$
 C. a 和 b 都能发生加成反应、氧化反应、取代反应
 D. 只能用钠鉴别 a 和 b

C 解析:A 项,a 中分子不存在对称轴和对称中心,六元环上有 5 个碳原子连有氢原子(5 种不同化学环境的氢原子),则六元环上的一氯代物有 5 种,错误;B 项,b 中分子的不饱和度为 4,分子式为 $C_{10}H_{14}O$,错误;C 项,a 中含有的碳碳双键和 b 中含有的苯环均能加成,两者均能发生氧化反应(两者均能燃烧)和取代反应,正确;D 项,除钠外,还可以用溴水鉴别 a 和 b,前者使溴水褪色(加成反应),后者在溴水中分层,错误。

5. 分子式为 $C_7H_{16}O$ 的饱和一元醇的同分异构体有

多种,在下列该醇的同分异构体中:



- D. $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_2\text{OH}$

- (1) 可以发生消去反应,生成两种单烯烃的是 _____ (填字母序号,下同)。
 (2) 可以发生催化氧化反应生成醛的是 _____。
 (3) 不能发生催化氧化反应的是 _____。
 (4) 能被催化氧化为酮的有 _____ 种。
 (5) 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色的有 _____ 种。

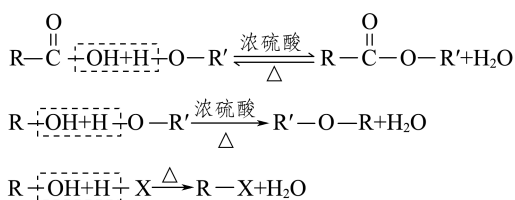
解析:(1) 因为该醇发生消去反应时,生成两种单烯烃,这表明连有 $-\text{OH}$ 的碳原子的邻位碳原子上连有氢原子,且以 $-\text{OH}$ 所连碳为中心,分子不对称,C 符合。(2) 连有 $-\text{OH}$ 的碳原子上有 2 个氢原子时可被氧化为醛,D 符合。(3) 连有 $-\text{OH}$ 的碳原子上无氢原子时不能发生催化氧化,B 符合。(4) 连有 $-\text{OH}$ 的碳原子上有一个氢原子时可被氧化为酮,A、C 符合。(5) 连有 $-\text{OH}$ 的碳原子上有氢原子时,可被酸性 KMnO_4 溶液氧化为羧酸或酮,除 B 项外,其他三项的醇都会使酸性 KMnO_4 溶液褪色。

答案:(1)C (2)D (3)B (4)2 (5)3

任务总结 ■■■■■

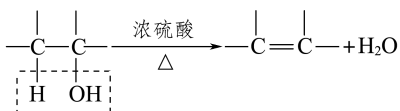
(1) 醇的取代反应规律

醇分子中, $-\text{OH}$ 或 $-\text{OH}$ 上的氢原子在一定条件下可被其他原子或原子团取代。例如:



(2) 醇的消去反应规律

① 醇分子中,与连有—OH的碳原子相邻的碳原子上必须有氢原子,才能发生消去反应而形成不饱和键。



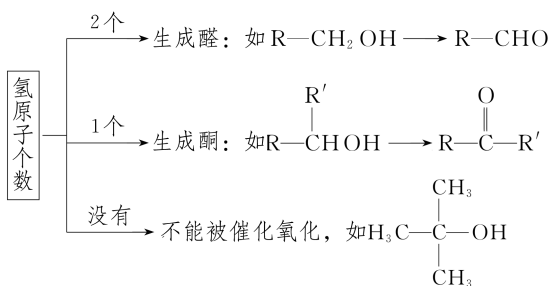
② 若醇分子中与—OH相连的碳原子无相邻碳原子或相邻碳原子上无氢原子 [如 $(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{OH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{OH}$],则不能发生消去反应。

③ 结构不对称的醇,若与羟基相连的碳原子有多个相邻碳原子且其上有氢原子,则会有多种

消去方式。如 $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{OH})\text{—CH}_3$ 发生消去反应的产物为 $\text{CH}_3\text{—C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_3\text{—CH}(\text{CH}_3)\text{—CH}=\text{CH}_2$ 。

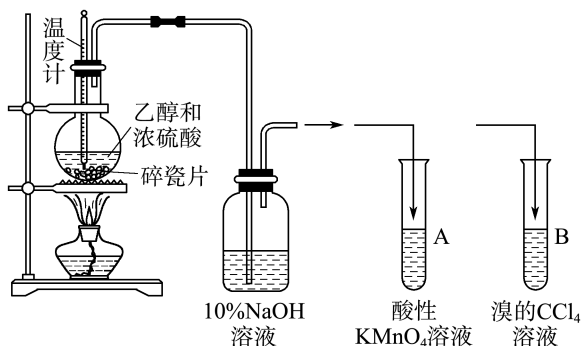
(3) 醇的催化氧化反应规律

醇的催化氧化反应的情况与跟—OH相连的碳原子上的氢原子的个数有关。



任务二 乙醇的消去反应

[探究活动]



活动1 乙醇的消去反应中乙醇与浓硫酸加入的顺序是什么?

提示:先加乙醇再加浓硫酸。

活动2 加热时,为什么要迅速升温至170℃?

提示:因为140℃时会发生副反应生成乙醚。

活动3 浓硫酸在反应中起什么作用?

提示:浓硫酸在乙醇的消去反应中作催化剂、脱水剂。

活动4 请分析生成的气体为什么要先通过NaOH溶液?

提示:浓硫酸有很强的脱水性和氧化性,反应过程中,浓硫酸使乙醇脱水,浓硫酸又可将生成的碳氧化,而本身被还原成二氧化硫。二氧化硫可使酸性 KMnO_4 溶液褪色,会干扰乙烯的检验。 NaOH 溶液可以除去乙烯中的二氧化硫。

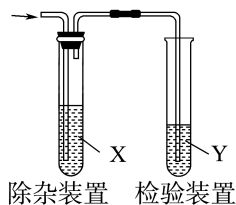
[评价活动]

1. 下列关于实验室制取乙烯的说法不正确的是 ()

- A. 温度计插入反应物液面以下
- B. 反应完毕后先熄灭酒精灯火焰再从水中取出导管
- C. 反应过程中溶液的颜色会逐渐变黑
- D. 生成的乙烯中混有具有刺激性气味的气体

B 解析:本实验温度计所测温度为反应液的温度,所以温度计应插入反应物液面以下,A项正确;实验结束时,应先把导管移出水面外再熄灭酒精灯,B项错误;浓硫酸使有机物脱水炭化,自身被还原产生二氧化硫,所以反应过程中溶液的颜色会逐渐变黑,生成的乙烯中混有具有刺激性气味的气体,C、D项正确。

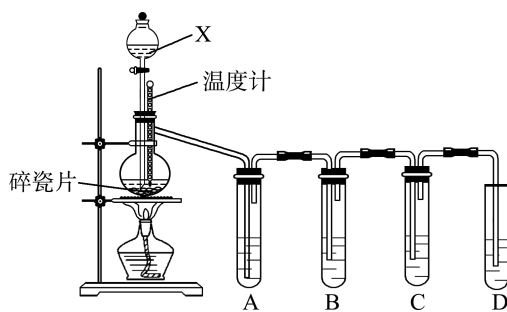
2. 用下图所示装置检验乙烯时不需要除杂的是 ()



选项	乙烯的制备	试剂 X	试剂 Y
A	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 NaOH 的乙醇溶液共热	H_2O	酸性 KMnO_4 溶液
B	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 与 NaOH 的乙醇溶液共热	H_2O	Br_2 的 CCl_4 溶液
C	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与浓硫酸加热至 170°C	NaOH 溶液	酸性 KMnO_4 溶液
D	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与浓硫酸加热至 170°C	NaOH 溶液	Br_2 的 CCl_4 溶液

B 解析: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \uparrow + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$, 由于乙醇具有挥发性, 且能与酸性 KMnO_4 溶液反应, 但不与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, 故 A 项中需除杂, B 项中无须除杂; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 由于浓硫酸具有脱水性和强氧化性, 反应产物中会含有 CO_2 、 SO_2 杂质, SO_2 具有还原性, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 同时生成的 SO_2 携带水也能和 Br_2 发生反应, 使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色, 故 C、D 选项中必须除杂。

3. 实验室用乙醇与浓硫酸共热制乙烯, 常因温度过高生成少量 SO_2 , 有人设计了如下图所示实验, 以验证反应所得混合气体中是否含有乙烯和 SO_2 。



(1) 装置中仪器 X 的名称是 _____; 碎瓷片的作用是 _____。

(2) 写出生成乙烯的化学方程式: _____。

(3) A、B、C、D 装置中可盛放的试剂分别是(从下列所给试剂中选出, 填序号)

① NaOH 溶液 ② 品红溶液
③ 酸性 KMnO_4 溶液 ④ FeCl_3 溶液

A. _____; B. _____; C. _____; D. _____。

(4) 能说明 SO_2 气体存在的现象是 _____。

(5) 确证含有乙烯的现象是 _____。

解析: (1) 装置中 X 是分液漏斗, 加碎瓷片以防止液体暴沸。(2) 生成乙烯的反应的化学方程式为

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[170^\circ\text{C}]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2 = \text{CH}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。(3) 检验 SO_2 用品红溶液, 检验乙烯用酸性 KMnO_4 溶液, 乙烯和 SO_2 都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 所以先检验 SO_2 , 然后检验乙烯, 在检验乙烯之前需用 NaOH 溶液除尽 SO_2 , 再通过品红溶液, 若不褪色则确认 SO_2 已除干净, 最后用酸性 KMnO_4 溶液检验乙烯。(4) 装置 A 用来检验 SO_2 , 试管中品红溶液褪色, 说明含有 SO_2 。(5) 确定含有乙烯的现象是装置 C 中的品红溶液不褪色, 装置 D 中的酸性

KMnO_4 溶液褪色。

答案: (1) 分液漏斗 防止暴沸

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

(3) ② ① ② ③

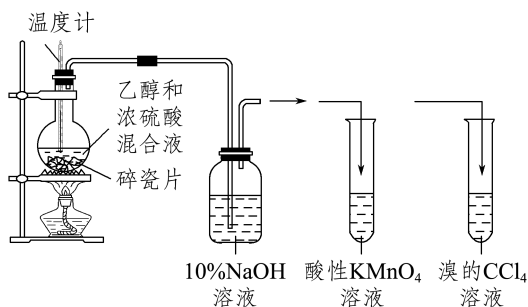
(4) 装置 A 中品红溶液褪色

(5) 装置 C 中品红溶液不褪色, 装置 D 中的酸性 KMnO_4 溶液褪色

任务总结

乙醇的消去反应——实验室制取乙烯

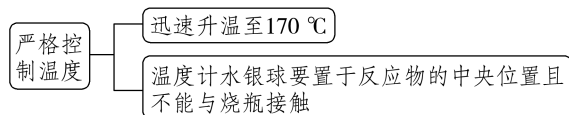
(1) 实验装置



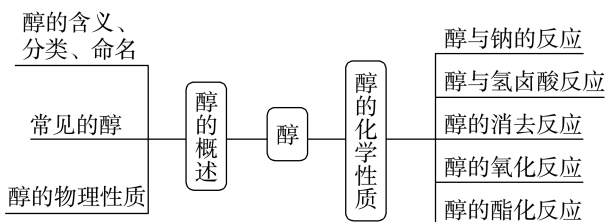
(2) 试剂的作用

试剂	作用
浓硫酸	催化剂和脱水剂
NaOH 溶液	吸收 SO_2 和乙醇(都与酸性 KMnO_4 溶液反应, SO_2 能与溴的 CCl_4 溶液反应)
溴的 CCl_4 溶液	验证乙烯的不饱和性
酸性 KMnO_4 溶液	验证乙烯的还原性
碎瓷片	防止液体暴沸

(3) 实验的关键——严格控制温度



提质归纳



课后素养评价(七)

基础性·能力运用

知识点 醇的结构与性质

1. 下列关于醇的说法正确的是 ()

- A. 苯甲醇能发生催化氧化反应生成苯甲醛
- B. 所有的醇都能发生消去反应
- C. 所有的醇都符合通式 $C_n H_{2n+1} OH$
- D. 醇与钠反应比水与钠反应剧烈

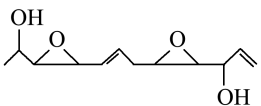
A 解析: 苯甲醇能发生催化氧化生成苯甲醛, A 正确; 与羟基($-OH$)相连的碳原子的相邻碳原子上没有氢原子的醇不能发生消去反应, B 错误; 饱和一元醇的通式才是 $C_n H_{2n+1} OH$, C 错误; 醇与钠的反应没有水与钠的反应剧烈, D 错误。

2. 某有机物可用作溶剂、纺织助剂等, 结构简式是 $HO-CH_2CH_2-O-CH_2CH_2-OH$ 。下列有关该有机物的叙述正确的是 ()

- A. 能发生消去反应
- B. 不能发生取代反应
- C. 能溶于水, 不溶于乙醇
- D. 与乙二醇互为同系物

A 解析: 与羟基相连的碳原子的邻位碳原子上有氢原子的醇能发生消去反应, A 正确; 羟基和烃基上的氢原子都有可能被取代, B 错误; 含有 2 个羟基, 能溶于水, 也能溶于乙醇, C 错误; 乙二醇分子只有 2 个氧原子, 该有机物分子含有 3 个氧原子, 与乙二醇不互为同系物, D 错误。

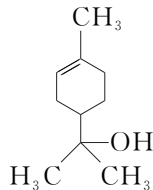
3. 医学上合成了一种具有抗癌活性的化合物, 该物质的

结构简式为 。下列关于该化合物的说法正确的是 ()

- A. 该化合物的分子式为 $C_{12} H_{20} O_4$
- B. 是乙醇的同系物
- C. 可发生氧化反应
- D. 处于同一平面的原子最多有 5 个

C 解析: 该化合物的分子式为 $C_{12} H_{18} O_4$, A 错误; 乙醇的同系物是饱和一元醇, B 错误; 该化合物分子中有碳碳双键和醇羟基, 易被氧化, C 正确; 含有碳碳双键的有机物分子中处于同一平面的原子至少有 6 个, D 错误。

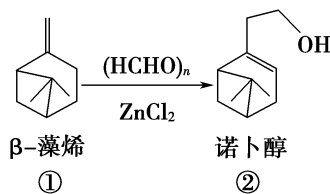
4. 某有机化合物的结构如图所示。下列关于该有机化合物的说法正确的是 ()



- A. 该有机化合物催化加氢后的分子式为 $C_{10} H_{18} O$
- B. 分子中环上的碳原子可能在同一平面
- C. 1 mol 该有机化合物能与 1 mol $NaOH$ 反应
- D. 该有机化合物中碳原子上的氢原子被取代, 所得的一氯代物有 7 种(不考虑立体异构)

D 解析: A 项, 图中有机化合物的化学式为 $C_{10} H_{18} O$, 分子内有一个碳碳双键, 催化加氢后的分子式为 $C_{10} H_{20} O$, 错误; B 项, 环上存在饱和碳原子形成的 $C-C$, 则环上所有碳原子不可能共平面, 错误; C 项, 该有机化合物中含有醇羟基, 不与 $NaOH$ 反应, 错误; D 项, 除羟基上的氢原子外, 分子中共有 7 种不同化学环境的氢原子, 故一氯代物有 7 种, 正确。

5. 诺卜醇可用于调制木香型化妆品及皂用香精。它的一种制备方法如下所示:



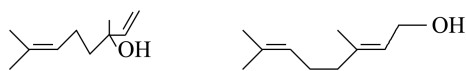
下列说法正确的是 ()

- A. β -藻烯的分子式为 $C_{10} H_{15}$
- B. β -藻烯和诺卜醇都能与金属钠反应产生 H_2
- C. β -藻烯和诺卜醇都能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- D. 检验诺卜醇中是否混有 β -藻烯可用 Br_2 的 CCl_4 溶液

C 解析: A 项, β -藻烯的分子式为 $C_{10} H_{16}$, 错误; B 项, β -藻烯的官能团只有碳碳双键, 不含羟基, 不能与金属钠反应产生 H_2 , 错误; C 项, β -藻烯和诺卜醇都含有碳碳双键, 都能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 正确; D 项, β -藻烯和诺卜醇都含有碳碳双键, 都能与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, 不能用该溶液检验诺卜醇中是否混有 β -藻烯, 错误。

综合性·创新提升

6. 芳樟醇、香叶醇存在于香茅油、玫瑰油等物质中,有玫瑰和橙花香气。下列说法中,不正确的是()



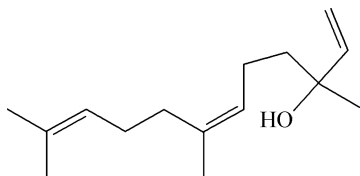
芳樟醇

香叶醇

- A. 两种醇都能与溴水反应
B. 两种醇互为同分异构体
C. 两种醇都可在铜催化下与氧气反应生成相应的醛
D. 两种醇都难溶于水

C 解析:两种醇分子中均含有碳碳双键,都能与溴水反应,A正确;两种醇的分子式相同(都是 $C_{10}H_{18}O$),但结构不同,互为同分异构体,B正确;芳樟醇不能氧化成醛,C错误;两种醇的碳原子数大于4,应难溶于水,D正确。

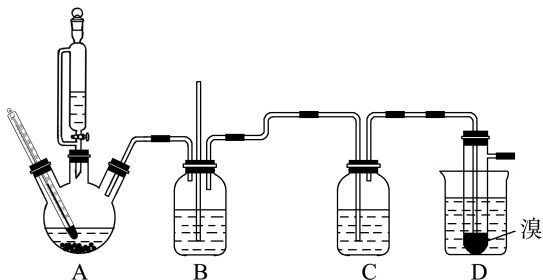
7. 橙花叔醇是一种具有香气的有机化合物,可用于配制玫瑰型、紫丁香型等香精,其结构如图所示。下列相关说法正确的是()



- A. 橙花叔醇的分子式为 $C_{15}H_{24}O$
B. 橙花叔醇能发生氧化、还原、取代、聚合等类型的反应
C. 橙花叔醇与钠、NaOH 均能发生反应
D. 橙花叔醇的同分异构体中可能含有苯环

B 解析:橙花叔醇的分子式为 $C_{15}H_{26}O$,故A错误;橙花叔醇分子中含有碳碳双键和醇羟基,具有烯烃和醇的性质,所以能发生氧化、还原、取代、聚合等类型的反应,故B正确;橙花叔醇分子中含有醇羟基,可以与钠反应,但不能与NaOH反应,故C错误;橙花叔醇的不饱和度为3,而苯环的不饱和度为4,因此其同分异构体中不可能含有苯环,故D错误。

8. 实验室可用少量的溴和足量的乙醇制备1,2-二溴乙烷。制备装置如图所示:



下列说法不正确的是()

- A. 使用恒压滴液漏斗的目的是防止有机物挥发,使漏斗内液体顺利滴下
B. 实验中为了防止有机物大量挥发,应缓慢升高反应温度到 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$
C. 装置C中应加入氢氧化钠溶液,以吸收反应中可能生成的酸性气体
D. 实验过程中应用冷水冷却装置D,以避免溴的大量挥发

B 解析:由于有机物乙醇易挥发,使用恒压滴液漏斗的目的是防止有机物挥发,且使三颈烧瓶内的压强与恒压滴液漏斗内的压强相等,使漏斗内液体顺利滴下,A正确;实验中由乙醇和浓硫酸的混合液制 $CH_2=CH_2$,为了减少副反应的发生,应迅速升温到 $170\text{ }^{\circ}\text{C}$,B错误;装置C中加入氢氧化钠溶液,用于吸收反应中可能生成的酸性气体,C正确;由于溴易挥发,为了提高原料的利用率,实验过程中应用冷水冷却装置D,以避免溴的大量挥发,D正确。

9. 回答以通式 $C_nH_{2n+1}OH$ 所表示的一元醇的下列问题:

- (1) 出现同类同分异构体的最小 n 值是_____。
(2) 具有同分异构体的醇跟浓硫酸混合加热时,只能得到一种不饱和烃(烯烃类),符合这一结果的醇的 n 值为_____。

解析:(1) 分子式为 $C_nH_{2n+1}OH$ 的饱和一元醇中,甲醇、乙醇没有同类的同分异构体, C_3H_7OH 有两种醇结构: $CH_3CH_2CH_2OH$ 和 $CH_3CH(OH)CH_3$,即饱

和一元醇出现同类同分异构体时最小 n 值为3。

(2) 在 $C_nH_{2n+1}OH$ 中, $n=1(CH_3OH)$ 不能发生消去反应, $n=2(CH_3CH_2OH)$ 消去只生成 $CH_2=CH_2$,无同分异构体; $n=3$ 时无论 $CH_3CH_2CH_2OH$ 还是 $CH_3CH(OH)CH_3$ 消去也只生成 $CH_2=CH-CH_3$;

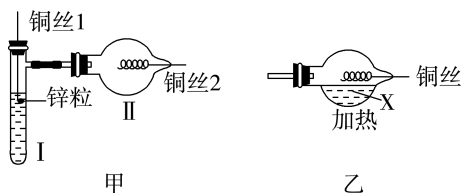
$n>3$ 时,如 $n=4,CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ 消去生成 $CH_2=CH-CH_2CH_3$,而 $CH_3-CH(OH)-CH_2CH_3$ 消去生成 $CH_3-C=CH_2$ 。

去生成 $CH_3-C=CH_2$ 。

答案:(1)3 (2)3

10. 图甲为用氢气还原氧化铜的微型快速实验装置。

实验前先将铜丝 1 处理成下端弯曲的一小圆环,并用铁锤击打成带小孔的小匙;将铜丝 2 一端弯曲成螺旋状。



请回答下列问题:

- (1) 在试管 I 中先加入的试剂是_____。
- (2) 操作铜丝 2 的方法是_____。
- (3) 实验现象: I 中_____;
II 中_____。
- (4) 这样处理铜丝 1 的优点是_____;
这样处理铜丝 2 的目的是_____。

(5) 某学生把图甲装置改成图乙装置,容器内加有某液体 X,铜丝的操作方法同铜丝 2。将液体 X 稍加热,若发现铜丝由黑变红,则液体 X 可能是_____。

解析:铜丝在空气中加热易被氧化。若在氢气的气流中加热,铜丝表面的氧化铜可以被氢气还原为单质铜(亮红色)。该铜丝被空气氧化后,若遇有机化合物蒸气变为亮红色,则说明该有机化合物为伯醇或仲醇等。

答案:(1) 盐酸(或稀硫酸) (2) I 中开始产生氢气后,将铜丝 2 在酒精灯上加热至红热,迅速伸入 II 中 (3) 锌粒不断溶解,产生气泡 铜丝由黑色变成亮红色

(4) 形成铜锌原电池,产生氢气速率快,实验完毕时可将铜丝向上提起,反应随即停止,类似于启普发生器原理 提高铜丝局部的温度,以利于氧化铜在氢气中持续、快速地被还原 (5) 乙醇(合理即可)

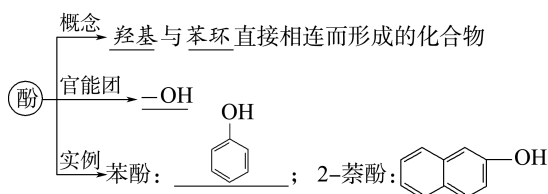
第 2 课时 酚

学习任务目标

1. 通过认识酚分子中羟基连接方式的不同,了解苯酚的主要性质,理解羟基和苯环的相互影响,形成物质结构决定性质的核心理念。
2. 通过学习苯酚的性质,了解苯酚及酚类的毒性及其对环境的危害,学会合理应用酚类物质。

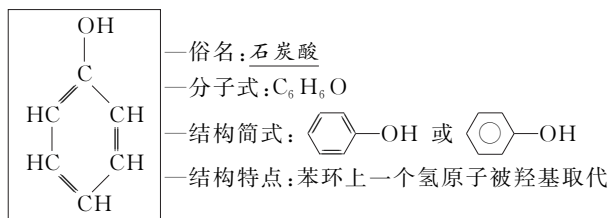
问题式预习

一、酚类

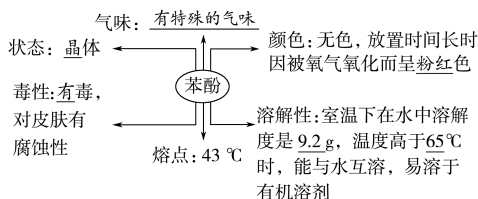


二、苯酚

1. 分子组成与结构



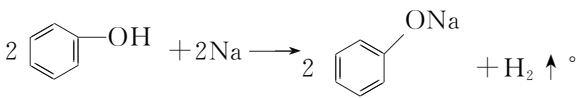
2. 物理性质



3. 化学性质

(1) 弱酸性——苯环影响羟基

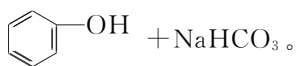
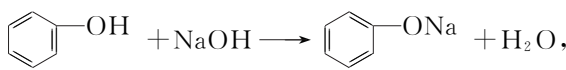
① 与 Na 反应



② 与碱的反应

苯酚的浑浊液 $\xrightarrow{\text{加入 NaOH 溶液}}$ 液体变澄清
 $\xrightarrow{\text{通入 CO}_2 \text{ 气体}}$ 溶液变浑浊。

该过程中发生反应的化学方程式分别为



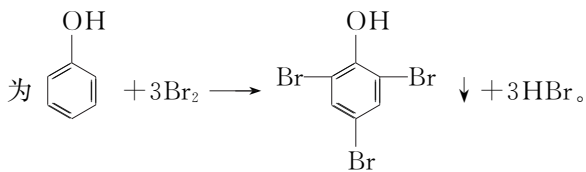
由此可知, 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$

③ 苯酚钠与盐酸反应



(2)取代反应——羟基影响苯环

苯酚与饱和溴水反应的化学方程式



现象:产生白色沉淀。

原理:羟基对苯环的影响,使苯环上羟基邻、对位氢

原子更活泼,易被取代。

应用:用于苯酚的定性检验和定量测定。

(3)显色反应:酚类物质遇含 Fe^{3+} 的溶液显紫色,可用于酚类物质的检验。

4.用途

制造酚醛树脂、染料、医药、农药等。

5.危害

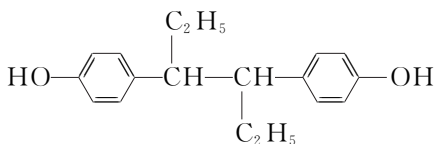
含酚类物质的废水对生物体具有毒害作用,排放前必须经过处理。

任务型课堂

任务一 苯酚分子中苯环与羟基的相互影响

[探究活动]

己烷雌酚是人工合成的非甾体雌激素物质,主要用于治疗雌激素低下及激素平衡失调所引起的功能性出血等,其结构简式如图所示。



己烷雌酚

活动1 1 mol 己烷雌酚与足量的金属钠反应,得到多少氢气?若与足量的 NaHCO_3 溶液混合,得到多少 CO_2 ?

提示:1 mol 氢气;不产生 CO_2 。

活动2 1 mol 己烷雌酚与足量的饱和溴水混合,最多消耗多少 Br_2 ? 该性质与基团相互影响是否有关?

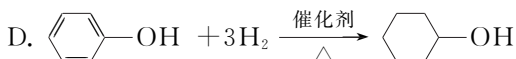
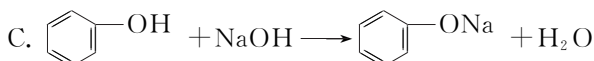
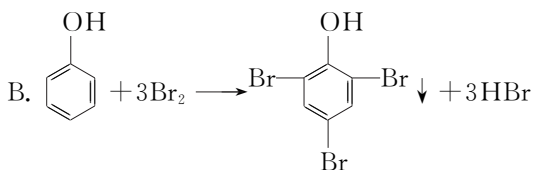
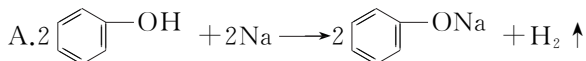
提示:4 mol。是羟基对苯环的影响。

活动3 己烷雌酚的什么性质可以说明苯环对羟基产生了影响?

提示:其溶液显弱酸性,可以与 NaOH 溶液反应。

[评价活动]

1.下列反应能说明苯酚分子中由于羟基影响苯环使苯酚分子中苯环比苯活泼的是 ()



B 解析:羟基影响苯环的结果是使苯环上的氢原

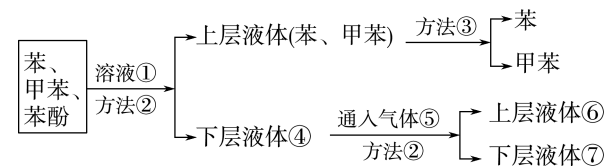
子的活泼性增强,更易发生取代反应。苯环与 H_2 的加成反应是苯本来就有的性质,不能说明羟基对苯环有影响。

2.有机物分子中的原子(团)之间会相互影响,导致相同的原子(团)表现不同的性质。下列各项事实不能说明上述观点的是 ()

- A.甲苯能使酸性高锰酸钾溶液褪色,而甲基环己烷不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
B.乙烯能与溴水发生加成反应,而乙烷不能与溴水发生加成反应
C.苯酚可以与 NaOH 反应,而乙醇不能与 NaOH 反应
D.苯酚与溴水可直接反应,而苯与液溴反应需要 FeBr_3 作催化剂

B 解析:A项,甲苯中苯环对 $-\text{CH}_3$ 的影响,从而使酸性高锰酸钾溶液褪色;B项,乙烯能与溴水发生加成反应,是因为乙烯含碳碳双键,而乙烷不含碳碳双键,是官能团不同造成的差别;C项,苯环对羟基产生影响,使羟基中的氢原子更易电离,表现出弱酸性;D项,苯酚中羟基对苯环产生影响,使苯酚分子中羟基邻、对位氢原子更活泼,更易被取代。

3.将煤焦油中的苯、甲苯和苯酚进行分离,可采取如下图所示方法和操作:



(1)写出溶液①和气体⑤的分子式:_____、_____。

(2)写出分离方法②和③的名称:_____、_____。

(3)混合物加入溶液①,反应的化学方程式为_____。

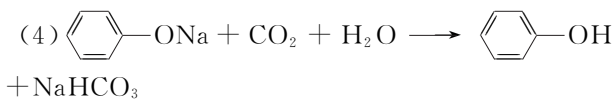
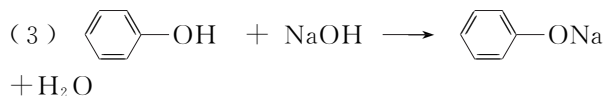
(4)下层液体④通入气体⑤,反应的化学方程式为_____。

(5)分离出的苯酚在液体_____ (填序号)中。

解析:分析组成混合物的各物质性质的差异,其中苯酚显酸性,能与 NaOH 溶液反应,而苯、甲苯互溶但沸点差别较大,用蒸馏的方法可以分开;在苯酚钠溶液中通入 CO₂,可以将苯酚复原,苯酚在下层。

答案:(1)NaOH CO₂

(2)分液 蒸馏



(5)⑦

任务总结

(1)在苯酚分子中,苯环影响了羟基上的氢原子,促使它比乙醇分子中羟基上的氢更易电离,使溶液显弱酸性,电离方程式为 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}^+$ 。在化学性质方面主要体现在苯酚能与 NaOH 反应,而乙醇不能与 NaOH 反应。

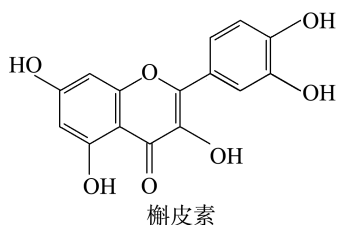
(2)苯酚分子中羟基反过来影响了与其相连的苯环上的氢原子,使邻、对位上的氢原子更活泼,比苯更容易被其他原子或原子团取代。以苯和苯酚发生溴代反应为例:

有机物	苯	苯酚
反应物	液溴、苯	浓溴水、苯酚
反应条件	催化剂	不需催化剂
被取代的氢原子数	1个	3个
反应速率	慢	快

任务二 酚与苯环类物质的全面辨析

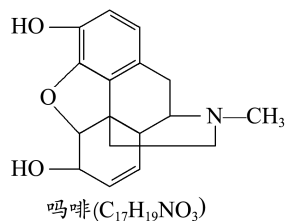
[探究活动]

材料 1 中国是银杏的故乡,银杏叶提取物有“捍卫心脏,保护大脑”之功效,从其中可以提取出槲皮素,其结构简式如图所示。



材料 2 林则徐是中国近代史上的一位民族英雄,他的一生中,最著名的历史功绩是虎门销烟。他采用生石灰销毁鸦片。鸦片的主要成分——吗啡,其结构简

式如图所示。



活动 1 槲皮素的分子式是什么? 1 mol 槲皮素能和几摩尔的溴单质反应?

提示:分子式为 C₁₅H₁₀O₇。1 mol 槲皮素能和 6 mol 溴单质反应。

活动 2 槲皮素中羟基的性质是否相同?

提示:不同。与苯环相连的羟基属于酚羟基,与苯酚性质相似,具有弱酸性,能与溴水发生取代反应,能发生显色反应;另一个为醇羟基,与乙醇的性质相似。

活动 3 用生石灰销毁鸦片时吗啡表现什么性质? 从结构上分析吗啡能否与金属钠发生反应?

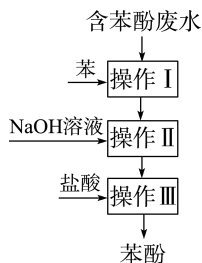
提示:与 CaO 反应,表现弱酸性。酚羟基具有弱酸性,能与金属钠反应,且醇羟基也能与金属钠反应。

活动 4 1 mol 吗啡分子能与多少 NaOH 反应?

提示:1 mol,只有酚羟基能与 NaOH 反应。

[评价活动]

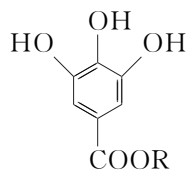
1.实验室回收废水中苯酚的过程如图所示。下列分析错误的是 ()



- A.操作 I 中苯作萃取剂
B.苯酚钠在苯中的溶解度比在水中的大
C.通过操作 II 得到的苯可循环使用
D.三步操作均需要分液漏斗

B 解析:操作 I 是用苯萃取废水中的苯酚,进行分液得到苯酚的苯溶液,苯为萃取剂,A 正确;苯酚钠属于钠盐,易溶于水,在苯中的溶解度比在水中的小,B 错误;操作 II 得到苯与苯酚钠溶液,分液后得到的苯可以循环利用,C 正确;操作 I、II、III 均为分液操作,需要用到分液漏斗,D 正确。

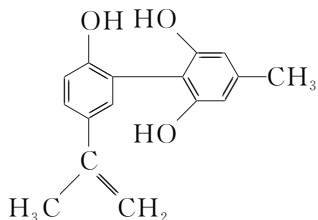
2.(2022·湖北卷)莲藕含多酚类物质,其典型结构简式如图所示。下列有关该类物质的说法错误的是 ()



- A. 不能与溴水反应
- B. 可用作抗氧化剂
- C. 有特征红外吸收峰
- D. 能与 Fe^{3+} 发生显色反应

A 解析: 苯酚可以和溴水发生取代反应, 取代位置在酚羟基的邻、对位, 同理该物质也能和溴水发生取代反应, A 错误; 该物质含有酚羟基, 酚羟基容易被氧化, 故可以用作抗氧化剂, B 正确; 该物质红外光谱能看到有 $\text{O}-\text{H}$ 等, 有特征红外吸收峰, C 正确; 该物质含有酚羟基, 能与 Fe^{3+} 发生显色反应, D 正确。

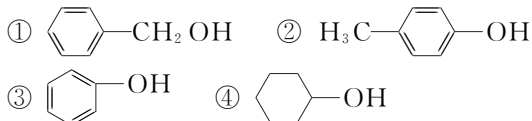
3. 某种兴奋剂的结构简式如图所示, 下列有关该物质的说法正确的是 ()



- A. 与 FeCl_3 溶液作用显紫色, 因为该物质与苯酚属于同系物
- B. 滴入 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 溶液, 观察到紫色褪去, 能证明结构中存在碳碳双键
- C. 1 mol 该物质与 H_2 反应时最多消耗 H_2 的物质的量为 6 mol
- D. 该分子中的所有碳原子有可能共平面

D 解析: 该物质不是苯酚的同系物, A 错误; 酚羟基也能使 $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ 褪色, 不能证明该物质结构中一定存在碳碳双键, B 错误; 1 mol 该物质与 H_2 加成时, 消耗 H_2 7 mol, C 错误。

4. 有以下物质, 根据要求回答问题。

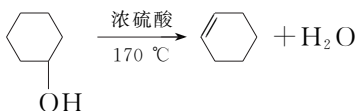
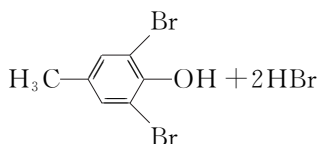
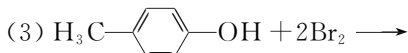


- (1) 能与氢氧化钠溶液、溴水都反应的是 _____ (填序号, 下同); 能与钠反应的是 _____。
- (2) 能发生消去反应的是 _____; 能发生催化氧化反应生成醛或酮的是 _____。
- (3) 写出②和浓溴水的反应、④的消去反应。
② _____;
④ _____。
- (4) 如何区别①②? _____。

解析: (1) ②③属于酚类, 能与氢氧化钠溶液、溴水反应; 能与钠反应的是①②③④。(2) ④中与羟基

相连的碳原子的邻位碳原子上有氢原子, 能发生消去反应; ①④中与羟基相连的碳原子上有氢原子能发生催化氧化反应。(3) ②可与溴单质以物质的量比 1:2 发生取代反应; ④发生消去反应得到环己烯。(4) 可利用酚类物质与氯化铁作用显色区别①②。

答案: (1) ②③ ①②③④ (2) ④ ①④



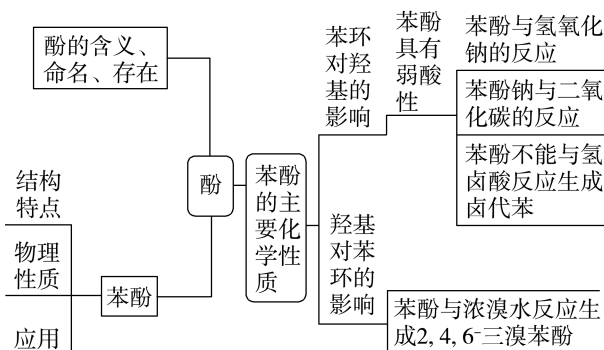
(4) 可加入氯化铁溶液, 呈紫色的为②, 无变化的为①

任务总结

苯酚、苯、苯的同系物与 Br_2 反应的比较

物质	Br_2 的存在形式	反应条件	反应类型	反应位置
苯酚	浓溴水	—	取代	酚羟基的邻、对位
苯	液溴	FeBr_3 作催化剂	取代	苯环
苯的同系物	液溴	FeBr_3 作催化剂	取代	苯环
	溴蒸气	光照	取代	侧链

► 提质归纳



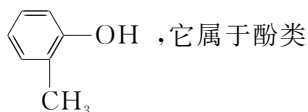
课后素养评价(八)

基础性·能力运用

知识点1 酚的结构及物理性质

1. 下列说法不正确的是 ()

A. 医院里消毒用的来苏水, 其主要成分是



B. 护肤用的甘油($\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2$)属于三元醇
 $\begin{array}{c} | \quad | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$

C. 冬天汽车里用的防冻液是乙醇

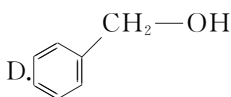
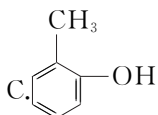
D. 含有一OH的有机化合物不一定是醇类

C 解析: 汽车用乙二醇作防冻液, 不是用乙醇。

2. 下列物质中, 与苯酚互为同系物的是 ()

A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

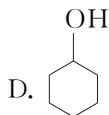
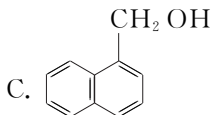
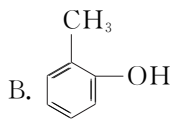
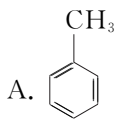
B. $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$



C 解析: A、B、D项属于醇, C项属于酚, 与苯酚互为同系物。

知识点2 酚的化学性质

3. 下列物质中, 与NaOH溶液、金属钠、浓溴水均能反应的是 ()



B 解析: 甲苯属于烃类, 与NaOH溶液、金属钠不反应, A错误; B项属于酚类, 与三者均可反应, B正确; C、D项属于醇类, 与NaOH溶液、溴水不反应, C、D错误。

4. 漆酚($\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{C}_{15}\text{H}_{27}$)若涂在物体表面, 在空气中干燥时会产生黑色漆膜, 则漆酚不具有的化

学性质是 ()

A. 可与烧碱溶液反应

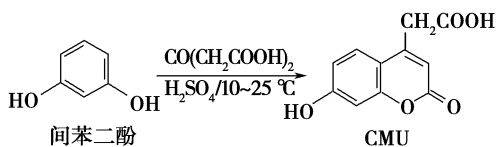
B. 可与溴水发生取代反应

C. 可使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. 可与碳酸氢钠溶液反应放出二氧化碳

D 解析: 漆酚含酚羟基, 具有酸性, 则可与烧碱溶液发生中和反应, 故A正确; 漆酚与溴水发生取代反应, 故B正确; 漆酚含酚羟基, 则可以使酸性高锰酸钾溶液褪色, 故C正确; 漆酚不含 $-\text{COOH}$, 酚的酸性较弱, 不能跟碳酸氢钠溶液反应, 故D错误。

5. CMU是一种荧光指示剂, 可通过下列反应制备:



下列说法正确的是 ()

A. 1 mol CMU最多可与3 mol Br_2 反应

B. 1 mol 间苯二酚最多可与2 mol Br_2 反应

C. 可用 FeCl_3 溶液鉴别间苯二酚和CMU

D. 间苯二酚与苯酚互为同系物

A 解析: CMU分子中酚羟基有两个邻位氢原子, 另外碳碳双键也可以与 Br_2 发生加成反应, 故1 mol CMU最多可与3 mol Br_2 反应, A正确; 间苯二酚分子中两个酚羟基共有3个邻(对)位氢原子, 故1 mol 间苯二酚最多可与3 mol Br_2 反应, B错误; 间苯二酚和CMU均含有酚羟基, 故不能用 FeCl_3 溶液鉴别, C错误; 间苯二酚分子中有两个酚羟基, 与苯酚不互为同系物, D错误。

6. 能证明苯酚具有弱酸性的实验是 ()

A. 加入浓溴水生成白色沉淀

B. 苯酚钠溶液中通入 CO_2 后, 溶液由澄清变浑浊

C. 浑浊的苯酚加热后变澄清

D. 苯酚的水溶液中加入NaOH, 生成苯酚钠

B 解析: 苯酚钠与碳酸反应生成苯酚, 说明苯酚酸性比碳酸弱, 可证明苯酚具有弱酸性。苯酚的水溶液中加入NaOH生成苯酚钠只能证明苯酚具有酸性。

7. 鉴别苯酚、己烷、己烯、乙酸和乙醇 5 种无色液体, 可选用的最佳试剂是 ()

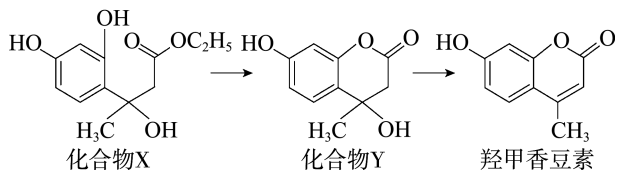
- A. 溴水、新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液
 B. FeCl_3 溶液、金属钠、溴水、石蕊溶液
 C. 石蕊溶液、溴水
 D. 石蕊溶液、酸性 KMnO_4 溶液

C 解析: 本题的关键词句是“鉴别 5 种无色液体的最佳试剂”, B、C 选项中的试剂均可鉴别上述 5 种

物质, 但若用 B 选项中试剂来鉴别, 其操作步骤较复杂。用石蕊溶液可鉴别出乙酸溶液, 用 FeCl_3 溶液可鉴别出苯酚溶液, 用溴水可鉴别出己烯, 余下的乙醇和己烷可用金属钠鉴别。而用 C 选项中试剂则操作简捷, 现象明显。用石蕊溶液可鉴别出乙酸溶液, 再在余下的 4 种溶液中分别滴加溴水振荡, 产生白色沉淀的是苯酚, 使溴水褪色的是己烯, 产生分层现象的是己烷, 和溴水互溶的是乙醇。

综合性·创新提升

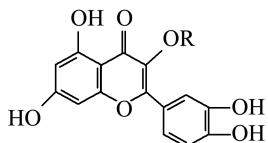
8. 羟甲香豆素是一种治疗胆结石的药物(已知一个碳原子连有四个不同原子或原子团, 称为手性碳原子)。合成过程中两种中间体及羟甲香豆素的结构如图所示。下列有关说法不正确的是 ()



- A. 化合物 X 和 Y 分子各含有 1 个手性碳原子
 B. 化合物 Y 能发生加成反应、取代反应和消去反应
 C. 化合物 X、Y 和羟甲香豆素遇 FeCl_3 溶液显紫色
 D. 化合物 X 和羟甲香豆素分别与溴水反应, 最多消耗 Br_2 的物质的量之比为 3 : 4

D 解析: 化合物 X 中与醇羟基相连的饱和碳原子以及 Y 分子中与醇羟基相连的饱和碳原子均为手性碳原子, A 正确; 化合物 Y 含有苯环、酯基、酚羟基、醇羟基, 能发生加成反应、取代反应和消去反应, B 正确; 化合物 X、Y 和羟甲香豆素都含有酚羟基, 遇 FeCl_3 溶液显紫色, C 正确; 酚羟基的邻、对位氢原子易与溴发生取代反应, 羟甲香豆素中的碳碳双键易与溴发生加成反应, 化合物 X 和羟甲香豆素最多消耗 Br_2 的物质的量之比为 2 : 3, D 错误。

9. 维生素 P(结构如图所示) 存在于槐树花蕾中, 它是一种营养增补剂。关于维生素 P 的叙述正确的是 ()



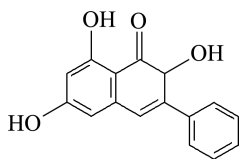
- A. 若 R 为甲基, 则该物质的分子式可以表示为 $\text{C}_{16}\text{H}_{10}\text{O}_7$
 B. 分子中有三个苯环

C. 1 mol 该化合物与 NaOH 溶液作用消耗 NaOH 的物质的量是 4 mol

D. 1 mol 该化合物最多可与 5 mol Br_2 完全反应

C 解析: R 为甲基, 根据维生素 P 的结构简式可以得出其分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_7$, A 错误; 维生素 P 分子中含有两个苯环, B 错误; 酚羟基能与 NaOH 反应, 每 1 mol 维生素 P 中含有 4 mol 酚羟基, 1 mol 该物质可与 4 mol NaOH 反应, C 正确; 维生素 P 中含有酚羟基, 能与溴水发生取代反应, 反应时酚羟基的邻、对位氢原子能够被取代, 含有碳碳双键, 能发生加成反应, 1 mol 该物质与足量溴水反应最多可消耗 6 mol Br_2 , D 错误。

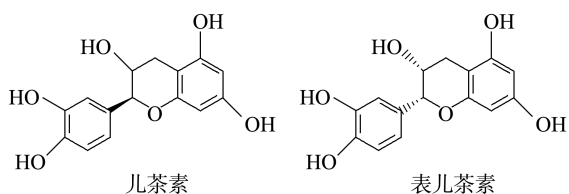
10. 有机物 X 的结构简式如图所示。下列关于 X 的叙述正确的是 ()



- A. X 的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_5$
 B. X 分子中含有 3 个羟基、8 个双键
 C. X 能与溴水、酸性高锰酸钾溶液等反应
 D. 1 mol X 与足量的钠反应生成 33.6 L H_2

C 解析: 由结构简式可知 X 的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_4$, A 错误; X 分子含有两个苯环, 只有 1 个碳碳双键, B 错误; X 含有酚羟基、碳碳双键, 可与溴水反应, 可被酸性高锰酸钾溶液氧化, C 正确; 未注明外界条件, 不能确定气体体积大小, D 错误。

11. 茶多酚是茶叶中多酚类物质的总称, 儿茶素类化合物占茶多酚总量的 60%~80%。



(1) 表儿茶素可能发生的化学反应有 _____ (填字母序号)。

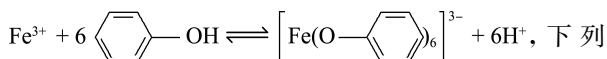
- A. 水解反应 B. 氧化反应
C. 加成反应 D. 消去反应
E. 酯化反应 F. 银镜反应

(2) 表儿茶素具有“三抗”功效——抗癌、抗衰、抗氧化, 可用 _____ 试剂检验其具有抗氧化作用的官能团。

(3) 儿茶素和表儿茶素 _____ (填字母序号)。

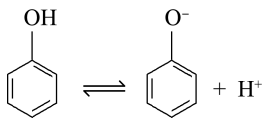
- A. 互为同系物 B. 为同一物质
C. 互为同分异构体

(4) 苯酚与 FeCl_3 溶液的反应原理可表示为



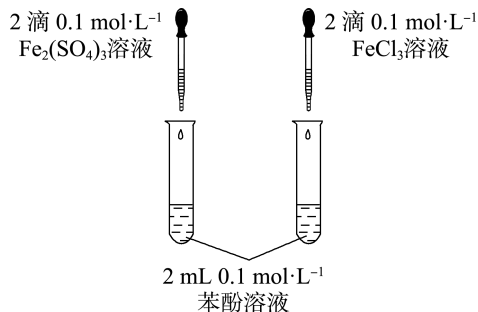
下列说法不正确的是 _____ (填字母序号)。

A. 苯酚的电离方程式是



- B. 紫色物质的生成与 $c(\text{Fe}^{3+})$ 有关
C. 向苯酚与 FeCl_3 混合溶液中滴加盐酸, 溶液颜色变浅
D. 进行如图所示实验, 探究阴离子种类对显色反

应的影



解析: (1) 表儿茶素含有的官能团是羟基、醚键, 故可以发生氧化反应、消去反应、酯化反应; 苯环上还可以发生加成反应。(2) 表儿茶素含有酚羟基, 具有抗氧化性, 酚羟基能和浓溴水反应生成白色沉淀, 能和 FeCl_3 溶液发生显色反应, 所以可以用浓溴水或 FeCl_3 溶液检验酚羟基。(3) 儿茶素和表儿茶素的分子式均为 $\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_6$, 结构不同, 互为同分异构体。(4) 苯酚具有弱酸性, 可电离出 H^+ , A 正确; 根据反应原理, Fe^{3+} 浓度增大, 促进反应正向进行, 紫色物质浓度增大, B 正确; 加盐酸, 酸性增强, 使反应逆向移动, 溶液颜色变浅, C 正确; 探究阴离子种类对显色反应的影响, 应该保证 Fe^{3+} 的浓度相同, 题中两次实验 Fe^{3+} 浓度不同, D 错误。

答案: (1) BCDE

(2) 浓溴水或 FeCl_3 溶液

(3) C

(4) D

第三节 醛 酮

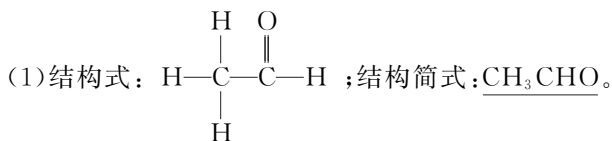
学习任务目标

1. 知道醛、酮的结构特点,能理解醛、酮的组成、结构和性质上的异同。
2. 了解甲醛对环境和健康的影响,知道常见醛、酮的物理性质以及有机化合物的安全使用问题。

问题式预习

一、乙醛

1. 结构与物理性质



(2) 分子结构模型:



(3) 物理性质: 无色、具有刺激性气味的液体,密度比水的小,易挥发,能与水、乙醇等互溶。

2. 化学性质

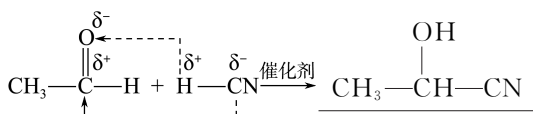
(1) 加成反应

① 催化加氢: 乙醛蒸气和 H_2 的混合气体通过热的镍催化剂, 发生加成反应的化学方程式为



② 与 HCN 加成

氧原子电负性较大, 碳氧双键中的电子偏向氧原子, 使氧原子带部分负电荷, 碳原子带部分正电荷, 从而使醛基具有较强的极性。



(2) 氧化反应

I. 银镜反应

实验操作	
实验现象	向 AgNO_3 溶液中滴加氨水, 现象为有白色沉淀生成, 后又溶解, 加入乙醛, 水浴加热一段时间后, 试管内壁出现一层光亮的银镜

续表

有关化学方程式	<p>①中: $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow (\text{白色}) + \text{NH}_4\text{NO}_3$,</p> <p>$\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>③中: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} \downarrow + \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$</p>
---------	---

II. 与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应

实验操作	
实验现象	①中溶液出现蓝色絮状沉淀, 滴入乙醛, 加热至沸腾后, ③中溶液有砖红色沉淀产生
有关化学方程式	<p>①中: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$</p> <p>③中: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$</p>

III. 催化氧化反应

乙醛在一定温度和催化剂存在的条件下, 能被氧气氧化为乙酸, 反应的化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2$



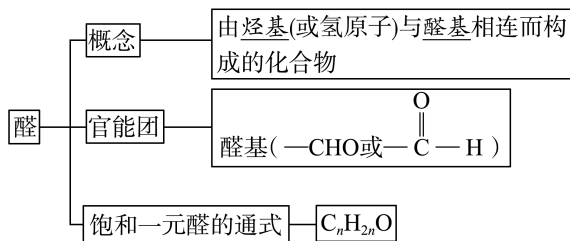
IV. 燃烧反应

化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CHO} + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 4\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

总结: 醛类物质既有氧化性又有还原性, 其氧化还原关系: 醇 $\xrightarrow[\text{还原}]{\text{氧化}}$ 醛 $\xrightarrow{\text{氧化}}$ 羧酸。

二、醛类

1. 醛的结构



2. 甲醛和苯甲醛

物质	甲醛	苯甲醛
俗称	蚁醛	苦杏仁油
分子式	CH_2O	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$
结构简式	HCHO	
物理性质	颜色	无色
	气味	有强烈刺激性气味
	状态	气体
	溶解性	易溶于水, 35%~40%的甲醛水溶液又称福尔马林
	颜色	无色
	气味	有苦杏仁气味
	状态	液体
	溶解性	微溶于水; 与乙醇等有机溶剂互溶

续表

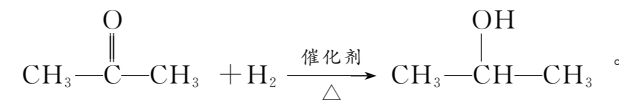
物质	甲醛	苯甲醛
用途	重要的化工原料; 水溶液用于消毒和制作生物标本	制造染料、香料及药物的重要原料

三、酮

1. 概念: 羰基与两个烃基相连的化合物。

 2. 官能团: $\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}$

 3. 结构表示式: $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{R}'$

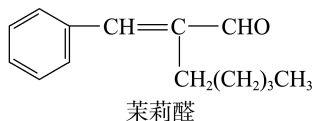
 4. 丙酮: 结构简式为 $\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{CH}_3$, 不能被银氨溶液、新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等弱氧化剂氧化。在催化剂存在的条件下, 丙酮能与氢气发生加成反应。丙酮发生催化加氢反应的化学方程式为


任务型课堂

任务一 醛基的特征反应及醛基的检验

[探究活动]

茉莉醛具有浓郁的茉莉花香, 其结构简式如图所示。茉莉醛可用于香料的合成。



活动 1 请分析 1 mol 茉莉醛和氢气完全反应, 需要多少氢气?

提示: 1 mol 苯环和 3 mol 氢气反应、1 mol 碳碳双键和 1 mol 氢气反应、1 mol 醛基和 1 mol 氢气反应。所以 1 mol 茉莉醛能和 5 mol 氢气反应。

活动 2 证明茉莉醛中含有碳碳双键, 可以直接用溴水或酸性 KMnO_4 溶液吗?

提示: 不可以。应先用银氨溶液将醛基氧化成羧基, 再滴加溴水或酸性 KMnO_4 溶液, 若溴水或酸性 KMnO_4 溶液褪色, 说明茉莉醛分子中含有碳碳双键。

活动 3 如何检验茉莉醛中的醛基?

提示: 可用银镜反应验证。

活动 4 使用银氨溶液检验醛基时, 未看到光亮的银镜面而看到黑色的沉淀, 为什么?

提示: 银镜反应即醛将银氨溶液还原成单质银, 该反应要求的条件较高, 成功的关键在于试管要洁净、碱性环境、水浴加热且加热过程中不能搅拌或振荡。若试管不干净、加热温度过高或加热过程中搅拌或振荡, 则不能形成银镜, 生成的单质银呈粉末状, 所以看到了黑色沉淀。

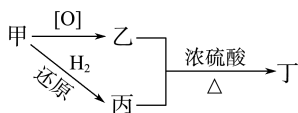
[评价活动]

1. 某学生做乙醛的还原性实验时, 取 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液和 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液各 1 mL, 在一支洁净的试管内混合后, 向其中又加入 0.5 mL 40% 的乙醛溶液, 加热, 结果无砖红色沉淀出现。导致该实验失败的原因可能是 ()

- 加入 NaOH 溶液的量不够
- 加入乙醛太少
- 加入 CuSO_4 溶液的量不够
- 加入乙醛的量太多

A 解析:乙醛和新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应必须在碱性环境下加热进行,取 $1\text{ mL } 1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CuSO}_4$ 溶液,与 NaOH 溶液恰好反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 时,需要 $0.5\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液的体积为 $\frac{1\times 1\times 2}{0.5}\text{ mL}=4\text{ mL}$,这说明反应中 CuSO_4 过量, NaOH 的量不足,不是碱性条件,故加热无砖红色沉淀出现,A 项符合题意。

2. 已知如下图所示的转化关系,其中甲、乙、丁均能发生银镜反应,则甲为 ()



- A. 甲醇 B. 甲醛
C. 甲酸 D. 乙醛

B 解析:由甲既能氧化成酸又能还原成醇可推知甲为醛类,由甲、乙、丁均能发生银镜反应可推知甲只能为甲醛,B 正确。

3. (2023·辽宁卷)下列鉴别方法或检验方法不能达到实验目的的是 ()

- A. 用石灰水鉴别 Na_2CO_3 与 NaHCO_3
B. 用 KSCN 溶液检验 FeSO_4 是否变质
C. 用盐酸酸化的 BaCl_2 溶液检验 Na_2SO_3 是否被氧化
D. 加热条件下用银氨溶液检验乙醇中是否混有乙醛

A 解析:石灰水的主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,能与碳酸钠和碳酸氢钠反应生成碳酸钙,二者均生成白色沉淀,不能达到鉴别的目的,A 错误; Fe^{2+} 变质后会生成 Fe^{3+} ,可以利用 KSCN 溶液鉴别,现象为溶液变成红色,可以达到检验的目的,B 正确; Na_2SO_3 被氧化后会变成 Na_2SO_4 ,加入盐酸酸化的 BaCl_2 后可以产生白色沉淀,可以用来检验 Na_2SO_3 是否被氧化,C 正确;含有醛基的物质可以与银氨溶液反应生成银单质,可以用来检验乙醇中混有的乙醛,D 正确。

4. 实验室做乙醛和银氨溶液反应生成银镜的实验时:

(1) 为产生光亮的银镜,在试管中先加入 _____ 溶液,然后将溶液煮沸,倒掉沸液后再用蒸馏水将试管洗干净。

(2) 配制银氨溶液时向盛有 _____ 溶液的试管中逐滴滴加 _____,边滴加边振荡直到 _____

_____ 为止。

(3) 加热时应用 _____ 加热,产生银镜的化学方程式是 _____

答案:(1) NaOH (2) AgNO_3 稀氨水 最初产生的沉淀恰好溶解 (3) 水浴 $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

5. 已知醛基具有较强的还原性,柠檬醛的结构简式是



欲验证分子中有碳碳双键和醛基,甲、乙两位学生设计了如下方案。

甲:①取少量柠檬醛于试管中,再滴加溴水;②在①反应后的溶液中滴加银氨溶液,水浴加热。

乙:①取少量柠檬醛于试管中,再滴加银氨溶液,水浴加热;②在①反应后的溶液中先加稀硫酸酸化再滴加溴水。

(1) 能达到实验目的的是 _____ (填“甲”“乙”或“甲、乙均可”)。

(2) 说明不可行方案的原因(认为均可的此题不作答): _____

(3) 对可行方案:①依据现象是 _____,反应的化学方程式是 _____

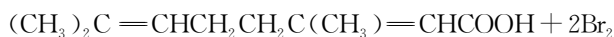
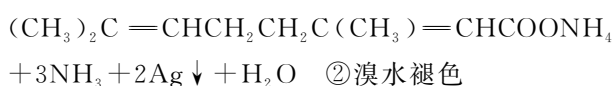
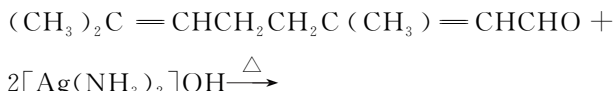
②依据现象是 _____,反应的化学方程式是 _____

解析:解答本题的关键是确定醛基和碳碳双键检验的先后顺序。由于溴 (Br_2) 也能氧化醛基 ($-\text{CHO}$),所以必须先用银氨溶液氧化醛基 ($-\text{CHO}$);又因为氧化后溶液为碱性,所以应先酸化后再加溴水检验碳碳双键。

答案:(1) 乙

(2) 醛基有很强的还原性,若先加溴水,则 Br_2 将醛基和碳碳双键都氧化

(3) ①产生银镜





任务总结

(1) 银镜反应的注意事项

试管洁净 → 先用碱液去油污,再用蒸馏水冲洗

现用现配 → 银氨溶液不可久置,防止产生爆炸性物质
氨水过量或浓度过大,使 Ag⁺ 浓度降低,

氨水适量 → 不利于银镜的生成。滴加顺序不能颠倒,否则易产生易爆物

水浴控温 → 60 ~ 70 °C,反应平缓,镀银均匀

不可振荡 → 防止镀银不均匀,银镜变黑

废液处理 → 及时处理,防止产生爆炸性物质

清洗试管 → 先用稀硝酸溶解试管内壁附着的银,再用蒸馏水洗涂

(2) 醛基与新制的 Cu(OH)₂ 反应的注意事项

① 所用的 Cu(OH)₂ 必须是新制的,而且制备时,NaOH 溶液必须明显过量。

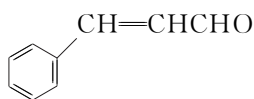
② 加热时必须将混合液加热至沸腾,才能看到明显的砖红色沉淀。

③ 加热煮沸时间不能过长,防止 Cu(OH)₂ 受热分解成黑色的 CuO。

任务二 醛的相关计算及醛的同分异构体的书写

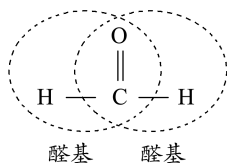
[探究活动]

材料 1 肉桂醛是一种赋予肉桂独特风味的有机化合物,结构简式如下所示:



肉桂醛

材料 2 室内装潢和家具挥发出来的甲醛是室内空气的主要污染物。已知,甲醛易溶于水,常温下有强烈的刺激性气味,温度超过 20 °C 时,挥发速度加快。甲醛的分子结构可以看成 2 个醛基,如图所示。



活动 1 请推测肉桂醛侧链上可能发生反应的类型有哪些?

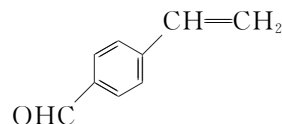
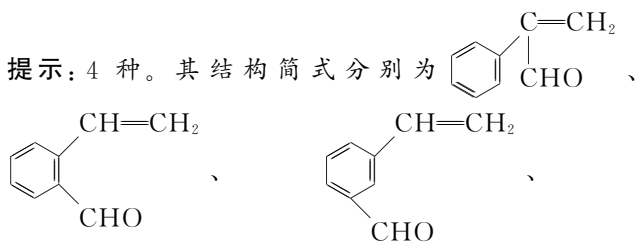
提示:由于肉桂醛的侧链上含有碳碳双键,故可发生加成、加聚、还原和氧化反应;又含有醛基,所以可发生加成、氧化和还原反应。

活动 2 1 mol 肉桂醛和 1 mol 甲醛分别与足量的银氨溶液反应,分别得到多少银单质?

提示:2 mol 银单质、4 mol 银单质。

活动 3 满足下列 3 个条件的肉桂醛的所有同分异构体有几种?请写出其结构简式。

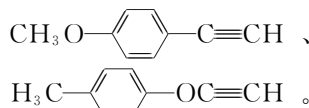
① 分子中含醛基;② 含有苯环;③ 能与溴水发生加成反应。



活动 4 满足下列 3 个条件的肉桂醛的所有同分异构体的结构简式有几种?请写出其结构简式。

① 分子中不含羰基和羟基;② 是苯的对二取代物;③ 除苯环外,不含其他环状结构。

提示:2 种。其结构简式分别为



[评价活动]

1.1 mol 有机物 $\text{HC}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{CH}$ 与足量的氢气

和新制的氢氧化铜反应,消耗的氢气与氢氧化铜的物质的量分别为 ()

- A.1 mol,2 mol B.1 mol,4 mol
C.3 mol,2 mol D.3 mol,4 mol

D 解析:1 mol 该物质和氢气发生加成反应最多消耗 3 mol 氢气,和新制的氢氧化铜反应最多消耗 4 mol 氢氧化铜。

2.下列物质中水解后,其产物在红热铜丝催化下被空气氧化最多可生成 4 种醛的是(不考虑立体异构) ()

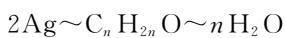
- A.C₄H₉Br B.C₅H₁₁Br
C.C₆H₁₃Br D.C₇H₁₅Br

B 解析:一溴代烷的水解产物为 R-CH₂OH 的结构才能被催化氧化为醛,最多可生成 4 种醛,则-R 有 4 种结构。-C₃H₇ 有 2 种结构,A 错误;-C₄H₉ 有 4 种不同的结构,B 正确;-C₅H₁₁ 有 8 种不同的结构,C 错误;-C₆H₁₃ 有 17 种不同的结构,D 错误。

3.一定量的某一元醛发生银镜反应,析出银 10.8 g。等量的此醛完全燃烧时产生 2.7 g 的水。下列说法正确的是 ()

- A.可能是乙醛 B.一定是丙醛
C.不可能是丁醛 D.可能是丁烯醛

D 解析:一元醛(分子结构中只有一个醛基)一般发生银镜反应时,生成银的物质的量为醛的2倍。饱和一元醛与生成的银和燃烧生成的水,有如下关系:



$$2 \times 108 \qquad 18n$$

$$10.8 \text{ g} \qquad 2.7 \text{ g}$$


$$\frac{2 \times 108}{10.8 \text{ g}} = \frac{18n}{2.7 \text{ g}}, n=3, \text{该醛可能是饱和一元醛——}$$

丙醛,也可能为不饱和一元醛——丁烯醛($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$)。

4. $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 的同分异构体中,既能发生银镜反应,又能与 FeCl_3 溶液发生显色反应的有 _____ 种,其中核磁共振氢谱有 5 组峰,且峰面积比为 2:2:2:1:1 的为 _____ (写结构简式)。

解析: $\text{CH}_3\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 的同分异构体中,能发生银镜反应,说明含有醛基($-\text{CHO}$),能与 FeCl_3 溶液发生显色反应,说明含有酚羟基($-\text{OH}$),若苯环上有一 $-\text{OH}$ 、一 $-\text{CH}_3$ 、一 $-\text{CHO}$ 三个取代基,则有 10 种结构,若苯环上有一 $-\text{OH}$ 、一 $-\text{CH}_2\text{CHO}$ 两个取代基,则有 3 种结构,共 13 种,其中核磁共振氢谱有 5 组峰,且峰面积比为 2:2:2:1:1 的为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$ 。


答案:13 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$

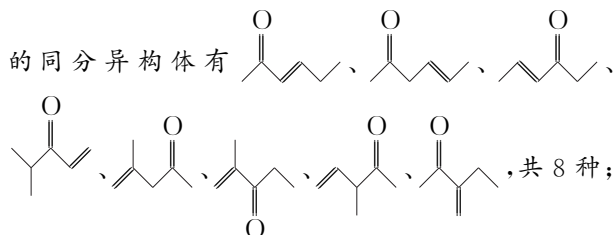
5. (2020·全国 II 卷节选) 化合物 C () 的同分异构体中能同时满足以下三个条件的有 _____ 个(不考虑立体异构体,填字母序号)。


- (i) 含有两个甲基;
(ii) 含有酮羰基(但不含 $\text{C}=\text{C}=\text{O}$);
(iii) 不含有环状结构。

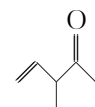
a.4 b.6 c.8 d.10

其中,含有手性碳(注:连有四个不同的原子或基团的碳)的化合物的结构简式为 _____。

解析:C 为 , 有 2 个不饱和键,其同分异构体满足含酮羰基但不含有环状结构,则分子中含有一个碳碳双键,一个酮羰基,外加 2 个甲基,符合条件的同分异构体有



其中  含有一个手性碳。

答案:c 

任务总结

(1) 醛的同分异构体


① 碳架异构

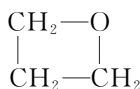
由于醛基只能连在碳链的末端,所以烃基有几种碳链异构,醛的同分异构体就有几种。

② 官能团异构

含相同碳原子数的饱和一元脂肪醛、饱和一元脂肪酮、烯醇、脂环醇和环氧烷互为同分异构体。

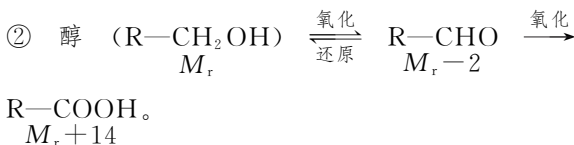
例如, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的同分异构体中,属于醛的有

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$, 属于酮的有 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 属于烯醇的有 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 。属于脂环醇的有 。属于环氧烷的有

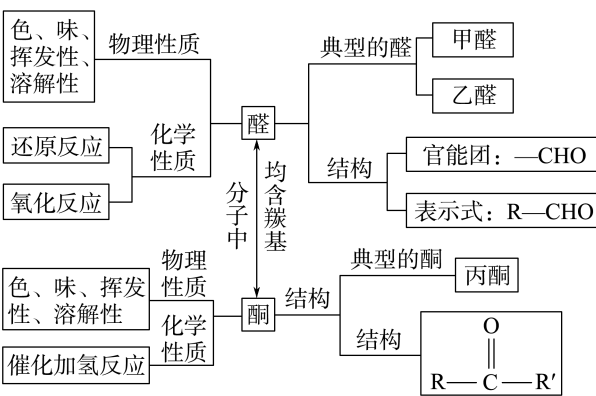


(2) 醛反应的规律

① 凡是含有醛基的化合物均具有氧化性、还原性,1 mol 的醛基($-\text{CHO}$)可与 1 mol 的 H_2 发生加成反应,与 2 mol 的新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 2 mol 的 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 发生氧化反应。



提质归纳



课后素养评价(九)

基础性·能力运用

知识点 1 醛的结构

1. 下列关于醛的说法正确的是 ()

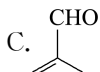
- A. 庚醛的分子式为 $C_7H_{16}O$
 B. 乙二醛的结构简式为 $OHC-CHO$
 C. 丁二醛没有二元醛类同分异构体
 D. 丙醛与丁二醛有可能互为同系物

B 解析: 庚醛的分子式为 $C_7H_{14}O$, A 错误; 乙二醛分子中含有两个醛基, B 正确; 2-甲基丙二醛属于二元醛, 与丁二醛互为同分异构体, C 错误; 两种物质中的官能团数目不同, 不可能互为同系物, D 错误。

知识点 2 醛的化学性质与检验

2. 某有机物的加氢还原产物为 $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$, 该有机物不可能是 ()

- A. 乙醛的同系物
 B. 丁醛的同分异构体



D. $CH_3CH_2COCH_3$

D 解析: 该有机物可以是 $CH_3CH(CH_3)CHO$, 与乙醛互为同系物, A 不符合; $CH_3CH(CH_3)CHO$ 与丁醛的分子式相同, 但结构不同, 二者互为同分异构体, B 不符合;

$\begin{matrix} CHO \\ | \\ CH_3CH(CH_3) \end{matrix}$ 与 H_2 加成, 可以生成 $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$, 所以该有机物可能是

$\begin{matrix} CHO \\ | \\ CH_3CH(CH_3) \end{matrix}$, C 不符合; $CH_3CH_2COCH_3$ 加氢不可能生成 $CH_3CH(CH_3)CH_2OH$, 所以该有机物不可能是 $CH_3CH_2COCH_3$, D 符合题意。

3. 下列说法正确的是 ()

- A. 用溴水检验 $CH_2=CH-CHO$ 中是否含有碳碳双键
 B. 甲醛和乙醛的核磁共振氢谱图中都有 2 组特征峰
 C. 对甲基苯甲醛 ($CH_3-\text{C}_6\text{H}_4-CHO$) 能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 说明它含有醛基
 D. 能发生银镜反应的有机物不一定是醛类

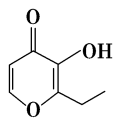
D 解析: 碳碳双键、醛基均可使溴水褪色, A 错误; 甲醛和乙醛的核磁共振氢谱图中分别有 1、2 组特征峰, B 错误; 苯的同系物、碳碳双键、醛基等均可使酸性高锰酸钾溶液褪色, C 错误; 能发生银镜反应, 只能说明有机物含有“ $-CHO$ ”, 但不一定是醛类, D 正确。

4. 下列物质各 1 mol 和足量的银氨溶液反应, 析出银的质量与 1 mol $HCHO$ 和足量的银氨溶液反应析出银的质量相等的是 ()

- A. CH_3CHO
 B. $(CH_3)_2CHCHO$
 C. $OHC-CH_2-CH_2-CHO$
 D. CH_3CH_2CHO

C 解析: $HCHO$ 可看成 2 个 $-CHO$, C 项中的 $OHC-CH_2-CH_2-CHO$ 符合要求。

5. 俗称“一滴香”的有毒物质被人食用后会损伤肝脏, 还可能致癌。“一滴香”的分子结构如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 1 mol 该有机化合物最多能与 3 mol H_2 发生加成反应
 B. 该有机化合物能与 Na 反应
 C. 该有机化合物能发生取代、加成、氧化和还原反应
 D. 该有机化合物的一种芳香族同分异构体能发生银镜反应

D 解析: 能发生银镜反应的芳香族同分异构体中既有苯环又有醛基, 则不饱和度至少为 5, 而该有机化合物及其同分异构体的不饱和度均为 4, 因此不存在符合该要求的同分异构体, D 项错误。

知识点 3 酮的性质

6. 下列关于常见醛和酮的说法中, 不正确的是 ()
 A. 甲醛和乙醛都是有刺激性气味的无色液体

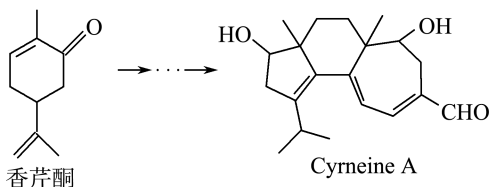
- B. 丙酮是结构最简单的酮, 可以发生加氢还原反应
 C. 丙酮易溶于水, 是常用的有机溶剂
 D. 人体缺乏维生素 A 时, 难以合成视黄醛, 会引起

夜盲症

A 解析: A 项中甲醛应为气体。

综合性·创新提升

7. Cyrneine A 对治疗神经系统疾病有着很好的疗效, 可用香芹酮经过多步反应合成:

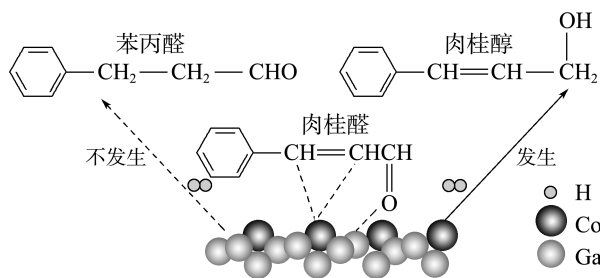


下列说法正确的是 ()

- A. 香芹酮的化学式为 $C_9H_{12}O$
 B. Cyrneine A 可以发生加成反应、消去反应和氧化反应
 C. 香芹酮和 Cyrneine A 均不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
 D. 1 mol 香芹酮与足量的 H_2 反应, 最多消耗 2 mol H_2

B 解析: 香芹酮的化学式为 $C_{10}H_{14}O$, A 错误; Cyrneine A 的分子中有碳碳双键和醛基, 可以发生加成反应, 有碳碳双键、醛基和羟基, 可以发生氧化反应, 与羟基相连的碳的相邻碳原子上有氢原子, 可以发生消去反应, B 正确; 两种物质的分子中均有碳碳双键, 可以被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化, C 错误; 1 mol 香芹酮含 2 mol 碳碳双键和 1 mol 酮羰基, 与足量的 H_2 反应, 最多消耗 3 mol H_2 , D 错误。

8. 我国科研人员使用某种催化剂实现了 H_2 还原肉桂醛生成肉桂醇, 反应机理的示意图如下所示:



下列说法错误的是 ()

- A. 苯丙醛分子中有 6 种不同化学环境的氢原子
 B. 肉桂醛分子中存在顺反异构现象
 C. 还原反应过程只发生了非极性键的断裂

D. 该催化剂实现了选择性还原肉桂醛中的醛基

C 解析: 苯丙醛分子中有 6 种不同化学环境的氢原子: $\overset{5}{\text{C}_6\text{H}_5}-\overset{4}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{CHO}}$, A 正确; 肉桂醛分子中碳碳双键两侧均连有两种不同的原子或原子团, 存在顺反异构现象, B 正确; 还原反应过程中 $H-H$ 、 $C=O$ 断裂, 分别为非极性键和极性键, C 错误; 肉桂醛在该催化条件下, 只有醛基与氢气发生了加成反应, 说明该催化剂可选择性还原肉桂醛中的醛基, D 正确。

9. 分子式为 $C_5H_{10}O$, 且结构中含有 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$ 的有机物共有 (不考虑立体异构) ()

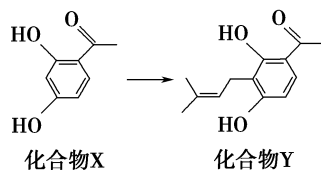
- A. 4 种 B. 5 种
 C. 6 种 D. 7 种

D 解析: 分子式为 $C_5H_{10}O$, 满足饱和一元醛、饱和一元酮的通式 $C_nH_{2n}O$ 。醛类可写为 C_4H_9-CHO , $-C_4H_9$ 有 4 种结构, 对应醛有 4 种。酮类: 可写为 $CH_3-C(=O)-C_3H_7$, 因 $-C_3H_7$ 有 2 种结构, 对应酮

有 2 种, 分别为 $CH_3-C(=O)-CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3-C(=O)-CH(CH_3)-CH_2CH_3$, 酮类也可写成 $C_2H_5-C(=O)-C_2H_5$, 只有 1 种, 所以对应的酮共有

3 种。满足条件的有机物共有 7 种。

10. 某黄酮类药物的合成涉及反应如下所示。下列说法正确的是 ()



A. 化合物 X 在空气中能稳定存在

B. 化合物 X 中所有碳原子可能处于同一平面

C. 化合物 X、Y 都可与溴水发生加成反应

D. 1 mol 化合物 Y 最多可以与 4 mol H_2 反应

B 解析: A 项, X 中含有酚羟基, 易被空气中的 O_2 氧化而变质, 错误; B 项, 苯环、羰基为平面结构, 且二者直接相连, 则 X 中所有碳原子可能处于同一平面, 正确; C 项, X、Y 分子中均含酚羟基, 与溴水发生取代反应, X 中不含碳碳双键, 故不能与溴水发生加成反应, 错误; D 项, 1 mol Y 最多可以和 5 mol H_2 发生加成反应(苯环消耗 3 mol, 碳碳双键消耗 1 mol, 羰基消耗 1 mol), 错误。

11. (1) 做乙醛被新制的 $Cu(OH)_2$ 氧化的实验时, 下列各步操作中:

① 加入 0.5 mL 乙醛溶液;

② 加入 10% NaOH 溶液 2 mL;

③ 加入 2% 的 $CuSO_4$ 溶液 4~5 滴;

④ 加热试管。

正确的操作顺序是 _____ (填序号)。

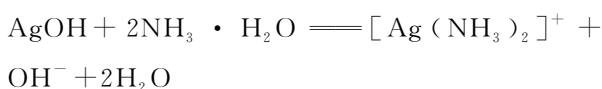
(2) 实验室配制少量银氨溶液的方法是: 先向试管中加入 _____, 然后 _____, 反应的离子方程式为 _____

_____、_____
_____,
向银氨溶液中滴加少量的乙醛, _____
_____,
片刻即可在试管内壁形成银镜, 反应的化学方程式为 _____。

解析: (1) 做该实验时, 应将少量 $CuSO_4$ 溶液滴入 NaOH 溶液中制得 $Cu(OH)_2$, 然后加入乙醛, 并用酒精灯加热至沸腾, 可产生砖红色 Cu_2O 沉淀。
(2) 要熟悉银氨溶液的配制及所发生的反应。

答案: (1) ②③①④

(2) 1~2 mL $AgNO_3$ 溶液 边振荡试管边逐滴滴入稀氨水至沉淀恰好溶解为止 $Ag^+ + NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons AgOH \downarrow + NH_4^+$



振荡后将试管置于盛有热水的烧杯中 $CH_3CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{\Delta} CH_3COONH_4 + 2Ag \downarrow + 3NH_3 + H_2O$

第四节 羧酸 羧酸衍生物

第1课时 羧酸

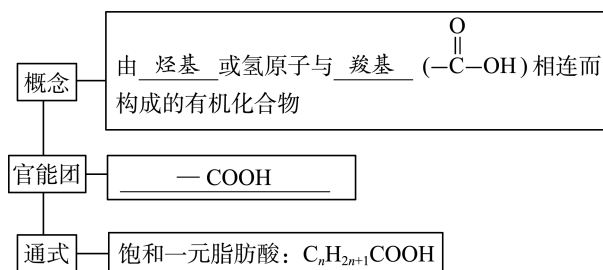
学习任务目标

- 1.掌握乙酸及羧酸的组成、结构、性质和用途。
- 2.掌握重要的有机化合物之间的相互关系,并学会在有机合成与推断中的应用。

问题式预习

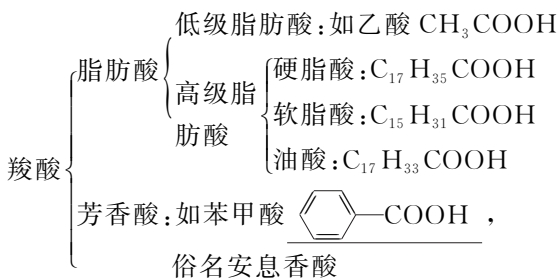
一、羧酸

1.概念及分子结构

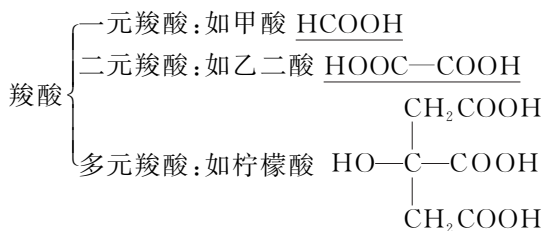


2.分类

(1)按分子中烃基的结构分



(2)按分子中羧基的数目分

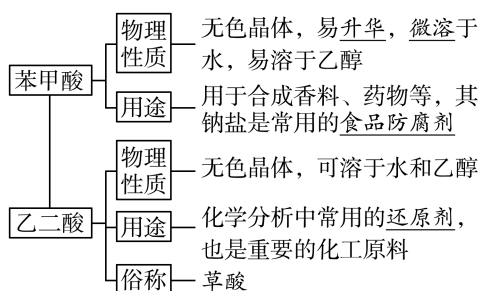


3.几种羧酸的比较

(1)甲酸

俗称	物理性质	结构	官能团	性质	用途
蚁酸	无色、有刺激性气味的液体，能与水、乙醇等互溶		$-\text{COOH}$ 、 $-\text{CHO}$	有 <u>腐蚀性</u> ，呈酸性、与银氨溶液反应	用作还原剂，是合成医药、农药和染料等的原料

(2)苯甲酸和乙二酸

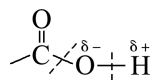


4.羧酸的性质

(1)物理性质：随着分子中碳原子数的增加，一元羧酸在水中的溶解度迅速减小，其沸点逐渐升高。

(2)羧酸的分子结构特点与性质

氧原子电负性较大，使羧酸发生化学反应时，下面两个部位的化学键容易断裂。

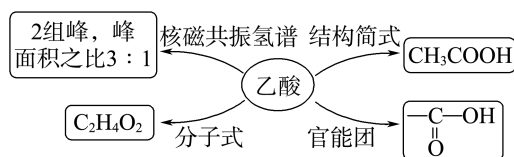


① O—H 断裂时，会解离出 H^+ ，使羧酸表现出酸性；

② C—O 断裂时，—OH 可以被其他基团取代，生成酯、酰胺等羧酸衍生物。

二、乙酸

1.分子结构



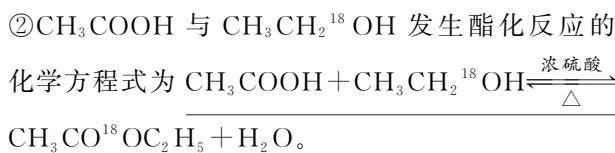
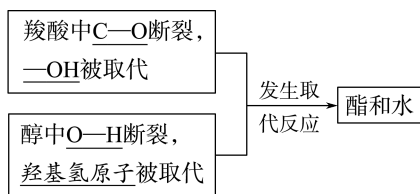
2.化学性质

(1)弱酸性

电离方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ ，属于一元弱酸，具有酸的通性。

(2) 酯化反应

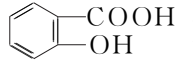
① 酯化反应原理



任务型课堂


任务一 羟基氢原子活泼性的比较

[探究活动]

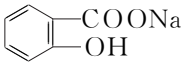
材料 1 阿司匹林是一种重要的合成药物,具有解热镇痛作用。柳树皮中含有水杨酸() ,阿司匹林就是以水杨酸为原料生产的。

材料 2 苹果醋是一种由苹果发酵而形成的具有解毒、降脂、减肥等明显药效的健康食品。苹果酸(2-羟基丁二酸)是这种饮料的主要酸性物质,苹果酸的结构简式为 $\text{HOOC}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 。

活动 1 1 mol 水杨酸与足量 NaOH 溶液反应,最多消耗多少 NaOH? 写出反应的化学方程式。

提示: 2 mol.  + 2NaOH →



活动 2 由水杨酸制备  ,应选择什么试剂?

提示: NaHCO_3 。

活动 3 1 mol 苹果酸与足量 Na 反应生成标准状况下多少 H_2 ?

提示: 33.6 L。苹果酸分子中有 2 个羧基和 1 个羟基,1 mol 苹果酸与足量 Na 反应生成 33.6 L H_2 (标准状况下)。

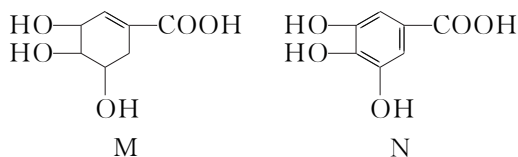
活动 4 1 mol 苹果酸与 Na_2CO_3 溶液反应消耗多少 Na_2CO_3 ?

提示: 苹果酸分子中含有 2 个羧基,1 mol 苹果酸与 Na_2CO_3 溶液反应,可消耗 1 mol Na_2CO_3 ,生成 CO_2 和有机物。

[评价活动]

1. 下列物质中,不能与乙酸发生化学反应的是 ()
- A. 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ B. 乙二醇
C. 氯化钙 D. 苯酚钠

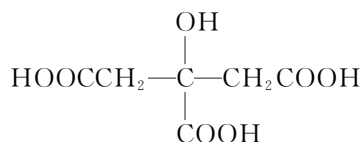
2. 羧酸 M 和 N 常用于制香料或作为饮料酸化剂。下列关于这两种有机物的说法错误的是 ()



- A. 两种羧酸都能与溴水发生反应
B. 1 mol N、1 mol M 分别与 Na、 NaHCO_3 恰好完全反应,消耗 Na、 NaHCO_3 的量不同
C. 足量的 M 分别与等物质的量的 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 反应得到的气体的物质的量相同
D. 等物质的量的两种羧酸与足量 NaOH 溶液反应时,消耗 NaOH 的物质的量不同

B 解析: M 含有碳碳双键,N 的苯环上含有酚羟基,两种羧酸都能与溴水发生反应,A 正确;两种羧酸含羟基、羧基的数目相同,1 mol N、1 mol M 分别与 Na、 NaHCO_3 恰好完全反应,消耗 Na、 NaHCO_3 的量相同,B 错误;1 个 M 分子中含有 1 个羧基和 3 个醇羟基,与 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 反应的官能团都只有羧基,则足量的 M 分别与等物质的量的 NaHCO_3 、 Na_2CO_3 反应得到的气体的物质的量相同,C 正确;羧基、酚羟基能与 NaOH 反应,M、N 分别能消耗 NaOH 1 mol、4 mol,D 正确。

3. 柠檬中含有大量的酸,因此被誉为“柠檬酸仓库”,柠檬酸的结构简式如下图所示。下列说法正确的是 ()

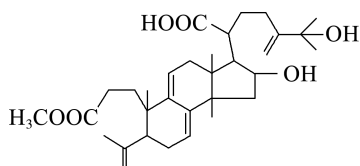


- A. 柠檬酸难溶于水
B. 柠檬酸可以发生酯化反应和催化氧化反应
C. 1 mol 柠檬酸与足量金属 Na 反应,最多可消耗 3 mol Na

D. 1 mol 柠檬酸与足量 NaHCO_3 溶液反应, 最多可消耗 3 mol NaHCO_3

D 解析: 柠檬酸分子中含有 3 个羧基和 1 个羟基, 而羧基和羟基都是亲水基, 故柠檬酸易溶于水, A 项错误; 柠檬酸可以发生酯化反应, 但羟基无对应的 $\alpha\text{-H}$, 所以不能发生催化氧化反应, B 项错误; 羟基和羧基都能与 Na 反应, 1 mol 柠檬酸最多可消耗 4 mol Na , C 项错误; 只有羧基能和 NaHCO_3 反应, 1 mol 柠檬酸最多可消耗 3 mol NaHCO_3 , D 项正确。

4. (2022 · 河北卷) 茯苓新酸 DM 是从茯苓中提取的一种天然产物, 具有一定的生理活性, 其结构简式如图所示。关于该化合物, 下列说法错误的是 ()



- A. 可使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 B. 可发生取代反应和加成反应
 C. 可与金属钠反应放出 H_2
 D. 分子中含有 3 种官能团

D 解析: 该分子中含有碳碳双键, 故可使酸性 KMnO_4 溶液褪色, A 正确; 分子中含有碳碳双键, 故可发生加成反应, 含有羧基和羟基, 故能发生酯化反应, 酯化反应属于取代反应, B 正确; 分子中含有羧基和羟基, 故能与金属钠反应放出 H_2 , C 正确; 分子中含有碳碳双键、羧基、羟基和酯基 4 种官能团, D 错误。

任务总结

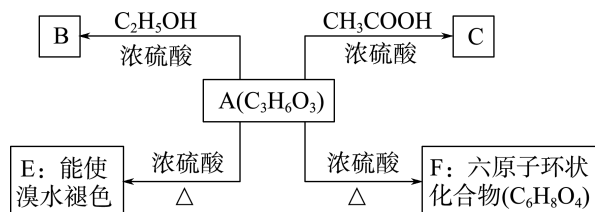
羟基氢原子活泼性的比较

有机物	乙醇	水	苯酚	碳酸	乙酸
分子结构	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\text{H}-\text{OH}$			CH_3COOH
与石蕊溶液反应	不变红	不变红	不变红	变浅红	变红
与 Na 反应	产生 H_2	产生 H_2	产生 H_2	产生 H_2	产生 H_2
与 NaOH 反应	不反应	不反应	反应	反应	反应
与 NaHCO_3 反应	不反应	HCO_3^- 部分水解 (溶液呈碱性)	不反应	不反应	产生 CO_2
羟基氢的活泼性强弱	$\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{H}_2\text{O} > \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$				

任务二 酯化反应的类型

[探究活动]

乳酸 A 在某种催化剂的存在下进行氧化反应, 其产物不能发生银镜反应。在浓硫酸存在下, 乳酸 A 可发生如下所示的反应:



活动 1 请推断出化合物 A、B、C 的结构简式。

提示: $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCOOH} \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CHCOOCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{COOCHCOOH} \end{array}$ 。

A 与 CH_3COOH 、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 均发生酯化反应, 分别生成 C、B, 故 A 中含有一 COOH 和一 OH 。结合 A 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, 可知 A 中只含一个 COOH 和一个 OH , 则 A 有两种可能的结构简式: $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \end{array}$ 、 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$ 。

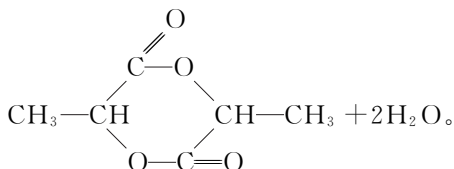
再根据两分子 A 形成的 F 为六原子环状化合物, 知 A 的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$, 其他物质即可依次推出。

活动 2 反应 $\text{A} \rightarrow \text{E}$ 、 $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 的反应类型是什么?

提示: 消去反应、取代反应。

活动 3 请写出 $\text{A} \rightarrow \text{E}$ 、 $\text{A} \rightarrow \text{F}$ 反应的化学方程式。

提示: $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2=\text{CHCOOH} + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

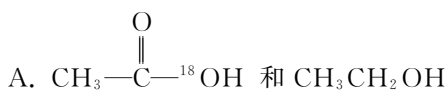


活动 4 按照 $\text{A} \rightarrow \text{F}$ 反应的条件, 还会得到什么产物? 请写出产物的结构简式。

提示: $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COO}-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 。

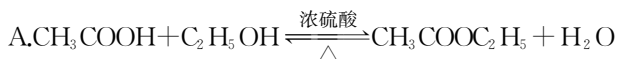
[评价活动]

1. 酸和醇反应生成的酯的相对分子质量为 90, 该反应的反应物是 ()

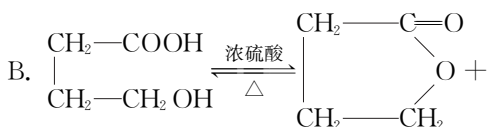


B 解析: A 项反应生成 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 88; B 项反应生成 $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 90; C 项反应生成 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 92; D 项反应生成 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 88。

2. 下列对酯化反应的说法正确的是 ()



属于取代反应



H_2O 属于消去反应

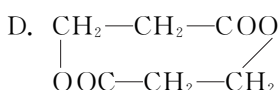
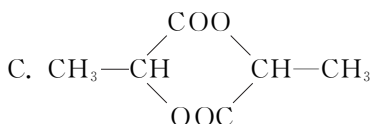


D. 多元羧酸和多元醇不能通过酯化反应生成高分子

A 解析: A、B 中反应均为酯化反应, 属于取代反应, A 正确、B 错误; C 中反应生成的 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ 为卤代烃, 该反应不是酯化反应, C 错误; 多元羧酸与多元醇可以通过酯化反应生成高分子, 如 $\text{HOOC}-\text{COOH}$ 与 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 可反应生成



3. 分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$ 的有机物 B, 在适当条件下, 每两分子 B 可以相互发生酯化反应生成 1 分子 C, 那么 C 的结构不可能是 ()

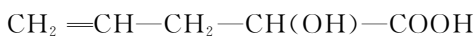


B 解析: 有机物 B ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) 可发生分子间酯化反应, 推知 B 中既含羟基, 又含羧基, 可能的分子结构



A、C、D 项中的物质都有可能由某一物质发生分子间酯化得到。B 项中的物质由两种结构不同的分子发生酯化得到。

4. 某有机化合物的结构简式如下所示:



在不同条件下可能发生不同类型的有机反应, 根据目前学过的相关知识, 回答下列问题。

(1) 该有机化合物分子结构中因含 $-\text{OH}$ 可能发生的有机反应类型有 _____

_____。

(2) 写出 1 mol 该有机物形成酯的结构简式:

_____。

(3) 写出 2 mol 该有机物形成链状结构酯的结构简式: _____。

(4) 写出 2 mol 该有机物形成环状结构酯的化学方程式: _____。

_____。

解析: (1) 含有醇羟基, 且连接醇羟基碳原子相邻碳原子上含有氢原子, 所以能发生消去反应、酯化反应、取代反应、氧化反应。(2) 根据酸脱羟基醇脱氢的断键原则, 可得 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}=\text{O}$ 。

答案: (1) 消去反应、酯化反应、取代反应、氧化反应

(2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}=\text{O}$

(3) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOCH}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$

(4) $2\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}-\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH} \quad \quad \quad \text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$

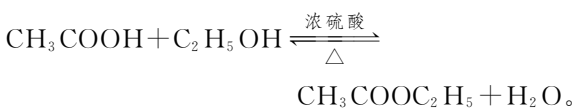
$+ 2\text{H}_2\text{O}$

任务总结

酯化反应的类型

(1)一元醇与一元羧酸之间的酯化反应

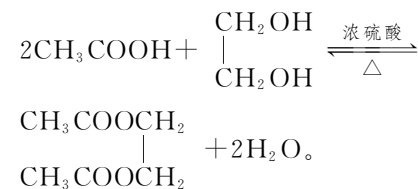
乙酸和乙醇反应的化学方程式为



(2)多元羧酸与一元醇之间的酯化反应

$$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array} \text{和乙醇反应的化学方程式为} \begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array} +$$

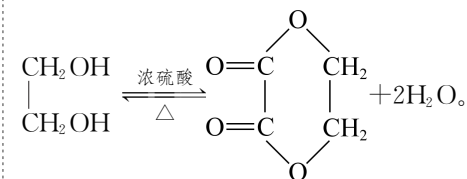

(3)一元羧酸与多元醇之间的酯化反应

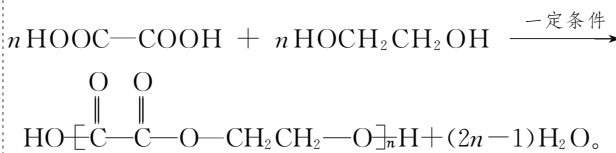
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \text{和乙酸反应的化学方程式为}$$


(4)多元羧酸与多元醇之间的酯化反应

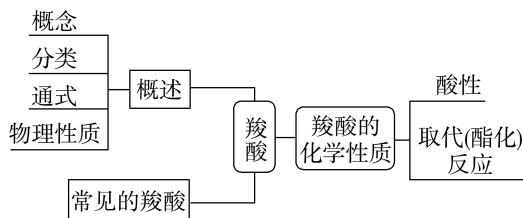
$$\begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array} \text{和} \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} \text{的反应为例:}$$

$$\textcircled{1} \text{形成普通酯的化学方程式为} \begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array} + \begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$$


$$\textcircled{2} \text{形成六元环酯的化学方程式为} \begin{array}{c} \text{COOH} \\ | \\ \text{COOH} \end{array} +$$


$$\textcircled{3} \text{生成聚酯的化学方程式为}$$


► 提质归纳



课后素养评价(十)

基础性·能力运用

知识点 1 乙酸的结构与性质

1.山西老陈醋有“天下第一醋”的盛誉,食醋中含有醋酸,

下列有关叙述主要利用了醋酸的酸性的是 ()

- A.醋酸不小心滴到大理石桌面上,桌面失去光泽
B.熏醋一定程度上可以防止流行性感冒
C.醉酒后,饮用适量的食醋可解酒
D.烹饪鱼时加醋和料酒,可增加鱼的香味

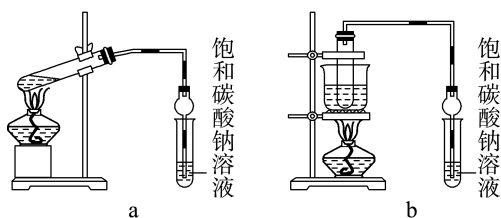
A 解析: 醋酸可与 CaCO_3 反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \longrightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 体现酸性, A 正确;熏醋防止感冒,利用了乙酸的杀菌作用, B 错误;一定条件下,食醋中的乙酸与乙醇可发生酯化反应,起到解酒作用, C 错误;做鱼的时候放料酒和醋,酸和醇发生酯化反应生成具有香味的酯,不是利用醋酸的酸性, D 错误。

2.下列关于乙酸的叙述中,不正确的是 ()

- A.乙酸的分子式是 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, 有 4 个氢原子, 是四元酸
B.乙酸是具有强烈刺激性气味的液体
C.乙酸易溶于水和乙醇
D.鉴别乙酸和乙醇的试剂可以是 NaHCO_3 溶液

A 解析: 乙酸是具有强烈刺激性气味的液体, 易溶于水和乙醇, 为一元弱酸, A 错误、B、C 正确; 乙酸与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2 气体, 而乙醇与 NaHCO_3 溶液不反应, D 正确。

3.乙酸乙酯广泛用于药物、染料、香料等工业, 某学习小组设计以下两套装置, 用乙醇、乙酸和浓硫酸分别制备乙酸乙酯(沸点 77.2°C)。下列说法不正确的是 ()



- A. 浓硫酸能加快酯化反应速率
 B. 不断蒸出酯, 会降低其产率
 C. b 装置与 a 装置相比, 原料损失得少
 D. 可用分液的方法分离出乙酸乙酯

B 解析: 浓硫酸是酯化反应的催化剂, 可加快反应速率, A 正确; 分离出生成的酯, 可促进平衡正向移动, 提高产率, B 错误; b 装置水浴加热可控制温度, 减少反应物的挥发和副反应的发生, 所以原料损失少, C 正确; 乙酸乙酯不溶于碳酸钠溶液, 所以可用分液法分离, D 正确。

知识点 2 羧酸的性质

4. 某同学在学习了乙酸的性质后, 根据甲酸的结构

($\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$) 对其化学性质进行了下列推断, 其中正确的是 ()

- A. 不能与碳酸钠溶液反应
 B. 不能发生银镜反应
 C. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 D. 不能与单质镁反应

C 解析: 甲酸分子中含有醛基和羧基两种官能团, 具有醛与羧酸的双重性质。

5. 下列哪一种试剂可以鉴别乙醇、乙醛、乙酸和甲酸四种无色溶液 ()

- A. 银氨溶液
 B. 浓溴水
 C. 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 D. FeCl_3 溶液

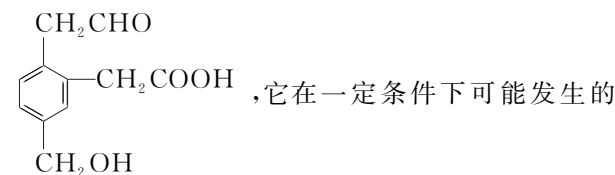
C 解析: 乙醇 + 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$ 无现象; 乙醛 + 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta}$ 砖红色沉淀; 乙酸 + 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$ 蓝色沉淀溶解; 甲酸 + 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta}$ 蓝色沉淀溶解。

6. 下列物质中, 最难电离出 H^+ 的是 ()

- A. CH_3COOH B. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 C. H_2O D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$

B 解析: 羟基氢原子的活泼性顺序: 羧基 > 酚羟基 > 水中的羟基 > 醇羟基。

7. 某有机化合物的结构简式为



反应有 ()

- ① 加成反应 ② 水解反应 ③ 酯化反应
 ④ 氧化反应 ⑤ 中和反应 ⑥ 消去反应

- A. ②③④ B. ①③⑤⑥
 C. ①③④⑤ D. ②③④⑤⑥

C 解析: 该有机化合物含有三种官能团: $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{CHO}$, 可能发生的反应: ① 加成反应、③ 酯化反应、④ 氧化反应、⑤ 中和反应。

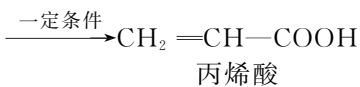
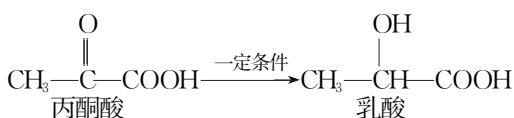
综合性·创新提升

8. 欲把 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2(\text{COOH})$ 转化为 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2(\text{COONa})$, 则不能使用的试剂为 ()

- A. NaOH B. Na_2CO_3
 C. Na D. NaHCO_3

C 解析: $-\text{COOH}$ 、 $-\text{OH}$ 均能与 Na 反应; $-\text{COOH}$ 与 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 均反应, 而 $-\text{OH}$ 与 NaOH 、 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 均不反应。

9. 已知三种有机物存在如下所示转化关系:



下列叙述不正确的是 ()

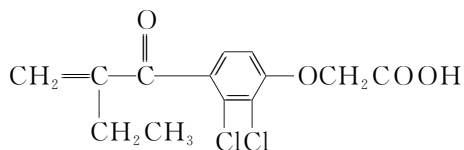
- A. 丙酮酸、丙烯酸含有相同的官能团
 B. 乳酸和丙烯酸都能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 C. 1 mol 丙烯酸最多能与 1 mol 碳酸氢钠反应
 D. 三种有机物均能发生酯化反应

A 解析: 丙酮酸中存在羧基和羰基, 丙烯酸中存在羧基和碳碳双键, A 错误; 根据乙醇能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 可知乳酸能使酸性高锰酸钾溶液褪色, 丙烯酸中存在碳碳双键, 也能使酸性高锰

酸钾溶液褪色, B 正确; 1 mol 丙烯酸含 1 mol $-\text{COOH}$, 最多能与 1 mol 碳酸氢钠反应, C 正确; 三种有机物均能发生酯化反应, D 正确。

10. 利尿酸在奥运会上被禁用, 其结构简式如图所示。

下列叙述正确的是 ()



A. 利尿酸衍生物利尿酸甲酯的分子式是



B. 利尿酸分子内处于同一平面上的原子不超过

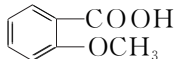
10 个

C. 1 mol 利尿酸能和 7 mol H_2 发生加成反应

D. 利尿酸能与 FeCl_3 溶液发生显色反应

A 解析: 由利尿酸的结构简式不难写出利尿酸甲酯的分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{Cl}_2\text{O}_4$, A 正确; 在利尿酸分子中, 与苯环相连的原子和苯环上的碳原子共 12 个, 都应在同一平面上, B 错误; 由利尿酸的结构简式可以看出, 它含有一个苯环、一个羰基

($-\text{C}=\text{O}$) 和一个碳碳双键, 故 1 mol 利尿酸最多可与 5 mol H_2 发生加成反应, C 错误; 利尿酸分子中不含酚羟基, 故它不能与 FeCl_3 溶液发生显色反应, D 错误。

11. 下列对于有机化合物  的叙述正确的是 ()

A. 在一定条件下 1 mol 该物质最多与 4 mol H_2 发生加成反应

B. 该物质不能与碳酸氢钠反应放出二氧化碳

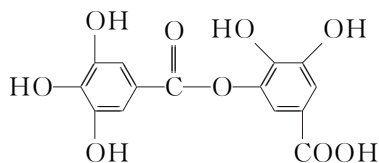
C. 1 mol 该物质与足量的金属钠反应生成 2 mol H_2

D. 该物质的同分异构体中含羟基与苯环直接相连的结构且能水解的有 19 种

D 解析: A 项, 1 mol 苯环最多与 3 mol H_2 发生加成反应, 羧基不能与 H_2 发生加成反应, 错误。B 项, 含有羧基的有机化合物能够与碳酸氢钠反应放出二氧化碳, 错误。C 项, 含有羧基的有机化合

物能够与金属钠反应, 1 mol 该物质与足量的钠反应生成 0.5 mol H_2 , 错误。D 项, 该物质的同分异构体含羟基与苯环直接相连的结构且能水解, 则含有酯基和酚羟基, 符合条件的同分异构体如下: 羟基与苯环直接相连, 另一取代基为 $-\text{CH}_2\text{OOCH}$, 共有邻、间、对 3 种结构; 羟基与苯环直接相连, 另一取代基为 $-\text{OOCCH}_3$, 共有邻、间、对 3 种结构; 羟基与苯环直接相连, 另一取代基为 $-\text{COOCH}_3$, 共有邻、间、对 3 种结构; 羟基与苯环直接相连, 另外含有 1 个 $-\text{OOCH}$ 和 1 个 $-\text{CH}_3$, 共有 10 种结构, 综上分析可知, 共有 19 种, 正确。

12. 四川盛产中药五倍子。以五倍子为原料可制得有机化合物 A。有机化合物 A 的结构简式如下所示:



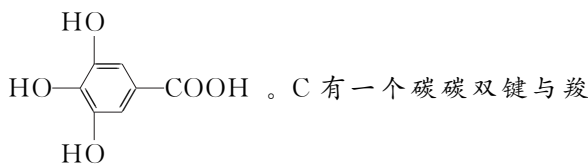
(1) A 的分子式是_____。

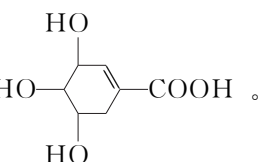
(2) 有机化合物 B 在浓硫酸催化下加热发生酯化反应可得到 A。请写出 B 的结构简式:_____。

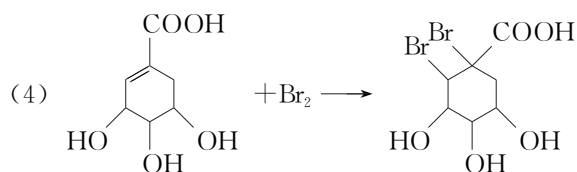
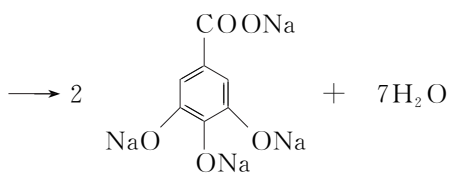
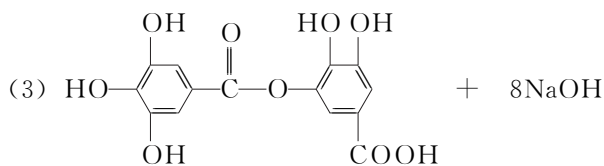
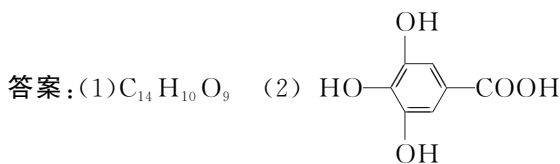
(3) 请写出 A 与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式:_____。

(4) 有机化合物 C 是合成治疗禽流感药物的原料之一。C 可以看成 B 与氢气按物质的量之比 1:2 发生加成反应得到的产物。C 分子中无羟基与碳碳双键直接相连的结构, 它能与溴水反应使溴水褪色。请写出 C 与溴水反应的化学方程式:_____。

解析: 根据有机化合物 A 的结构简式可以确定其分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}_9$ 。A 在酸性条件下水解可以得到有机化合物 B, 则 B 的结构简式为



C 有一个碳碳双键与羧基相连, 则 C 为 。



第2课时 羧酸衍生物

学习任务目标

1. 能从酯基成键方式的角度,了解酯的结构特点和分类,理解酯的化学性质。
2. 能结合酯、油脂等的水解反应推断出酯类物质水解反应后的产物。
3. 通过对羧酸衍生物的学习,了解其在生产、生活中的应用。

问题式预习

一、酯

1. 定义和结构

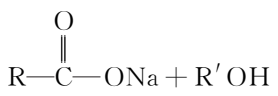
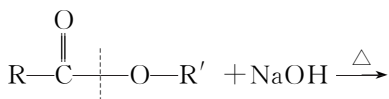
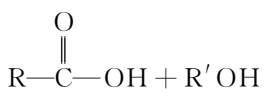
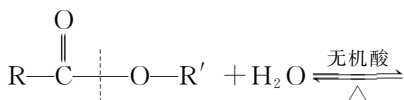
酯是羧酸分子羧基中的 $-OH$ 被 $-OR'$ 取代后的产物,可简称为 $RCOOR'$,其中 R 和 R' 可以相同,也可以不同,其官能团的名称为酯基。饱和一元羧酸和饱和一元醇形成的酯的分子通式为 $C_nH_{2n}O_2$ ($n \geq 2$)。

2. 性质

(1) 酯的物理性质

低级酯——具有芳香气味的液体
 ——密度一般比水小
 ——水中难溶,有机溶剂中易溶

(2) 酯的化学性质



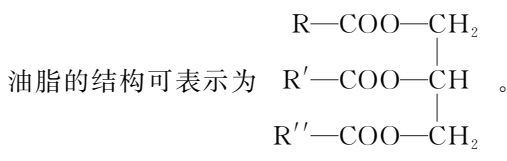
二、油脂

1. 组成、结构及分类

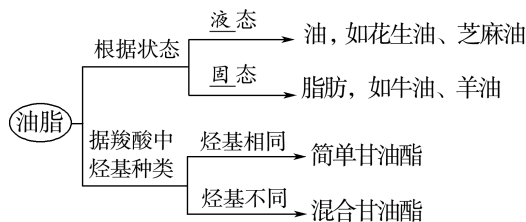
(1) 组成

油脂是高级脂肪酸与甘油形成的酯,属于酯类化合物。

(2) 结构



(3) 分类



(4) 常见高级脂肪酸

分类	饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸
名称	硬脂酸	油酸
结构简式	$C_{17}H_{35}COOH$	$C_{17}H_{33}COOH$

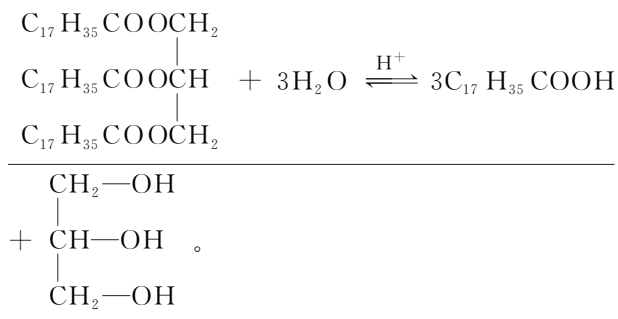
2. 物理性质

油脂 难溶于水,比水的密度 小,天然油脂都是混合物,没有固定的熔、沸点。

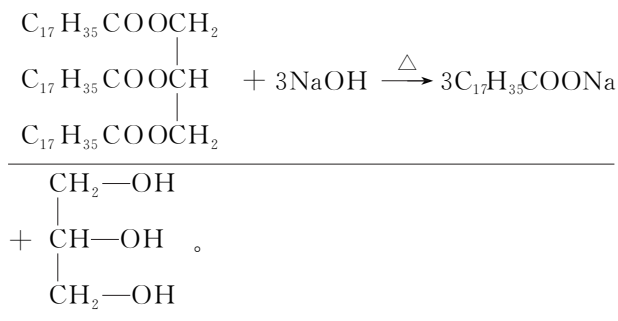
3. 化学性质

(1) 水解反应(以硬脂酸甘油酯为例)

① 酸性条件下



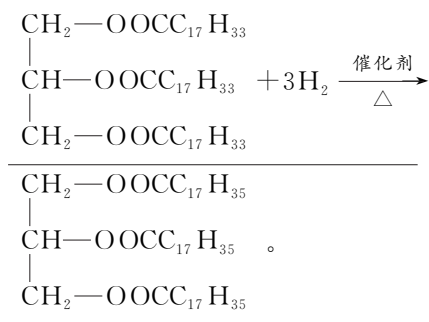
② 碱性条件下——皂化反应



碱性条件下油脂的水解程度比酸性条件下水解程度大。

(2) 油脂的氢化(硬化)

油酸甘油酯与 H_2 反应的化学方程式为




三、酰胺

1. 胺

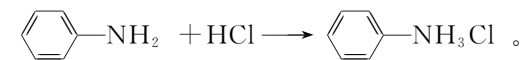
(1) 组成

烃基取代氨分子中的氢原子而形成的化合物叫做

胺,一般可写作 R—NH_2 。胺也可以看作烃分子中的氢原子被氨基取代得到的化合物。例如,甲胺的结构简式为 $\text{CH}_3\text{—NH}_2$, 苯胺的结构简式为 。

(2) 性质

胺类化合物具有碱性,能与酸反应生成盐。例如,苯胺与盐酸反应的化学方程式为



(3) 用途

胺是重要的化工原料。例如,甲胺和苯胺可用于医药、农药和染料等的合成。

2. 酰胺

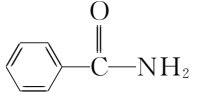
(1) 组成

酰胺是羧酸分子中羟基被氨基取代得到的化合物。

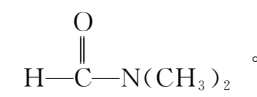
其结构一般表示为 $\text{R—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—NH}_2$, 其中的

$\text{R—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$ 叫做酰基, $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—NH}_2$ 叫做酰胺基。

乙酰胺的结构简式为 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—NH}_2$,

苯甲酰胺的结构简式为 .

N,N-二甲基甲酰胺的结构简式为



(2) 性质

酰胺在酸或碱存在并加热的条件下可以发生水解反应,得到不同的水解产物。

酸性条件下水解: $\text{RCONH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{RCOOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ 。

碱性条件下水解: $\text{RCONH}_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{RCOONa} + \text{NH}_3 \uparrow$ 。

(3) 用途

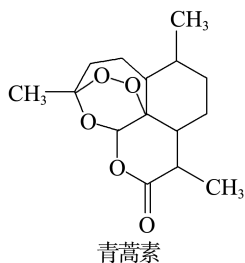
酰胺常被用作溶剂和化工原料。

任务型课堂

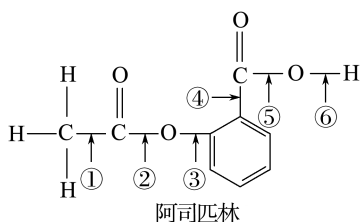
任务一 酯的结构与性质

[探究活动]

材料 1 中国科学家屠呦呦于 2015 年获得诺贝尔生理学或医学奖。屠呦呦从中医古籍里得到启发,用乙醚从青蒿中提取出可以高效抑制疟原虫的成分——青蒿素(结构简式如图所示),这一种药物挽救了很多人的生命。



材料 2 近百年的临床应用证明阿司匹林(结构简式如图所示)对缓解轻度或中度疼痛,如牙痛、头痛、神经痛、肌肉酸痛及痛经效果较好,亦用于感冒、流感等发热疾病的退热,治疗风湿痛等。



活动 1 青蒿素能否与 NaOH 溶液反应?

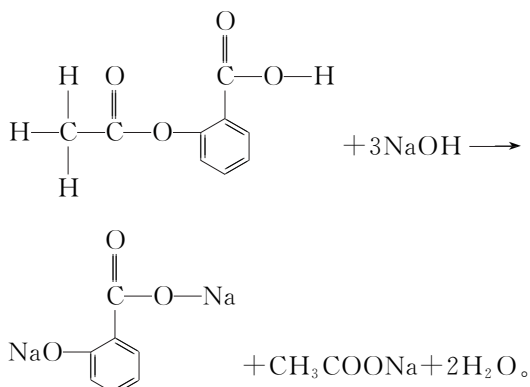
提示:青蒿素含有酯基,可与 NaOH 溶液反应,主要发生水解反应。

活动 2 用乙醚从青蒿中提取青蒿素,利用了什么性质和原理?

提示:青蒿素含有酯基等疏水基,难溶于水,易溶于有机溶剂(如乙醚),采用萃取法提取青蒿素。

活动 3 在阿司匹林的结构简式中,用序号分别标出了其分子中的不同化学键。将阿司匹林与足量 NaOH 溶液共热,发生反应时断键的位置是哪里?写出反应的化学方程式。

提示:能与 NaOH 反应的是羧基和酯基,羧基和碱发生的反应是中和反应,在⑥处断键;酯水解时,在②处断键。



[评价活动]

1. 有机物

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 是一种酯,参照乙酸乙酯水解时化学键的变化特点分析判断下列说法错误的是 ()

- A. 该酯在酸性条件下水解生成三种物质
 B. 该酯的水解反应属于取代反应
 C. 该酯在碱性条件下水解生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$ 、 CH_3COONa 、 $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$
 D. 该酯在碱性条件下的水解反应属于可逆反应

D 解析:该酯在酸性条件下水解生成三种物质,分别为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 CH_3COOH 、 $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$, A 正确;酯的水解反应属于取代反应, B 正确;该酯在碱性条件下水解生成羧酸盐和醇, C 正确;酯在碱性条件下的水解反应不可逆, D 错误。

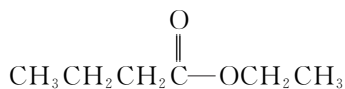
2.某羧酸酯的分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_5$, 1 mol 该酯完全水解可得到 1 mol 羧酸和 2 mol 乙醇,该羧酸的分子式为 ()

- A. $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_5$ B. $\text{C}_{14}\text{H}_{16}\text{O}_4$
 C. $\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_5$ D. $\text{C}_{16}\text{H}_{20}\text{O}_5$

A 解析:由 1 mol 酯($\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_5$)完全水解可得到 1 mol 羧酸和 2 mol 乙醇可知,该酯为二元酯,分子中含有 2 个酯基($-\text{COO}-$),结合酯的水解反应原理可得“ $1\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_5 + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{水解}} 1\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ”,再结合质量守恒定律推知,该羧酸的分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_5$ 。

3. 水果糖是深受人们喜爱的一种食品,但是大多数水果糖中并未真正加入水果,比如菠萝水果糖中并未加入菠萝,而是加入了具有菠萝香味的丁酸乙酯。下列有关丁酸乙酯的说法不正确的是 ()

A. 丁酸乙酯的结构简式为



B. 它是由乙酸和丁醇发生酯化反应得到的

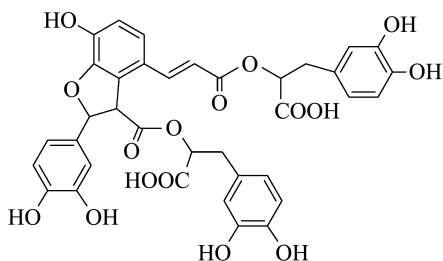
C. 它在碱性条件下水解比在酸性条件下水解更彻底

D. 它与乙酸乙酯互为同系物

B 解析: 丁酸乙酯制备时应用丁酸和乙醇反应得到, 丁酸乙酯的结构简式为

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{OCH}_2\text{CH}_3$; 酯在碱性条件下水解更彻底; 根据同系物的定义可知, 它与乙酸乙酯互为同系物。

4. (2023·湖北卷) 李时珍的《本草纲目》记载的中药丹参, 其水溶性有效成分之一的结构简式如图。下列说法正确的是 ()



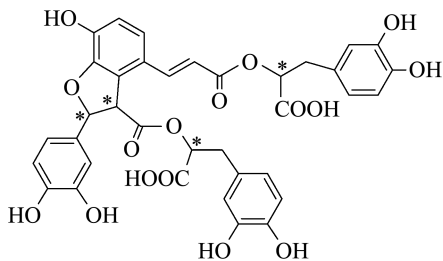
A. 该物质属于芳香烃

B. 可发生取代反应和氧化反应

C. 分子中有 5 个手性碳原子

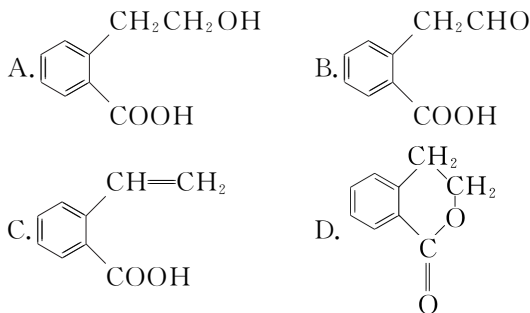
D. 1 mol 该物质最多消耗 9 mol NaOH

B 解析: 该有机物中含有氧元素, 不属于烃, A 错误; 该有机物中含有羟基和羧基, 可以发生酯化反应, 酯化反应属于取代反应, 另外, 该有机物可以燃烧, 即可以发生氧化反应, B 正确; 连有四个不同原子或基团的碳原子称为手性碳原子(或不对称碳原子), 在该有机物结构中,



标有“*”的为手性碳, 则一共有 4 个手性碳原子, C 错误; 该分子中含有 7 个酚羟基、2 个羧基、2 个酯基, 则 1 mol 该物质最多消耗 11 mol NaOH, D 错误。

5. 有机化合物 A、B、C、D 都是烃的含氧衍生物, A 通过不同化学反应分别制得其余三种物质, 它们的结构简式如下图所示。



(1) A 与 B 的相对分子质量相差_____ (填数字)。

(2) A 分子中含氧官能团的名称为_____。

(3) C 的分子式是_____。

(4) A→B 的反应类型是_____, B→A 的反应类型是_____, A~D 中互为同分异构体的是_____。

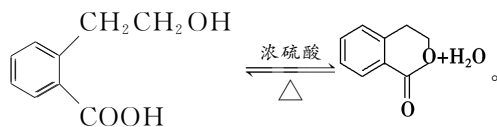
(5) 由 A 生成 D 的化学方程式是_____。

解析: (1) A→B 是醇发生催化氧化反应生成醛, 则 A 与 B 的相对分子质量相差 2。

(2) 中含氧官能团的名称为羟基、羧基。

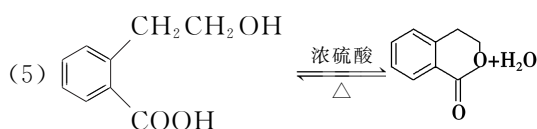
(3) 的分子式是 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$ 。

(4) A→B 发生氧化反应, B→A 发生还原反应或加成反应; 分子式相同, 结构不同的有机化合物互称为同分异构体, 根据结构简式知, C 和 D 互为同分异构体。(5) A 在浓硫酸作催化剂的条件下发生酯化反应生成 D, 反应的化学方程式为



答案: (1) 2 (2) 羟基、羧基 (3) $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_2$

(4) 氧化反应 加成反应(或还原反应) C 和 D

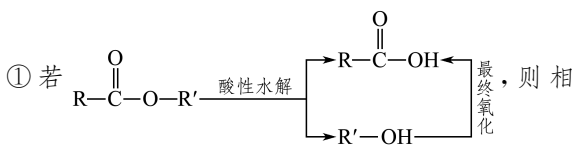


任务总结

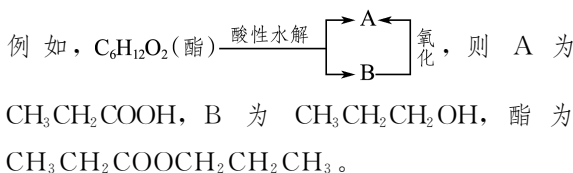
(1) 酯化反应与酯的水解反应的比较

反应类型	酯化反应	酯的水解反应
催化剂	浓硫酸	稀硫酸或 NaOH
催化剂的其他作用	吸收水使平衡右移,提高反应物的转化率	NaOH 中和酯水解生成的酸,提高酯的水解率
加热方法	酒精灯火焰加热	水浴加热
反应类型	取代反应	取代反应

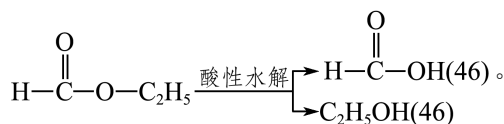
(2) 酯水解所得产物的关系



应的酸和醇碳原子数目相等, 烃基的碳架结构相同, 且醇中必有 $-\text{CH}_2-\text{OH}$ 。



② 若酯水解后得到的酸与醇的相对分子质量相等, 则醇比酸多一个碳原子。例如:



任务二 油脂与酯、矿物油的区别与联系

[探究活动]

“地沟油”泛指在生活中存在的各类劣质油脂, 如回收的食用油、反复使用的炸油等。长期食用“地沟油”可能会引发癌症, 对人体的危害极大。国家很早已经组织开展“地沟油”等城市餐厨废弃物资源化利用和无害化处理工作。

活动 1 下列将“地沟油”变废为宝的各种方案中, 一定不能实现的是哪些?

- ① 发酵生产乙醇、沼气
- ② 分馏获得汽油、煤油
- ③ 水解制造肥皂、甘油
- ④ 转化成工业润滑油

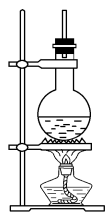
提示: ②。油脂是酯类物质, 汽油和煤油是烃类混合

物, 通过分馏得不到汽油和煤油。

活动 2 如何利用化学方法鉴别矿物油和加工处理过的“地沟油”(植物油)?

提示: 植物油属于油脂, 能在碱性条件下水解, 矿物油的主要成分为烃类, 不与碱反应。取少量液体, 加含酚酞的 NaOH 溶液, 加热, 若不分层且溶液红色变浅的为植物油, 若分层且溶液颜色无变化的为矿物油。

活动 3 为了了解地沟油的处理方法, 某化学小组进行一些实验。如图所示为硬脂酸甘油酯在碱性条件下水解(皂化反应)的装置图。怎样判断油脂皂化反应是否完全进行?



提示: 可以从溶液是否分层来辨别, 皂化反应未完成, 则油脂和溶液分层, 若皂化反应进行完全, 则溶液不分层。

[评价活动]

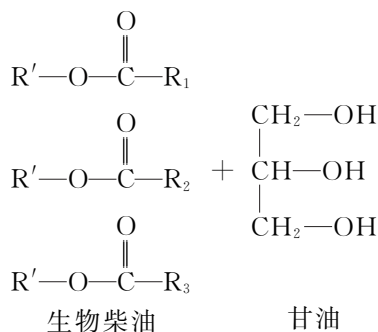
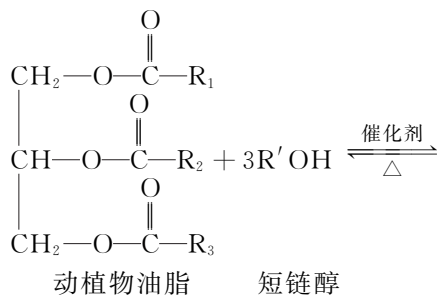
1. 下列关于油、脂肪和矿物油的说法中, 不正确的是 ()
 - A. 油是不饱和高级脂肪酸的简单甘油酯, 是混合物
 - B. 脂肪是含饱和烃基较多的混合甘油酯, 属于酯类
 - C. 油和脂肪中的饱和烃基和不饱和烃基的相对含量不同, 所以两者的熔点不同
 - D. 向矿物油中加含酚酞的氢氧化钠溶液, 加热, 溶液红色变浅

D 解析: 油和脂肪均为高级脂肪酸甘油酯, 有简单甘油酯和混合甘油酯之分, 天然油脂多为混合甘油酯, 其中油是由不饱和高级脂肪酸形成的, 脂肪是由饱和高级脂肪酸形成的, 天然油脂均为混合物, 故 A、B、C 正确; 矿物油与氢氧化钠溶液不反应, 溶液颜色无明显变化, 故 D 不正确。
2. 区别植物油和矿物油的正确方法是 ()
 - A. 加酸性 KMnO_4 溶液, 振荡
 - B. 加 NaOH 溶液, 煮沸
 - C. 加新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 煮沸
 - D. 加溴水, 振荡

B 解析: 植物油含有不饱和键, 可使酸性 KMnO_4 溶液、溴水褪色, 若矿物油是裂化汽油, 也能使酸性 KMnO_4 溶液、溴水褪色, A、D 错误; 向两者中分别加入 NaOH 溶液煮沸, 分层现象消失的为植物油,

分层的为矿物油, B 正确; 植物油和矿物油都不与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应, C 错误。

3. 在一定条件下, 动植物油脂与醇反应可制备生物柴油, 化学方程式如下所示:



下列叙述错误的是 ()

- A. “地沟油”可用于制备生物柴油
- B. 生物柴油属于酯类, 不属于油脂
- C. 该反应属于酯化反应
- D. 生物柴油可由可再生资源制得

C 解析: “地沟油”中含有动植物油脂, 而动植物油脂与醇反应可制备生物柴油, A 正确; 生物柴油是酯类, 不是油脂, B 正确; 酸和醇反应生成酯和水的反应为酯化反应, 此反应不符合酯化反应的要求, 不是酯化反应, C 错误; 生物柴油由可再生资源制得, D 正确。



4. $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}$ 能发生的反应有 ()



- ①皂化反应 ②使酸性高锰酸钾溶液褪色
 - ③使溴水褪色 ④氧化反应 ⑤还原反应
 - ⑥加成反应
- A. ①⑤ B. ①②③④
- C. ①④⑤⑥ D. 全部

D 解析: 根据该物质结构可知, 该有机化合物中含有碳碳不饱和键, 所以可以使酸性高锰酸钾溶液褪色, 属于氧化反应; 可使溴水褪色, 属于加成反应;

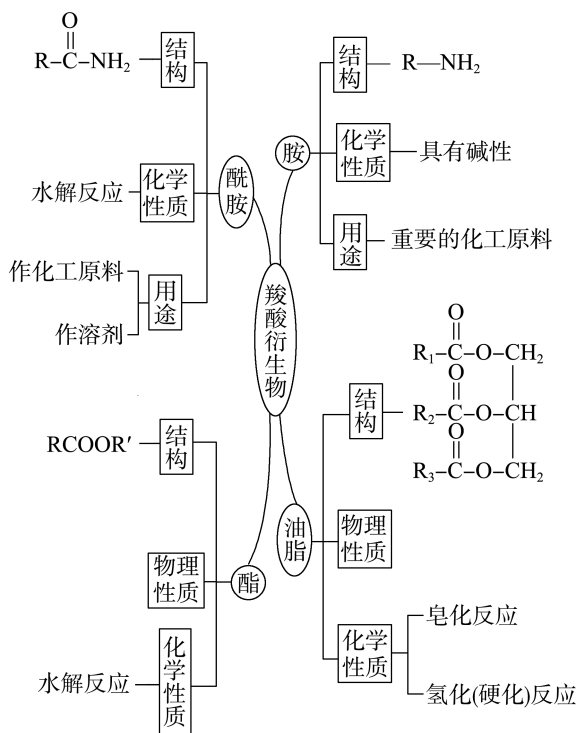
可与氢气发生加成反应, 属于还原反应; 该物质属于油脂, 可发生皂化反应。

任务总结

油脂与酯、矿物油的区别与联系

分类	油脂		酯	矿物油
	油	脂肪		
组成	不饱和和高级脂肪酸的甘油酯	饱和和高级脂肪酸的甘油酯	含氧酸与醇类反应的生成物	多种烃(石油及其分馏产品)
状态	液态	固态	液态或固态	液态
化学性质	能水解, 兼有烯烃的性质	能水解	在酸或碱的作用下不能水解	具有烃的性质, 不能水解
存在	芝麻等油料作物中	动物脂肪	花草、水果等	石油
联系	油和脂肪统称油脂, 均属于酯类			烃类
鉴别	分别加含酚酞的氢氧化钠溶液, 加热, 溶液红色变浅且不再分层的为油脂和酯, 矿物油无明显变化			

提质归纳



课后素养评价(十一)

基础性·能力运用

知识点 1 酯的结构与性质

1. 酯类物质广泛存在于香蕉、梨等水果中。某实验小组先从梨中分离出一种酯,然后将分离出的酯水解,得到乙酸和另一种化学式为 $C_6H_{14}O$ 的物质。对于此过程,以下分析不正确的是 ()

A. $C_6H_{14}O$ 含有羟基

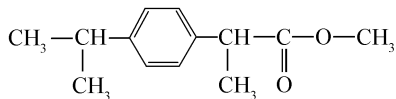
B. $C_6H_{14}O$ 可与金属钠发生反应

C. 实验小组分离出的酯可表示为 $CH_3COOC_6H_{13}$

D. 不需要催化剂,这种酯在水中加热即可大量水解

D 解析: 酯水解生成羧酸和醇,因此 $C_6H_{14}O$ 中存在羟基,能与钠发生反应;根据酯化反应原理,该酯的结构简式可表示为 $CH_3COOC_6H_{13}$,其水解需要酸等催化剂。

2. 某种药物的主要成分 X 的结构简式如图所示。下列关于有机化合物 X 的说法中,正确的是 ()



A. X 难溶于水,易溶于有机溶剂

B. X 能与溴水反应

C. X 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色

D. X 的水解产物能发生消去反应

A 解析: A 项,X 属于酯类,故难溶于水,易溶于有机溶剂;B 项,X 分子中不含不饱和碳碳键,故不与溴水反应;C 项,苯环侧链上的烃基可以被酸性高锰酸钾溶液氧化;D 项,X 水解生成的 CH_3OH 不能发生消去反应。

3. 分子式为 $C_9H_{18}O_2$ 的有机物 A 在硫酸存在下与水反应生成 B、C 两种物质,C 经一系列氧化最终可转化为 B 的同类物质,又知等质量的 B、C 的蒸气在同温同压下的体积相同,则 A 的结构共有 (不考虑立体异构) ()

A. 8 种

B. 12 种

C. 16 种

D. 18 种

A 解析: 根据题意得 A 属于酯,B 属于羧酸,C 属于醇且含 $-CH_2OH$,等质量的 B、C 的蒸气在同温

同压下所占体积相同,即 B、C 的摩尔质量相等,C 比 B 多一个碳原子数,B 为 $C_4H_8O_2$,写成 C_3H_7-COOH ,有 2 种结构,C 为 $C_5H_{12}O$,写成 $C_4H_9-CH_2OH$,有 4 种结构,符合条件的酯有 $2 \times 4 = 8$ 种。

知识点 2 油脂的结构与性质

4. 关于油脂,下列说法不正确的是 ()

A. 大豆油与纯碱溶液混合加热,分层现象消失

B. 花生油能使酸性高锰酸钾溶液褪色

C. 植物油通过催化加氢可转化为氢化油

D. 汽油、柴油、机油、石蜡属于油脂中的油类

D 解析: 大豆油在碱性条件下水解生成甘油、羧酸钠,易溶于水,A 正确;花生油中含有较多的不饱和高级脂肪酸甘油酯,含有碳碳双键可以使酸性高锰酸钾溶液褪色,B 正确;植物油中含有较多的不饱和高级脂肪酸甘油酯,可以和氢气发生加成反应生成氢化植物油,C 正确;高级脂肪酸所形成的甘油酯才叫油脂,D 错误。

5. 生物柴油是指动植物油脂经过一系列反应生成的高级脂肪酸甲酯或高级脂肪酸乙酯。下列说法正确的是 ()

A. 硬脂酸甲酯的分子式为 $C_{19}H_{36}O_2$

B. 生物柴油与从石油中分馏出来的柴油都属于烃类物质

C. “地沟油”经过加工后,可以转化为生物柴油用作发动机燃料

D. 相同质量的生物柴油比普通柴油燃烧时耗氧量大

C 解析: 硬脂酸甲酯的结构简式为 $C_{17}H_{35}COOCH_3$,分子式为 $C_{19}H_{38}O_2$,A 错误;生物柴油不含有烃,成分为酯类,而柴油只含有烃,成分不相同,B 错误;“地沟油”中含有动植物油脂,动植物油脂与醇反应可制备生物柴油,C 正确;生物柴油含有氧元素,所以相同质量的生物柴油比普通柴油燃烧耗氧量小,D 错误。

知识点 3 酰胺的结构和性质

6. 下列有关乙酰胺($\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$)的说法错误的是 ()

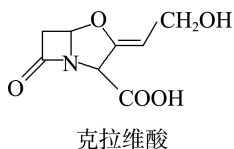
A. 乙酰胺可看作乙酸中的羟基被氨基取代后的产物

B. 在酸性、加热条件下水解时生成乙酸和铵盐
C. 在碱性、加热条件下水解时生成乙酸盐和铵盐
D. 乙酰胺常用作许多有机化合物和无机物的溶剂

C 解析: 乙酰胺在碱性、加热条件下水解生成乙酸盐, 并释放出氨气。

综合性·创新提升

7. (2023·山东卷) 抗生素克拉维酸的结构简式如图所示, 下列关于克拉维酸的说法错误的是 ()



A. 存在顺反异构
B. 含有 5 种官能团
C. 可形成分子内氢键和分子间氢键
D. 1 mol 该物质最多可与 1 mol NaOH 反应

D 解析: 该有机物存在碳碳双键, 且双键两端的碳原子分别连有互不相同的原子或原子团, 故该有机物存在顺反异构, A 正确; 该有机物含有羟基、羧基、碳碳双键、醚键和酰胺基 5 种官能团, B 正确; 该有机物中的羧基、羟基、酰胺基等官能团具有形成氢键的能力, 故其分子间可以形成氢键, 其中距离较近的某些官能团之间还可以形成分子内氢键, C 正确; 1 mol 该有机物含有羧基和酰胺基各 1 mol, 这两种官能团都能与强碱反应, 故 1 mol 该物质最多可与 2 mol NaOH 反应, D 错误。

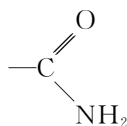
8. 油煎和烘烤的食品中含有浓度严重超标的丙烯酰胺($\text{CH}_2=\text{CHCONH}_2$, 简称丙毒), 它是一种致癌物质。下列有关丙烯酰胺的说法不正确的是 ()

A. 丙烯酰胺能使溴水褪色
B. 丙烯酰胺分子内的所有原子不可能在同一平面内
C. 丙烯酰胺中含有氨基、羧基官能团
D. 丙烯酰胺在一定条件下能水解生成



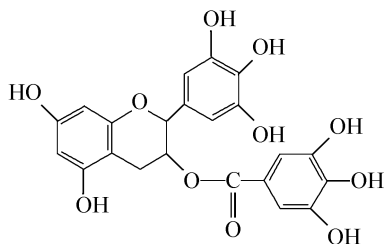
C 解析: 该物质含碳碳双键可使溴水褪色, A 正确; 分子中含酰胺基, 则所有原子不可能共平面, B

正确; 丙烯酰胺中含有酰胺基, 不含羧基, C 错误;



水解可生成羧基和 NH_3 , D 正确。

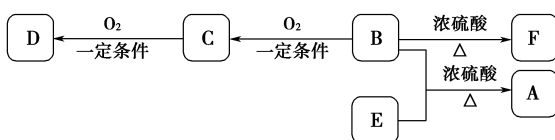
9. 一种有机物 A 的结构简式如图所示。下列有关有机物 A 的说法不正确的是 ()



A. A 在空气中易氧化, 遇 FeCl_3 溶液能发生显色反应
B. A 能与碳酸氢钠溶液反应放出二氧化碳
C. 1 mol A 最多可与含 9 mol 氢氧化钠的溶液完全反应
D. 1 mol A 与足量的浓溴水反应最多可与 6 mol Br_2 反应

B 解析: A 含有酚羟基, 在空气中易氧化, 遇 FeCl_3 溶液能发生显色反应, A 正确; 因酚羟基的酸性比碳酸的弱, 不能与碳酸氢钠溶液反应放出二氧化碳, B 错误; 1 mol A 分子结构中含有 8 mol 酚羟基、1 mol 酯基, 能与含 9 mol 氢氧化钠的溶液完全反应, C 正确; 能被溴原子取代的只有酚羟基的邻、对位氢原子, 所以 1 mol A 物质最多可与 6 mol Br_2 作用, D 正确。

10. 有机化合物 A($\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$) 具有兰花香味, 可用作香皂、洗发水的芳香赋剂。



已知:

- ①B分子中没有支链。
- ②D能与碳酸氢钠溶液反应放出二氧化碳。
- ③D、E具有相同的官能团且互为同分异构体。E分子烃基上的氢若被氯原子取代,其一氯代物只有一种。
- ④F可以使溴的四氯化碳溶液褪色。

(1)B可以发生的反应有_____ (填序号)。

①取代反应 ②消去反应 ③加聚反应

④氧化反应

(2)D、F分子中所含的官能团的名称依次是_____、_____。

(3)写出D、E的同分异构体中与D、E具有相同官能团的同分异构体的可能的结构简式:_____。

(4)E可用于生产氨苄青霉素等。已知E的制备方法不同于其常见的同系物,据文献报道,可由2-甲基-1-丙醇和甲酸在一定条件下制取E,该反应的化学方程式是_____。

解析:由题干信息知A为酯,且A由B和E发生酯化反应生成;根据 $B \xrightarrow{O_2} C \xrightarrow{O_2} D$ 可知B为醇,E为羧酸;又因D和E是具有相同官能团的同分异

构体,说明B和E中碳原子数相同。结合A的分子式可知E中含有5个碳原子,又因E分子烃基上的氢被氯原子取代,其一氯代物只有一种,可以

确定E的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{COOH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$;进一步

可知B的分子式为 $C_5H_{12}O$,说明B为饱和一元醇,又因B中没有支链,可确定B的结构简式为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$ 。

答案:(1)①②④

(2)羧基 碳碳双键

(3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{C}-\text{OH} \\ || \\ \text{O} \end{array}$ 、

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$

(4) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \end{array} + \text{HCOOH} \xrightarrow{\text{一定条件}}$

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O} \\ | \quad || \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{C}-\text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$

第五节 有机合成

学习任务目标

1. 掌握构建碳骨架的方法和引入官能团的方法及有机化合物官能团之间的相互转化。
2. 在掌握各类有机化合物的性质、反应类型、相互转化的基础上,初步学习设计合理的有机合成路线。
3. 初步学会逆合成分析法在有机合成中的应用。

问题式预习

一、有机合成的主要任务

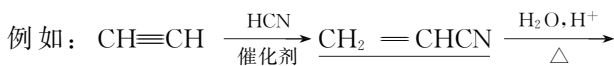
1. 概念

有机合成使用相对简单易得的原料,通过有机化学反应构建碳骨架和引入官能团,由此合成出具有特定结构和性质的目标分子。

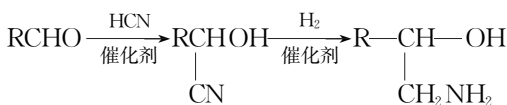
2. 构建碳骨架

(1) 碳链的增长

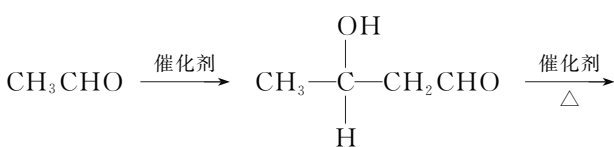
① 通过引入含碳原子的官能团等方式使碳链增长。



$\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ 。



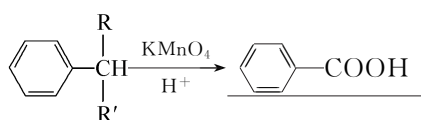
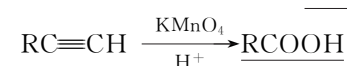
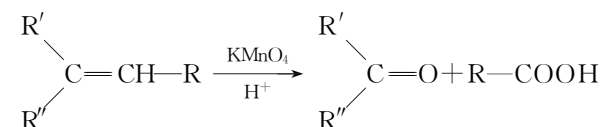
② 羟醛缩合反应。例如: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} + \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{CH}_2\text{CHO} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$



$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCHO} + \text{H}_2\text{O}$ 。

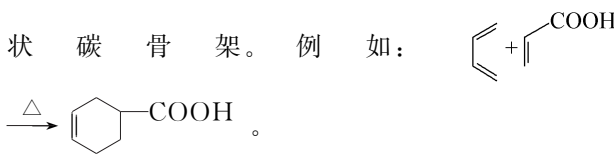
(2) 碳链的缩短

氧化反应可使碳链缩短,烯炔、炔烃以及芳香烃的侧链被酸性高锰酸钾溶液氧化,生成碳链缩短的羧酸或酮。例如:



(3) 构建环状碳骨架

共轭二烯烃与含碳碳双键的化合物在一定条件下发生第尔斯-阿尔德反应,得到环加成产物,构建环状碳骨架。例如:



3. 引入官能团

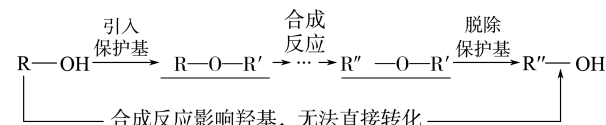
有选择地通过取代、加成、消去、氧化、还原等有机化学反应,可以实现有机化合物类别的转化,并引入目标官能团。

(1) 引入—OH 生成醇的反应有烯与 H_2O 加成,卤代烃水解,酯水解,酮、醛与 H_2 加成等。

(2) 引入 $\text{C}=\text{C}$ 的反应有醇与卤代烃的消去反应等。

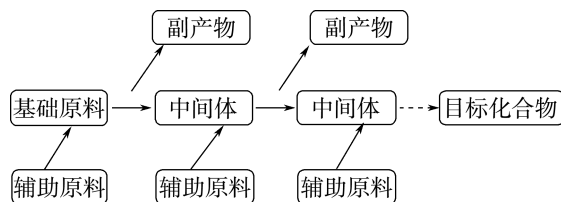
4. 官能团的保护

含有多个官能团的有机物在进行反应时,非目标官能团也可能受到影响。此时需要将该官能团保护起来,先将其转化为不受该反应影响的其他官能团,反应后再转化复原。例如,—OH 的保护过程:



二、有机合成路线的设计与实施

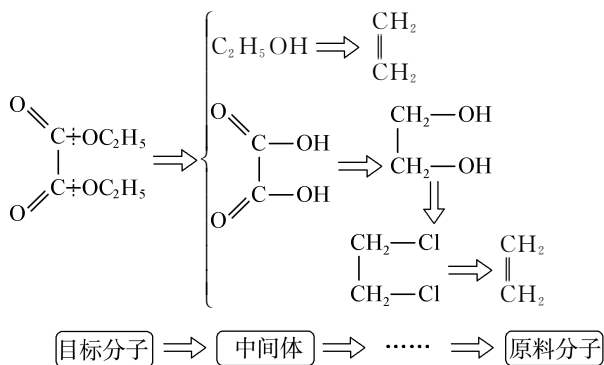
1. 有机合成的过程



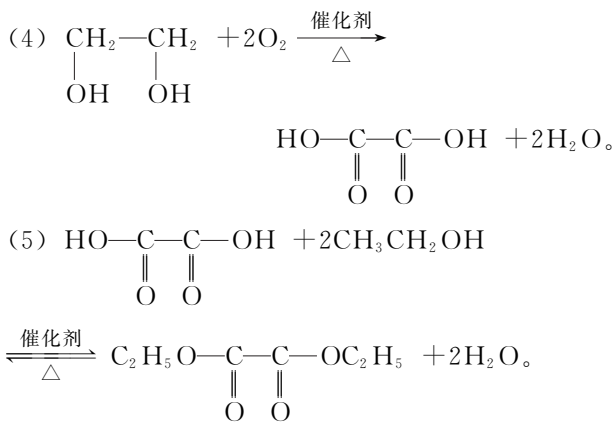
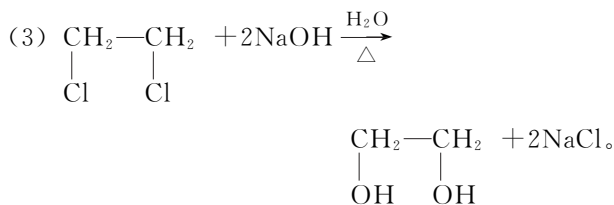
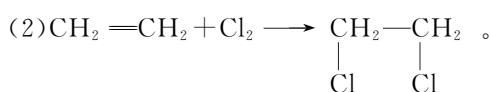
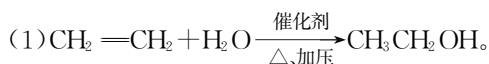
2. 逆合成分析法

逆合成分析的思维过程(以乙二醇二乙酯的合成

为例)



具体合成路线如下所示:



3. 合成路线的设计原则

- (1) 合成步骤较少, 副反应少, 反应产率高。
- (2) 原料、溶剂和催化剂尽可能价廉易得、低毒。
- (3) 反应条件温和, 操作简便, 产物易于分离提纯。
- (4) 污染排放少。
- (5) 要贯彻“绿色化学”理念, 选择最佳合成路线, 以较低的经济成本和环境代价得到目标产物。

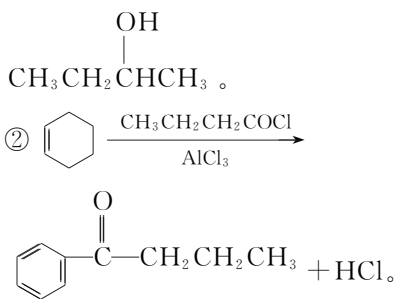
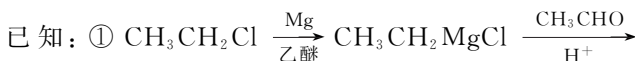
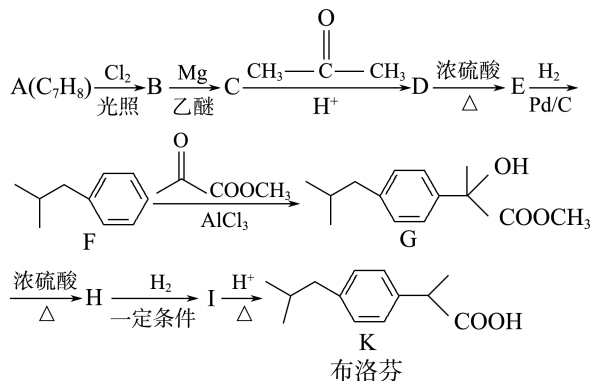
任务型课堂

任务一 有机合成中的碳链变化和官能团衍变

[探究活动]

布洛芬为新一代非甾体消炎镇痛药物, 具有比阿司匹林更强的解热、消炎和镇痛作用, 副作用比阿司匹林小得多, 因此上市以来, 其以疗效高、副作用小为特点而获得了快速发展, 现已成为生产量和使用量最大的消炎解热镇痛药之一。

一种制备布洛芬的合成路线如下所示:



活动 1 布洛芬和原料 A 相比, 除了碳骨架的构建, 产物主要引入了什么官能团? 引入该官能团的方法有哪些?

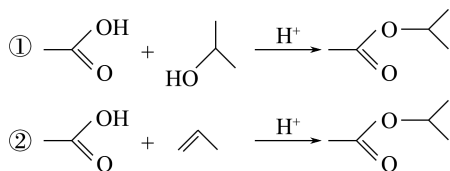
提示: 羧基。醇、醛的氧化, 酯、酰卤、肽键的水解等。

活动 2 为了引入布洛芬分子中苯环右面的基团, 从 G 到 I 分别发生了什么反应?

提示: 消去反应、加成反应。

[评价活动]

1. (2023·全国乙卷) 下列反应得到相同的产物, 相关叙述错误的是 ()




- A. ①的反应类型为取代反应
 B. 反应②是合成酯的方法之一
 C. 产物分子中所有碳原子共平面
 D. 产物的化学名称是乙酸异丙酯

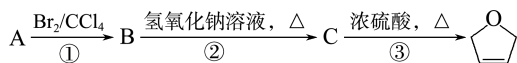
C 解析: 反应①为乙酸和异丙醇在酸的催化下发生酯化反应生成了乙酸异丙酯和水,因此,①的反应类型为取代反应,A叙述正确;反应②为乙酸和丙烯发生加成反应生成乙酸异丙酯,该反应的原子利用率为100%,因此,该反应是合成酯的方法之一,B叙述正确;乙酸异丙酯分子中含有4个饱和的碳原子,其中异丙基中存在着一个饱和碳原子连接两个饱和碳原子和一个乙酰氧基,类比甲烷的正四面体结构可知,乙酸异丙酯分子中的所有碳原子不可能共平面,C叙述错误;两个反应的产物是相同的,从结构上看,该产物是由乙酸与异丙醇通过酯化反应生成的酯,故其化学名称是乙酸异丙酯,D叙述正确。

2. 下列反应能使前者碳链缩短的是 ()

- A. 乙醛发生自身羟醛缩合反应
 B. 乙苯和酸性 KMnO_4 溶液反应
 C. 乙醛和银氨溶液反应
 D. 乙烯和 HCN 发生加成反应

B 解析: 乙醛发生自身羟醛缩合反应最终生成 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CHCHO}$, 碳链增长, A 错误; 乙苯被酸性 KMnO_4 溶液氧化为苯甲酸, 碳链缩短, B 正确; 乙醛与银氨溶液反应生成乙酸铵, 碳原子数不变, 碳链长度不变, C 错误; 乙烯和 HCN 发生加成反应生成 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$, 碳链增长, D 错误。

3.  是一种有机醚, 可由链状烃 A (分子式为 C_4H_6) 通过如图所示路线制得。下列说法正确的是 ()

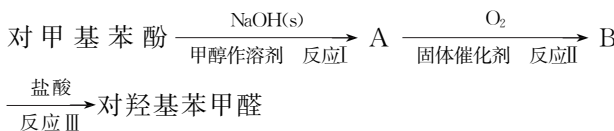


- A. A 的结构简式是 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
 B. B 中的官能团有碳溴键、碳碳双键
 C. C 在 Cu 或 Ag 作催化剂、加热条件下能被 O_2 氧化为酮
 D. ①、②、③的反应类型分别为加成反应、取代反应、消去反应

B 解析: 由有机醚的结构及反应③的条件可知 C 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$, 结合反应①和②的条件可推知 B 为 $\text{BrCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{Br}$, A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, A 错误; B 中含有的官能团是碳碳双键和碳溴键, B 正确; C 为 $\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{OH}$, 连接醇羟基的碳原子上含有 2 个氢原子, C 能被催化氧化生成醛, C 错误; 烯烃能和溴发生加成反应、卤代烃能发生水解

反应, 水解反应属于取代反应, 醇生成醚的反应为取代反应, ①、②、③分别是加成反应、取代反应、取代反应, D 错误。

4. 对羟基苯甲醛是一种合成医药、香料、液晶材料的重要中间体, 以对甲基苯酚 ($\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OH}$) 为主要原料合成对羟基苯甲醛 ($\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$) 的工艺流程如图所示:



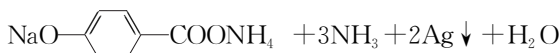
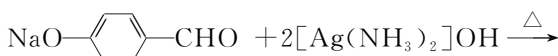
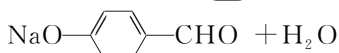
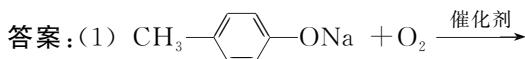
(1) 写出反应 II 的化学方程式: _____;
 B 能与银氨溶液反应生成 Ag , 写出该反应的化学方程式: _____。

(2) 在生产对羟基苯甲醛的过程中不直接用氧气氧化对甲基苯酚的原因是 _____。

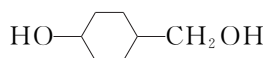
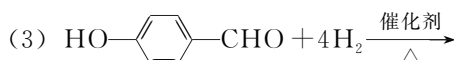
(3) 写出对羟基苯甲醛在一定条件下与足量氢气反应的化学方程式: _____。

(4) 对羟基苯甲醛有多种同分异构体, 其中苯环上只有一个侧链的同分异构体的结构简式为 _____。

解析: 根据对甲基苯酚的结构简式和各反应的条件可知, 反应 I 为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{\text{甲醇}} \text{NaO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 反应 II 为 $\text{NaO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{NaO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$, 反应 III 为 $\text{NaO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} + \text{HCl} \rightarrow \text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO} + \text{NaCl}$ 。对甲基苯酚中的酚羟基易被氧化, 反应 I 的作用是保护酚羟基, 防止其被氧化。



(2) 防止酚羟基被氧化



任务总结

(1) 有机合成中常见的碳链变化

碳链变化	反应方式
碳链增长	不饱和有机物之间的加成或相互加成
	卤代烃与氰化钠或炔钠的反应
	醛、酮与 HCN 加成
碳链缩短	烯烃、炔烃的氧化
	烷烃的裂解
	脱羧反应
	芳香烃侧链的氧化

(2) 常见官能团引入或转化的方法

常见官能团	反应类型
碳碳双键	卤代烃的消去反应
	醇的消去反应
	炔烃与 H ₂ 、HX、X ₂ 的不完全加成反应
卤素原子	不饱和烃与卤素单质(或卤化氢)的加成反应
	烷烃、苯及同系物与卤素单质发生取代反应
	醇与氢卤酸的取代反应
羟基	卤代烃的水解反应
	醛、酮与 H ₂ 的加成反应
	酯的水解反应
羧基	醛的氧化
	苯的同系物的氧化(酸性高锰酸钾溶液)
	酯的水解(酸性条件)

(3) 有机物分子中官能团的消除

- 消除不饱和双键或三键, 可通过加成反应。
- 经过酯化、氧化、与氢卤酸取代、消去等反应, 都可以消除羟基。
- 通过加成、氧化反应可消除醛基。
- 通过水解反应可消除酯基。

任务二 有机合成路线的设计

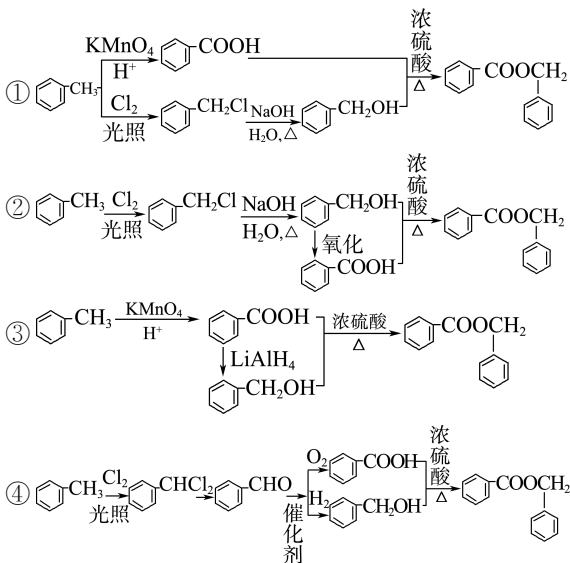
[探究活动]

材料 1 乙酸是醋的主要成分, 而醋几乎贯穿了整个人类文明史。工业上大量使用的醋酸是通过石油化

学工业人工合成的。目前出现了乙烯直接氧化得到乙酸的方法: 由乙烯在催化剂(如氯化钯: PdCl₂)存在的条件下, 与氧气发生反应生成。

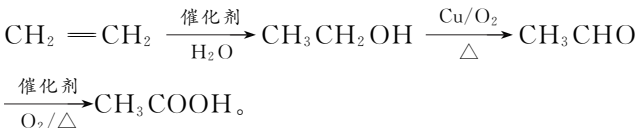
材料 2 苯甲酸甲酯, 又名安息香酸甲酯, 用作纤维素醚、纤维素酯、合成树脂和橡胶的溶剂和聚酯纤维的助染剂。苯甲酸甲酯存在于天然的丁香油、依兰油和月下香油中, 可通过精馏提取。

工业生产由苯甲酸在硫酸存在下与甲醇进行酯化反应而制得苯甲酸甲酯。以甲苯为原料合成苯甲酸甲酯的 4 条路线如下所示:



活动 1 请以乙烯为原料设计路线合成乙酸。

提示: 合成路线如下所示:



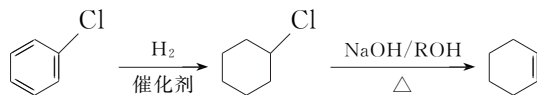
活动 2 利用你所学的知识评价合成苯甲酸甲酯的 4 条路线。

提示: 路线①中由甲苯制取苯甲酸和苯甲醇, 较合理。路线②④中制备苯甲酸步骤多、成本高。路线③的步骤虽然少, 但使用了价格昂贵的催化剂 LiAlH₄ 和要要求无水操作, 成本较高, 条件比较苛刻。

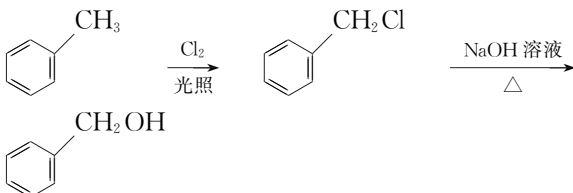
[评价活动]

1. 在一次有机化学课堂小组讨论中, 某同学设计了下列合成路线, 你认为不合理的是 ()

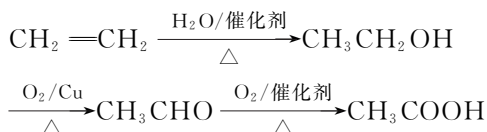
A. 用氯苯合成环己烯:



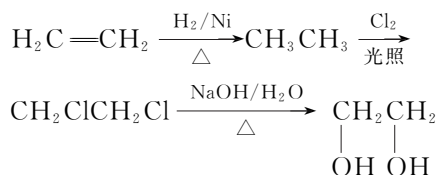
B. 用甲苯合成苯甲醇:

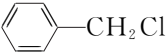
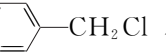
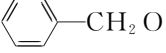



C.用乙烯合成乙酸:

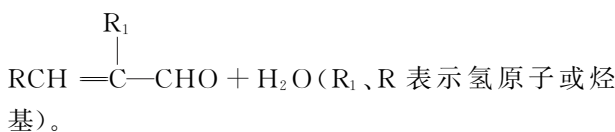
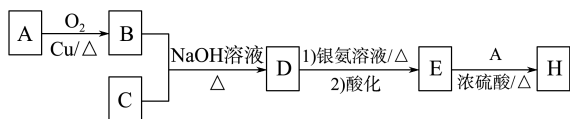


D.用乙烯合成乙二醇:



D 解析:氯苯能与氢气发生加成反应生成一氯环己烷,一氯环己烷在氢氧化钠醇溶液、加热条件下发生消去反应生成环己烯,可以实现,A合理;甲苯与氯气在光照条件下发生甲基上的取代反应生成  ,  在氢氧化钠水溶液、加热条件下发生取代反应生成  ,可以实现,B合理;乙烯与水发生加成反应生成乙醇,乙醇可以发生催化氧化生成乙醛,乙醛可以进一步氧化生成乙酸,可以实现,C合理;乙烯与氯气发生加成反应生成乙烷,但乙烷在光照条件下与氯气发生取代反应,各种取代产物都会产生,无法控制只生成 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,D不合理。

2.物质 H() 是一种定香剂,以芳香醇 A 为原料合成 H 的一种流程如下所示。



回答下列问题:

- (1)D 的结构简式为 _____ ;
E 的官能团名称是 _____ 。
(2)E→H 的反应类型是 _____ 。
(3)写出 A→B 发生反应的化学方程式: _____

(4)E 有多种同分异构体,部分异构体同时满足下列条件:

- I.苯环上有两个取代基;
II.能使溴的四氯化碳溶液褪色,与新制的氢氧化铜反应产生砖红色沉淀且能发生水解反应。

请写出其中任意两种的结构简式: _____


(5)参照上述流程,以有机化合物 C 为原料合成 1-丁醇。设计合成路线: _____

(其他试剂自选)。

解析:根据 H 的结构简式可知,E 和 A 发生酯化反应生成 H,E 是由 D 发生银镜反应并酸化之后生成的,即 E 为羧酸,E 的结构简式为 $\text{CH}=\text{CHCOOH}$,A 的结构简式为 CH_2OH ;A

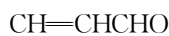


CHO

发生催化氧化生成的 B 是苯甲醛()。根据已知信息可知 B 和 C 反应生成 D,依据 E 的结构简式可知 D 和 C 的结构简式分别是 $\text{CH}=\text{CHCHO}$ 、



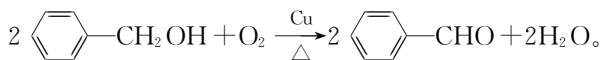
CH_3CHO 。(1)根据以上分析可知 D 的结构简式为



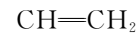
;E 的结构简式为 $\text{CH}=\text{CHCOOH}$,




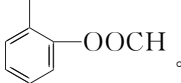
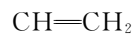
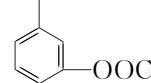
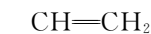
其官能团的名称是碳碳双键、羧基。(2)根据以上分析可知 E→H 的反应类型是取代(或酯化)反应。(3)A→B 发生的反应是醇的催化氧化,反应的化学方程式为




(4)I.苯环上有两个取代基;II.能使溴的四氯化碳溶液褪色,说明含有碳碳双键,与新制的氢氧化铜反应产生砖红色沉淀,能发生水解反应,说明是甲

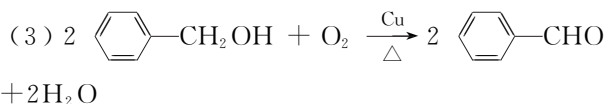


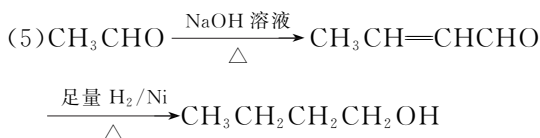
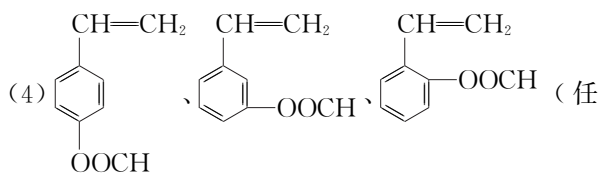
酸生成的酯,则其结构简式可以是  、



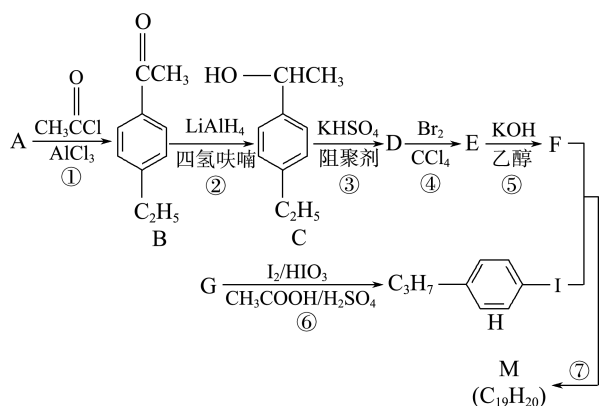
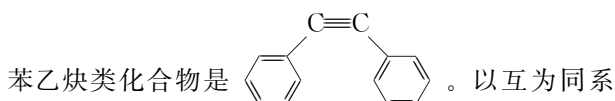
答案:(1) -CH=CHCHO 碳碳双键、羧基

(2)取代(或酯化)反应





3. 化合物 M 是二苯乙炔类液晶材料的一种, 最简单二



回答下列问题:

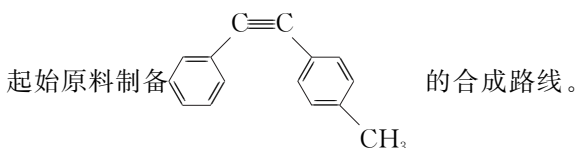
- (1) G 的结构简式为_____。
- (2) C 中含有的官能团名称是_____。
- (3) 反应②的反应类型是_____, 反应⑥的反应类型是_____。
- (4) 反应⑤的化学方程式为_____。
- (5) 能同时满足下列条件的 B 的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)。

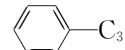
① 苯环上有两个取代基

② 能发生银镜反应

写出其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 且峰面积之比为 6 : 2 : 2 : 1 : 1 的同分异构体的结构简式:_____。

(6) 参照上述合成路线, 设计一条由苯乙烯和甲苯为



解析: (1) G 的结构简式为 。(2) C 中

含有的官能团名称是羟基。(3) 反应②的反应类型是加成反应, 反应⑥的反应类型是取代反应。

(4) 反应⑤的化学方程式为



(5) B 的同分异构体满足的条件为① 苯环上有两个取代基,

② 能发生银镜反应, 则取代基为 -CHO、

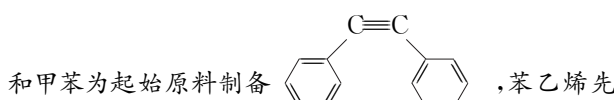
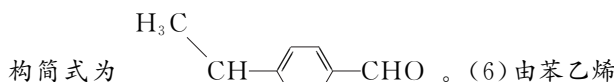
-CH₂CH₂CH₃ 或 -CHO、CH(CH₃)₂ 或

-CH₂CHO、-CH₂CH₃ 或 -CH₂CH₂CHO、-CH₃

或 -CH(CH₃)CHO、-CH₃, 分别有邻、间、对三种位置,

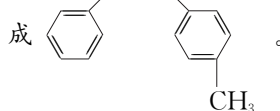
共 5 × 3 = 15 种, 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 且

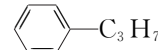
峰面积之比为 6 : 2 : 2 : 1 : 1 的同分异构体的结



与溴发生加成反应, 后消去生成苯乙炔, 甲苯生成对碘

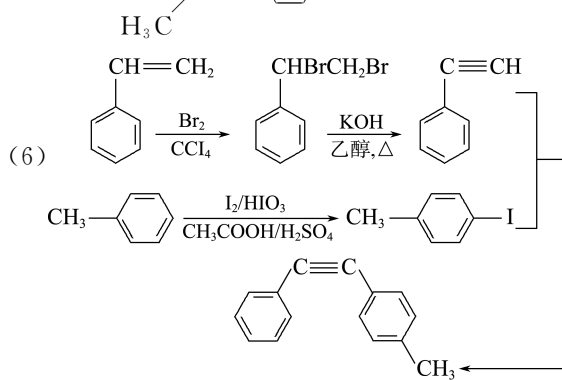
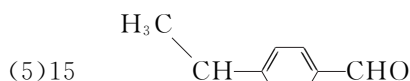
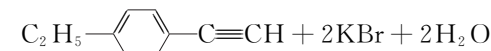
甲苯, 最后苯乙炔与对碘甲苯发生取代反应生



答案: (1) 

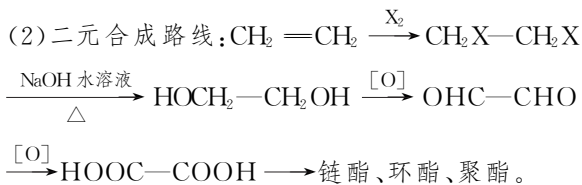
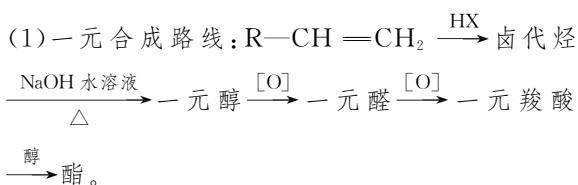
(2) 羟基

(3) 加成反应 取代反应

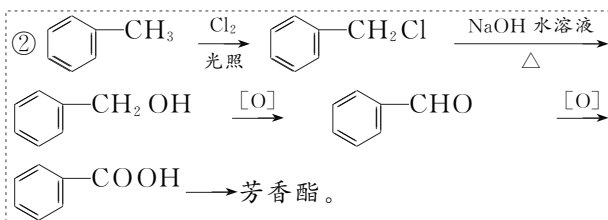
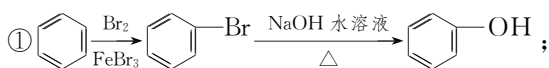


任务总结

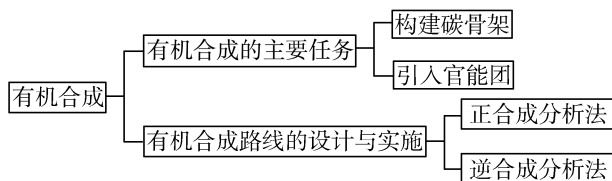
几种典型合成路线



(3) 芳香族化合物合成路线:



► 提质归纳

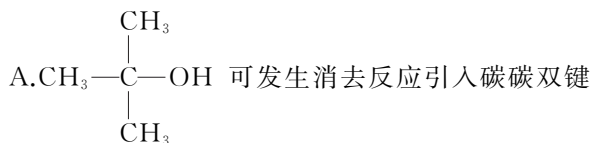


课后素养评价(十二)

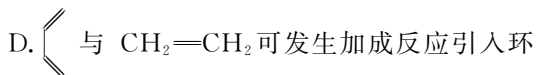
基础性·能力运用

知识点 1 有机合成中官能团的引入

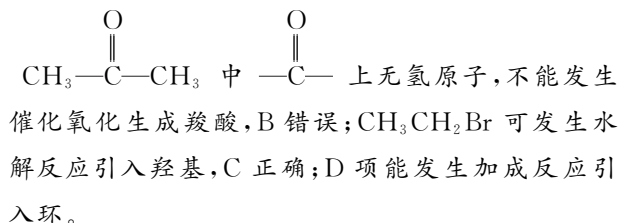
1. 下列叙述不正确的是 ()

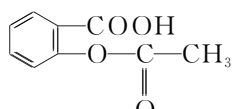


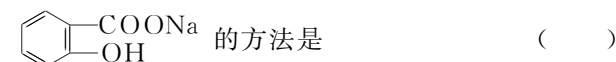
C. CH_3CH_2Br 可发生取代反应引入羟基



B 解析: A 项符合消去反应的条件;



2. 已知苯甲酸的酸性比碳酸强, 苯酚的酸性比碳酸弱。将  转化为



① 与足量的 NaOH 溶液共热, 再通入 CO_2

② 与稀硫酸共热后, 加入足量的 NaOH 溶液

③ 加热溶液, 通入足量的 SO_2

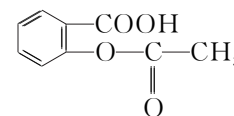

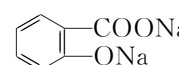
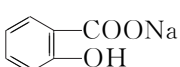
④ 与稀硫酸共热后, 加入足量的 $NaHCO_3$ 溶液

A. ①②

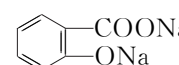
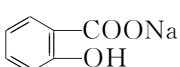
B. ①④

C. ②③

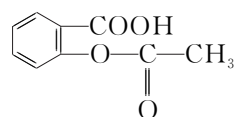
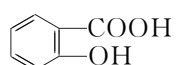
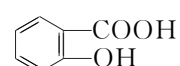
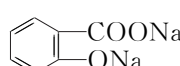
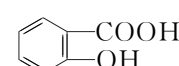
D. ②④

B 解析:  与足量的 NaOH 溶液反应可生成  和 CH_3COONa , 再通入 CO_2 , 则发生反应:  + CO_2 + $H_2O \rightarrow$  + $NaHCO_3$ 。由于苯甲酸的酸性比碳酸强, $-COONa$ 不能与 CO_2 反应, 故①的方法可取。

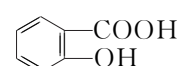
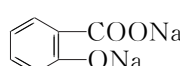
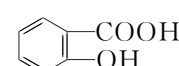
液反应可生成  和 CH_3COONa , 再通入 CO_2 , 则发生反应:  + CO_2 + $H_2O \rightarrow$  + $NaHCO_3$ 。由于苯甲酸的酸性比碳酸强, $-COONa$ 不能与 CO_2 反应, 故①的方法可取。

通入 CO_2 , 则发生反应:  + CO_2 + $H_2O \rightarrow$  + $NaHCO_3$ 。由于苯甲酸的酸性比碳酸强, $-COONa$ 不能与 CO_2 反应, 故①的方法可取。

由于苯甲酸的酸性比碳酸强, $-COONa$ 不能与 CO_2 反应, 故①的方法可取。

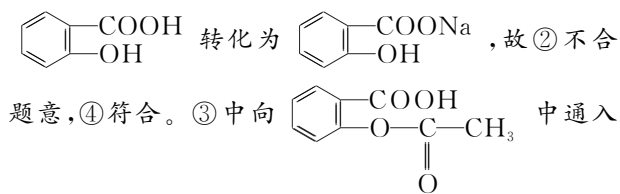
 与稀硫酸共热后, 生成  和 CH_3COOH , 若再加入 NaOH 溶液, 则  转化为 ; 若用 $NaHCO_3$ 与  反应, 因酚羟基不与 $NaHCO_3$ 反应, 此时

共热后, 生成  和 CH_3COOH , 若再加入 NaOH 溶液, 则  转化为 ; 若用 $NaHCO_3$ 与  反应, 因酚羟基不与 $NaHCO_3$ 反应, 此时

加入 NaOH 溶液, 则  转化为 ; 若用 $NaHCO_3$ 与  反应, 因酚羟基不与 $NaHCO_3$ 反应, 此时

; 若用 $NaHCO_3$ 与  反应, 因酚羟基不与 $NaHCO_3$ 反应, 此时

反应, 因酚羟基不与 $NaHCO_3$ 反应, 此时

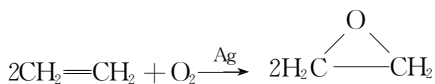


SO₂,不可能有钠盐产生,故错误。

知识点2 有机合成方案的设计

3.以下反应均可在一定条件下进行,其中符合绿色化学要求的是 ()

① 乙烯与氧气在银催化作用下生成环氧乙烷:



② 乙烷与氯气制备氯乙烷

③ 乙醇与浓硫酸共热制取乙烯

④ 乙烯在一定条件下制备聚乙烯

- A. ①② B. ②③
C. ③④ D. ①④

D 解析:以“原料分子中原子全部转变成所需产物”为解题依据进行分析,乙烷与氯气发生取代反应,产物有一氯乙烷、二氯乙烷、三氯乙烷等,原子不能全部转化为所需产物,不符合要求;乙醇在浓硫酸作用下,生成乙烯、水及其他副产物,也不符合要求;而①④中反应物的原子可以完全转化为产物,符合要求。

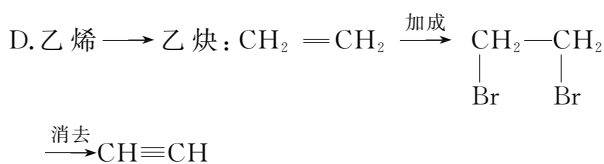
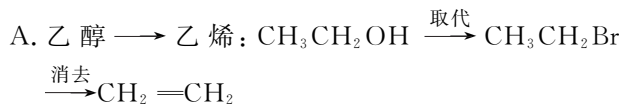
4.格林尼亚试剂简称“格氏试剂”,它是卤代烃与金属镁在无水乙醚中作用得到的,如 CH_3CH_2Br + Mg \xrightarrow{\text{乙醚}} CH_3CH_2MgBr,它可与羰基发生加成反应,其中的“—MgBr”加到羰基的氧上,所得产物经水解可得醇。通过上述反应合成 2-丙醇,选用的有机原料正

确的一组是 ()

- A. 氯乙烷和甲醛
B. 氯乙烷和丙醛
C. 一氯甲烷和丙酮
D. 一氯甲烷和乙醛

D 解析:根据题意,要得到 2-丙醇,则必须有 CH_3CH(OMgCl)CH_3 生成,因此必须有乙醛和 CH_3MgX,分析选项中物质,则反应物为乙醛和一氯甲烷。

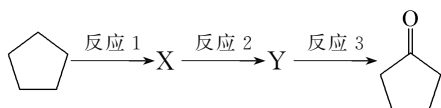
5.在有机合成中,常会消除、引入或转化官能团,下列转化过程合理的是 ()



D 解析:A 项中只需乙醇在浓硫酸、170 ℃ 条件下消去即可;B 中只需溴乙烷在 NaOH 水溶液中水解即可;C 项中乙炔与 HCl 按物质的量之比 1 : 1 混合发生加成反应,生成的产物 CH=CH_2 再与 HBr 发生加成反应,可得 CH_2Cl-CH_2Br 或 CHClBr-CH_3,不合理。

综合性·创新提升

6. 化合物 A (O=C1CCCC1) 可由环戊烷经三步反应合成,下列说法错误的是 ()

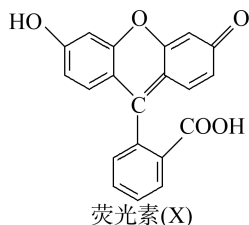


- A. 反应 1 可用的试剂是氯气
B. 反应 3 可用的试剂是氧气和铜
C. 反应 1 为取代反应,反应 2 为消去反应
D. A 可通过加成反应合成 Y

C 解析:反应 1 为环戊烷与卤素单质的取代反应,反应 2 为卤代环戊烷与 NaOH 的水溶液反应生成

醇,反应 3 为醇的催化氧化,A、B 正确,C 错误;酮可催化加氢变成相应的醇,D 正确。

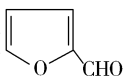
7. 荧光素(X)常用于钞票等的防伪印刷,下列关于它的说法正确的是 ()



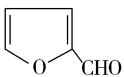
A. 1 mol X 与足量的 NaOH 溶液在常温常压下反应,最多消耗 3 mol NaOH

B.1 mol X 最多能与 9 mol 氢气反应

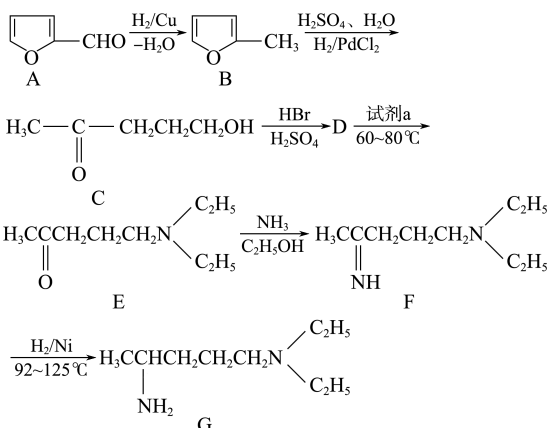
C.1 mol X 与足量的浓溴水反应,最多消耗 4 mol Br₂

D.X 能与糠醛()发生缩聚反应

D 解析:A 项,1 mol X(1 个 X 分子中含 1 个酚羟基、1 个羧基)常温常压下与足量的 NaOH 溶液反应,最多消耗 2 mol NaOH,错误;B 项,1 mol X 最多能与 10 mol 氢气反应(羧基也能与 H₂ 加成),错误;C 项,1 mol X 与足量的浓溴水反应,最多消耗 5 mol Br₂(取代酚羟基邻位氢原子消耗 2 mol Br₂、与碳碳双键加成消耗 3 mol Br₂),错误;D 项,X 能

与糠醛()发生缩聚反应(类似于苯酚与甲醛的缩聚反应),正确。

8.化合物 E(5,5-二乙胺基戊酮)是合成抗疟疾药物磷酸氯喹的重要中间体,其合成路线及相关反应如下所示:



已知: $\text{ROH} + \text{HBr} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{R}-\text{Br} + \text{H}_2\text{O}$;

② $\text{R}-\text{Br} + \text{R}'-\text{NH}_2 \xrightarrow{60\sim 80^\circ\text{C}} \text{RNHR}' + \text{HBr}$ 。

回答下列问题:

(1)A 中含氧官能团的名称为 _____,物质 B 的分子式为 _____,检验 C 中是否含有 B,所用试剂为 _____。

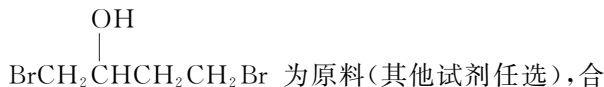
(2)由 C 生成 D 的化学方程式为 _____,试剂 a 的结构简式为 _____, F 生成 G 的反应类型为 _____。

(3)物质 H 与 C 互为同分异构体,满足下列条件的 H 共有 _____ 种。

①能发生银镜反应

②1 mol H 与足量金属钠反应产生 0.5 mol 氢气其中核磁共振氢谱有 4 组峰,峰面积之比为 6:2:1:1 的物质的结构简式为 _____。

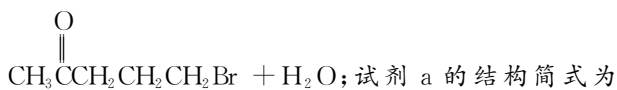
(4)参照题中所给信息,请设计以



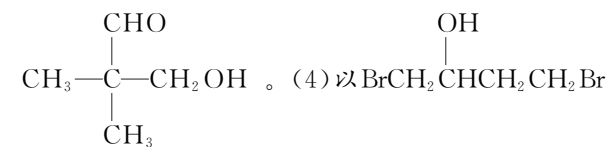
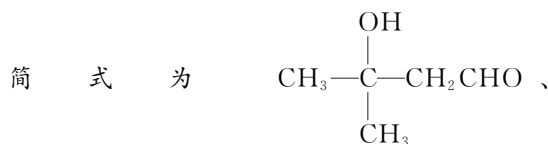
为原料(其他试剂任选),合成 $\text{CH}_2=\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}=\text{CH}_2$ 的路线。

解析:(1)由结构简式可知,A 中含氧官能团为醛基、醚键;B 的分子式为 C₅H₆O;检验 C 中是否含有 B,加入溴的四氯化碳溶液,B 中含有的碳碳双键能与溴的四氯化碳溶液发生加成反应使溶液褪色。

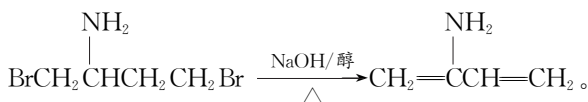
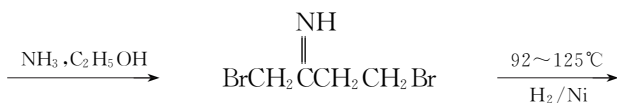
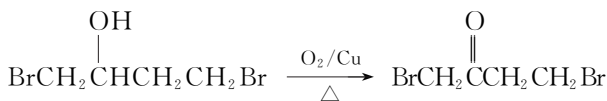
(2)由分析可知,由 C 生成 D 的化学方程式为



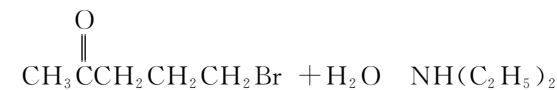
试剂 a 的结构简式为 NH(C₂H₅)₂;F 生成 G 的反应是在镍作催化剂条件下与氢气共热发生加成(或还原)反应。(3)C 的同分异构体 H 能发生银镜反应,1 mol H 与足量金属钠反应产生 0.5 mol 氢气,说明 H 分子中含有羟基和醛基,共有 12 种结构。其中核磁共振氢谱有 4 组峰,且峰面积之比为 6:2:1:1 的物质的结构



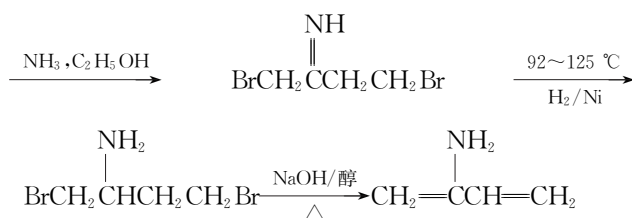
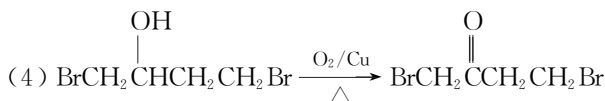
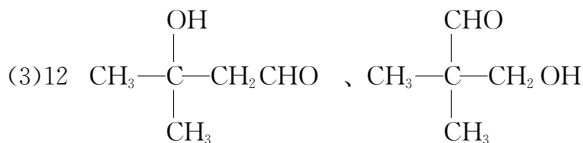
为原料合成 $\text{CH}_2=\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}=\text{CH}_2$ 的步骤为



答案:(1)醛基、醚键 C₅H₆O 溴的四氯化碳溶液



加成反应(或还原反应)



单元活动构建

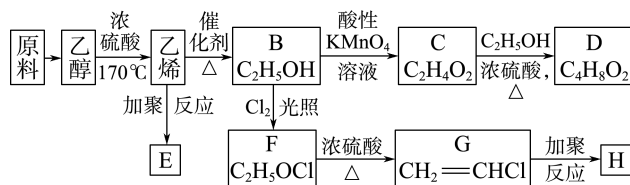
单元活动3 根据“地沟油回收”原理剖析烃的衍生物的结构与性质

「单元任务」

任务内容	
任务一	烃的衍生物的结构
任务二	烃的衍生物的性质
任务三	有机化合物的合成

「任务导引」

党的二十大明确将食品安全纳入国家安全、公共安全统筹部署,要求“强化食品安全监管”。地沟油泛指在生活中存在的各类劣质油。地沟油严重危害人体健康,使用地沟油生产食品违反食品安全法。地沟油根据其来源可分为三类:一是狭义的地沟油,即将下水道中的油腻漂浮物或者将宾馆、酒楼的剩饭剩菜(统称泔水)经过简单加工、提炼出的油;二是劣质猪肉、猪皮、猪内脏加工以及提炼后产出的油;三是用于油炸食品的油,使用超过一定次数后,再被重复使用或者往其中添加一些新油后而重新使用的油。工业上可利用地沟油制备乙醇,乙醇再加工制备多种化工材料。



任务一 烃的衍生物的结构

活动1 F的结构简式为_____。

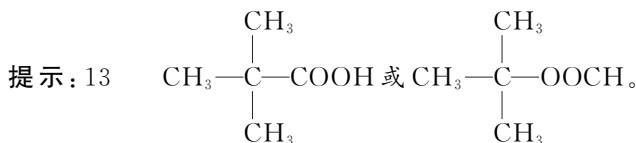
C的官能团名称为_____。

提示:Cl—CH₂CH₂OH 羧基。乙醇和氯气在光照条件下发生取代反应生成F,则F的结构简式为

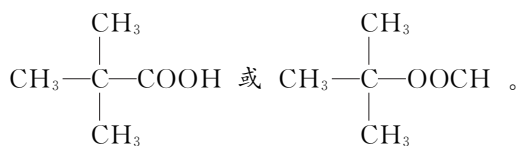
ClCH₂CH₂OH;C的官能团名称为羧基。

活动2 W是分子式比D多一个CH₂原子团的有机化合物,W的同分异构体中,同时满足如下条件的有_____种,其中核磁共振氢谱有两组峰,且峰面积比为9:1的结构简式为_____。

①链状化合物;②能与NaOH溶液反应。



W是分子式比D多一个CH₂原子团的有机化合物,W的分子式为C₅H₁₀O₂,W的同分异构体是链状化合物且能与NaOH溶液反应,则含有羧基或酯基。若含羧基,则结构为C₄H₉-COOH,C₄H₉有4种结构,则属于羧酸的同分异构体有4种;若含酯基,则HCOO—C₄H₉有4种结构,CH₃COO—C₃H₇有2种结构,CH₃CH₂COO—CH₂CH₃有1种结构,C₃H₇-COOCH₃有2种结构,共13种。其中核磁共振氢谱有两组峰,且峰面积比为9:1的结构简式为



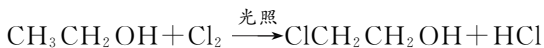
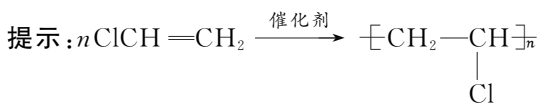
任务二 烃的衍生物的性质

活动1 反应C→D的反应类型为_____。

提示:酯化反应(或取代反应)

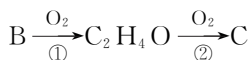
活动2 反应G→H的化学方程式为_____;

反应B→F的化学方程式为_____。

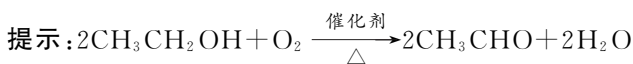


任务三 有机化合物的合成

活动1 B生成C也可通过两步反应完成:



写出其中反应①的化学方程式: _____



活动2 E和H是两种常见的塑料,其中一种塑料可作食品袋,该塑料的化学名称是_____。

提示:聚乙烯

[知识链接]

分碳法判断酯类同分异构体的数目

1.将酯分成 $\text{RCOO}-$ 和 $-\text{R}'$ 两部分,确定 $-\text{R}$ 和 $-\text{R}'$ 的同分异构体数目,二者数目相乘即得每类酯的同分异构体数目,最后求总数。

2.例如,分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 的酯类同分异构体的种类:

HCOOC_3H_7 (丙基 2 种) $1 \times 2 = 2$ 种;

$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ (甲基 1 种,乙基 1 种) $1 \times 1 = 1$ 种;

$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$ (乙基 1 种,甲基 1 种) $1 \times 1 = 1$ 种;

则得出分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 的酯类同分异构体有 4 种。

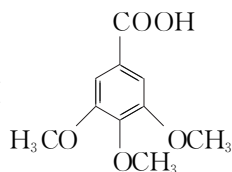
「活动达标」

1.分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{20}\text{O}_2$ 的酯 A,能在酸性条件下水解生成有机物 C 和 D,且 C 在一定条件下最终氧化成 D,则 A 的可能结构有_____种。

解析:酯 A 在酸性条件下水解生成有机物 C 和 D, C 可氧化为 D,则 C、D 的碳原子数都为 5,且碳链结构相同,并推断出 C 的结构为 $\text{C}_4\text{H}_9-\text{CH}_2\text{OH}$, D 的结构为 $\text{C}_4\text{H}_9-\text{COOH}$,只需判断丁基的同分异构体种类就可以,得酯 A 共 4 种结构。

答案:4

2.(2021·湖北卷节选)B(



异构体中能同时满足以下三个条件的有_____

种(不考虑立体异构)。

①属于 A() 的同系物;②苯环上有 4 个取代基;③苯环上一氯代物只有一种。

解析: B 的结构简式为 , A 的结

构简式为 。根据①属于 A 的同系

物,知含有 3 个酚羟基、1 个羧基;根据②苯环上有 4 个取代基,知 4 个取代基分别为 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{C}_3\text{H}_6\text{COOH}$;根据③苯环上一氯代物只

有一种,知该同分异构体为 或

, $-\text{C}_3\text{H}_6\text{COOH}$ 有 5 种结构,

所以满足条件的同分异构体有 10 种。

答案:10

3.判断下列特定有机物的同分异构体的数目。

(1)分子式是 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ 的芳香酯有_____种。

(2)有机物 有多种同分异构体,其中含有 1 个醛基和 2 个羟基的芳香烃的衍生物有_____种。


(3)有机物 的同分异构体有很多,符合

下列条件的同分异构体有_____种。

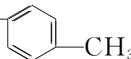
①苯的衍生物

②含有羧基和羟基

③分子中无甲基

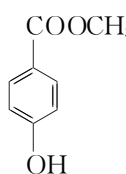
解析:(1) $C_8H_8O_2$ 可写成 $C_6H_5-C_2H_3O_2$, 甲酸的酯有 4 种, 分别是 $HCOOCH_2-$ 



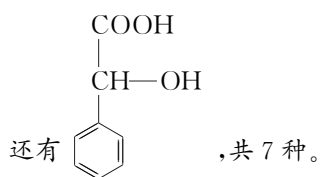
$HCOO-$ - CH_3 ; 乙酸的酯有 1 种, 即

CH_3COO- ; 苯甲酸的酯有 1 种:

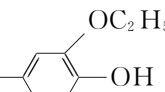
H_3COOC- , 共 6 种。(2) 苯环上有三个取代基, 且是 1 个醛基和 2 个羟基时, 共有 6 种不同

结构。(3) 将  的酯基 $-COOCH_3$ 写成

$-CH_2COOH$, 有邻、间、对 3 种结构; 再将 $-CH_2-$ 移到羟基与苯环之间构成醇, 同样有邻、间、对 3 种结构,



答案:(1)6 (2)6 (3)7

4. 乙基香草醛 ($OHC-$ ) 是食品添加剂的增香原料, 其香味比香草醛更加浓郁。

乙基香草醛的同分异构体有很多种, 满足下列条件的同分异构体有 _____ 种 (不考虑立体异构)。

①能与 $NaHCO_3$ 溶液反应

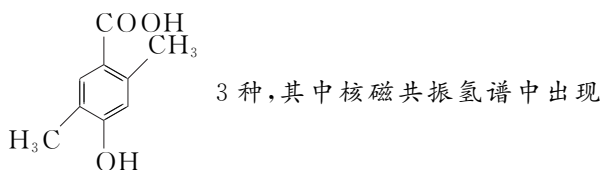
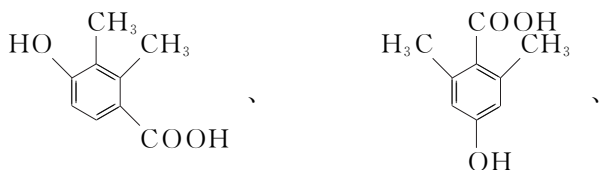
②遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色, 且能与浓溴水反应

③苯环上有两个烷基

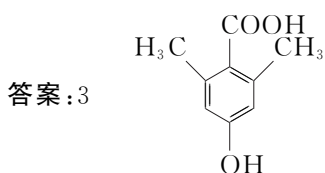
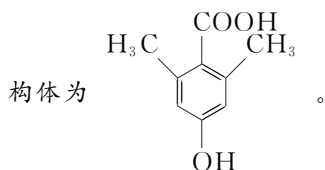
④苯环上的含氧官能团处于对位

其中有一种同分异构体的核磁共振氢谱中出现 4 组峰, 吸收峰的面积之比为 1:1:2:6, 该同分异构体的结构简式为 _____。

解析: 乙基香草醛除苯环外, 还有 3 个 C 原子、3 个 O 原子、7 个 H 原子, 条件①说明有羧基, 条件②说明有酚羟基, 且在苯环上酚羟基的邻位或对位必须有氢原子, 条件④说明羧基和酚羟基处于对位, 剩余两个甲基不能都在酚羟基的邻位, 符合条件的同分异构体有:



4 组峰, 吸收峰的面积之比为 1:1:2:6 的同分异



第三章质量评估

(90 分钟 100 分)

一、选择题 (本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求)

1. 现代家庭室内装潢日益受到人们的推崇, 由此引起的室内空气污染也成为人们关注的焦点, 其中由装潢材料和家具的黏合剂等挥发出来的甲醛是造成室内空气污染的主要污染物。根据甲醛的性质, 下列说法正确的是 ()

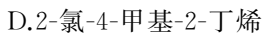
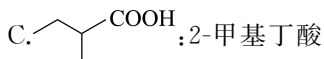
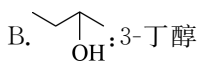
A. 室内装修完直接入住

B. 装修尽可能选择在温度较低的冬季进行, 以减少甲醛的挥发
C. 尽可能选择绿色环保的装饰材料进行装修
D. 通风后甲醛可以释放完全

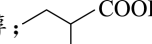
C 解析: 从根本上杜绝污染, 应选择环保材料。

2. 下列有机物的系统命名正确的是 ()

A. $CH_3CH_2CH(CH_3)Br$: 2-甲基-1-溴丙烷



C 解析:A项的名称是2-溴丁烷;B项命名为2-丁

醇;中甲基在2号C,主链为丁酸,其名称为2-甲基丁酸,C正确;D项主链不是最长碳链,正确的命名为2-氯-2-戊烯。

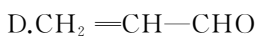
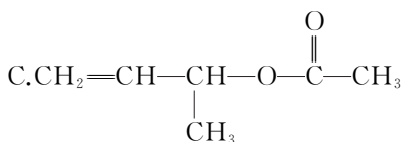
3.用水能鉴别的一组物质是 ()

- A.乙醇和乙酸
B.乙酸乙酯和乙醇
C.苯和乙酸乙酯
D.四氯化碳和溴苯

B 解析:题中乙酸、乙醇都易溶于水;苯和乙酸乙酯、四氯化碳和溴苯都不溶于水,则不能用水分离;乙酸乙酯不溶于水,而乙醇易溶于水,可用水分离。

4.有下列几种有机物,其中既能发生水解反应,又能发生加成反应的是 ()

- A. $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$

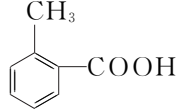


C 解析:含酯基能发生水解反应,含碳碳双键能发生加成反应,仅C项符合题意。

5.胆固醇是人体必需的生物活性物质,分子式为 $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}$,一种胆固醇酯是液晶材料,分子式为 $\text{C}_{34}\text{H}_{50}\text{O}_2$,生成这种胆固醇酯的羧酸是 ()

- A. $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{COOH}$
B. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$
C. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$
D. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{COOH}$

B 解析:胆固醇的分子中只有一个氧原子,应是一元醇,而题给胆固醇酯只有两个氧原子,应为一元酯,据此可写出该酯化反应的反应式(用M表示羧酸); $\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O} + \text{M} \rightarrow \text{C}_{34}\text{H}_{50}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$,再由质量守恒定律可求得该羧酸的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$ 。

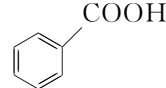
6.邻甲基苯甲酸()有多种同分异构体,其中属于酯,且分子结构中苯环上含有甲基的同分异构体有 ()

- A.2种
B.3种
C.4种
D.5种

B 解析:所求同分异构体中必须含有苯环,且苯环上有两个取代基,其中一个为甲基,另一个为酯基,它们分别有邻、间、对3种结构。

7.有机化合物分子中,原子(团)之间相互影响,从而导致化学性质不同。以下事实中,不能够说明此观点的是 ()

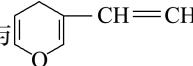
- A.炔烃能发生加成反应,是因为它们都含碳碳三键

B.苯甲酸()是一种酸性比醋酸强的弱酸

C.乙酸能与 NaHCO_3 反应放出气体,而乙醇不能

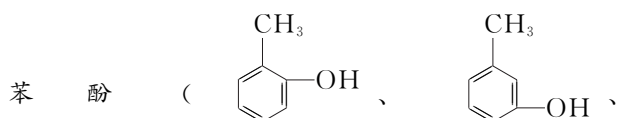
D.苯与溴反应一般生成溴苯,而苯酚与溴反应生成三溴苯酚

A 解析:A项,炔烃能发生加成反应,是官能团的性质而非原子间影响所致;B项,苯甲酸是一种酸性比醋酸强的弱酸,是因为羧基所连接的基团不同;C项,乙酸能与 NaHCO_3 反应放出气体,而乙醇不能,是因为羰基的存在增大了羟基的活性,使其易电离出 H^+ ;D项,苯与溴反应一般生成溴苯,而苯酚与溴反应生成三溴苯酚,是因为酚羟基的存在增大了苯环的活性,使其易生成多溴取代物。

8.某些芳香烃衍生物与互为同分异构体,其中与 FeCl_3 溶液混合后显色和不显色的种类分别有 ()

- A.2种、1种
B.2种、3种
C.3种、2种
D.3种、1种

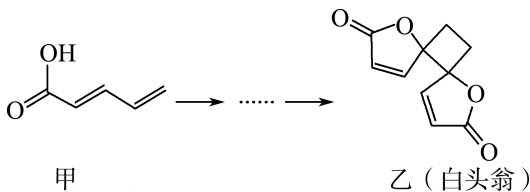
C 解析:该化合物的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$,它与甲基



HO——CH₃)、苯甲醇(—CH₂OH)、
苯甲醚(—O—CH₃)互为同分异构体,前三
者遇 FeCl₃ 溶液均发生显色反应。

9.白头翁具有清热解毒、凉血止痢等作用,可利用有
机物甲人工合成白头翁。下列说法正确的是

()



A.乙的分子式为 C₁₀H₈O₄

B.甲与丙烯酸互为同系物

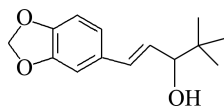
C.甲可发生取代反应、消去反应、还原反应

D.乙能使溴水和酸性 KMnO₄ 溶液褪色,且褪色原
理相同

A 解析:乙含有 10 个 C、8 个 H、4 个 O,则分子式
为 C₁₀H₈O₄,故 A 正确;甲含有 2 个碳碳双键,与丙
烯酸的结构不同,不是同系物,故 B 错误;甲含有羧
基,不能发生消去反应,故 C 错误;乙含有碳碳双
键,可与溴水发生加成反应,与酸性 KMnO₄ 溶液发
生氧化反应,原理不同,故 D 错误。

10.司替戊醇是一种新型抗癫痫、抗惊厥药物,其结构
简式如图所示。下列叙述正确的是

()



A.该有机物属于芳香烃

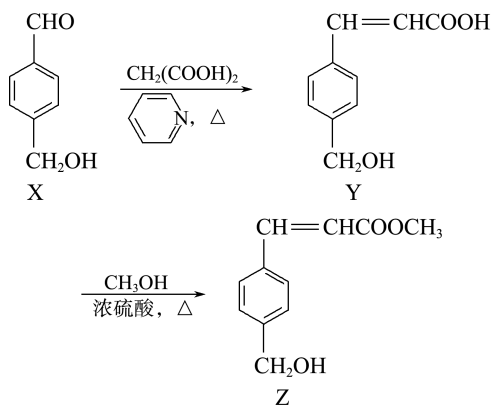
B.该有机物含有 4 种官能团

C.该有机物中不含有手性碳原子

D.该有机物可发生取代反应、氧化反应和加聚
反应

D 解析:司替戊醇分子中含有氧原子,不属于芳
香烃,A 错误;司替戊醇分子中含有的官能团为醚
键、羟基、碳碳双键共 3 种,B 错误;司替戊醇分子
中与羟基相连的碳原子是连有 4 个不同原子或原
子团的手性碳原子,C 错误;司替戊醇分子中含有
羟基,能发生取代反应、氧化反应,含有碳碳双键,
能发生氧化反应和加聚反应,D 正确。

11.化合物 Z 是合成抗多发性骨髓瘤药物帕比司他的
重要中间体,可由下列反应制得。



下列有关 X、Y、Z 的说法正确的是

()

A.1 mol X 中含有 2 mol 碳氧 π 键

B.Y 与足量 HBr 反应生成的有机化合物中不含手
性碳原子

C.Z 在水中的溶解度比 Y 在水中的溶解度大

D.X、Y、Z 分别与足量酸性 KMnO₄ 溶液反应所得
芳香烃衍生物相同

D 解析:1 mol X 中含有 1 mol 碳氧双键,A 错
误;Y 与足量 HBr 反应生成的有机化合物中含手

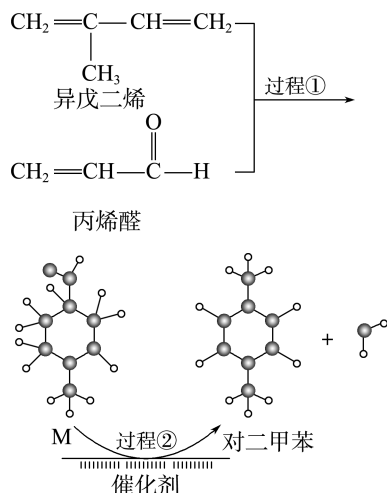
性碳原子,如 , B 错误;Z 中含

有酯基,难溶于水,Y 含有羧基、羟基,易溶于水,Z
在水中的溶解度比 Y 在水中的溶解度小,C 错误;
X、Y、Z 分别与足量酸性 KMnO₄ 溶液反应所得芳

香烃衍生物相同均为 , D 正确。

12.我国自主研发的对二甲苯的绿色合成路线如图所
示。下列说法正确的是

()



A.过程①发生了取代反应

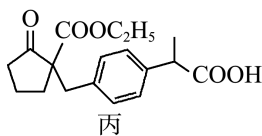
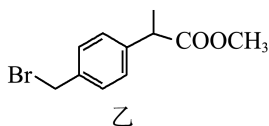
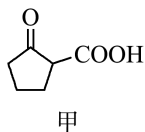
B. 中间产物 M 的结构简式为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$

C. 1 mol 对二甲苯可以与 3 mol H_2 加成, 其加成产物的一氯代物有 2 种

D. 该合成路线中原子利用率为 100%, 最终得到的产物易分离

B 解析: 过程①中异戊二烯与丙烯醛发生加成反应生成 M, A 错误; 由 M 的球棍模型知, M 的结构简式为 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$, B 正确; 1 mol 对二甲苯可以与 3 mol H_2 加成, 其加成产物的一氯代物有 3 种, C 错误; 过程①的原子利用率为 100%, 但过程②除生成对二甲苯外, 还生成了水, 原子利用率小于 100%, D 错误。

13. 有机化合物甲、乙、丙均为合成非甾体抗炎药洛那的底物或中间体。人们将连有四个不同原子或基团的碳原子形象地称为手性碳原子。下列关于甲、乙、丙的说法正确的是 ()



A. 甲分子中所有碳原子处于同一平面

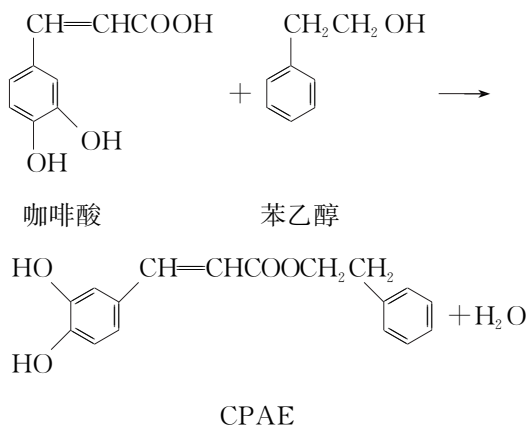
B. 乙在一定条件下可以发生消去反应

C. 1 mol 丙与足量 NaOH 溶液反应, 最多消耗 3 mol NaOH

D. 一定条件下, 甲、乙、丙均能与 H_2 发生加成反应

D 解析: 甲分子中环上 4 个碳原子采用 sp^3 杂化, 所以甲中所有碳原子不可能共平面, 故 A 错误; 连接溴原子的碳原子相邻碳原子上不含氢原子, 所以 B 不能发生消去反应, 故 B 错误; 1 mol 丙与足量 NaOH 溶液反应, 最多消耗 2 mol NaOH , 故 C 错误; 羰基、苯环都能和 H_2 在一定条件下发生加成反应, 甲含有羰基、乙含有苯环、丙含有羰基和苯环, 所以一定条件下, 甲、乙、丙均能与 H_2 发生加成反应, 故 D 正确。

14. 蜂胶的主要活性成分 CPAE 可由咖啡酸和苯乙醇在一定条件下反应制得:



下列叙述正确的是 ()

A. 苯乙醇属于芳香醇, 它与邻甲基苯酚互为同系物

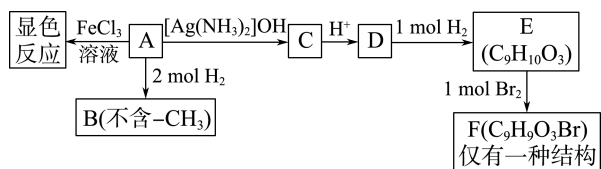
B. 1 mol CPAE 最多可与 2 mol 氢氧化钠发生化学反应

C. 用 FeCl_3 溶液可以检测上述反应中是否有 CPAE 生成

D. 咖啡酸、苯乙醇及 CPAE 都能发生取代和加成反应

D 解析: A 项, 醇与酚不是同类物质, 不可能是同系物, 错误; B 项, 1 个 CPAE 分子内有 2 个酚羟基、1 个酯基, 故 1 mol CPAE 最多可与 3 mol 氢氧化钠发生化学反应, 错误; C 项, 咖啡酸也含酚羟基, 遇 FeCl_3 溶液也能显色, 用 FeCl_3 溶液无法判断是否生成 CPAE, 错误; D 项, 咖啡酸、苯乙醇及 CPAE 中均含有苯环, 可发生取代反应和加成反应, 正确。

15. 物质 A 可发生如图所示转化。下列说法不正确的是 ()



A. $\text{A} \rightarrow \text{C}$ 属于氧化反应

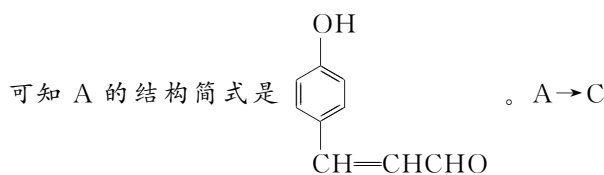
B. A 中的官能团有羟基、醛基、碳碳双键

C. B 的结构简式为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CHCHO}$

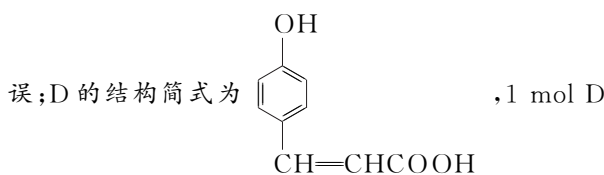
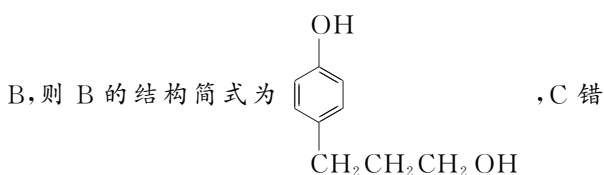
D. 1 mol D 可以和 3 mol Br_2 发生反应

C 解析: 加入 FeCl_3 溶液发生显色反应, 说明含有酚羟基; 能发生银镜反应, 说明含有醛基, 然后

酸化转化为羧基, D 和 1 mol H₂ 发生加成反应生成 E, E 和 1 mol Br₂ 发生反应生成的 F 仅有一种结构, 根据 A 和 2 mol H₂ 反应, 说明 A 中含有 1 个醛基和 1 个碳碳双键, 根据 B、E、F 的结构特点



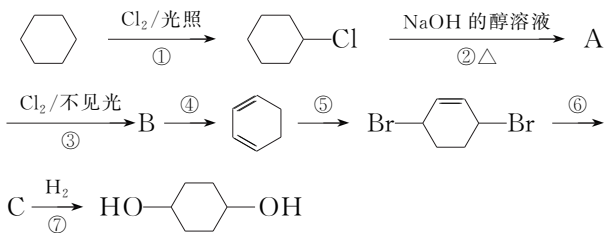
是银镜反应, 反应类型属于氧化反应, A 正确; 有机物 A 中官能团有羟基、醛基、碳碳双键, B 正确; A 中的醛基和碳碳双键与 H₂ 发生加成反应生成



可以和 3 mol Br₂ 发生反应, D 正确。

二、非选择题 (本题共 5 小题, 共 55 分)

16. (9 分) 环己烷可制备 1,4-环己二醇, 下列七步有关反应 (其中无机产物都已经略去) 中, 其中有两步属于取代反应, 有两步属于消去反应, 有第三步属于加成反应, 请回答:



(1) 反应 _____ 和 _____ (填序号) 属于取代反应。

(2) 写出下列化合物的结构简式: B _____ , C _____ 。

(3) 反应④所用的试剂和条件分别为 _____ 。

(4) 写出下列反应的化学方程式:

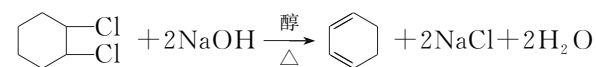
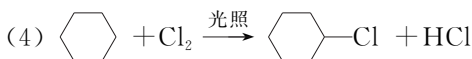
① _____ ;

④ _____ 。

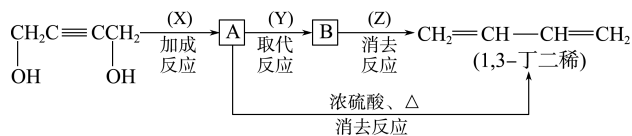
答案: (1) ① ⑥



(3) NaOH 的醇溶液、加热



17. (10 分) 由丁炔二醇可以制备 1,3-丁二烯。请根据下面的合成路线图填空:



(1) A 中官能团的名称为 _____ 。

(2) 反应 X 的条件及所用试剂名称为 _____ 。

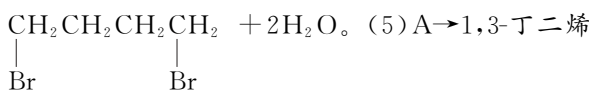
(3) 有机物 A 可发生的化学反应的类型有 _____ (填序号)。

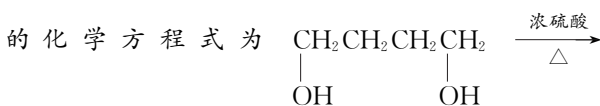
① 加成反应 ② 取代反应 ③ 消去反应 ④ 氧化反应 ⑤ 还原反应

(4) 反应 A → B 的化学方程式为 _____ 。

(5) 反应 A → 1,3-丁二烯的化学方程式为 _____ 。

解析: 烯烃可以由醇脱水或卤代烃与 NaOH 的醇溶液共热发生消去反应制得。饱和一元醇脱水可得到只有一个双键的单烯烃, 若制取二烯烃, 则应用二元醇脱水制得。(1) A 是 HOCH₂CH₂CH₂CH₂OH, 官能团是羟基。(2) 反应 X 是加氢, 反应条件为 Ni 作催化剂、反应试剂为 H₂。(3) 醇能发生取代反应、消去反应、氧化反应。(4) A → B 的化学方程式为



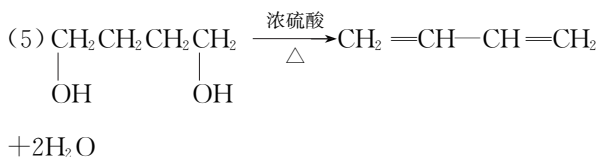
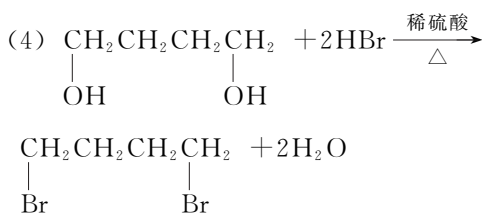
的 化 学 方 程 式 为 

CH₂=CH-CH=CH₂ + 2H₂O。

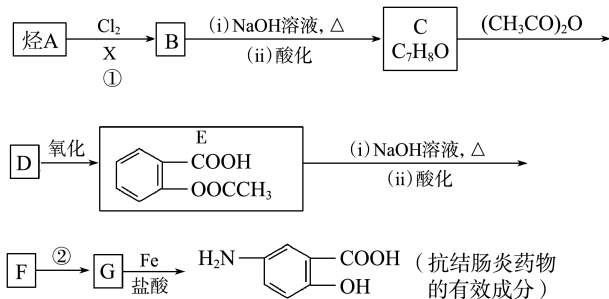
答案: (1) 羟基

(2) Ni 作催化剂、H₂

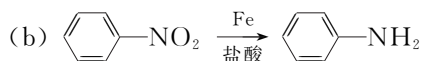
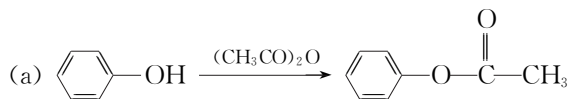
(3) ②③④



18. (12分) 某抗结肠炎药物的有效成分 ($\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{COOH}$) 的合成路线如下所示 (部分试剂和反应条件已略去):



已知:



(c) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ 易被氧化

请回答下列问题:

(1) C 的结构简式是_____。

(2) 反应①中 X 是_____; ②的反应类型是_____。

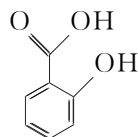
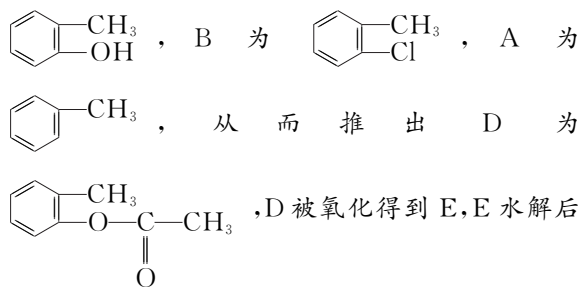
(3) 下列对抗结肠炎药物的有效成分可能具有的性质推测正确的是_____ (填字母序号)。

- 水溶性比苯酚的好, 密度比苯酚的大
- 能发生消去反应
- 能发生加聚反应
- 既有酸性又有碱性

(4) E 与足量 NaOH 溶液反应的化学方程式为_____。

解析: A 与氯气发生取代反应生成 B, B 水解后再酸化得到 C, A、B、C 中碳原子数相等, 结合 C 的

分子式、E 的结构简式及已知反应(a), 可知 C 为



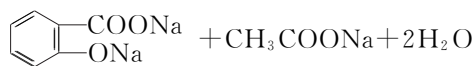
酸化得到 F, 则 F 为 $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2(\text{COOH})(\text{NO}_2)$, 结合已知反应 (b) 和最终产物的结构简式可知, G 为 $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_2(\text{COOH})(\text{NO}_2)$ 。(2) 苯环上的 H 被 Cl 取代时需要铁粉或 FeCl_3 作催化剂。②的反应类型是取代反应或硝化反应。

(3) $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{COOH}$ 中所含的氨基、羧基、羟基都是亲水基团, 所以水溶性比苯酚的好, 其密度比苯酚的大, a 项正确; 抗结肠炎药物的有效成分不能发生消去反应, b 项错误; 该物质中不含碳碳双键或碳碳三键, 不能发生加聚反应, c 项错误; 该物质中含有氨基和羧基, 故该物质既有酸性又有碱性, d 项正确。

答案: (1) $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{CH}_3)$

(2) 铁粉或 FeCl_3 硝化反应(或取代反应)

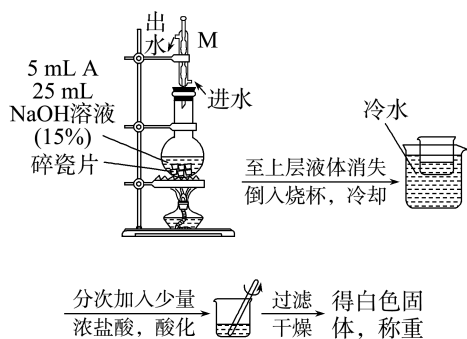
(3) ad



19. (12分) A 是一种取代芳香烃衍生物, 相对分子质量为 136, 分子中只含碳、氢、氧, 其中氧的含量为 23.5%。实验表明: A 的苯环侧链上只含一个官能团; A 和 NaOH 溶液反应后酸化可以得到 E ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) 和 F。

(1) 写出 A、E、F 的结构简式: A _____、E _____、F _____。

(2) A 和 NaOH 溶液反应的实验装置如下所示:



A 与 NaOH 溶液反应的化学方程式: _____。

实验装置中 M 的名称为 _____, 作用为 _____。

(3) A 有多种同分异构体, 符合下列条件的结构共有 _____ 种。

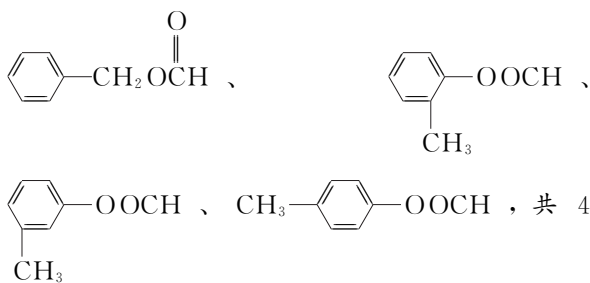
- ① 可以发生银镜反应
- ② 属于芳香烃衍生物, 不具备其他环状结构
- ③ 可以与氢氧化钠溶液反应
- ④ 不能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应

请写出其中核磁共振氢谱有 5 组吸收峰的 A 的同分异构体的结构简式: _____。

解析: (1) A 的相对分子质量为 136, 其中氧的含量为 23.5%, 分子中氧原子的个数为 $\frac{136 \times 23.5\%}{16} \approx 2$;

结合 A 是一取代芳香烃衍生物, 分子中只含碳、氢、氧, A 的芳环侧链上只含一个官能团, 即可得到 A 的结构简式是 c1ccc(cc1)C(=O)OC ; A 和 NaOH 溶液反应后酸化可以得到 E (C₇H₆O₂) 和 F, 根据酯的水解可知 E 是苯甲酸 (C₆H₅COOH), F 是甲醇 (CH₃OH)。

(2) 根据酯在碱性条件下水解为羧酸盐和醇可知, 反应为 C6H5COOCH3 + NaOH -> C6H5COONa + CH3OH; 装置中 M 的名称是冷凝管, 作用是冷凝回流。(3) 同时符合 4 个条件的只能是甲酸酯, 分别是:



种; 其中核磁共振氢谱有 5 组吸收峰的 A 的同分

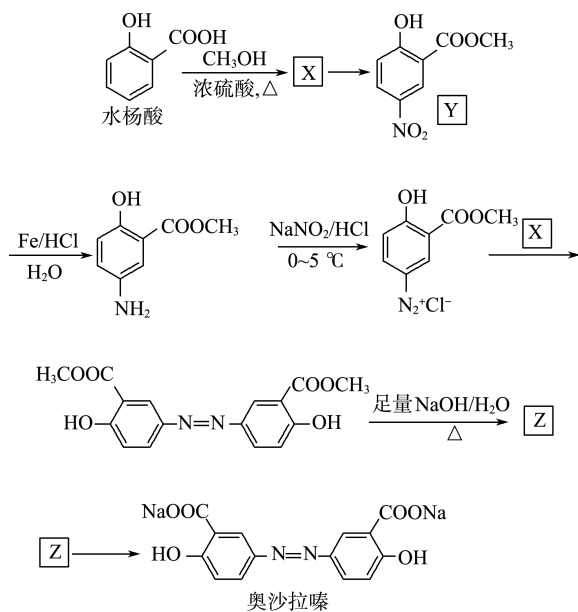
异构体的结构简式为 c1ccc(cc1)COC=O。

答案: (1) c1ccc(cc1)C(=O)OC c1ccc(cc1)C(=O)OC CH₃OH

(2) c1ccc(cc1)C(=O)OC + NaOH -> c1ccc(cc1)C(=O)O[Na] + CH3OH 冷凝管 冷凝回流

(3) 4 c1ccc(cc1)COC=O

20. (12 分) 奥沙拉嗪是曾用于治疗急性或慢性溃疡性结肠炎的药物, 其以水杨酸为起始原料的合成路线如图所示:



回答下列问题:

(1) X 的结构简式为 _____; 由水杨酸制备 X 的反应类型为 _____。

(2) 由 X 制备 Y 的反应试剂为 _____。

(3) 工业上常采用廉价的 CO₂ 与 Z 反应制备奥沙拉嗪, 通入的 CO₂ 与 Z 的物质的量之比至少应为 _____。

(4) 奥沙拉嗪的分子式为 _____, 其核磁共振氢谱有 _____ 组峰, 峰面积比为 _____。

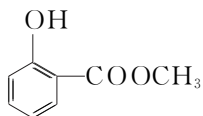
(5) 若将奥沙拉嗪用 HCl 酸化后, 分子中含氧官能

团的名称为_____。

(6)W是水杨酸的同分异构体,可以发生银镜反应;W经碱催化水解后再酸化可以得到对苯二酚。

W的结构简式为_____。

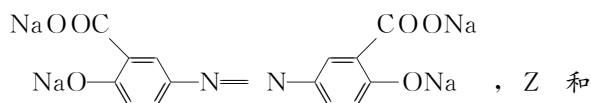
解析:水杨酸和甲醇发生酯化反应生成X为



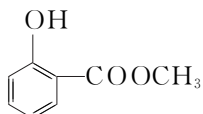
,X发生取代反应生成Y,Y发

生还原反应生成 ,生成Z的反

应为水解反应,Z为



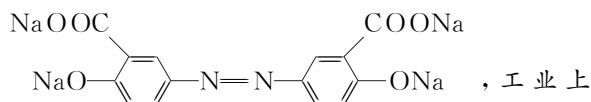
CO_2 反应生成奥沙拉嗪。(1)X的结构简式为



;水杨酸和甲醇发生酯化反应

生成X,所以由水杨酸制备X的反应类型为酯化反应或取代反应。(2)X中H原子被硝基取代,

所以由X制备Y的反应中浓硫酸作催化剂、X和浓硝酸发生取代反应得到Y。(3)Z为



,工业上

常采用廉价的 CO_2 与Z反应制备奥沙拉嗪,

$-\text{ONa}$ 和 CO_2 以1:1反应,1个Z化学式中含有

2个 $-\text{ONa}$,所以1 mol Z需要2 mol CO_2 ,通入的

CO_2 与Z的物质的量之比至少应为2:1。(4)根据结

构简式确定奥沙拉嗪的分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}_2$,其

有4种H原子,则核磁共振氢谱有4组峰,峰面积

比为1:1:1:1。(5)若将奥沙拉嗪用HCl酸化后,

$-\text{COONa}$ 、 $-\text{ONa}$ 都和HCl反应,分别生成

$-\text{COOH}$ 、 $-\text{OH}$,反应后的分子中含氧官能团的

名称为羧基、羟基。(6)W是水杨酸的同分异构体,

可以发生银镜反应,说明含有酯基;W经碱催

化水解后再酸化可以得到对苯二酚,W中含有1

个酚羟基和1个酯基且两个取代基处于对位,W

的结构简式为。

答案:(1) 酯化反应(或取代

反应)

(2)浓硫酸、浓硝酸 (3)2:1

(4) $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6\text{Na}_2$ 4 1:1:1:1

(5)羧基、羟基 (6)

第一节 糖类

学习任务目标

1. 从糖类的结构特点,了解糖类的分类;掌握葡萄糖的结构,理解并掌握糖类的性质及应用。
2. 了解糖类在供能、储能等方面的作用,了解糖类的摄入和代谢与人体健康之间的关系。

问题式预习

一、糖类的组成和分类

1. 概念

从分子结构上看,糖类是多羟基醛、多羟基酮和它们的脱水缩合物。

2. 组成

(1) 三种元素:一般由碳、氢、氧三种元素组成。

(2) 通式:很多糖类分子中的氢原子和氧原子的数目比恰好为 2 : 1,其组成可用通式 $C_m(H_2O)_n$ 表示。

3. 分类

(1) 单糖

不能水解的糖,如葡萄糖、果糖、核糖和脱氧核糖等。

(2) 寡糖(或低聚糖)

1 mol 糖水解后能产生 2~10 mol 单糖的称为寡糖或低聚糖,其中二糖最为重要,常见的二糖有蔗糖、麦芽糖和乳糖等。

(3) 多糖

1 mol 糖水解后能产生 10 mol 以上单糖的称为多糖,淀粉、纤维素和糖原等都属于多糖。

二、单糖

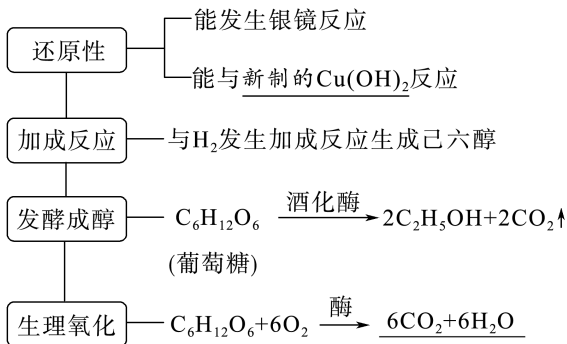
1. 分子组成和结构特点

名称	分子式	结构简式	官能团	类别
葡萄糖	$C_6H_{12}O_6$	$CH_2OH(CHOH)_4CHO$	$-OH, -CHO$	多羟基醛
果糖	$C_6H_{12}O_6$	$CH_2OH(CHOH)_3-C(=O)-CH_2OH$	$-OH, -C(=O)-$	多羟基酮
核糖	$C_5H_{10}O_5$	$CH_2OH(CHOH)_3CHO$	$-OH, -CHO$	多羟基醛
脱氧核糖	$C_5H_{10}O_4$	$CH_2OH(CHOH)_2CH_2CHO$	$-OH, -CHO$	多羟基醛

2. 葡萄糖和果糖的物理性质

名称	颜色	甜味	溶解性
葡萄糖	<u>无色</u> 晶体	<u>有</u>	<u>易</u> 溶于水,稍溶于乙醇,不溶于乙醚
果糖	<u>无色</u> 晶体	<u>有</u>	在水、乙醇、乙醚中均 <u>易</u> 溶

3. 葡萄糖的化学性质



此外,葡萄糖含羟基,具有醇的性质。

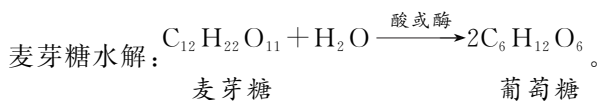
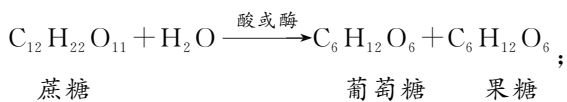
三、二糖

1. 蔗糖与麦芽糖的结构和性质

名称	蔗糖	麦芽糖
分子式	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
物理性质	都是 <u>无色</u> 晶体, <u>易</u> 溶于水, <u>有</u> 甜味	
分子结构	分子中无醛基	分子中有醛基
	都是二糖,二者互为同分异构体	
化学性质	非还原糖,水解生成 <u>葡萄糖</u> 和 <u>果糖</u>	还原糖,水解生成 <u>葡萄糖</u>

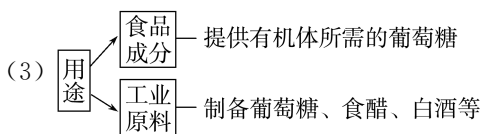
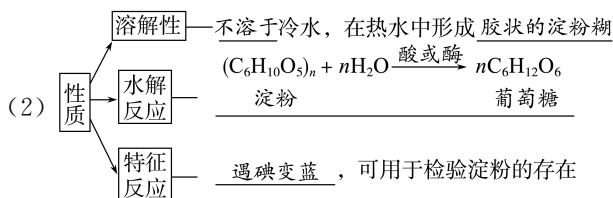
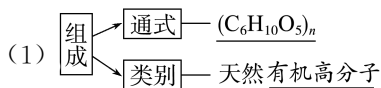
2. 水解反应的化学方程式

蔗糖水解:



四、多糖

1. 淀粉



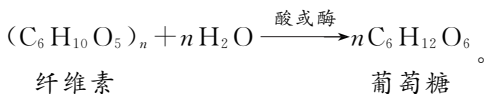
2. 纤维素

(1) 存在: 参与构成植物的细胞壁, 起着保护和支撑作用。

(2) 组成: 通式为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, 属于天然有机高分子。

(3) 化学性质:

① 水解反应:



② 酯化反应: 纤维素中的葡萄糖单元含有醇羟基, 可发生酯化反应。

(4) 用途: 纤维素可用于纺织工业、造纸等, 还可以用来制备硝酸纤维、醋酸纤维等化工原料。硝酸纤维极易燃烧, 可用于生产火药、塑料和涂料等。醋酸纤维可用于生产塑料、过滤膜、胶片等。黏胶纤维可用于制造人造丝和人造棉。

任务型课堂

任务一 葡萄糖的结构与性质

[探究活动]

材料 1 糖尿病是一种以高血糖为特征的代谢性疾病。长期摄入高热量食品易导致糖尿病。血糖是指血液中的葡萄糖。

材料 2 木糖醇 $[\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}]$ 是一种甜味剂, 糖尿病病人食用后血糖不会升高。

活动 1 能否用新制的氢氧化铜来检测糖尿病病人尿液中的葡萄糖?

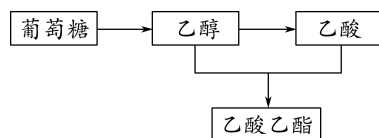
提示: 可以。葡萄糖含有醛基, 与新制的氢氧化铜加热煮沸, 产生砖红色沉淀。

活动 2 葡萄糖可以发生酯化反应, 1 mol 葡萄糖发生酯化反应时, 若彻底反应, 最多消耗醋酸的物质的量为多少?

提示: 由于每个葡萄糖分子含有 5 个羟基, 所以 1 mol 葡萄糖发生酯化反应时, 最多可消耗 5 mol 醋酸。

活动 3 以葡萄糖为原料, 如何制备食用香精乙酸乙酯?

提示: 可以通过如下所示路线制备乙酸乙酯:



活动 4 木糖醇与葡萄糖是否互为同分异构体? 请预测木糖醇有哪些化学性质与葡萄糖相似?

提示: 木糖醇的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5$, 与葡萄糖的分子式不同, 两者不互为同分异构体; 木糖醇分子中含有羟基, 与葡萄糖相似, 可发生酯化反应, 能与金属钠反应, 能燃烧, 能在铜或银的催化作用下发生催化氧化反应。

[评价活动]

1. 下列关于葡萄糖和果糖的说法错误的是 ()

- A. 葡萄糖中含有醛基, 是还原糖, 而果糖没有醛基, 是非还原糖
- B. 葡萄糖和果糖都能与 H_2 在一定条件下反应生成己六醇
- C. 葡萄糖与乙酸反应生成葡萄糖五乙酸酯
- D. 葡萄糖和果糖都是单糖, 互为同分异构体

A 解析: 虽然果糖中不含有醛基, 但是果糖与葡萄糖一样也是还原糖, A 错误; 葡萄糖含有 5 个 —OH

和1个—CHO,果糖分子中含有5个—OH和1个

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$, —CHO和 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$ 都能与 H_2 加成,生成己六醇,B正确;葡萄糖分子含有5个—OH,与乙酸反应生成葡萄糖五乙酸酯,C正确;葡萄糖和果糖分子式相同,结构不同,互为同分异构体,D正确。

2.某食品厂由葡萄糖制备葡萄糖酸钙的过程中,葡萄糖的氧化可用以下某种试剂,其中最合适的是

- ()
- A. O_2 /葡萄糖氧化酶
 B. 酸性 KMnO_4 溶液
 C. 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$
 D. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 溶液

解析: 新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 溶液氧化性较弱,且反应需要在碱性条件下进行,不利于葡萄糖的氧化;而酸性 KMnO_4 溶液氧化性强,不能得到葡萄糖酸;可在葡萄糖氧化酶催化作用下用 O_2 氧化葡萄糖生成葡萄糖酸,A正确。

3.下列关于某病人尿糖检验的做法正确的是 ()

- A. 取样,加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,观察产生的现象
 B. 取样,加 H_2SO_4 中和碱,再加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,观察产生的现象
 C. 取样,加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,煮沸,观察产生的现象
 D. 取样,加入 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,煮沸,观察产生的现象

C 解析: 葡萄糖在碱性条件下与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 共热,会产生砖红色(Cu_2O)沉淀,此性质可用于尿糖的检验。

4.分别取 1 mol 葡萄糖进行下列实验:

(1)发生银镜反应时,需 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ _____ mol,反应后葡萄糖变为 _____,其结构简式是 _____。

(2)与乙酸反应生成酯,从理论上讲完全酯化需要 _____ g 乙酸。

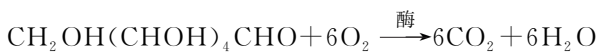
(3)若使之完全转化为 CO_2 和 H_2O ,所需氧气的体积在标准状况下为 _____ L,反应的化学方程式是 _____。

解析: (1)发生银镜反应时,1 mol 醛基被 2 mol $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 氧化,反应后葡萄糖转化为葡萄糖

酸铵。(2)1个葡萄糖分子中含有5个羟基,完全酯化时,从理论上讲,1 mol 葡萄糖需 5 mol 乙酸。(3)若使 1 mol $\text{C}_6(\text{H}_{12}\text{O}_6)$ 完全转化为 CO_2 和 H_2O ,需 6 mol 氧气。

答案: (1)2 葡萄糖酸铵

$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COONH}_4$ (2)300 (3)134.4



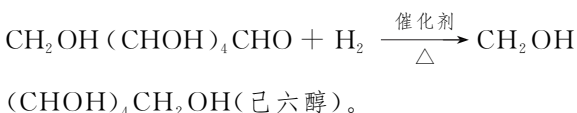
任务总结

(1)葡萄糖的结构

葡萄糖是五羟基醛,分子中含有醛基和醇羟基,其结构简式为 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ 。因此,葡萄糖具有醛和醇的化学性质。

(2)葡萄糖的性质

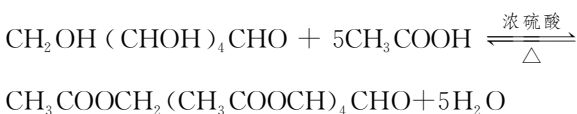
①被还原成醇



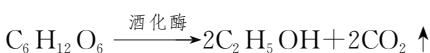
②被氧化

- a. 被银氨溶液氧化。
 b. 被新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化。
 c. 使溴水或酸性 KMnO_4 溶液褪色。
 d. 在加热和催化剂条件下被 O_2 氧化。

③酯化反应



④发酵成酒精



任务二 糖类还原性的检验及水解产物的检验

[探究活动]

某学生设计了以下四个实验方案,用以检验淀粉的水解情况。

方案甲:淀粉液 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{稀硫酸}}$ 水解液 $\xrightarrow{\text{氢氧化钠溶液}}$ 中和液 $\xrightarrow{\text{碘水}}$ 溶液不变蓝。

结论:淀粉完全水解。

方案乙:淀粉液 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{稀硫酸}}$ 水解液 $\xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{银氨溶液}}$ 无银镜生成。

结论:淀粉尚未水解。

方案丙:淀粉液 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{稀硫酸}}$ 水解液 $\xrightarrow{\text{氢氧化钠溶液}}$ 中和液
 $\xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{银氨溶液}}$ 有银镜生成。

结论:淀粉已经水解。

方案丁:淀粉液 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{稀硫酸}}$

水解液 $\begin{cases} \xrightarrow{\text{碘水}} \text{溶液变蓝} \\ \xrightarrow{\text{氢氧化钠溶液}} \text{中和液} \end{cases}$
 中和液 $\xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{银氨溶液}}$ 有银镜生成。

结论:淀粉部分水解。

活动 1 甲方案的设计、结论是否正确,为什么?

提示:设计和结论都不正确。向水解液中加入氢氧化钠溶液使溶液呈碱性后,再加入 I_2 , I_2 与氢氧化钠溶液发生反应,没有 I_2 存在,不能证明淀粉是否存在。

活动 2 乙方案的设计、结论是否正确,为什么?

提示:设计和结论都不正确。因为在酸性条件下,加入的银氨溶液被破坏,不能与葡萄糖发生银镜反应。按方案乙的设计,无银镜生成,淀粉可能是完全水解,也可能是部分水解或尚未水解。

活动 3 丙方案的设计、结论是否正确,为什么?

提示:设计和结论都正确。按设计的方案进行实验,有银镜生成,说明淀粉已水解生成了葡萄糖。

活动 4 丁方案的设计、结论是否正确,为什么?

提示:设计和结论都正确。按设计方案进行实验,溶液变蓝又有银镜生成,说明既有淀粉又有葡萄糖,淀粉部分水解。

[评价活动]

1. (2021·山东卷)某同学进行蔗糖水解实验,并检验产物中的醛基,操作如下:向试管 I 中加入 1 mL 20% 蔗糖溶液,加入 3 滴稀硫酸,水浴加热 5 分钟。打开盛有 10% NaOH 溶液的试剂瓶,将玻璃瓶塞倒放,取 1 mL 溶液加入试管 II,盖紧瓶塞;向试管 II 中加入 5 滴 2% $CuSO_4$ 溶液。将试管 II 中反应液加入试管 I,用酒精灯加热试管 I 并观察现象。实验中存在的错误有几处? ()

- A.1 B.2
C.3 D.4

B 解析:第 1 处错误:利用新制氢氧化铜检验蔗糖水解生成的葡萄糖中的醛基时,溶液需保持弱碱性,否则作水解催化剂的酸会与氢氧化铜反应,导致实验失败,题干实验过程中蔗糖水解后溶液未冷

却并碱化;第 2 处错误:NaOH 溶液具有强碱性,不能用玻璃瓶塞,否则 NaOH 与玻璃塞中 SiO_2 反应生成具有黏性的 Na_2SiO_3 ,会导致瓶盖无法打开,共 2 处错误,故答案为 B。

2. 用来证明棉花和淀粉都是多糖的实验方法是 ()

- A. 放入氧气中燃烧,检验燃烧产物都是 CO_2 和 H_2O
 B. 放入银氨溶液中微热,都不发生银镜反应
 C. 加入浓硫酸后微热,都脱水而变黑
 D. 分别加入稀硫酸后煮沸几分钟,用 NaOH 溶液中和反应后的溶液,再加入新制的 $Cu(OH)_2$ 共热,都生成砖红色沉淀

D 解析:多糖在稀硫酸存在下水解生成单糖(葡萄糖),加入 NaOH 溶液中和稀硫酸,再加入新制的 $Cu(OH)_2$ 共热后,生成砖红色的 Cu_2O 沉淀。

3. 某学生设计了如下所示实验方案用以检验淀粉水解的情况:

淀粉溶液 $\xrightarrow[\text{加热}]{\text{稀硫酸}}$ 水解液 $\xrightarrow[\text{NaOH溶液}]{\text{过量}}$ 中和液 $\begin{cases} \xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{银氨溶液}} \text{有银镜生成} \\ \xrightarrow{\text{碘水}} \text{溶液不变蓝} \end{cases}$

下列结论正确的是 ()

- A. 淀粉部分水解
 B. 淀粉已完全水解
 C. 淀粉没有水解
 D. 淀粉已发生水解,但不知道是否完全水解

D 解析:葡萄糖分子中含有醛基,银氨溶液与葡萄糖能发生银镜反应,加入银氨溶液有银镜出现时,说明淀粉已经发生水解;向中和液中加入碘水后溶液不变蓝,但氢氧化钠溶液过量,无法判断溶液中是否还有淀粉,故 D 项正确。

4. 某学生进行蔗糖水解的实验,并检验水解产物中是否含有葡萄糖。他的操作如下:

- ①取少量蔗糖于试管中,加适量水配成溶液;
 ②在蔗糖溶液中加入 3~5 滴稀硫酸;
 ③将混合液煮沸几分钟,冷却;
 ④在冷却后的溶液中加入银氨溶液,水浴加热。

该实验中没有银镜产生,其原因是_____ (填字母序号)。

- A. 蔗糖尚未水解

- B.加热时间不够
C.在煮沸后的溶液中没有加碱中和其中的酸
D.蔗糖水解的产物中没有葡萄糖

上述实验的正确操作应是_____。

解析:蔗糖水解需要在稀硫酸作催化剂的条件下进行,而检验水解产物时要在碱性条件下加入银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,故水解液冷却后应先用 NaOH 溶液中和稀硫酸。

答案:C 在冷却后的水解液中滴加 NaOH 溶液至溶液呈碱性,再加入银氨溶液并水浴加热

任务总结

(1)糖类还原性的检验

糖类还原性是指糖类中的醛基被氧化的性质。某些糖类有较强的还原性,能被银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 氧化。若糖类不能发生银镜反应或不与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应,则该糖不具有还原性,为非还原糖,如蔗糖。

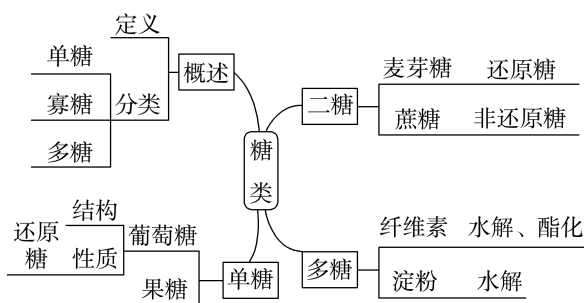
(2)糖类水解产物中葡萄糖的检验

①水解条件

- a.蔗糖:稀硫酸作催化剂,水浴加热。
b.纤维素:90%的浓硫酸作催化剂,小火微热。
c.淀粉:稀酸或酶催化,水浴加热。

②水解产物中葡萄糖的检验:欲要检验糖类水解产物中的葡萄糖,必须先加入 NaOH 溶液中和其中的硫酸,再加入银氨溶液或新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 进行检验。

提质归纳



课后素养评价(十三)

基础性·能力运用

知识点1 葡萄糖的结构与化学性质

1.下列事实能说明葡萄糖是一种还原糖的是 ()

- A.与氢气加成生成六元醇
B.能发生银镜反应
C.能与羧酸发生酯化反应
D.能与氧气反应生成二氧化碳和水

B 解析: A 不能说明,它表明葡萄糖能被还原;C 不能说明,因为葡萄糖含羟基,能与羧酸发生酯化反应,与还原性无关;D 不能说明,因为淀粉、纤维素也能与氧气反应生成二氧化碳和水,但它们属于非还原糖。

2.下列关于糖类的说法中,正确的是 ()

- A.所有糖类物质都有甜味,但不一定都溶于水
B.葡萄糖和果糖性质不同,但分子式相同
C.摄入人体的纤维素在酶的作用下能水解为葡萄糖

D.葡萄糖和蔗糖不互为同分异构体,但互为同系物

B 解析: 糖类不一定有甜味,如纤维素没有甜味,选项 A 错误;葡萄糖和果糖结构不同,性质不同,但分子式相同,B 正确;人体内无纤维素酶,不能使纤维素发生水解生成葡萄糖,C 错误;因葡萄糖和蔗糖分子式不同,结构也不同,不符合同一通式,所以葡萄糖和蔗糖不互为同分异构体,也不互为同系物,D 错误。

知识点2 淀粉与纤维素的组成与性质

3.食物中的纤维素虽然不能为人体提供能量,但能促进肠道蠕动、吸附排出有害物质。从纤维素的化学成分看,它是一种 ()

- A.二糖 B.多糖
C.氨基酸 D.脂肪

B 解析: 纤维素是一种多糖。

4.生活中的一些问题常涉及化学知识,下列叙述正确

的是 ()

- A.棉花的主要成分是纤维素
 B.过多食用糖类物质(如淀粉)不会使人发胖
 C.淀粉在人体内直接水解生成葡萄糖,供人体组织的营养需要
 D.纤维素在人体消化过程中起重要作用,纤维素可以作为人类的营养物质

A 解析:棉花的主要成分是纤维素,A正确;过多食用淀粉会使人体发胖,B错误;淀粉在酶的作用下水解生成葡萄糖,C错误;纤维素在人体内不水解,不能作为人类的营养物质,D错误。

5.下列说法不正确的是 ()

- A.做衣服的棉和麻均与淀粉互为同分异构体
 B.木材纤维遇碘水不显蓝色
 C.新制的氢氧化铜可以鉴别乙酸、葡萄糖和乙醇三种溶液
 D.果糖不含醛基,葡萄糖含醛基,二者能用溴水鉴别

A 解析:棉和麻属于纤维素,与淀粉不互为同分异构体,A错误;纤维素遇碘水不显蓝色,B正确;乙酸与新制的氢氧化铜发生中和反应,新制的氢氧化铜变澄清,葡萄糖中含有醛基,在加热条件下,与新制的氢氧化铜发生反应产生砖红色沉淀,乙醇不与氢氧化铜反应,现象不同,可以鉴别,C正确;可用溴水鉴别葡萄糖和果糖,葡萄糖含醛基可使溴水褪色而果糖不能,D正确。

知识点3 糖类水解产物的检验

6.某同学为了检验纤维素的水解产物是否为葡萄糖,他将纤维素与70%的硫酸共热后加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 并加热煮沸,无砖红色沉淀生成。以下解释正确的是 ()

- A.纤维素水解产物中无葡萄糖
 B.使用的硫酸过浓只发生了脱水反应
 C.由于水解后混合液中含有硫酸,所以见不到砖红色沉淀
 D.加热时间不够长,所以见不到砖红色沉淀

C 解析:葡萄糖与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的反应必须在碱性环境中进行,纤维素水解后应先加入 NaOH 溶液中和硫酸,再与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应。

7.有下列物质:①碘水;②银氨溶液;③ NaOH 溶液;④稀硫酸;⑤浓硫酸。在进行淀粉的水解实验(包括检验水解产物及水解是否完全)时,除淀粉外,还需使用上述试剂或其中一部分试剂,判断使用的试剂及其先后顺序为 ()

- A.④①③②
 B.①④②③
 C.⑤①③②
 D.①⑤②③

A 解析:淀粉的水解需要稀酸溶液作催化剂,要判断水解程度及水解产物时,应先检验淀粉是否存在,因为所加碘水溶液也呈酸性。然后将水解液用 NaOH 溶液调至碱性,最后加入银氨溶液,若有 Ag 析出则证明水解产物为葡萄糖。所以所加试剂的顺序为④①③②。

综合性·创新提升

8.在 $300\sim 400\text{ }^\circ\text{C}$ 的高温下,将砂糖(主要成分为蔗糖)等碳水化合物转化为焦糖与碳之间的“半成品碳”,再放进硫酸中高温加热,生成一种叫“焦糖烯”的物质,其分子式为 $\text{C}_{36}\text{H}_{50}\text{O}_{25}$ 。下列有关说法正确的是 ()

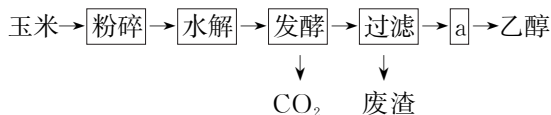
- A.向蔗糖中加入浓硫酸发生一系列反应,浓硫酸主要体现吸水性和强氧化性
 B.“半成品碳”是碳元素的一种新单质,与 C_{60} 都是碳元素的同素异形体
 C.蔗糖的水解产物之一在碱性条件下加热,可与银

氨溶液反应

D.焦糖烯是一种新型的烯烃,其能使溴的四氯化碳溶液褪色

C 解析:蔗糖中加入浓硫酸,蔗糖脱水生成单质碳,碳部分被氧化生成 CO_2 ,体现了浓硫酸的脱水性和氧化性,A错误;“半成品碳”为焦糖与碳之间的物质,不是碳元素的一种新单质,B错误;蔗糖的水解产物之一葡萄糖属于还原性糖,C正确;焦糖烯的分子式为 $\text{C}_{36}\text{H}_{50}\text{O}_{25}$,该物质属于烃的衍生物,不是烯烃,D错误。

9. 乙醇燃料的生产过程可表示如下:



(1) 粉碎玉米的目的是_____。

(2) 生产过程中为了检验淀粉是否完全水解, 可选用的试剂是_____。

(3) 步骤 a 的操作是_____ (填字母序号)。

A. 蒸发 B. 萃取 C. 蒸馏 D. 分液

(4) 发酵产生的 CO_2 纯度可达到 99%, 能回收利用, 请写出它的两项用途: _____。

(5) 请写出以玉米等为淀粉原料生产乙醇的反应的化学方程式:

① _____;
② _____。

(6) 根据上述化学方程式计算 100 kg 淀粉理论上可生产无水乙醇 _____ kg。

解析: (1) 将固体粉碎的目的是增大反应物的接触面积, 从而增大反应速率。(2) 遇碘变蓝是淀粉的特性, 化学上常利用这一性质来检验淀粉。(3) 因乙醇和水互溶且沸点相差较大, 一般用蒸馏的方法进行分离。

(6) 设 100 kg 淀粉理论上可生产无水乙醇的质量为 x 。



$$162n \qquad \qquad \qquad 92n$$

$$100 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad x$$

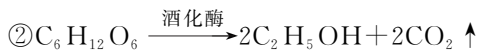
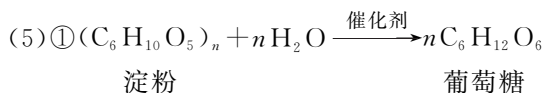
$$\frac{162n}{92n} = \frac{100 \text{ kg}}{x} \quad x \approx 56.8 \text{ kg}.$$

答案: (1) 增大反应物的接触面积, 从而增大反应速率

(2) 碘水

(3) C

(4) 制饮料、制干冰、制烧碱、制碳酸盐 (任选两项, 合理即可)

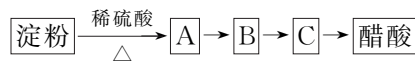


(6) 56.8

10. 苹果中含有淀粉、葡萄糖和无机盐等, 某课外兴趣小组设计了一组实验证明某些成分的存在, 请你参与并协助他们完成相关实验。

(1) 用小试管取少量的苹果汁, 加入 _____ (填名称), 溶液变蓝, 则苹果中含有淀粉。

(2) 利用含淀粉的物质可以生产醋酸。下面是生产醋酸的流程, 根据流程回答下列问题:



B 是日常生活中有特殊香味的常见有机物, 在有些饮料中含有 B。

① 写出化学方程式, 并注明反应类型。

B 与醋酸反应: _____, 属于 _____ 反应。

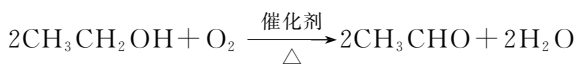
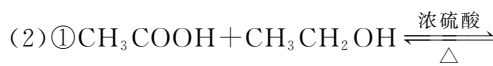
B → C: _____, 属于 _____ 反应。

② 可用于检验 A 的试剂是 _____。

③ 在淀粉溶液中加入稀硫酸并加热, 发生反应的类型是 _____, 稀硫酸的作用是 _____。

解析: (1) 淀粉遇碘变蓝色, 利用此性质可检验淀粉的存在。(2) 淀粉水解得到的 A 是葡萄糖, B 是日常生活中有特殊香味的常见有机物, 在有些饮料中含有 B, 可知 B 为乙醇, 葡萄糖在酒化酶的作用下分解得乙醇。乙醇与乙酸在浓硫酸作用下发生酯化反应得乙酸乙酯, 乙醇催化氧化可得乙醛。检验葡萄糖可用新制的氢氧化铜或银氨溶液。

答案: (1) 碘水



氧化

② 新制的氢氧化铜 (或银氨溶液)

③ 水解反应 作催化剂

11. A、B、C、D、E 五种有机物的分子中 C、H、O 三种元素的质量比都是 6 : 1 : 8。在通常状况下, A 是一种有刺激性气味的气体, 对氢气的相对密度为 15, 其水溶液能发生银镜反应。B 的相对分子质量是 A 的 6 倍, C 和 B 是同分异构体, 两物质分别是具有甜味的白色晶体和无色晶体, 但 B 常用作制镜工业

的还原剂。D和E两物质的蒸气密度都是 $2.68 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (标准状况下), 它们也互为同分异构体。但D的水溶液能使石蕊溶液变红, 而E是不溶于水的油状液体, 具有水果香味。

(1) 写出A、B、C、D、E的结构简式。

A. _____; B. _____; C. _____;

D. _____; E. _____。

(2) B分子含有的官能团是 _____, B作制镜工业的还原剂时发生反应的化学方程式为 _____。

(3) 1 mol B与乙酸反应生成酯, 从理论上讲完全酯化需要 _____ g 乙酸。

(4) B在不同的氧化剂作用下可以生成M($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7$)或N($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_8$), M和N都不能发生银镜反应。M、N的结构简式分别是 _____。

解析: (1) 五种物质分子中C、H、O的原子个数比

$$N(\text{C}) : N(\text{H}) : N(\text{O}) = \frac{6}{12} : \frac{1}{1} : \frac{8}{16} = 1 : 2 : 1。$$

所以, 最简式为 CH_2O 。又因A的化学式量为30, 且是一种有刺激性气味的气体, A为甲醛。B、C

的化学式量均为 $30 \times 6 = 180$, 分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, 又因B可作制镜工业的还原剂, B为葡萄糖, C为果糖。D和E的摩尔质量为 $22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \times 2.68 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \approx 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$, D的水溶液显酸性, E为不溶于水的油状液体, D为乙酸, E为甲酸甲酯。(2) B分子含有的官能团是醛基、羟基。(3) 葡萄糖分子中含有5个羟基, 完全酯化时, 从理论上讲, 1 mol 葡萄糖需 5 mol 乙酸。(4) 葡萄糖分子中的醛基、 $-\text{CH}_2\text{OH}$ 都可以被氧化。

答案: (1) HCHO $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$

$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{COCH}_2\text{OH}$ CH_3COOH

HCOOCH_3

(2) 羟基、醛基

$\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$



(3) 300

(4) $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$

$\text{HOOC}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$

第二节 蛋白质

学习任务目标

1. 知道氨基酸的组成、结构特点和主要化学性质,了解氨基酸、蛋白质与人体健康的关系。
2. 了解蛋白质的组成、结构和性质,认识人工合成多肽、蛋白质的意义。

问题式预习

一、氨基酸

1. 组成和结构

(1) 定义

羧酸分子烃基上的氢原子被氨基取代得到的化合物。

(2) 结构特点

① α -氨基酸的结构简式可表示为 $\begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{R}-\text{CH}-\text{COOH} \end{array}$,

其官能团为氨基($-\text{NH}_2$)和羧基($-\text{COOH}$)。

② 除甘氨酸外,一般 α -氨基酸中都含手性碳原子,具有对映异构体。

(3) 常见的氨基酸

俗名	结构简式	系统命名
甘氨酸	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$	氨基乙酸
丙氨酸	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2-氨基丙酸
苯丙氨酸	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$	2-氨基-3-苯基丙酸
谷氨酸	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	2-氨基戊二酸
半胱氨酸	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$ NH_2	2-氨基-3-巯基丙酸

2. 性质

(1) 物理性质

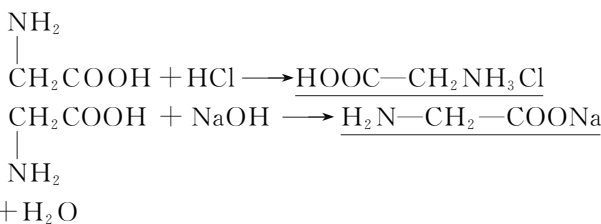
氨基酸

- 颜色、熔点、稳定性: 天然氨基酸均为无色晶体,熔点较高,多在200~300℃熔化时分解
- 溶解性: 一般能溶于水,而难溶于乙醇、乙醚等有机溶剂

(2) 化学性质

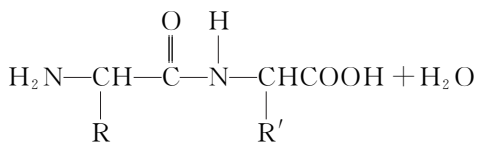
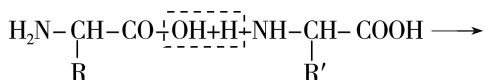
① 两性

氨基酸分子中既含有酸性基团 $-\text{COOH}$,又含有碱性基团 $-\text{NH}_2$,因此,氨基酸是两性化合物。



② 成肽反应

两个氨基酸分子在一定条件,通过氨基与羧基间缩合脱水,形成含肽键的化合物叫做成肽反应。



其中 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ || \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$ 叫肽键。

二、蛋白质

1. 结构

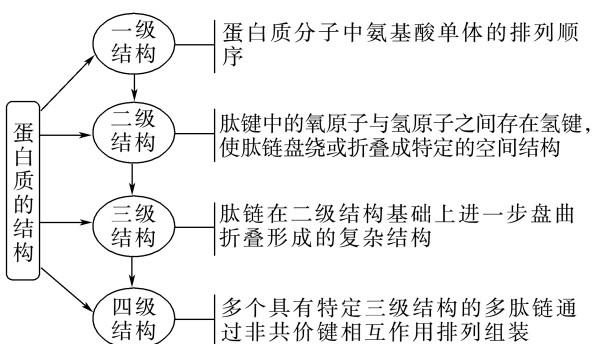
(1) 组成

① 蛋白质是由多种氨基酸通过肽键等相互连接形成的一类生物大分子,是一般细胞中含量最多的有机分子,占细胞干重的一半以上。

② 蛋白质主要由 C、H、O、N、S 等元素组成,有些蛋白质还含有 P、Fe、Zn、Cu 等元素。

(2) 结构

各种蛋白质在生物体内所具有的不同功能与蛋白质的结构密切相关。蛋白质的结构不仅取决于多肽链的氨基酸种类、数目及排列顺序,还与其特定的空间结构有关。



2. 性质

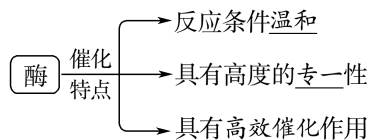
水解	在酸、碱或酶的作用下, 逐步水解成相对分子质量较小的多肽, 最终水解得到氨基酸
两性	蛋白质含有氨基显碱性, 含有羧基显酸性
盐析	少量的某些可溶性盐能促进蛋白质的溶解。但当这些盐在蛋白质溶液达到一定浓度时, 反而使蛋白质的溶解度降低而使其从溶液中析出, 这种作用称为盐析, 属于可逆过程, 不影响其活性, 可用于分离提纯蛋白质
变性	加热、紫外线、放射线、强酸、强碱、重金属盐、一些有机物等都会使蛋白质变性, 属于不可逆过程, 变性后的蛋白质在水中不能重新溶解, 失去原有的生理活性
显色反应	含苯环的蛋白质遇浓硝酸, 加热显黄色, 可用于检验蛋白质

三、酶

1. 概念

酶是一类由细胞产生的、对生物体内的化学反应具有催化作用的有机化合物, 其中绝大多数是蛋白质。

2. 催化特点

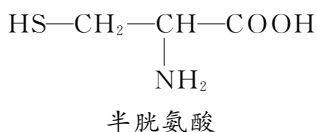


任务型课堂

任务一 氨基酸和蛋白质的结构和性质

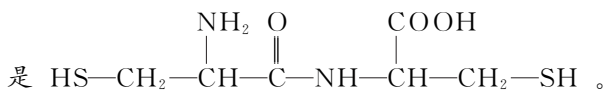
[探究活动]

艾滋病是一种危害性极大的传染病, 由艾滋病病毒(HIV)引起。科学家发现半胱氨酸能增强人的免疫力, 可能对控制艾滋病病毒的增殖有效果。已知半胱氨酸的结构简式如图所示。



活动 1 两分子半胱氨酸脱水形成的二肽的结构简式是什么?

提示: 两分子半胱氨酸脱水生成的二肽



活动 2 氨基酸生成二肽的反应属于什么反应类型?

提示: 取代反应。

活动 3 二肽中是不是有两个肽键?

提示: 不是。几肽是按合成化合物的氨基酸的个数确定的。

活动 4 $\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COONH}_4$ 可与 NaOH 溶液反应放出 NH_3 吗? 为什么?

提示: 可以。因 $\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COONH}_4$ 可电离产生 NH_4^+ , 故其与碱共热时会放出 NH_3 。

活动 5 氨基酸 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ 与 CH_3CHCOOH 形成二肽时最多形成几种? 分别是什么?

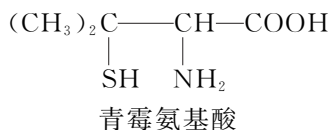


提示: 4 种。 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CONHCH}_2-\text{COOH}$ 、



[评价活动]

1. 青霉素是医学上一种常用的抗生素, 在体内经酸水解后, 得到青霉氨基酸, 其结构简式如图所示(分子中的一SH 与—OH 具有相似的化学性质)。下列关于青霉氨基酸的推断不合理的是 ()



A. 青霉氨基酸分子中所有碳原子不可能在同一直线上

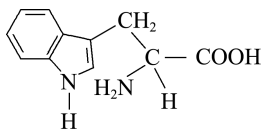
B. 青霉氨基酸能发生酯化反应

C. 青霉氨基酸分子间能形成多肽

D. 1 mol 青霉氨基酸最多能与 2 mol 乙醇发生酯化反应

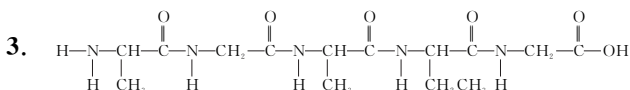
D 解析: 青霉氨基酸分子中所有碳原子不可能全部在一条直线上, A 正确; 青霉氨基酸中含有—COOH, 能发生酯化反应, B 正确; 青霉氨基酸分子中的—NH₂ 和—COOH 之间发生缩合反应形成多肽, C 正确; 1 mol 青霉氨基酸分子中含 1 mol —COOH, 最多能与 1 mol 乙醇发生酯化反应, D 错误。

2. 已知某氨基酸的结构如图所示, 下列有关该物质的说法不正确的是 ()



- A. 它属于氨基酸, 既具有酸性, 又具有碱性
 B. 它可以发生取代反应、中和反应、加成反应
 C. 能与碳酸钠反应生成 CO_2 气体
 D. 它的分子式是 $\text{C}_{11}\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$

D 解析: 该物质是氨基酸, 既具有酸性, 又具有碱性, A 正确; 该氨基酸含有苯环, 可以发生取代反应、加成反应, 含有羧基, 可以发生中和反应, B 正确; 该分子中含有羧基, 能与碳酸钠反应生成 CO_2 气体, C 正确; 它的分子式是 $\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2$, D 错误。

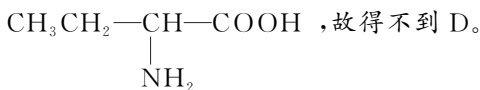


是一种由三种 α -氨基酸分子脱水缩合生成的五肽的结构简式, 这种五肽彻底水解时, 不可能产生的氨基酸是 ()

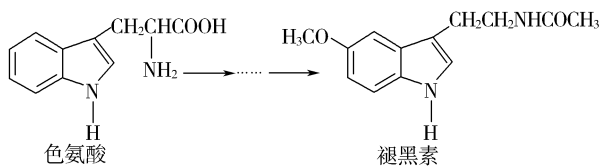
- A. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
 B. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
 C. $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
 D. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$

D 解析: 蛋白质水解时是从肽键 ($-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{N}-$) 处

断裂而生成氨基酸, 该五肽水解生成的 α -氨基酸分别为 $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH}$ 、 CH_2-COOH 、



4. 褪黑素是一种内源性生物钟调节剂, 在人体内由食物中的色氨酸转化得到。



- 下列说法错误的是 ()
 A. 色氨酸分子中存在氨基和羧基, 可形成内盐, 具

有较高的熔点

- B. 可通过调节色氨酸溶液的 pH 使其形成晶体析出
 C. 在一定条件下, 色氨酸可发生缩聚反应
 D. 褪黑素与色氨酸结构相似, 也具有两性化合物的特性

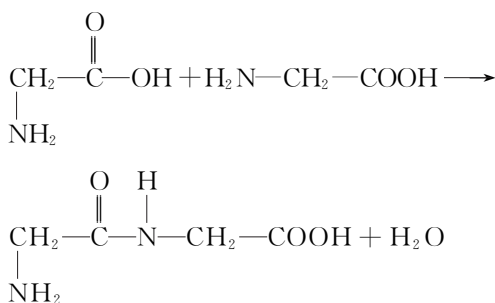
D 解析: 氨基酸形成内盐的熔点较高, A 正确; 可调节 pH 使晶体析出, B 正确; 氨基酸都可发生缩聚反应, C 正确; 褪黑素与色氨酸结构不相似, D 错误。

任务总结

氨基酸的缩合反应

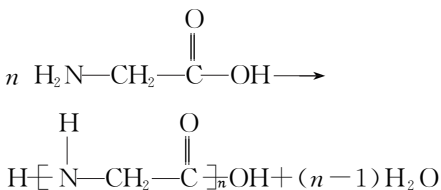
(1) 分子间脱水形成肽

例如, 甘氨酸生成二肽:



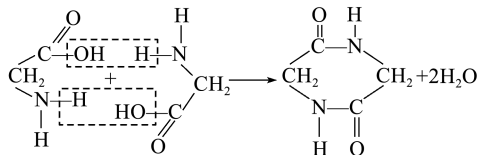
(2) 分子间脱水形成蛋白质

例如, 甘氨酸缩聚形成高分子:

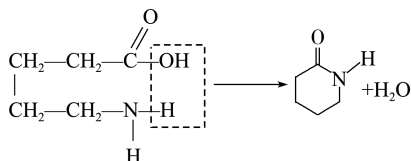


(3) 成环反应

① 分子间脱水 (以甘氨酸为例):



② 分子内脱水:



任务二 盐析、变性和渗析三者的比较

[探究活动]

材料 1 病毒是一种非细胞生命形态, 它由一个核酸长链和蛋白质外壳组成, 没有细胞结构。病毒只能寄

生在活细胞里。在医院里用高温蒸煮、紫外线照射、喷洒消毒液、伤口处涂抹酒精溶液等方法来杀菌、消毒。

材料 2 生活中常有下列现象:鸡蛋清中加入食盐,会产生白色絮状物,加水后白色絮状物又会消失。

活动 1 你知道医院消毒所依据的原理是什么吗?

提示:医院消毒所依据的原理是蛋白质的变性。

活动 2 变性后的蛋白质是否还能恢复生理活性?

提示:不能。

活动 3 为什么鸡蛋清中加入食盐,会产生白色絮状物?加水后白色絮状物又会消失说明什么?

提示:因为鸡蛋清中发生了蛋白质的盐析。鸡蛋清中加入无机盐后,蛋白质的溶解度降低,白色絮状物就是析出的蛋白质。盐析是可逆的过程。

活动 4 如何分离提纯蛋白质?

提示:①常用盐析法来分离提纯蛋白质,因为盐析是可逆的。②对于蛋白质溶液(属于胶体),可用渗析法除去其中的杂质离子。

[评价活动]

1. 下列关于蛋白质的叙述不正确的是 ()

- A. 蛋白质溶液中加入饱和硫酸铵溶液,蛋白质会析出,若再加入水也不溶解
- B. 蛋白质的分子不能透过半透膜
- C. 重金属盐使蛋白质变性,但吞服“钡餐”不会引起中毒
- D. 浓硝酸溅到皮肤上使皮肤呈黄色,这是由于蛋白质和浓硝酸发生了显色反应

A 解析:硫酸铵加入蛋白质溶液中会使蛋白质发生盐析而不是变性;“钡餐”是 BaSO_4 ,它是难溶性物质,不会产生大量的 Ba^{2+} ,不会使蛋白质变性,所以吞服“钡餐”不会引起中毒;但要注意“钡餐”不能用 BaCO_3 ,因为 BaCO_3 会与胃酸反应生成易溶的 BaCl_2 ,则这时大量的 Ba^{2+} 会使蛋白质变性而引起中毒。

2. 下列现象中,不属于蛋白质变性的是 ()

- A. 利用紫外线对医疗器械进行消毒
- B. 用稀的福尔马林浸泡种子
- C. 用波尔多液防治作物虫害
- D. 蛋白质溶液加入食盐变浑浊

D 解析:紫外线能使蛋白质变性,可以消毒,故 A

错误;稀的福尔马林即甲醛溶液,能使蛋白质变性,从而达到驱虫杀菌的效果,故 B 错误;波尔多液中含有 Cu^{2+} ,能使蛋白质变性,从而达到防治作物虫害作用,故 C 错误;蛋白质溶液加入食盐变浑浊的过程是盐析的过程,没有破坏蛋白质的活性,故 D 正确。

3. 鉴别下列各组有机化合物所用试剂及现象与结论均正确的是 ()

选项	有机化合物	所用试剂	现象与结论
A	葡萄糖与果糖	钠	有气体放出的是葡萄糖
B	蔗糖与蛋白质	溴水	褪色的是蔗糖
C	油脂与蛋白质	浓硝酸	变蓝的是蛋白质
D	淀粉与蛋白质	碘水	变蓝的是淀粉

D 解析:葡萄糖和果糖都能与钠反应生成气体,不能鉴别,故 A 错误;向蔗糖溶液与蛋白质溶液中加入溴水均不褪色,不能鉴别,故 B 错误;蛋白质遇浓硝酸变黄色而不是变蓝色,故 C 错误;淀粉遇碘单质变蓝,蛋白质遇碘单质不反应,可以鉴别,故 D 正确。

4. GFP 是一种能发出绿色荧光的天然蛋白质,下列对 GFP 的结构和性质预测错误的是 ()

- A. GFP 可以溶于水,且其水溶液可以通过滤纸
- B. 为了防止 GFP 变质,可以将 GFP 保存在福尔马林溶液中
- C. GFP 在一定条件下会发生水解,且水解产物可能只有 α -氨基酸
- D. 灼烧 GFP 会产生烧焦羽毛的气味

B 解析:蛋白质的水溶液是胶体,可以通过滤纸, A 正确;福尔马林溶液的主要成分是甲醛(HCHO),它能使 GFP 变性, B 错误; GFP 是一种天然蛋白质,天然蛋白质的水解产物大多数是 α -氨基酸, C 正确;灼烧蛋白质时会产生烧焦羽毛的特殊气味, D 正确。

任务总结

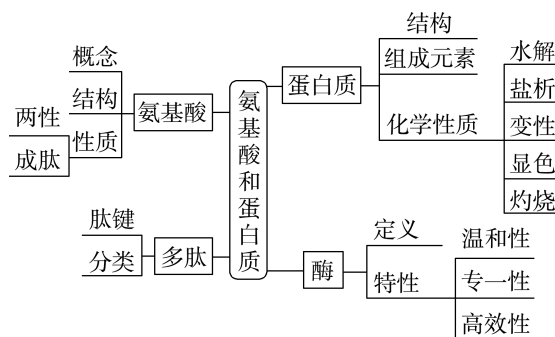
渗析、盐析和变性三者的比较

项目	渗析	盐析	变性
内涵	利用半透膜分离胶体粒子与小分子或离子	加入无机盐使胶体中的物质析出	一定条件下,使蛋白质失去原有的生理活性
条件	胶体、半透膜、水	浓的盐溶液,如(NH ₄) ₂ SO ₄ 、Na ₂ SO ₄ 、NaCl溶液等	加热、紫外线、放射线、重金属盐、强酸、强碱、乙醇、丙酮等
实质	物理变化	物理变化	化学变化

续表

项目	渗析	盐析	变性
特点	可逆,需多次换水	可逆,蛋白质仍保持原有活性	不可逆,蛋白质已失去原有活性
用途	除杂,如除去淀粉溶液中的NaNO ₃ 杂质	分离提纯蛋白质	消毒、灭菌,如给果树使用波尔多液、用福尔马林保存动物标本等

► 提质归纳

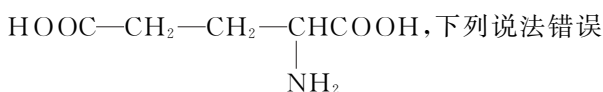


课后素养评价(十四)

基础性·能力运用

知识点1 氨基酸的化学性质

1. 已知谷氨酸的结构为

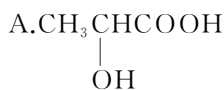


的是 ()

- A. 1 mol 谷氨酸能与 2 mol NaOH 发生反应
- B. 谷氨酸分子中的氨基表现碱性
- C. 谷氨酸分子之间不能发生反应
- D. 谷氨酸分子之间能发生脱水缩合反应

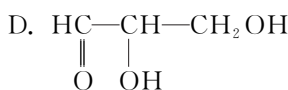
C 解析: 1 mol 谷氨酸含有 2 mol 羧基, 能与 2 mol NaOH 发生反应, A 正确; 谷氨酸分子中的氨基表现碱性, B 正确; 谷氨酸分子中含有氨基和羧基, 分子间能发生缩合反应, C 错误、D 正确。

2. 在有机化合物中, 若一个碳原子连有 4 个不同的原子或原子团, 则这个碳原子称为“手性碳原子”。下列物质中, 不含手性碳原子的是 ()



B. 氨基乙酸

C. α -氨基丙酸



B 解析: 氨基乙酸 $\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{C}}\begin{matrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{matrix}$ 的 α 碳上有两个

氢原子, 不满足“手性碳原子”的结构条件。

知识点2 蛋白质的结构与性质

3. 下列对氨基酸和蛋白质的描述不正确的是 ()

- A. 蛋白质水解的最终产物是氨基酸
- B. 氨基酸和蛋白质遇重金属离子均会变性
- C. α -氨基丙酸与 α -氨基苯丙酸的混合物脱水缩合生成 4 种二肽
- D. 氨基酸溶于过量氢氧化钠溶液中生成的离子, 在

电场作用下向正极移动

B 解析:蛋白质是由氨基酸脱水缩合形成的高分子,其水解最终可得氨基酸,A项正确;遇重金属离子变性是蛋白质特有的性质,氨基酸无变性的性质,B项错误; α -氨基丙酸与 α -氨基苯丙酸可以形成的二肽有: α -氨基丙酸自身脱水缩合形成的二肽、

α -氨基苯丙酸自身脱水缩合形成的二肽、 α -氨基丙酸脱羧基中的—OH和 α -氨基苯丙酸脱氨基中的H形成的二肽、 α -氨基丙酸脱氨基中的H和 α -氨基苯丙酸脱羧基中的—OH形成的二肽,共4种二肽,C项正确;氨基酸与氢氧化钠溶液反应形成的阴离子,在电场作用下向正极移动,D项正确。

综合性·创新提升

4. 蛋白质种类繁多,结构复杂,性质多样。下列关于蛋白质的叙述正确的是 ()

- A. 蛋白质溶液中加入 CuSO_4 溶液产生盐析现象
 B. 蘑菇等菌类是植物性蛋白质的来源之一
 C. 天然蛋白质都可以水解,水解的最终产物都是多肽化合物
 D. 酶属于蛋白质,常用作催化剂,一般来说,酸性越强,酶的催化效果越好

B 解析: CuSO_4 为重金属盐,可使蛋白质变性,A错误;天然蛋白质水解的最终产物为氨基酸,C错误;绝大多数酶是蛋白质,在强酸作用下会发生变性,失去催化活性,D错误。

5. 某天然蛋白质充分水解后,能分离出有机化合物R,R可与等物质的量的KOH或HCl完全反应。

4.45 g R可与50 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液完全中和,则R的结构简式为 ()

- A. $\text{CH}_2\text{—COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
- B. $\text{CH}_3\text{—CH—COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
- C. $\text{CH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{NH}_2$
- D. $\text{HOOC—CH}_2\text{—CH—COOH}$
 $\quad \quad \quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \quad \quad \text{NH}_2$

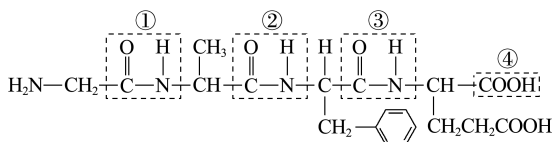
B 解析:有机化合物R可与等物质的量的KOH或HCl完全反应,说明R分子中含有一个氨基(— NH_2)和一个羧基(—COOH)。根据4.45 g R可与50 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的NaOH溶液完全中和,容易求得此有机化合物的相对分子质量为89。因其是天然蛋白质水解的产物,故R的结构中应含有“— CH—COOH ”。结合相对分子质量可求得其

残基的化学式量为 $89 - 74 = 15$,显然只能是甲基

(— CH_3),从而确定有机化合物R的结构简式为



6. 我国在有机分子簇集和自由基化学研究领域具有重要地位。某物质A(结构简式如图)是科学家在研究过程中用到的一种物质。



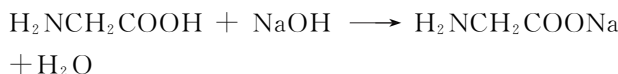
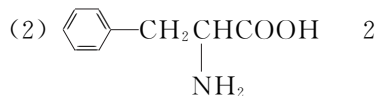
(1) A _____ (填“是”或“不是”)蛋白质;A中官能团①的名称为 _____,该化合物是由 _____ 个氨基酸分子发生成肽反应形成的。

(2) 该化合物水解时,生成的芳香烃衍生物B的结构简式为 _____,组成中含有④的水解产物若发生分子内成肽反应,则可得到 _____ 种有机物。该化合物水解时生成的相对分子质量最小的氨基酸C与NaOH反应的化学方程式是 _____。

解析:(1)因A分子中只有三个肽键,故不是蛋白质。A分子中有三个肽键,水解时可得到4个氨基酸。(2)化合物水解时,生成的芳香烃衍生物是苯丙氨酸。水解产物中含有④的有机物为 $\text{HOOCCH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH})\text{NH}_2$,氨基处于非对称位置

上,故发生分子内成肽反应时可得到2种含肽键的物质。A水解得到的相对分子质量最小的氨基酸C是 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$,它与NaOH发生的是中和反应。

答案:(1)不是 肽键 4



第三节 核酸

学习任务目标

- 1.了解核酸的种类;能简述核酸的结构和功能。
- 2.认识人工合成核酸的意义,了解我国在生命科学研究领域中的贡献,体会化学科学在生命科学发展中的重要作用。

问题式预习

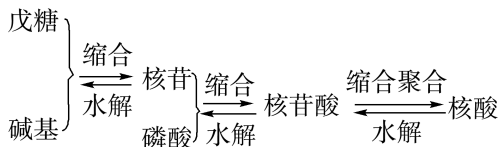
一、核酸的组成

1.核酸的基本组成单位——核苷酸

核酸是由许多核苷酸单体形成的聚合物,核苷酸水解得到磷酸和核苷,核苷继续水解得到戊糖和碱基。

2.核酸的形成

(1)核酸可以看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子,其中戊糖是核糖或脱氧核糖,它们均以环状结构存在于核酸中。



(2)核糖和脱氧核糖对应的核酸分别是核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)。

(3)两种核酸中的碱基(具有碱性的杂环有机化合

物)

①RNA中的碱基主要有腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和尿嘧啶(U)四种。

②DNA中的碱基主要有腺嘌呤(A)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)和胸腺嘧啶(T)四种。

二、核酸的结构

1.DNA分子由两条多聚核苷酸链组成,两条链平行盘绕,形成双螺旋结构。

2.RNA分子一般呈单链状结构,比DNA分子小得多。

三、核酸的生物功能

1.核酸是生物体遗传信息的载体。有一定碱基排列顺序的DNA片段含有特定的遗传信息,被称为基因。

2.核酸在生物体的生长、繁殖、遗传、变异等生命现象中具有极其重要的作用。

任务型课堂

任务 核酸的结构和功能

[探究活动]

活动1 核酸和蛋白质一样,也是生物大分子,那么核酸是怎样构成的呢?

提示:核酸的基本组成单位是核苷酸,核酸可看作磷酸、戊糖、碱基通过一定方式结合而成的生物大分子。

活动2 蛋白质具有多样性,核酸是否也具有多样性?其原因是什么?

提示:核酸也具有多样性。核苷酸的数目、种类和排列顺序的不同是核酸具有多样性的原因。

[评价活动]

1.在自然界中,许多天然生物大分子为螺旋状。下列相关的叙述正确的是 ()

A.DNA的螺旋结构由核糖和磷酸交替排列构成基

本骨架

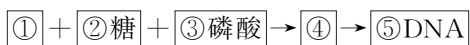
B.破坏某蛋白质的螺旋结构一定不影响其功能

C.人体内有一定碱基排列顺序的RNA片段含有特定的遗传信息

D.核酸分子的多样性是由于核酸中核苷酸的种类、数量和排列顺序的不同

D 解析:DNA的螺旋结构中,基本骨架是由脱氧核糖和磷酸交替排列构成的,A错误;蛋白质的螺旋结构是空间结构,破坏某蛋白质的螺旋结构会影响其功能,B错误;有一定碱基排列顺序的DNA片段含有特定的遗传信息,C错误;核酸中核苷酸的种类、数量及排列顺序的不同决定了核酸分子的多样性,D正确。

2.有关下列概念图的叙述中,正确的是 ()



- A. ①表示的碱基有 5 种
- B. ②表示的是核糖
- C. ④表示脱氧核苷酸
- D. ④表示核糖核苷酸

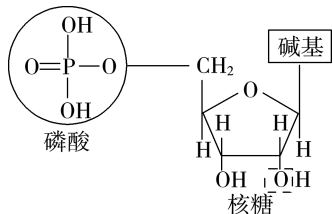
C 解析: 图示为 DNA 的组成情况, 所以①表示的碱基有 4 种, ②表示脱氧核糖, ④表示脱氧核苷酸。

3. 有三个核酸分子, 经分析知, 共有五种碱基、八种核苷酸、四条多聚核苷酸链, 它们是 ()

- A. 一个 DNA 分子, 两个 RNA 分子
- B. 三个 DNA 分子
- C. 两个 DNA 分子, 一个 RNA 分子
- D. 三个 RNA 分子

A 解析: 这三个核酸分子共有五种碱基、八种核苷酸, 也就是 DNA 分子和 RNA 分子均有, 而三个核酸分子共有四条多核苷酸链, 由于 DNA 是双螺旋结构, 而 RNA 是单链结构, 故这三个核酸分子只能是一个 DNA 分子和两个 RNA 分子。

4. 请仔细观察下图, 回答下列问题。



(1) 该图表示的物质名称为 _____, 是构成 _____ 的基本单位。根据碱基的不同, 该物质分为 _____ 种, 若碱基为 A, 则此基本单位的全称是 _____。

(2) 若把图中虚线框内的氧原子去掉, 则其名称应为 _____, 是构成 _____ 的基本单位, 组成该物质的碱基有 _____。若碱基为 A, 则此基本单位的全称是 _____。

解析: (1) 由核糖、磷酸、碱基组成的是核糖核苷酸, 是构成 RNA 的基本单位。RNA 含有 A、U、G、C 4 种碱基, 含有 A 的基本组成单位为腺嘌呤核糖核苷酸。(2) 由脱氧核糖、磷酸、碱基组成的是脱氧核糖

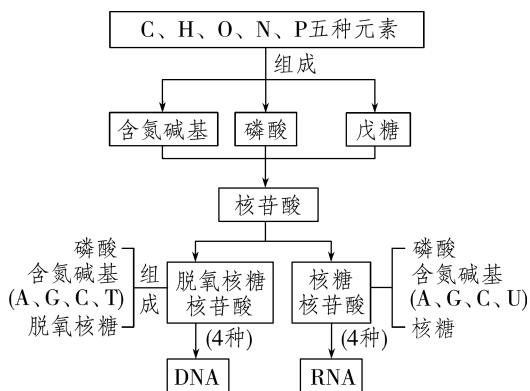
酸, 是构成 DNA 的基本单位。DNA 含有 A、T、G、C 4 种碱基, 含有 A 的基本组成单位为腺嘌呤脱氧核苷酸。

答案: (1) 核糖核苷酸 RNA 4 腺嘌呤核糖核苷酸

(2) 脱氧核苷酸 DNA 鸟嘌呤、腺嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶 腺嘌呤脱氧核苷酸

任务总结

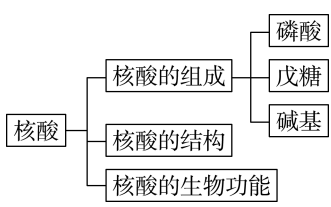
(1) 核酸分子的结构层次



(2) DNA 与 RNA 的比较

项目	DNA	RNA
中文名	脱氧核糖核酸	核糖核酸
基本单位	脱氧核糖核苷酸	核糖核苷酸
主要元素组成	C、H、O、N、P	C、H、O、N、P
含氮碱基	A、C、G、T	A、C、G、U
戊糖	脱氧核糖	核糖
一般结构	两条脱氧核糖核苷酸链	一条核糖核苷酸链

► 提质归纳



课后素养评价(十五)

基础性·能力运用

知识点1 核酸的组成和结构

1.下列有关核酸的说法不正确的是 ()

- A.核酸是一类含磷的生物高分子
- B.根据组成,核酸分为DNA和RNA
- C.DNA大量存在于细胞核中
- D.组成核酸的基本单位是脱氧核苷酸

D 解析:核酸是含磷的生物高分子,据组成可分为DNA和RNA,DNA大量存在于细胞核中。核酸按戊糖的不同分为核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)两大类,其中DNA的基本单位是脱氧核苷酸。

2.核酸检测是诊断病毒感染的重要依据。下列有关核酸的叙述中,正确的是 ()

- A.除病毒外,其他生物体内都有核酸存在
- B.核酸是由C、H、O、N、P等元素组成的小分子有机物

C.核酸是生物体的遗传物质

D.组成RNA的基本单位是脱氧核苷酸

C 解析:病毒由核酸和蛋白质组成,A错误;核酸是由C、H、O、N、P等元素组成的生物大分子,B错误;核酸按所含戊糖的不同分为核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA),组成DNA的基本单位是脱氧核苷酸,D错误。

知识点2 核酸的生物功能

3.DNA分子复制前首先将双链解开,则DNA分子复制前将双链开开的过程可视为 ()

- A.化学变化
- B.物理变化
- C.物理变化和化学变化
- D.一种特殊的生物变化

B 解析:DNA分子复制前将双链开开的过程中没有新物质产生,因此可视为物理变化。

综合性·创新提升

4.核苷酸是生物体内的重要物质,下列有关核苷酸的说法,不正确的是 ()

- A.核苷酸是组成核酸分子的单体
- B.核苷酸是一条长链,属于生物大分子
- C.核苷酸分为脱氧核苷酸和核糖核苷酸两大类
- D.核苷酸含有C、H、O、N、P 5种元素

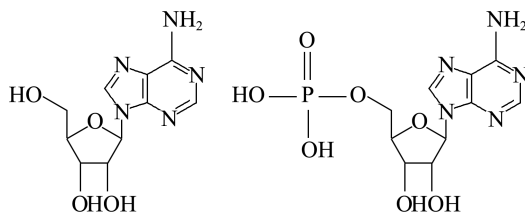
B 解析:核苷酸是组成核酸的基本单位,是小分子物质,由C、H、O、N、P 5种元素组成,根据戊糖的不同分为脱氧核苷酸和核糖核苷酸两种。

5.比较DNA和RNA的分子结构,DNA特有的化学成分是 ()

- A.核糖与胸腺嘧啶
- B.核糖与腺嘌呤
- C.脱氧核糖与腺嘌呤
- D.脱氧核糖与胸腺嘧啶

D 解析:与DNA相比,核糖是RNA中特有的糖,A、B错误;DNA和RNA中都含有腺嘌呤,C错误;与RNA相比,DNA所特有的成分是脱氧核糖和胸腺嘧啶,D正确。

6.腺嘌呤核苷和腺嘌呤核苷酸是生产核酸类药物的中间体,结构如图所示。



腺嘌呤核苷

腺嘌呤核苷酸

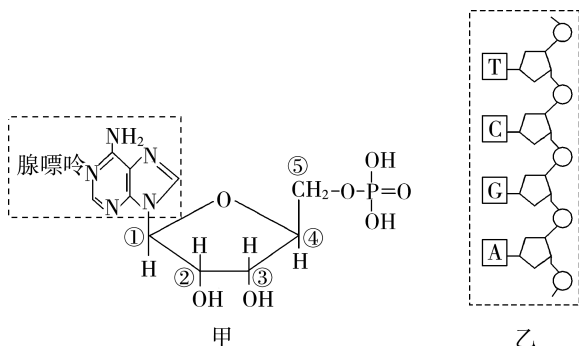
下列说法错误的是 ()

- A.腺嘌呤核苷分子中有4个手性碳原子
- B.腺嘌呤核苷酸分子中5个氮原子一定在同一个平面上
- C.腺嘌呤核苷酸只能与NaOH溶液反应,不能与盐酸反应
- D.由腺嘌呤核苷合成腺嘌呤核苷酸的过程中发生取代反应并形成磷酸酯键

C 解析:腺嘌呤核苷分子中由4个碳原子和1个氧原子组成的五元环中的4个碳原子为手性碳原子,A正确;腺嘌呤核苷酸分子中连有氨基的六元

环是平面结构,六元环上的原子和与此六元环直接相连的原子共平面,5个氮原子一定在同一个平面上,B正确;腺嘌呤核苷酸中含有氨基,可以与盐酸反应,C错误;由腺嘌呤核苷与 H_3PO_4 反应生成腺嘌呤核苷酸的反应属于酯化反应,形成了磷酸酯键,酯化反应属于取代反应,D正确。

7. 下图中图甲所示的分子结构式为某种核苷酸,已知分子结构式左上角的基团为碱基(腺嘌呤);图乙是某核苷酸链示意图,据图回答问题:



(1) 图甲中核苷酸是构成哪一种核酸的原料? _____。

(2) 图甲中核苷酸去掉 _____ (填序号)号碳上的氧原子便可成为人体遗传物质的基本原料。

(3) DNA 初步水解的产物是 _____, 彻底水解的产物是 _____。

(4) 图乙中核苷酸链特有的碱基名称是 _____。

(5) 通常由 _____ 条图乙所示的核苷酸链构成一个 _____ 分子。

答案: (1) RNA(核糖核酸)

(2) ②

(3) 脱氧核苷酸 脱氧核糖、磷酸、碱基

(4) 胸腺嘧啶(T)

(5) 2 DNA

单元活动构建

单元活动 4 从“传统酿醋工艺”理解生物大分子的结构与性质

「单元任务」

任务内容	
任务一	糖类的结构、性质
任务二	氨基酸的结构、性质

「任务导引」

醋的主要成分是醋酸,还含有少量的氨基酸、乳酸、多种矿物质等。我国传统酿醋工艺主要包括以下过程:

①“蒸”:将大米、高粱、小米等原料蒸熟后放至冷却;

②“酵”:拌曲入坛发酵,淀粉经糖化发酵生成乙醇,然后乙醇在醋酸菌的作用下生成乙酸;

③“沥”:除去醋坛底层的糟,此时可以闻到酒和醋混合在一起的香味;

④“陈”:将醋陈放 1~3 年,以增强其风味,在此过程中乙酸与乙醇缓慢地发生反应生成一种具有果香味的有机化合物。

任务一 糖类的结构、性质

活动 1 在酿醋过程中淀粉水解生成葡萄糖,葡萄糖的结构简式为 _____,

分子中的官能团名称为 _____。

提示: $CH_2OH(CHOH)_4CHO$ 羟基和醛基

活动 2 写出在[任务导引]中“酵”“陈”的酿醋过程中涉及主要反应的化学方程式。

提示: $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{\text{酸或酶}} nC_6H_{12}O_6$
淀粉 葡萄糖

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酒化酶}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 \uparrow$

$C_2H_5OH + O_2 \xrightarrow{\text{醋酸菌}} CH_3COOH + H_2O$

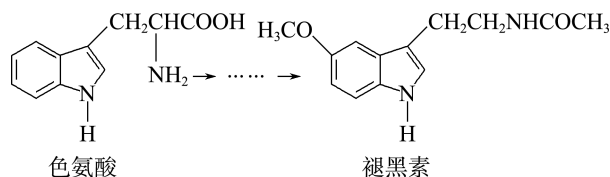
$CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{催化剂}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$

活动 3 检验淀粉水解进行的程度,需要的试剂有哪些?

提示:淀粉水解生成葡萄糖,葡萄糖中含有醛基,利用银氨溶液或新制的 $Cu(OH)_2$ 检验是否有葡萄糖生成;用碘检验溶液中是否还含有淀粉,根据现象可以判断淀粉水解程度,即需要的试剂有新制的 $Cu(OH)_2$ 或银氨溶液、碘水、NaOH 溶液。

任务二 氨基酸的结构、性质

用小米酿造的食醋中含有色氨酸,色氨酸在人体内转化生成的褪黑素是一种内源性生物钟调节剂。

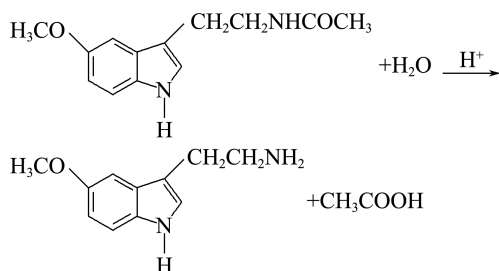


活动 1 色氨酸与褪黑素是否都属于氨基酸?

提示:色氨酸属于氨基酸,褪黑素不属于氨基酸。氨基酸分子中含有氨基和羧基,而褪黑素中不含羧基,不属于氨基酸。

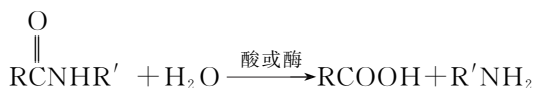
活动 2 写出褪黑素在酸性条件下发生水解反应的化学方程式。

提示:褪黑素中含有肽键,可发生水解反应。



[知识链接]

(1)蛋白质或多肽在酸、碱或酶的作用下,发生水解反应,化学方程式可以表示为



(2)酯、油脂、蛋白质、酰胺在酸性与碱性条件下水解产物不相同。

「活动达标」

1.下列有关乙醇醛糖(HOCH_2CHO)的说法不正确的是 ()

- A.乙醇醛糖能发生取代反应、加成反应、氧化反应和还原反应
- B.乙醇醛糖属于醛和糖的混合物
- C.乙醇醛糖与乙酸、甲酸甲酯互为同分异构体
- D.乙醇醛糖与葡萄糖具有相似的化学性质

B 解析:乙醇醛糖分子中含有醛基和羟基,能发生取代反应、加成反应、氧化反应和还原反应,A 正确;乙醇醛糖属于纯净物,B 错误;乙醇醛糖与乙酸、甲酸甲酯的分子式相同,结构不同,互为同分异构体,C 正确;乙醇醛糖与葡萄糖均含有醛基和羟基,具有相似的化学性质,D 正确。

2.某种解热镇痛药的结构简式为

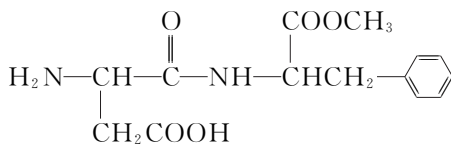


水解时可以得到的产物有 ()

- A.2 种
- B.3 种
- C.4 种
- D.5 种

C 解析:该有机物含有 2 个酯基,1 个肽键,当它完全水解时可以得到的产物有 4 种。

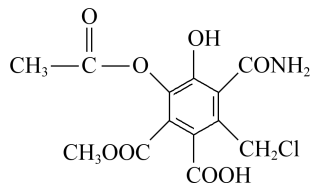
3.天冬酰苯丙氨酸甲酯的结构简式如图所示。下列关于该物质的说法不正确的是 ()



- A.是芳香烃
- B.分子中含有氨基、羧基、酯基等官能团
- C.既能与 NaOH 反应,也能与 HCl 反应
- D.1 mol 天冬酰苯丙氨酸甲酯最多能与 3 mol NaOH 反应

A 解析:分子中含有 N、O 元素,不属于烃,A 错误;分子中含有氨基、羧基、酯基和肽键四种官能团,B 正确;羧基与 NaOH 反应,氨基与 HCl 反应,C 正确;羧基可与 NaOH 中和,酯基和肽键都能在 NaOH 溶液中发生水解反应,D 正确。

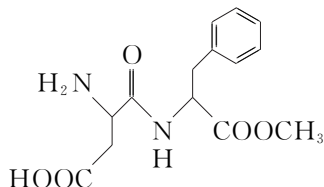
4.某有机物结构简式如图所示,1 mol 该有机物在 NaOH 溶液中发生水解反应时,最多能消耗 NaOH 的物质的量为 ()



- A.5 mol
- B.6 mol
- C.7 mol
- D.8 mol

C 解析:1 mol 该有机物分子含有 1 mol 羧基、1 mol 酚羟基、1 mol 氯原子、1 mol 酰胺基、2 mol 酯基,水解时共消耗 7 mol NaOH。

5.阿斯巴甜是一种具有清爽甜味的有机化合物,结构简式如图所示。下列有关该有机物的说法错误的是 ()



- A.分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$
- B.分子中 C 原子的杂化方式有 2 种
- C.可以发生加成、取代及氧化反应

D.分子中手性碳原子一共有3个

D 解析:从结构简式可知,该有机物的分子式为 $C_{14}H_{18}N_2O_5$,A正确;该有机物分子中C原子形成了双键、单键和苯环,因此杂化方式有 sp^2 、 sp^3 2种,B正确;该有机物分子中含有苯环,可以发生取代反应和加成反应,含有氨基且该物质可以燃烧,可以发生氧化反应,C正确;阿斯巴甜分子中手性碳原子一共有2个,D错误。

6.有A、B、C、D四种有机化合物,均由碳、氢、氧三种元素组成。A、B的实验式相同,B、C的分子式相同,B、C在一定条件下相互作用可生成D。常温常压下,A是气体,B、C、D是固体,四种物质均易溶于水,A、B、C可发生银镜反应,B的相对分子质量是A的6倍。

(1)写出四种有机化合物的名称:

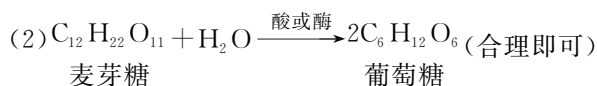
A: _____;B: _____;

C: _____;D: _____。

(2)写出D的一种同分异构体发生水解反应的化学方程式: _____。

解析:由碳、氢、氧三种元素组成的有机化合物中仅有HCHO(甲醛)在常温下是气体,则A是甲醛;B的相对分子质量是A的6倍,其分子式为 $C_6H_{12}O_6$,可能是葡萄糖(或果糖),而C与B互为同分异构体,则C是果糖(或葡萄糖);B、C作用生成D,则D为蔗糖;麦芽糖是蔗糖的一种同分异构体。

答案:(1)甲醛 葡萄糖(或果糖) 果糖(或葡萄糖,与前面对应) 蔗糖



第四章质量评估

(90分钟 100分)

一、选择题(本题共15小题,每小题3分,共45分。每小题只有一个选项符合题目要求)

1.麻和丝的主要成分分别是 ()

- A.糖类、蛋白质
B.糖类、油脂
C.蛋白质、纤维素
D.纤维素、油脂

A 解析:麻的主要成分为纤维素,属于糖类;丝的主要成分是蛋白质。

2.下列关于糖类、油脂、蛋白质的说法错误的是 ()

- A.动物脂肪通常呈固态,属于高分子
B.眼睛长期暴露在强光下,会使晶状体蛋白变性
C.蛋白质是人类必需的营养物质,在纺织领域中也具有重要应用
D.葡萄糖、果糖均属于多羟基化合物

A 解析:油脂属于小分子化合物,A错误;强光会使晶状体蛋白变性,B正确;蛋白质是由氨基酸通过缩聚反应得到的高分子,是人类必需的营养物质,同时毛发、蚕丝等也富含蛋白质,在纺织领域中也具有重要应用,C正确;葡萄糖与果糖都含有5个羟基,是多羟基化合物,D正确。

3.新疆土质呈碱性、阳光充足等优势造就了新疆棉以绒长、品质好、产量高著称于世。下列有关说法不正确的是 ()

- A.新疆棉的主要成分为纤维素,纤维素属于天然有机高分子
B.新疆棉可被生物降解
C.新疆棉的主要成分和淀粉互为同分异构体
D.可用灼烧的方法鉴别新疆棉和蚕丝棉

C 解析:纤维素是多糖,属于天然有机高分子,A正确;纤维素可被生物降解成葡萄糖,B正确;纤维素与淀粉的化学式均为 $(C_6H_{10}O_5)_n$,但聚合度不同且均属于混合物,二者不互为同分异构体,C错误;蚕丝棉的成分为蛋白质,灼烧有烧焦羽毛的气味,则用灼烧闻气味的方法可鉴别新疆棉和蚕丝棉,D正确。

4.科学家发明了利用眼泪来检测糖尿病的装置,其原理是用氯金酸钠($NaAuCl_4$)溶液与眼泪中的葡萄糖反应生成纳米金单质颗粒(直径为20~60 nm)。下列有关说法错误的是 ()

- A.检测时 $NaAuCl_4$ 发生氧化反应
B.葡萄糖的结构简式为 $CH_2OH(CHOH)_4CHO$
C.葡萄糖具有还原性

D. 纳米金单质颗粒分散在水中所得的分散系能产生丁达尔效应

A 解析: 检测时 NaAuCl_4 中 Au 元素的化合价由 +3 价降为 0 价, 化合价降低, 被还原, 发生的是还原反应。

5. 下列实验中, 没有颜色变化的是 ()

A. 葡萄糖溶液与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 混合加热

B. 淀粉溶液中加入碘酒

C. 鸡蛋清中加入浓硝酸后加热

D. 油脂的皂化反应

D 解析: 葡萄糖中的醛基与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应生成 Cu_2O , 呈现砖红色, A 错误; 碘酒中含有碘单质, 与淀粉作用呈现蓝色, B 错误; 浓硝酸可以与蛋白质发生显色反应, 加热后, 蛋白质呈现黄色, C 错误; 油脂在碱性条件下发生水解, 这一过程中没有明显的颜色变化, D 正确。

6. 我国科学家在全球范围内率先发现了有效治疗 II 型糖尿病分子——非肽类分子激动剂 (代号为 Boc5, 化学式为 $\text{C}_{54}\text{H}_{52}\text{N}_4\text{O}_{16}\text{S}_2$)。它能模拟人体内的某些大分子, 促进人体内胰岛素的分泌, 发挥对血糖的调节作用, 这一发现将为千百万 II 型糖尿病患者解除病痛。下列有关说法正确的是 ()

A. Boc5 中一定不含 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{N}- \\ | \\ \text{H} \end{array}$

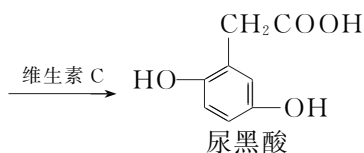
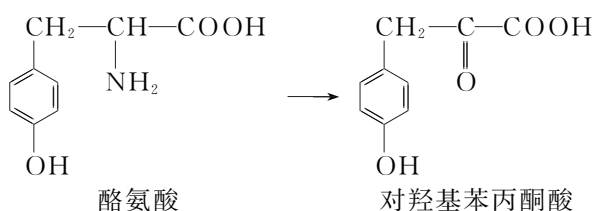
B. 葡萄糖、麦芽糖、蔗糖均能与新制氢氧化铜反应生成 Cu_2O

C. Boc5 是高分子

D. 糖类均满足通式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

A 解析: 因为该分子为非肽类分子, 故不含肽键, A 正确; 蔗糖不含醛基, B 错误; Boc5 化学式为 $\text{C}_{54}\text{H}_{52}\text{N}_4\text{O}_{16}\text{S}_2$, 不是高分子, C 错误; 蔗糖的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, 不满足通式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$, D 错误。

7. 尿黑酸症是由酪氨酸在人体内非正常代谢而引起的一种疾病。其转化过程如下所示:



下列说法错误的是 ()

A. 1 mol 酪氨酸能与含 1 mol HCl 的盐酸完全反应, 又能与含 2 mol NaOH 的溶液完全反应

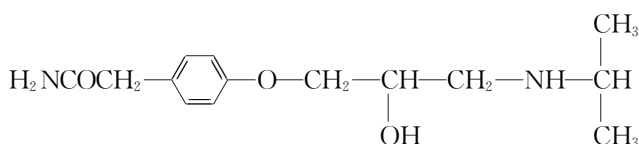
B. 酪氨酸能发生加成、取代、消去反应

C. 1 mol 对羟基苯丙酮酸最多可与 4 mol H_2 反应

D. 1 mol 尿黑酸最多可与 3 mol Br_2 反应

B 解析: 1 mol 酪氨酸含 1 mol $-\text{NH}_2$, 能与含 1 mol HCl 的盐酸完全反应, 1 mol 酪氨酸含 1 mol $-\text{COOH}$ 、1 mol 酚羟基, 能与含 2 mol NaOH 的溶液完全反应, A 正确; 酪氨酸不能发生消去反应, B 错误; 1 mol 对羟基苯丙酮酸中的苯环、羰基都能与 H_2 反应, 最多可与 4 mol H_2 反应, C 正确; 1 mol 尿黑酸的酚羟基的邻、对位上的氢原子被取代, 最多可与 3 mol Br_2 反应, D 正确。

8. 氨酰心安的结构简式如图所示, 可用于治疗高血压、心绞痛及青光眼等。下列关于氨酰心安的说法正确的是 ()



A. 具有两性

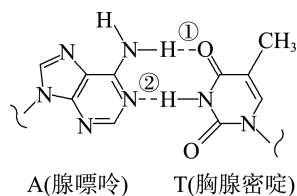
B. 含氧官能团有三种

C. 遇氯化铁溶液显紫色

D. 能与碳酸钠溶液反应生成二氧化碳气体

B 解析: 氨酰心安分子中有氨基, 没有羧基, 不具有两性, A 错误; 含氧官能团有酰胺基、醚键、羟基三种, B 正确; 氨酰心安分子中不存在酚羟基, C 错误; 氨酰心安分子中不含羧基, 故不能与碳酸钠溶液反应生成二氧化碳气体, D 错误。

9. 某 DNA 分子的片段如图所示。下列关于该片段的说法不正确的是 ()



A. 1 mol 该片段最多与 7 mol H_2 发生加成

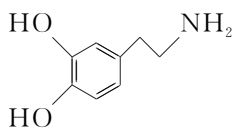
B. 胸腺嘧啶与酸或碱溶液均可反应生成盐

C. 该片段中的①②表示氢键

D. 该片段能使溴水和酸性高锰酸钾溶液褪色

A 解析: 由结构可知, 该片段中的碳碳双键和碳氮双键在一定条件下能与 H_2 发生加成反应, 则 1 mol 该片段最多与 5 mol H_2 发生加成反应, A 错误; 胸腺嘧啶分子中含有的肽键能在酸性条件或碱性条件下发生水解反应生成盐, B 正确; DNA 分子中两条链上的碱基通过氢键作用结合成碱基对, 该片段中①②表示氢键, C 正确; 该片段中碳碳双键能与溴水发生加成反应使溴水褪色, 与酸性高锰酸钾溶液发生氧化反应使高锰酸钾溶液褪色, D 正确。

10. 多巴胺的结构如图所示, 下列说法错误的是



()

A. 多巴胺的分子式为 $C_8H_{11}NO_2$

B. 多巴胺可以发生加成、取代、氧化反应

C. 多巴胺和溴水反应时, 1 mol 多巴胺可以消耗 6 mol 溴单质

D. 多巴胺既可与强酸反应, 又可以与强碱反应

C 解析: 多巴胺的分子式为 $C_8H_{11}NO_2$, A 正确; 多巴胺分子中含有苯环, 能发生加成和取代反应, 含酚羟基易发生氧化反应, B 正确; 与酚羟基相连的碳原子的邻、对位碳原子上的氢原子易被溴取代, 故多巴胺和溴水反应时, 1 mol 多巴胺消耗 3 mol 溴单质, C 错误; 多巴胺分子中含有氨基和酚羟基, 既可与强酸反应, 又可与强碱反应, D 正确。

11. 现有一个多肽, 其分子式为 $C_{60}H_{77}N_{11}O_{22}$, 将其彻底水解后只得到下列四种氨基酸: 甘氨酸 ($C_2H_5NO_2$)、丙氨酸 ($C_3H_7NO_2$)、苯丙氨酸 ($C_9H_{11}NO_2$)、谷氨酸 ($C_5H_9NO_4$)。该多肽水解后生成的谷氨酸分子数为 ()

A. 5

B. 4

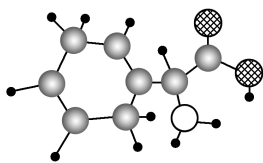
C. 3

D. 2

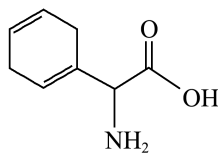
A 解析: 由氨基酸形成肽键的原理可知, 在多肽的主链两端肯定有一个 $-NH_2$ 和一个 $-COOH$;

又因该分子中含 11 个氮原子, 故它只能形成 10 个肽键, 又每个肽键中含 1 个氧原子, 故主链上有 12 个氧原子。其余的氧原子数为 $22 - 12 = 10$ 个, 且全部来自谷氨酸, 故水解后生成谷氨酸的个数为 5 个。

12. 含碳、氢、氧、氮四种元素的某医药中间体的 3D 模型如图甲所示。



甲



乙

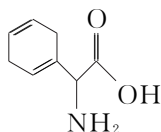
下列有关该物质的说法不正确的是 ()

A. 能发生取代反应和加成反应

B. 可以与强碱反应, 也能与强酸反应

C. 属于芳香族化合物, 且与苯丙氨酸互为同系物

D. 其结构简式可表示为图乙, 所有原子不可能共面

C 解析: 该物质为 , 含有烷基, 可发


生取代反应, 含有碳碳双键, 可发生加成反应, 故 A 正确; 含有氨基, 可与酸反应, 含有羧基, 可与碱反应, 故 B 正确; 不含苯环, 所以不属于芳香族化合物, 故 C 错误; 该分子中有饱和碳原子, 所以该分子中所有原子不可能位于同一平面上, 故 D 正确。

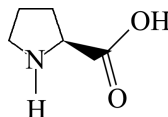
13. 2021 年诺贝尔化学奖颁给了“在不对称催化方面”做出卓越贡献的两位科学家。脯氨酸(结构如图所示)可参与诱导不对称催化反应。下列关于脯氨酸的说法错误的是 ()

A. 可发生取代、氧化反应

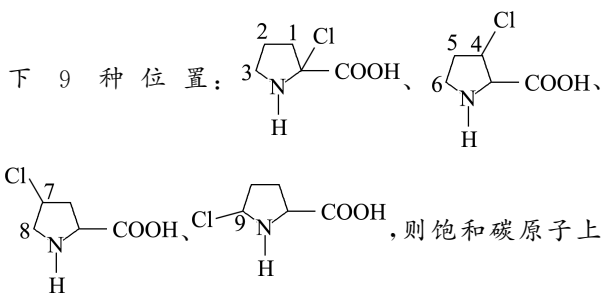
B. 饱和碳原子上的二氯代物有 8 种

C. 能形成分子间氢键

D. 与  互为同分异构体

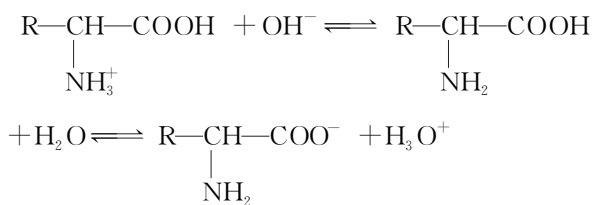


B 解析: 脯氨酸中有羧基, 可发生取代反应, 大多数有机物可以燃烧, 发生氧化反应, A 正确; 如果指定一个氯原子的位置, 另一个氯原子分别在以



的二氯代物有 9 种, B 错误; 由结构可知, 脯氨酸分子中含有羧基和亚氨基, 能形成分子间氢键, C 正确; 脯氨酸与 的分子式都是 $C_5H_9NO_2$, 结构不同, 二者互为同分异构体, D 正确。

14. 氨基酸在溶液中按两种方式电离:



以下判断正确的是 ()

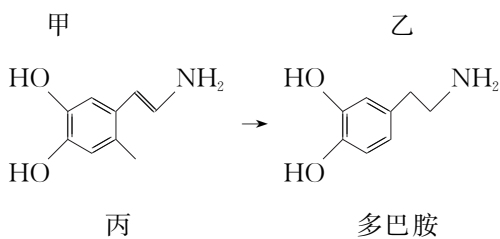
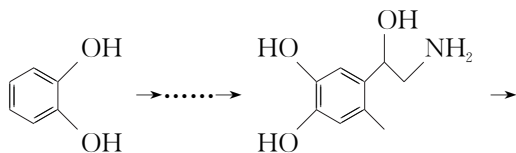
- A. 增大溶液的 pH, $R-CH-COO^-$ 浓度减小
- B. 降低溶液的 pH, $R-CH-COOH$ 浓度减小
- C. 如溶液的 pH 适当, 两种氨基酸离子的浓度可能相同
- D. pH 改变, 对电离方式没有影响

C 解析: 增大溶液的 pH, $c(H_3O^+)$ 减小, 平衡正向移动, $R-CH-COO^-$ 浓度增大, 故 A 错误;

降低溶液的 pH, $c(H_3O^+)$ 增大, 平衡逆向移动, $R-CH-COOH$ 的浓度增大, 故 B 错误; 根据

电荷守恒, 当溶液呈中性时, 两种氨基酸离子的浓度可能相同, 故 C 正确; pH 改变会影响电离平衡的移动方向, 故 D 错误。

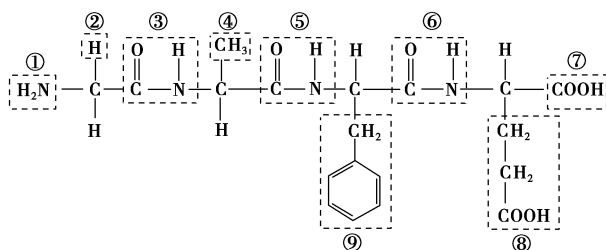
15. 多巴胺的一种合成路线如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 原料甲与苯酚互为同系物
- B. 中间产物乙、丙和多巴胺都具有两性
- C. 多巴胺不存在氨基酸类同分异构体
- D. 1 mol 甲最多可以和 2 mol Br_2 发生取代反应
- B 解析: 酚羟基数目不同, 不是同系物, 故 A 错误; 乙、丙和多巴胺均含酚羟基、氨基, 则均具有两性, 故 B 正确; 多巴胺含氨基、苯环和酚羟基, 其同分异构体可存在羧基、氨基, 则多巴胺存在氨基酸类同分异构体, 故 C 错误; 酚羟基的邻、对位氢原子可被溴原子取代, 则 1 mol 甲最多可以和 4 mol Br_2 发生取代反应, 故 D 错误。

二、非选择题 (本题共 5 小题, 共 55 分)

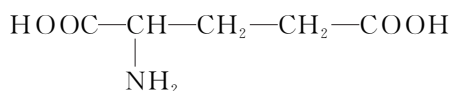
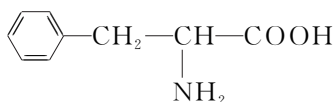
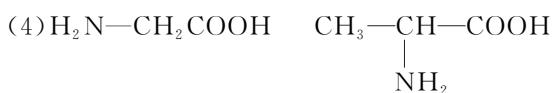
16. (10 分) 根据下图所示分子结构回答问题:



- (1) 该化合物中, ① 表示的官能团名称是 _____, ⑦ 表示的官能团名称是 _____。
- (2) 该化合物是由 _____ 个氨基酸失去 _____ 个水分子而形成的, 这种反应叫缩合反应。
- (3) 该化合物称为 _____ 肽, 含有 _____ 个肽键, 肽键的编号分别是 _____。
- (4) 该化合物水解后生成氨基酸的结构简式从左至右依次为 _____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____。氨基酸的名称依次为 _____、_____、_____、_____、_____、_____。

解析: 该化合物分子中有 3 个肽键, 显然是由 4 个氨基酸分子脱去 3 个水分子形成的, 为四肽。

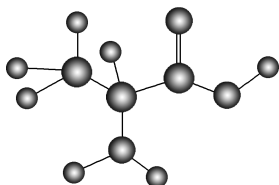
答案: (1) 氨基 羧基 (2) 4 3 (3) 四 3 ③⑤⑥



氨基乙酸(甘氨酸) 2-氨基丙酸(丙氨酸)

2-氨基-3-苯基丙酸(苯丙氨酸) 2-氨基戊二酸(谷氨酸)

17. (8分) 如图所示是某种只含有 C、H、O、N 的有机物简易球棍模型。



请回答下列问题：

- (1) 该分子属于氨基酸，其分子式为_____。
- (2) 在一定条件下，该分子可以通过化学反应生成_____ (填“糖类”“油脂”或“蛋白质”)。
- (3) 在一定条件下，该分子可以与乙醇发生反应，请写出该反应的化学方程式：_____。
- (4) 味精是日常生活中不可缺少的调味品。味精的主要成分是谷氨酸钠，其结构简式为 $\text{NaOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ 。

写出下列反应的离子方程式。

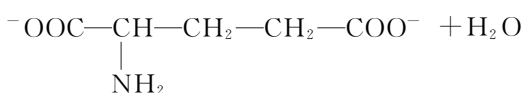
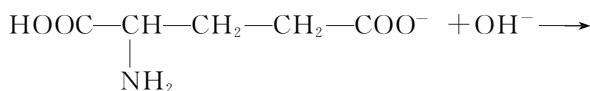
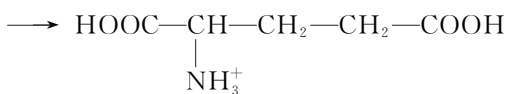
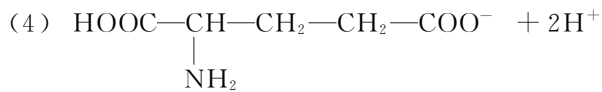
谷氨酸钠和盐酸：_____。

谷氨酸钠和 NaOH 溶液：_____。

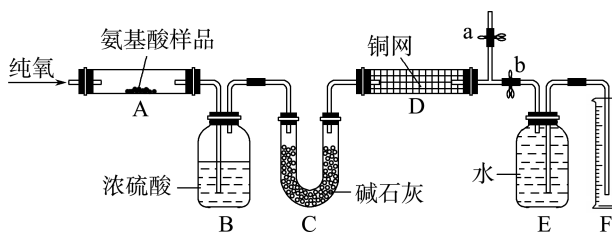
解析：(1) 由有机物简易球棍模型可知，该有机物的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ ，分子式为 $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ 。(2) 氨基酸之间能发生反应生成多肽，构成蛋白质。(3) 该分子含 $-\text{COOH}$ ，可以与乙醇发生酯化反应。(4) 谷氨酸钠中含氨基、羧基，能与盐酸、NaOH 溶液反应。

答案：(1) $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$

(2) 蛋白质



18. (12分) 实验室用燃烧法测定某种氨基酸 ($\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_p$) 的分子组成。取 w g 该种氨基酸放在纯氧中充分燃烧，生成 CO_2 、 H_2O 和 N_2 。现用下图所示装置进行实验(铁架台、铁夹、酒精灯等未画出)。



请回答有关问题：

- (1) 实验开始时，首先打开止水夹 a，关闭止水夹 b，通一段时间的纯氧，这样做的目的是_____；之后则需关闭止水夹_____，打开止水夹_____。
- (2) 实验中需要加热的装置有_____ (填装置序号，下同)，操作时应先点燃_____处的酒精灯。
- (3) 装置 A 中发生反应的化学方程式为_____。
- (4) 装置 D 的作用是_____。
- (5) 为将 N_2 所排出水的体积测准，反应前应将连接 E 和 F 装置的玻璃导管中充满_____ (填“水”“空气”或“氧气”)，简述理由：_____。
- (6) 读取 N_2 所排出水的体积时，要注意：
 - ①_____；
 - ②_____。
- (7) 实验中测得 N_2 的体积为 V mL (已换算成标准状况)。为确定此氨基酸的分子式，还需得到的数据有_____ (填字母序号)。

- A.生成 CO₂ 的质量
B.生成水的质量
C.通入氧气的体积
D.该氨基酸的摩尔质量

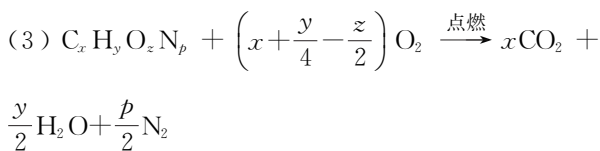
(8)如果将装置中 B、C 的连接顺序变为 C、B,该实验的目的能否达到? 简述理由。 _____

解析:(1)由于装置中含有空气,而空气中含有氮气,会干扰实验。所以通一段时间纯氧的目的是将装置中的 N₂ 排尽,防止干扰,造成实验误差。然后再关闭止水夹 a,打开止水夹 b。(2)氨基酸和氧气的反应,以及铜网和氧气的反应都需要加热;为了防止氧气被吸收进入 E 中,所以首先要点燃 D 处酒精灯。(3)氨基酸和氧气反应的化学方程式是 $C_xH_yO_zN_p + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O + \frac{p}{2}N_2$ 。(4)根据以上分析可知,铜网的作用是吸收未反应的氧气,保证最终收集到的气体是反应生成的 N₂。(5)为将 N₂ 所排水的体积测准,反应前应将连接 E 和 F 装置的玻璃导管中充满水。(6)读数时必须保证压强相同,量筒中的液面应与广口瓶中的液面持平;视线应与凹液面最低点相切。(7)要测定氨基酸的化学式,则根据质量守恒定律可知,还需要的数据是生成 CO₂ 的质量、生成水的质量以及该氨基酸的摩尔质量。

(8)因为碱石灰是碱性干燥剂,将同时吸收 H₂O 和 CO₂ 两种气体,使实验结果缺少必要的的数据,无法确定该氨基酸的分子组成,所以装置 B 和 C 不能对调。

答案:(1)将装置中的 N₂ 排尽 a b

(2)A 和 D D



(4)吸收未反应的氧气,保证最终收集到的气体是反应生成的 N₂

(5)水 玻璃导管中充满水时能保证进入装置 E

的气体体积与排出水的体积基本相等

(6)①量筒中的液面应与广口瓶中的液面持平

②视线应与凹液面最低点相切

(7)A、B、D

(8)不能达到该实验的目的,因为碱石灰是碱性干燥剂,同时吸收 H₂O 和 CO₂ 两种气体,使实验结果缺少必要的的数据,无法确定该氨基酸分子组成

19.(11分)有机物 X 是天然蛋白质的水解产物,由 C、H、O、N 四种元素组成。其相对分子质量为 165,分子中 N 与 C 的原子个数比为 1 : 9,回答下列问题。

(1)X 的化学式为 _____。

(2)X 中所含官能团名称为 _____。

(3)X 分子中苯环上仅有一个侧链,且含有一个

—CH₂—、一个 $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C- \end{array}$, 则 X 的结构简式为 _____, X 可以发生反应的类型是 _____ (填字母序号)。

A.酯化反应

B.加成反应

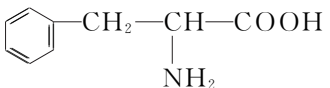
C.消去反应

D.水解反应

(4)有机反应常发生在官能团处,写出 X 在一定条件下生成六元环状化合物(化学式为 C₁₈H₁₈O₂N₂)的化学方程式(有机物写结构简式): _____

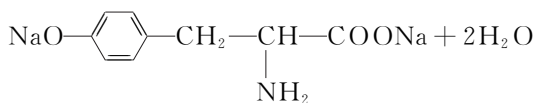
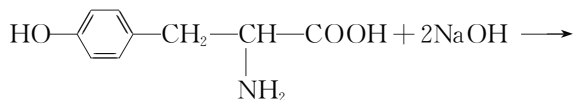
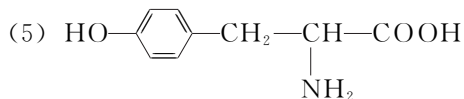
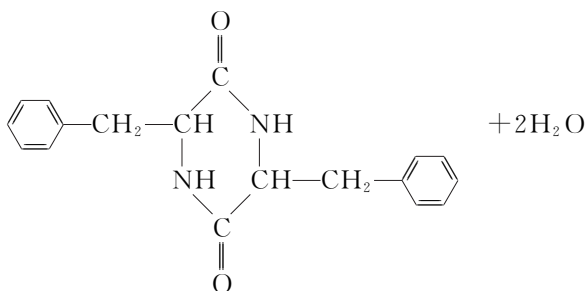
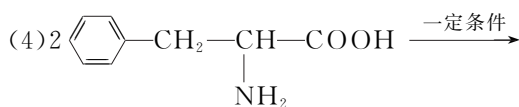
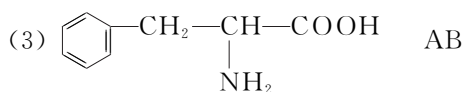
(5)X 在肝脏中经一种酶作用可转化为酪氨酸(为 α-氨基酸),即 X → 酪氨酸(C₉H₁₁NO₃),酪氨酸遇 FeCl₃ 溶液显紫色,且苯环上的一溴代物有两种,则酪氨酸的结构简式为 _____, 写出酪氨酸与 NaOH 溶液反应的化学方程式: _____

解析:(1)由题意知 X 是 α-氨基酸,分子中 N 与 C 的原子个数比为 1 : 9,且相对分子质量为 165,则 1 个 X 分子中含 9 个 C 原子,1 个 N 原子,从而确定 X 的分子式为 C₉H₁₁NO₂。(3)X 是 α-氨基酸, —NH₂ 与 —COOH 连在一个碳原子上,有一个侧

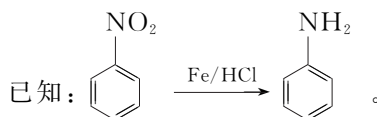
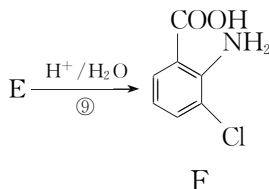
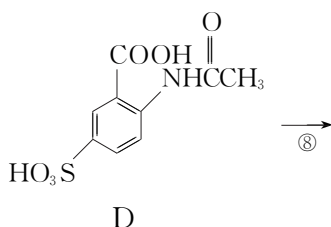
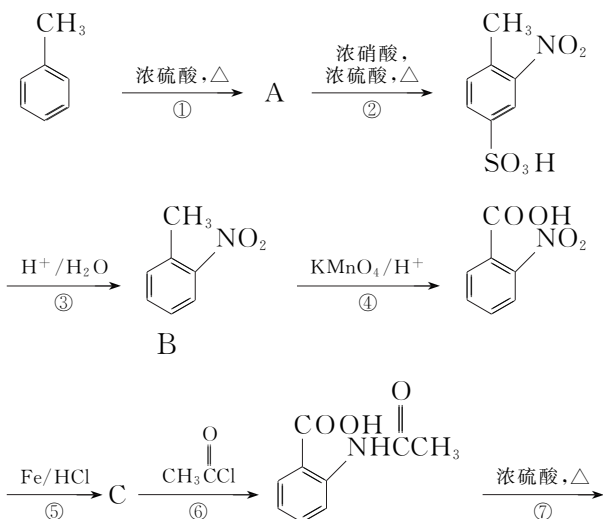
链,且含有一个 $-\text{CH}_2-$,一个 $-\text{C}(=\text{O})-$,则X的结构简式为  ,X分子结构

中含有一个苯环,能发生加成反应,含有 $-\text{COOH}$,能发生酯化反应。

答案:(1) $\text{C}_9\text{H}_{11}\text{NO}_2$ (2)羧基、氨基



20. (14分)2-氨基-3-氯苯甲酸(F)是重要的医药中间体,其制备流程图如下所示:



回答下列问题:

(1)甲苯分子中共有_____种不同化学环境的氢原子,共面原子数最多为_____。

(2)B的名称为_____。写出符合下列条件的B的所有同分异构体的结构简式:_____。

a.苯环上只有两个取代基且处于邻位

b.既能发生银镜反应又能发生水解反应

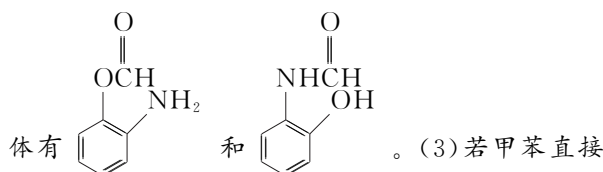
(3)该流程未采用甲苯直接硝化的方法制备B,而是经由①②③三步反应制取B,其目的是_____。

(4)写出反应⑥的化学方程式:_____ ,该步反应的主要目的是_____。

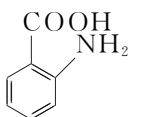
(5)写出⑧的反应试剂和条件:_____ ;F中含氧官能团的名称为_____。

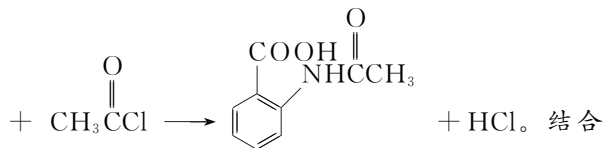
解析:(1)甲苯分子是一个左右对称的分子,所以分子中有4种不同化学环境的氢原子;其中与苯环直接相连的原子一定共平面,甲基与苯环相连的单键可以旋转,所以甲基上的一个氢原子可以和苯环共平面,共平面的原子最多可以有13个。

(2)B的名称为邻硝基甲苯(或2-硝基甲苯),B的同分异构体能发生银镜反应,说明有醛基或者为甲酸某酯,能发生水解反应,说明有酯基或者肽键的结构,由此可以得到符合条件的B的同分异构



硝化,可能会产生对硝基甲苯、三硝基甲苯等多种副产物。(4)反应⑥为邻氨基苯甲酸与乙酰氯发

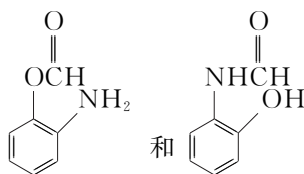
生的取代反应,反应的化学方程式为 



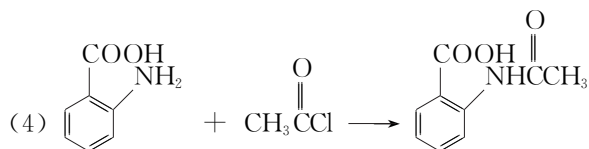
F可知,该步骤的主要作用是保护氨基,防止氨基被氧化。(5)结合D、F的结构可知,反应⑧引入的是氯原子,苯环上引入氯原子的方法是在铁或者三氯化铁的催化作用下与氯气发生取代反应;根据F的结构可知,F中含氧官能团的名称是羧基。

答案:(1)4 13

(2)2-硝基甲苯(或邻硝基甲苯)



(3)避免苯环上甲基对位的氢原子被硝基取代(或减少副产物,合理即可)



+ HCl 保护氨基

(5) $\text{Cl}_2/\text{FeCl}_3$ (或 Cl_2/Fe) 羧基

第五章

合成高分子

第一节 合成高分子的基本方法

学习任务目标

1. 了解高分子的组成与结构特点,能依据高分子的结构分析其链节和单体。
2. 了解加聚反应和缩聚反应的特点;能用常见的单体写出简单的聚合反应的化学方程式和聚合物的结构式。
3. 从有机高分子的结构特点出发,掌握合成有机高分子的基本方法。

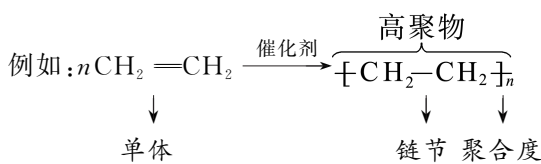
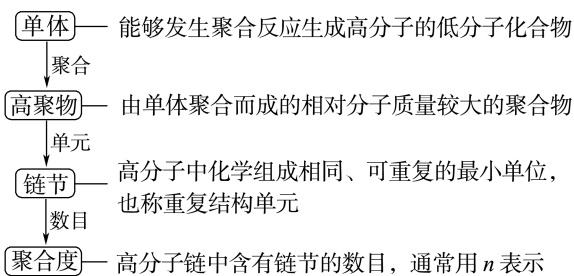
问题式预习

一、有机高分子

1. 有机高分子与低分子有机化合物的区别

比较项目	有机高分子	低分子有机化合物
相对分子质量	很大(通常在 10^4 以上)	1 000 以下
相对分子质量的数值	平均值	有明确的数值
分子的基本结构	由若干个重复结构单元组成	单一分子结构
性质	在物理性质、化学性质上有较大差异	
联系	以低分子有机化合物为原料,经聚合反应得到有机高分子	

2. 相关概念



二、合成高分子的基本方法

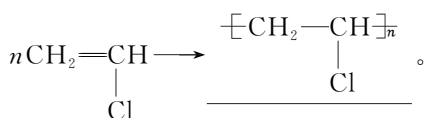
1. 加成聚合反应(加聚反应)

(1) 概念

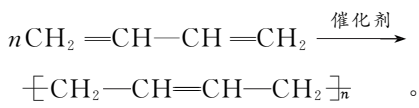
由含有不饱和键的化合物分子以加成反应的形式结合成高分子的反应。

(2) 实例

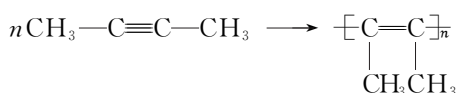
① 氯乙烯的加聚反应:



② 1,3-丁二烯的加聚反应:



③ 炔烃的加聚反应:



(3) 聚合物的平均相对分子质量 = 链节的相对分子质量 $\times n$ 。

(4) 反应特点

- ① 单体分子中需有碳碳双键等不饱和键。
- ② 单体和聚合物组成相同。
- ③ 反应只生成聚合物,没有副产物产生。
- ④ 加成聚合物(简称加聚物)结构式的书写:将链节写在方括号内,聚合度 n 在方括号的右下角。

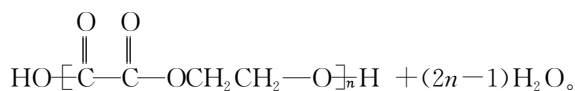
2. 缩合聚合反应(缩聚反应)

(1) 概念

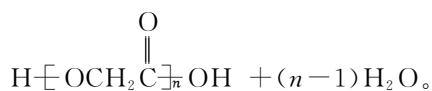
单体分子间通过缩合反应生成高分子的反应。

(2) 实例

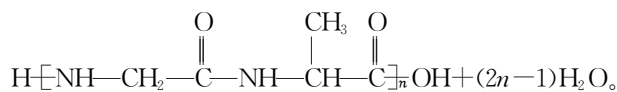
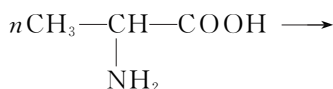
① 二元酸与二元醇的缩聚反应:



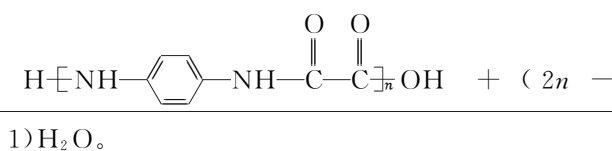
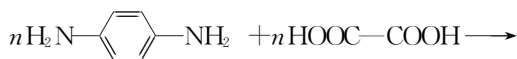
②羟基羧酸的缩聚反应: $n\text{HOCH}_2\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$



③氨基酸之间的缩聚反应: $n\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{NH}_2$



④二元酸与二胺之间的缩聚反应:



(3)反应特点

①缩聚反应的单体至少含有两个官能团。

②单体和缩聚产物的组成不同。

③反应除了生成聚合物外还生成小分子副产物,如 H_2O 、 HX 等。

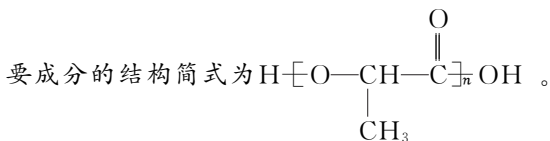
④由一种单体进行缩聚反应,生成的小分子的物质的量为 $n-1$,由两种单体进行缩聚反应,生成的小分子的物质的量为 $2n-1$ 。

任务型课堂

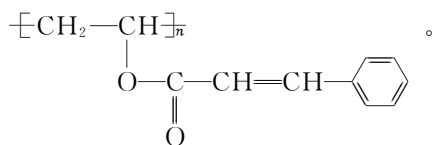
任务一 合成高分子的基本反应类型

[探究活动]

材料1 聚乳酸(PLA)是以乳酸为主要原料聚合得到的聚合物,原料来源充足而且可以再生。聚乳酸的生产过程无污染,而且产品可以生物降解,实现在自然界中的循环,因此是理想的绿色高分子材料。其主要成分的结构简式为 $\text{H} \left[\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right]_n \text{OH}$ 。



材料2 光敏性高分子是指在光作用下能迅速发生化学变化和物理变化的高分子,或者是通过高分子或小分子上的光敏官能团所引起的光化学反应和相应的物理性质变化而获得的高分子材料。某光敏性高分子的结构简式为



活动1 合成聚乳酸的反应属于哪类聚合反应?

提示:乳酸通过聚合反应生成聚乳酸的同时,还生成水,因此属于缩聚反应。

活动2 聚乳酸在自然界中是如何发生生物降解的?

提示:聚乳酸属于聚酯类物质,在自然界中可以水解生成小分子乳酸,进一步被氧化生成 CO_2 和水,不会对环境产生影响。

活动3 合成该光敏性高分子的的反应的反应类型是什么?

提示:加聚反应。

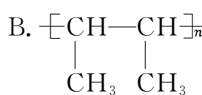
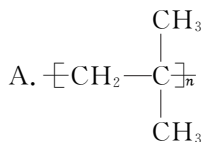
活动4 请分析该光敏性高分子的链节、单体各是什么。

提示:链节为 $-\text{CH}_2-\underset{\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-$,单

体为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5}{\text{O}}-$ 。

[评价活动]

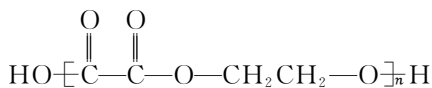
1. $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 发生聚合反应生成的高聚物分子的结构简式是 ()



B 解析:发生加聚反应时,只是碳碳双键打开,相互连接形成碳链,双键碳原子上所连接的基团 ($-\text{CH}_3$) 并不在主链上,而是作为支链。

2. 缩聚反应是合成高分子材料的重要反应。下列属于缩聚反应的是 ()

- A. 乙烯生成聚乙烯
B. 四氟乙烯生成聚四氟乙烯
C. 乙二醇与乙二酸生成

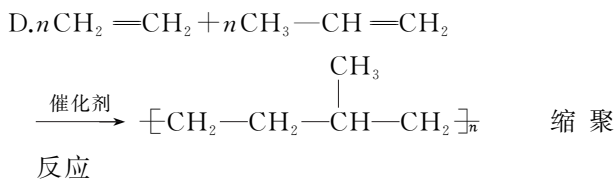
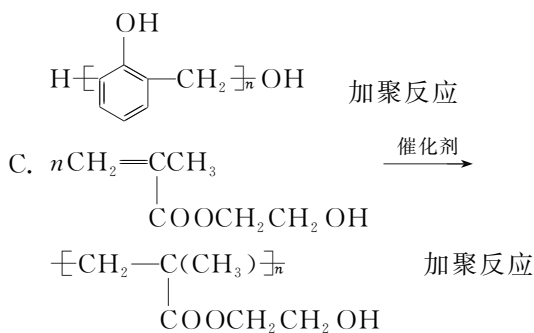
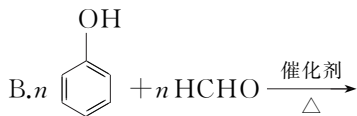
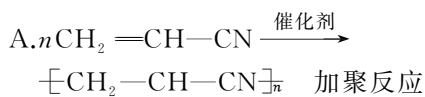


D. 对苯二甲酸和乙二醇生成对苯二甲酸乙二醇酯和水

C 解析: 乙烯生成聚乙烯, 四氟乙烯生成聚四氟乙烯, 均发生加聚反应, A、B 错误; 乙二醇与乙二酸反

应生成 $\text{HO}-\left[\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{C}-\text{C} \\ | \quad | \\ \text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O} \end{array} \right]_n \text{H}$ 和水, 属于缩聚反应, C 正确; 对苯二甲酸和乙二醇发生酯化反应生成对苯二甲酸乙二醇酯和水, D 错误。

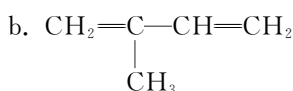
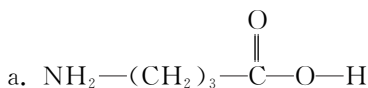
3. 下列合成高分子材料的反应的化学方程式和反应类型均正确的是 ()



C 解析: A 项加聚产物应为 $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_n$; B

项漏写了生成物中的小分子且该反应为缩聚反应; D 项的反应为加聚反应。

4. 下列化合物中:



- c. $\text{HO}(\text{CH}_2)_2\text{OH}$
d. $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{COOCH}_3$
e. HCHO
f. $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$

(1) 同种分子间可发生加聚反应的化合物是 _____ (填字母序号), 所得加聚物的结构简式为 _____。

(2) 同种分子间可发生缩聚反应的化合物是 _____ (填字母序号), 所得缩聚物的结构简式为 _____。

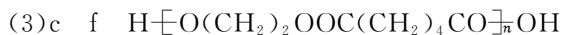
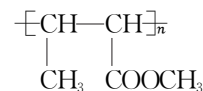
(3) 不同种分子间可发生缩聚反应的化合物是 _____ 和 _____ (填字母序号), 所得缩聚物的结构简式为 _____。

解析: (1) b、d 含碳碳双键, 同种分子间可发生加聚反应。

(2) a 分子中含氨基、羧基, 同种分子间可发生缩聚反应。

(3) c 分子中含两个羟基, f 分子中含两个羧基, 二者能发生缩聚反应。

答案: (1) bd $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$ 、



任务总结

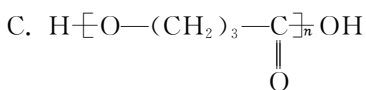
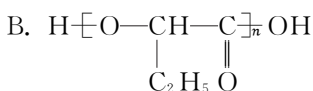
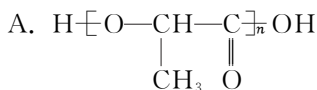
加聚反应和缩聚反应的比较

比较项目		加聚反应	缩聚反应
相同点		单体是相对分子质量小的有机化合物; 产物为高分子	
		单体可相同, 也可不相同	
不同点	产物	无小分子	有小分子 (如 H_2O 等)
	高分子与单体	组成相同	组成不相同
高分子的相对分子质量		是单体的相对分子质量的整数倍	单体的相对分子质量之和减去脱去的小分子的相对分子质量之和
反应特点		打开不饱和键, 相互连成长碳链	官能团与官能团间脱去一个小分子, 逐步缩合

任务二 聚合物与单体的相互推断

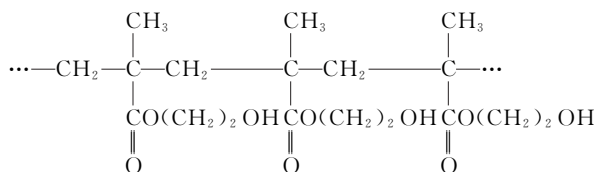
[探究活动]

材料1 党的二十大报告中提到“深入推进污染防治”“持续深入打好蓝天、碧水、净土保卫战”。使用有机材料制成的薄膜,给环境造成的“白色污染”十分严重,我国研制成功的几种可降解塑料的结构简式如下所示:



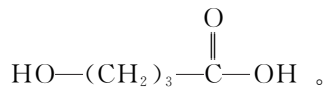
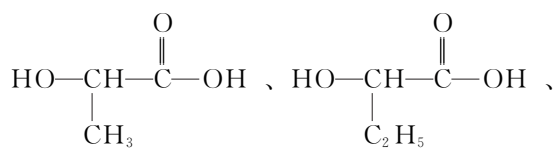
这几种塑料有良好的生物适应性和分解性能,能自然腐烂分解。

材料2 隐形眼镜也叫角膜接触镜,是一种戴在眼角膜上,用以矫正视力或保护眼睛的镜片。某软质隐形眼镜材料为如图所示的聚合物。



活动1 可降解塑料A、B、C对应的三种单体依次是什么?

提示:可降解塑料A、B、C都是由各自单体通过缩聚反应生成的,对应的三种单体依次是

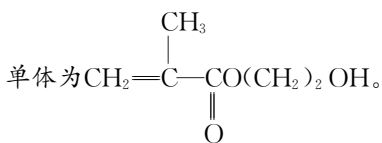
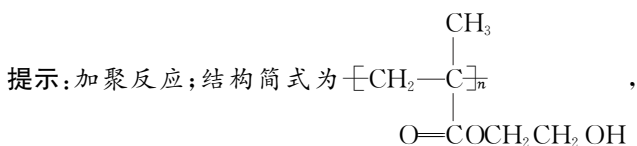


活动2 通过聚合物的链节,可以看出聚合物的单体,你知道下面两种聚合物是由何种单体聚合成的吗?



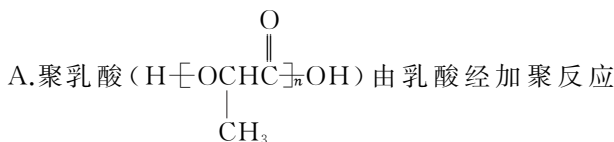
提示: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$; $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_3$ 。

活动3 生成该隐形眼镜材料的反应属于什么反应类型? 结构简式和单体分别是什么?



[评价活动]

1. (2022·山东卷) 下列高分子材料制备方法正确的是 ()



制备

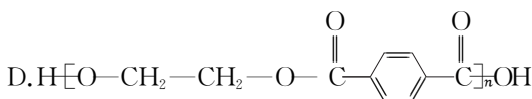
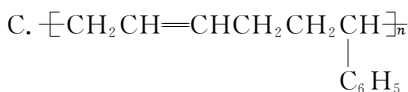
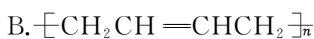
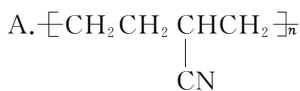
B. 聚四氟乙烯 ($\left[\text{CF}_2-\text{CF}_2 \right]_n$) 由四氟乙烯经加聚反应制备

C. 尼龙-66 ($\text{H} \left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\overset{\text{O}}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\text{C}} \right]_n \text{OH}$) 由己胺和己酸经缩聚反应制备

D. 聚乙烯醇 ($\left[\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$) 由聚乙酸乙烯酯 ($\left[\text{CH}_2-\underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}} \right]_n$) 经消去反应制备

B 解析: 聚乳酸由乳酸 ($\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$) 经缩聚反应制备, A 项错误; 聚四氟乙烯由四氟乙烯 ($\text{CF}_2=\text{CF}_2$) 经加聚反应制备, B 项正确; 尼龙-66 由己二胺 [$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$] 和己二酸 [$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$] 经缩聚反应制备, C 项错误; 聚乙烯醇是由聚乙酸乙烯酯 ($\left[\text{CH}_2-\underset{\text{OCOCH}_3}{\text{CH}} \right]_n$) 经水解反应(或取代反应)制备, D 项错误。

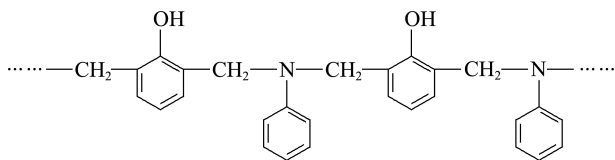
2. 下列高聚物中, 由两种不同的单体通过缩聚反应制得的是 ()

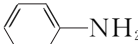


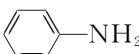
D 解析: A 项是由 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 加聚而成的; B 项是由 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 加聚而成的; C 项是由

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 和 $\text{CH}_2=\text{CHC}_6\text{H}_5$ 加聚而成的;只有D项中含有官能团 $-\text{COO}-$,故D项是通过缩聚反应生成的。

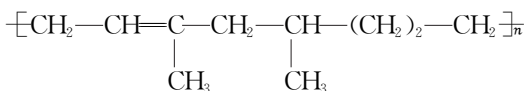
3. 下图表示某高分子的结构片段。关于该高分子的推断正确的是 ()



- A. 该高分子由单体通过加聚反应聚合而成
 B. 形成该高分子的单体只有 2 种
 C. 其中一种单体为 -NH₂
 D. 其中一种单体为 1,5-二甲基苯酚

C 解析: 由结构可知该高分子由甲醛、苯酚和苯胺 3 种单体通过缩聚反应聚合而成, A、B 错误; 其中一种单体为 -NH₂, C 正确; 其中一种单体为苯酚, D 错误。

4. 某高聚物可表示为

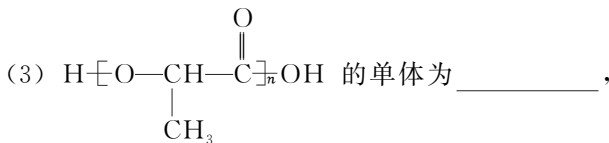
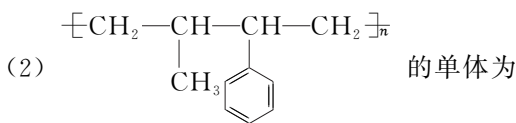
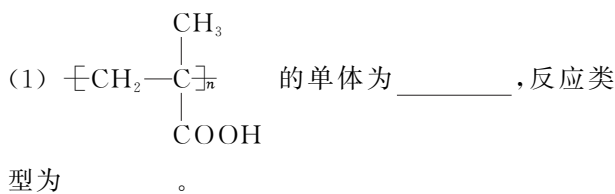


- 下列有关叙述不正确的是 ()
 A. 该高聚物是通过加聚反应生成的
 B. 合成该高聚物的单体有三种
 C. 1 mol 该物质能与 1 mol H₂ 加成, 生成不含碳碳双键的物质
 D. 该高聚物能被酸性 KMnO₄ 溶液氧化

C 解析: 合成该高聚物的单体有 $\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$,

它们通过加聚反应而生成该高聚物, A、B 正确; 1 mol 高聚物分子中含 n mol 碳碳双键, 能与 n mol H₂ 发生加成反应, C 错误; 该高聚物分子中含有碳碳双键, 能被酸性 KMnO₄ 溶液氧化, D 正确。

5. 写出下列高分子的单体, 并注明反应类型。



答案: (1) $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$ 加聚反应

(2) $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ 加聚反应

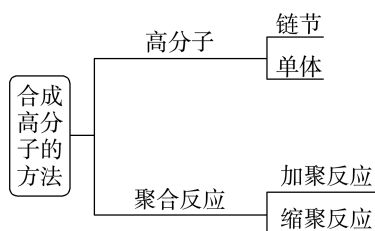
(3) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 缩聚反应

任务总结

由缩聚物推断单体的方法

类型		在聚酯分子中打断羧基与氧原子间的共价键, 羧基连羟基, 氧原子连氢原子	在蛋白质分子中打断羧基与氮原子间的共价键(肽键), 羧基连羟基, 氮原子连氢原子
实例	高聚物	$\text{HO}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}-\text{N}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}(\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{OH}$
	单体	$\text{HOOC}-\text{COOH}$ $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{H}_2\text{N}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{OOH}$ $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{COOH}$

提质归纳



课后素养评价(十六)

基础性·能力运用

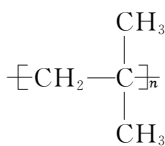
知识点1 有机高分子

1. 下列属于天然高分子的是 ()

- A. 聚乙烯 B. 淀粉
C. 丙纶 D. 油脂

B 解析: 淀粉是天然高分子, 聚乙烯、丙纶是合成高分子。油脂是高级脂肪酸甘油酯, 相对分子质量相对较小, 故不是高分子。

2. 有机高分子聚异丁烯(结构简式如图所示)是生产汽油清洁剂的中间产物, 下列对聚异丁烯的描述错误的是 ()



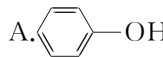
- A. 聚异丁烯可以通过加聚反应制得
B. 聚异丁烯的分子式为 $(\text{C}_4\text{H}_8)_n$
C. 聚异丁烯完全燃烧生成 CO_2 和 H_2O 的物质的量相等
D. 聚异丁烯能使酸性高锰酸钾溶液褪色

D 解析: 聚异丁烯中不含有碳碳双键, 不能使酸性高锰酸钾溶液褪色, D 错误。

知识点2 加聚反应、缩聚反应

3. 下列物质中能发生加成反应、加聚反应和自身缩聚

反应的是 ()

- A. -OH
B. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_2\text{COOH}$
C. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$
D. $\text{HOCH}_2\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OCH}_3$

B 解析: 有机化合物能发生加成反应和加聚反应, 应含有不饱和键; 有机化合物还能发生自身的缩聚反应, 还应含有两个或两个以上的官能团(如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等)。

知识点3 高分子单体的判断

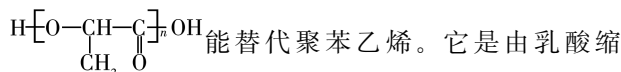
4. 下列四种有机化合物在一定条件下不能作为合成高分子的单体的是 ()

- A. 丙烯酸: $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$
B. 乳酸: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$
C. 甘氨酸: $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
D. 丙酸: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

D 解析: A 项分子中含碳碳双键, 可发生加聚反应; B 项分子中含 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$, 可发生缩聚反应; C 项分子中含 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$, 可发生缩聚反应; D 项分子中只含 $-\text{COOH}$, 不能作为合成高分子的单体。

综合性·创新提升

5. 在国际环境问题中, 一次性使用的聚苯乙烯材料造成的“白色污染”甚为突出, 这种材料难以分解, 处理麻烦。最近研制出的一种新型材料

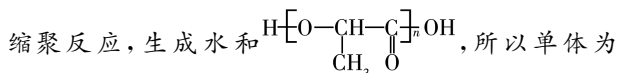


能替代聚苯乙烯。它是由乳酸缩聚而成的, 该材料可在乳酸菌作用下发生降解。下列关于聚乳酸的说法不正确的是 ()

- A. 聚乳酸是一种混合物
B. 其聚合方式与聚苯乙烯相似
C. 其单体为 $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{COOH}$

D. 聚乳酸是一种线型高分子材料

B 解析: 从聚乳酸结构可知, 聚乳酸是高分子, 因高分子中的 n 值不定, 故其为混合物, 故 A 正确; 根据聚乳酸的结构可知, 该物质是乳酸脱水缩合的产物, 属于缩聚反应, 聚苯乙烯是由单体 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C}_6\text{H}_5$ 加聚而成, 故 B 错误; $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$ 发生缩聚反应, 生成水和



所以单体为 $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$, 故 C 正确; 聚乳酸尽管含

有甲基支链, 但不能与其他结构形成化学键, 属于线型高分子材料, 故 D 正确。

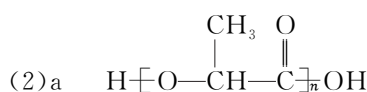
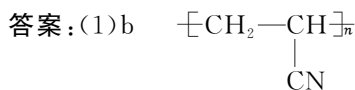
6. 下列化合物中:

- a. CH_3CHCOOH b. $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{OH}$
 c. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} - \text{COOH}$
 $\quad \quad \quad |$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$

(1) 可发生加聚反应的是 _____ (填字母序号), 加聚物的结构简式为 _____。

(2) 同种分子间可发生缩聚反应的是 _____ (填字母序号), 缩聚物的结构简式为 _____。

解析: b 分子结构中含有碳碳双键, 可发生加聚反应; a 分子结构中含有羟基和羧基, 同种单体间可发生缩聚反应。



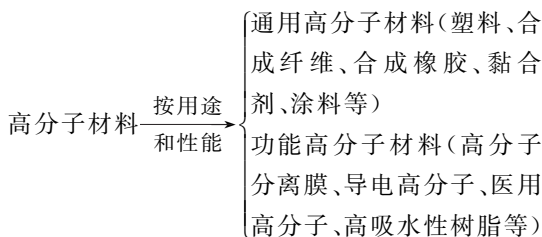
第二节 高分子材料

学习任务目标

1. 了解高分子材料的性质和用途。
2. 了解高分子材料在发展经济、提高生活质量方面的贡献。
3. 认识新型功能高分子材料在日常生活、工农业生产、科学研究等方面的重要作用。

问题式预习

一、高分子材料的分类



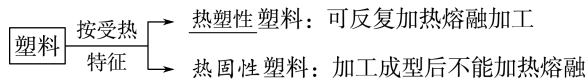
二、通用高分子材料

1. 塑料

(1) 成分

塑料的主要成分是合成树脂。

(2) 分类



(3) 几种常见的塑料

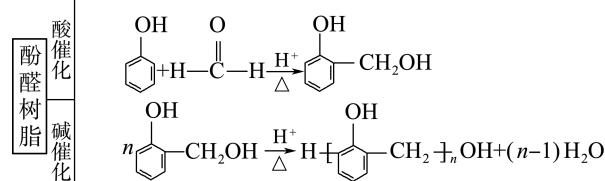
① 聚乙烯

比较项目	高压法聚乙烯	低压法聚乙烯
聚合反应条件	150 MPa~300 MPa, 200 °C 左右, 使用引发剂	0.1 MPa~2 MPa, 60~100 °C, 使用催化剂
高分子链的结构	含有较多支链	支链较少
密度/(g·cm ⁻³)	0.91~0.93	0.94~0.97
软化温度/°C	105~120	120~140
主要性能	无毒, 较柔软	无毒, 较硬

② 酚醛树脂

酚醛树脂是用酚(如苯酚或苯甲酚等)与醛(如甲醛)在酸或碱的催化下相互缩合而成的高分子。

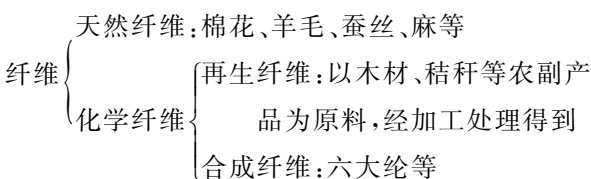
等物质的量的甲醛和苯酚反应生成线型结构高分子, 其反应为



过量的甲醛与苯酚反应生成网状结构的酚醛树脂

2. 合成纤维

(1) 纤维分类

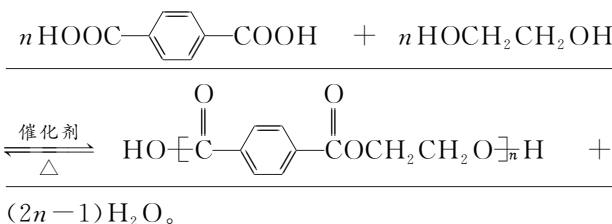


(2) 性能

“六大纶”包括: 锦纶、涤纶、腈纶、维纶、氯纶、丙纶, 都具有强度高、弹性好、耐腐蚀、不缩水、保暖等优点, 而且各自还具有独特的性能。

① 维纶因其分子链上含有羟基而具有较好的吸湿性;

② 合成纤维中产量最大的是聚酯纤维中的涤纶, 它的强度大, 耐磨、易洗、快干, 保形性好, 但透气性和吸湿性差。其制备原理是



③ 聚酰胺纤维中的锦纶 66(聚己二酰己二胺纤维)不溶于普通溶剂, 熔化温度高于 260 °C, 拉制的纤维具有天然丝的外观和光泽, 耐磨性好, 强度高。

(3) 用途

合成纤维除了满足人们的穿着需求外, 还被广泛用于工农业生产和高科技的各个领域。例如, 工业用的隔音、隔热、绝缘材料, 渔业用的渔网、缆绳, 医疗用的缝合线、止血棉, 航空航天用的降落伞、航天服等。

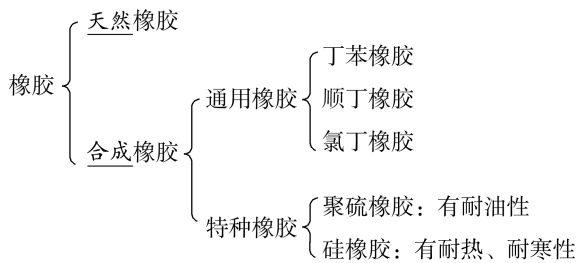
(4) 优点

合成纤维性能优异, 用途广泛, 生成条件可控, 原料

来源丰富,不受自然条件影响。

3.合成橡胶

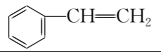
(1)橡胶分类



(2)合成橡胶的制备、性能和用途

制备	合成橡胶是以石油、天然气为原料,以烯烃和二烯烃等为单体,经聚合反应而生成的
性能	合成橡胶具有高弹性、绝缘性、气密性、耐磨性、耐油性、耐寒性、耐燃性、耐腐蚀性和耐老化等性能
用途	广泛应用于工业、农业、国防、交通和日常生活中

(3)几种常见的合成橡胶

名称	单体	结构简式
顺丁橡胶	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	$[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-]_n$
丁苯橡胶 (SBR)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 	$[-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$
氯丁橡胶 (CR)	$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{Cl}}{\text{C}}=\text{CH}_2$	$[-\text{CH}_2-\text{CH}=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}_2-]_n$

三、功能高分子材料

1.高吸水性树脂

(1)合成方法

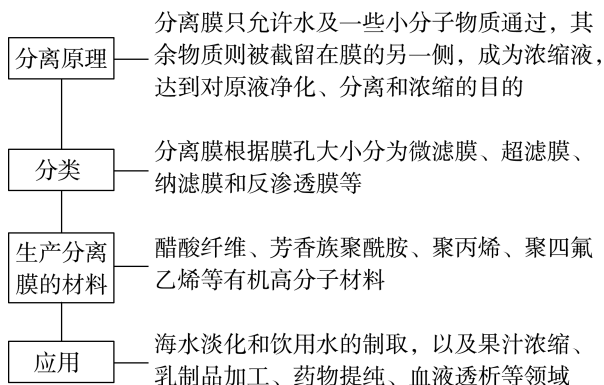
①对淀粉、纤维素等天然吸水材料进行改性,在它们的主链上再接上带有强亲水基团的支链,以提高它们的吸水能力。

②用带有强亲水基团的烯类单体进行聚合,得到含亲水基团的高聚物。

(2)性能:可吸收几百倍甚至上千倍于自身质量的水,同时保水能力强,还能耐一定的挤压。

(3)应用:在干旱地区用于农业、林业、植树造林时抗旱保水,改良土壤,改造沙漠。

2.高分子分离膜



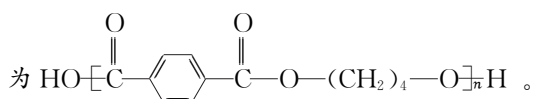
任务型课堂

任务一 高分子材料的结构与性质

[探究活动]

PBT树脂广泛用于电器、汽车、飞机制造、通讯、家电、交通运输等工业。

PBT是半结晶材料,有非常好的化学稳定性、机械强度、电绝缘性和热稳定性,其结构简式



活动1 PBT的单体是什么?由单体合成PBT的反应属于什么反应?

提示: $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$;生成PBT的反应属于缩聚反应。

活动2 PBT受热能否熔化?

提示:能。由PBT的结构简式可知,PBT属于线型结构,具有热塑性。

活动3 1 mol PBT与NaOH溶液反应时,最多可消耗多少NaOH?

提示:2n mol。1 mol PBT完全水解可以得到n mol $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$,所以可以消耗2n mol NaOH。

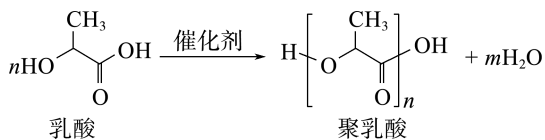
活动4 能用带橡胶塞的试剂瓶盛放高锰酸钾溶液等强氧化性物质吗?为什么天然橡胶受空气、日光作用会老化?

提示:不能。橡胶中含有碳碳双键,易被氧化。天然橡胶中含有碳碳双键,具有较强的还原性,当长时间受氧气、日光作用后,碳碳双键会被氧化导致橡胶老化。

[评价活动]

1.(2022·湖南卷)聚乳酸是一种新型的生物可降解

高分子材料,其合成路线如下:

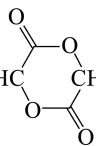


下列说法错误的是 ()

- A. $m = n - 1$
 B. 聚乳酸分子中含有两种官能团
 C. 1 mol 乳酸与足量的 Na 反应生成 1 mol H_2
 D. 两分子乳酸反应能够生成含六元环的分子

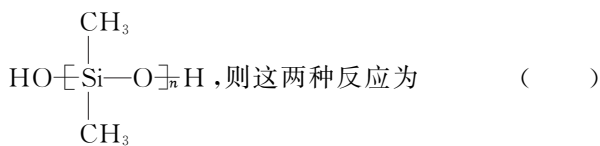
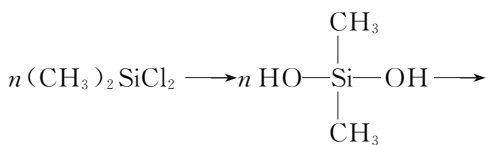
B 解析: 根据氧原子数目守恒可得: $3n = 2n + 1 + m$, 则 $m = n - 1$, A 正确; 聚乳酸分子中含有三种官能团, 分别是羟基、羧基、酯基, B 错误; 1 个乳酸分子中含有 1 个羟基和 1 个羧基, 则 1 mol 乳酸和足量的 Na 反应生成 1 mol H_2 , C 正确; 1 个乳酸分子中含有 1 个羟基和 1 个羧基, 则两分子乳酸可以缩

合产生含六元环的分子 ($\text{CH}_3-\text{HC}-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3$), D



正确。

2. 硅橡胶是一种耐高温的橡胶, 它是由二甲基二氯硅烷经过两种类型的反应而形成的高分子:



- A. 消去反应、加聚反应
 B. 氧化反应、聚合反应
 C. 水解反应、加聚反应
 D. 水解反应、缩聚反应

D 解析: 先发生水解, 再发生缩聚。

3. 食品保鲜膜按材质分为聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等种类。PE 保鲜膜可直接接触食品, PVC 保鲜膜则不能直接接触食品, 它对人体有潜在危害。下列有关叙述不正确的是 ()

- A. PE、PVC 都属于链状高分子, 受热易熔化
 B. PE、PVC 的单体都是不饱和烃, 能使溴水褪色
 C. 焚烧 PVC 保鲜膜会放出有毒气体 HCl
 D. 废弃的 PE 和 PVC 均可回收利用以减少白色

污染

B 解析: PVC 的单体是 $\text{CH}_2 = \text{CHCl}$, 它不属于烃类。

4. 舱外航天服可为航天员出舱活动提供适当的大气压强、足够的氧气、适宜的温湿度, 航天服还要具有足够的强度, 防止辐射、微流星和空间碎片对航天员的伤害, 保证航天员的工作能力; 航天服还能提供可靠有效保障及遥测通信保障等。制作这种航天服的材料以氨纶和尼龙为主。其中尼龙-1010 的结构简式为 $\text{H}-\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO} \right]_n-\text{OH}$ 。下列有关尼龙-1010 的说法正确的是 ()
- A. 尼龙-1010 是通过加聚反应制成的
 B. 尼龙-1010 的单体是



- C. 尼龙-1010 是通过缩聚反应制成的
 D. 制作舱外航天服的材料要质轻, 方便航天员在舱外行走

C 解析: 尼龙-1010 分子结构中含有 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ -\text{C}-\text{N}- \end{array}$, 因此它是通过缩聚反应制成的, A 项错误、C 项正确; 合成尼龙-1010 的单体是 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_{10}\text{NH}_2$ 和 $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$, B 项错误; 舱外航天服是在太空失重的情况下穿的, 不需要考虑选轻质材料, D 项错误。

5. 橡胶树是热带植物, 在我国海南已大面积种植。从橡胶树的胶乳中可提取天然橡胶, 天然橡胶的成分是聚异戊二烯, 其结构简式为 $\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2 \right]_n$ 。

请回答下列问题:

(1) 天然橡胶能溶于汽油的根本原因是_____。天然橡胶中加入适当硫进行硫化后, 其结构由_____变成_____, 因而硫化橡胶_____ (填“能”或“不能”) 溶于汽油。

(2) 天然橡胶的单体是一种无色液体, 将该无色液体加入溴水中, 溴水_____ (填“会”或“不会”) 褪色。

答案: (1) 天然橡胶是线型结构 线型结构 网状结构 不能 (2) 会

任务总结

高分子材料的结构与性质

项目	线型高分子	网状高分子
结构	分子中的原子以共价键相连,构成一条很长的卷曲状态的“链”	分子链与分子链之间还有许多共价键交联起来,形成三维空间的网状结构
溶解性	能缓慢溶解于适当溶剂	很难溶解,但往往有一定程度的胀大
性能	具有热塑性,无固定熔点	具有热固性,受热不熔化
特性	强度大、可拉丝、绝缘性好	强度大、绝缘性好,有可塑性
常见物质	聚乙烯、聚氯乙烯、天然橡胶	酚醛树脂、硫化橡胶

任务二 功能高分子材料的性能

[探究活动]

活动 1 高吸水性树脂的吸水保水能力远远强于一般吸水材料,请分析该类树脂分子的结构特点。

提示:高吸水性树脂的获取可通过对天然吸水材料进行改性,或以带有强亲水基团的化合物为单体聚合得到亲水性高聚物,这两种方法都要在反应中加入少量含有两个双键的二烯化合物作为交联剂,让高分子链间发生交联,得到具有网状结构的树脂。因此,高吸水性树脂除含有强亲水基团外,还具有网状结构。

活动 2 从使用范围和要求方面分析医用高分子材料应满足什么性能?

提示:(1)无毒,且是化学惰性的。

(2)与人体组织和血液的相容性好。

(3)具有较高的机械性能。

(4)容易制备、纯化、加工和消毒。

[评价活动]

1. 高分子分离膜可以让某些物质有选择地通过而将物质分离,下列应用不属于高分子分离膜的应用范围的是 ()

- A. 分离工业废水,回收废液中的有用成分
- B. 食品工业中,浓缩天然果汁、乳制品加工和酿酒
- C. 将化学能转换成电能,将热能转换成电能
- D. 海水淡化

C 解析:高分子分离膜的特点是能够让某些物质有选择地通过,而把另外的物质分离出来。应用范围:①生活污水、工业废水等废水处理及回收废液中的有用成分;②海水和苦咸水的淡化;③浓缩天然果汁、乳制品加工、酿酒等。

2. 下列材料中,属于功能高分子材料的是 ()

- ①有机玻璃 ②合成橡胶 ③高分子分离膜
- ④生物高分子材料 ⑤隐身材料 ⑥液晶高分子材料
- ⑦光敏高分子材料 ⑧智能高分子材料

A. 只有①③④⑥⑧

B. 只有②④⑥⑦⑧

C. 只有③④⑤⑥⑦⑧

D. 全部都是

C 解析:有机玻璃属于塑料,塑料、合成橡胶、合成纤维属于通用高分子材料,它们不属于功能高分子材料。

3. 高分子材料发展的主要趋势是高性能化、功能化、复合化、精细化和智能化。下列材料不属于功能高分子材料的是 ()

- A. 用于生产光盘等产品的光敏高分子材料
- B. 用于制造 CPU 芯片的良好半导体材料单晶硅
- C. 能用于生产“尿不湿”的高吸水性树脂
- D. 能导电的掺杂聚乙烯

B 解析:B 项中半导体材料单晶硅,属于传统的无机非金属材料。A 项中光敏高分子材料、C 项中高吸水性树脂、D 项中导电高分子材料均属于功能高分子材料。

4. 新型有机高分子材料在日常生活、工农业生产和尖端科技领域中发挥着越来越重要的作用。下列有关高分子材料的叙述不正确的是 ()

- A. 在通用高分子材料基础上改进的导电塑料属于新型高分子材料
- B. 利用高分子分离膜可以进行海水淡化或污水净化
- C. 新型的聚乙烯醇是高吸水性高分子,具有与水反应生成易挥发物质的特性,所以称为“尿不湿”
- D. 医用高分子材料的发展可以使人类能够制造各种人工器官

C 解析:新型聚乙烯醇是高吸水性高分子,具有吸收水分形成溶胶的特性,就像蔬菜、水果含水 80%~90%,而外表不湿,所以称为“尿不湿”。

任务总结

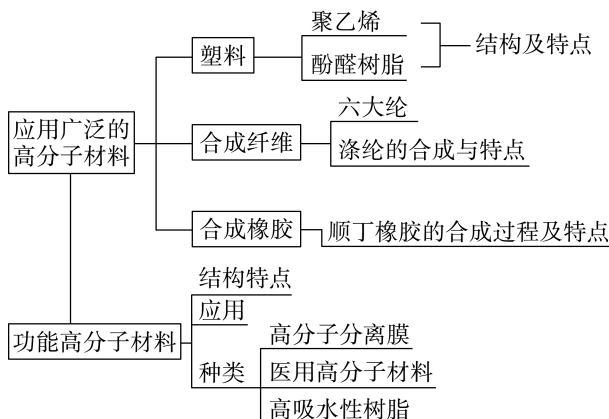
功能高分子材料和复合材料的比较

项目	功能高分子材料	复合材料
定义	既有传统高分子的机械性能,又有一些特殊性能的高分子材料	两种或两种以上材料组合成的一种新型的材料。含有基体和增强材料两种材料
性能	高分子分离膜能让某些物质有选择地通过,而把另外一些物质分离掉。医用高分子材料具有优异的生物相容性、很高的机械性能	强度高、密度小、耐高温、耐腐蚀
用途	高分子分离膜用于生活污水、工业废液的处理、海水淡化、食品工业。医用高分子材料可制成人造器官	用作宇航材料,用于汽车工业、机械工业、体育用品

续表

项目	功能高分子材料	复合材料
发展趋势	对重要的通用的有机高分子材料,不断提高其使用性能,扩大应用范围。对与人类自身密切相关且具有特殊功能的材料的研究也在不断加强,并取得了一定的进展	

► 提质归纳



课后素养评价(十七)

基础性·能力运用

知识点 1 塑料

1. 下列塑料的合成中,发生化学反应的类型与其他三种不同的是 ()

- A. 聚乙炔塑料 B. 聚氯乙烯塑料
C. 酚醛树脂 D. 聚苯乙烯塑料

C 解析: 聚乙炔塑料是由乙炔发生加聚反应合成的;聚氯乙烯塑料是由氯乙烯发生加聚反应合成的;酚醛树脂是由苯酚和甲醛发生缩聚反应合成的;聚苯乙烯塑料是由苯乙烯发生加聚反应合成的。

知识点 2 合成纤维

2. 下列说法正确的是 ()

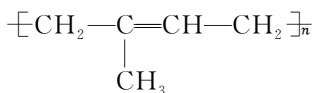
- A. 利用石油作原料制得的纤维是再生纤维
B. 天然纤维是不能再被加工处理的
C. 合成纤维、再生纤维和天然纤维统称为化学纤维
D. 煤和农副产品也可以经过处理制得合成纤维

D 解析: 利用石油作原料制得的纤维是合成纤维, A 错误;天然纤维能再被加工处理, B 错误;纤维可

分为天然纤维和化学纤维,化学纤维可分为再生纤维和合成纤维, C 错误;以石油、天然气、煤和农副产品为原料加工制得单体,再经聚合反应制得合成纤维, D 正确。

知识点 3 合成橡胶

3. 下列关于天然橡胶的叙述中,不正确的是 ()



- A. 天然橡胶是天然高分子
B. 天然橡胶不会因被氧化而老化
C. 天然橡胶能溶于汽油、苯等有机溶剂
D. 天然橡胶含有双键,能发生加成反应

B 解析: 天然橡胶 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_2 \right]_n$ 的

链节中含有 $\text{C}=\text{C}$, 受日光、空气作用,会逐渐被氧化而老化。

知识点4 功能高分子材料

4. 下列各高分子材料的研究方向中,并不适合未来高分子材料发展的是 ()
- A. 使高分子材料具有仿生功能
B. 使高分子材料向具有特殊物理、化学性能方向发展

- C. 使高分子材料越来越牢固,越来越难分解
D. 使农用薄膜能够选择性地透过种植某种植物所需要的特定波长的光
- C 解析:使高分子材料越来越牢固是对的,但越来越难分解是错误的,应越来越易分解,这样才有利于环保。

综合性·创新提升

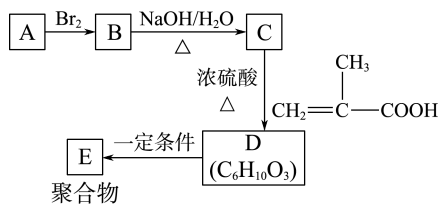
5. 某团队曾首创用 CO₂ 合成可降解塑料聚二氧化碳



- A. 聚二氧化碳塑料是通过加聚反应制得的
B. 聚二氧化碳塑料与干冰互为同素异形体
C. 聚二氧化碳塑料与干冰都是纯净物
D. 使用聚二氧化碳塑料会产生“白色污染”

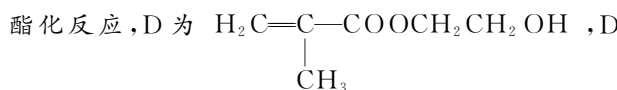
A 解析: $n \text{O}=\text{C}=\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} [-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}]_n$ 为加聚反应, A 正确; 同素异形体指单质, B 错误; 高分子材料均属于混合物, C 错误; 聚二氧化碳塑料可降解, D 错误。

6. 用于制造隐形眼镜的功能高分子材料 E 的合成路线如下所示:

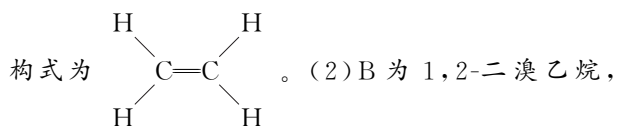
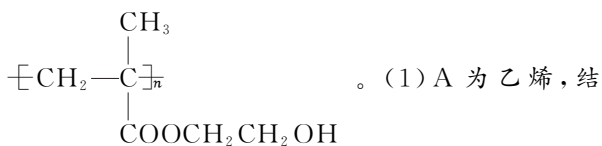


- (1) A 的结构式为_____。
 (2) B→C 的反应类型是_____。
 (3) 请写出 D→E 反应的化学方程式:_____。
 (4) 制造隐形眼镜的材料应该具有良好的亲水性, 请从 E 的结构上分析它可以作为隐形眼镜材料的可能原因:_____。

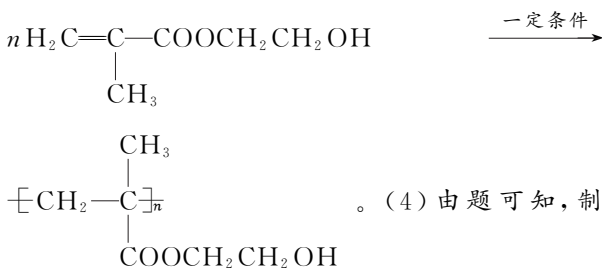
解析: 由 D 的分子式可知, C→D 是酯化反应, C 中有羟基, B→C 属于卤代烃的水解, 根据分子式可知 A 中有不饱和键, 倒推得出 A 为乙烯; B 为 BrCH₂CH₂Br (1, 2-二溴乙烷), B→C 发生卤代烃的水解反应生成 C 为 HOCH₂CH₂OH, C→D 是



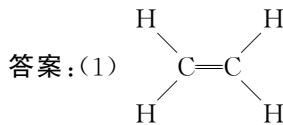
→ E 发生加聚反应, E 为高聚物



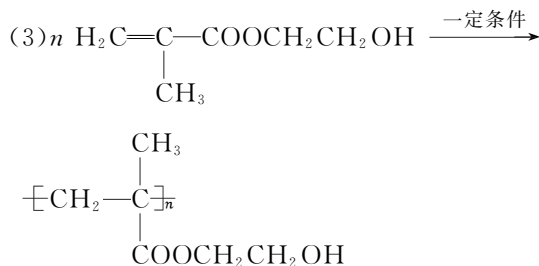
B→C 发生卤代烃的水解反应生成 HOCH₂CH₂OH, 属于取代反应。 (3) D→E 发生加聚反应, 反应的化学方程式为



造隐形眼镜的材料应该具有良好的亲水性, 而 E 分子中有羟基, 羟基有亲水性。



(2) 取代反应



(4) 由于高分子 E 中有羟基, 羟基具有亲水性, 所以 E 具有良好的亲水性, 可以作为隐形眼镜材料

单元活动构建

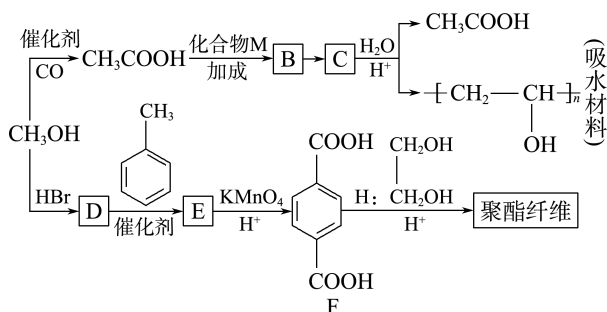
单元活动 5 利用“合成人造羊毛”的原理解决合成高分子问题

「单元任务」

任务内容	
任务一	合成高分子的方法
任务二	聚合反应化学方程式的书写

「任务导引」

甲醇最早在干馏木材中发现,故又称“木醇”或“木精”。甲醇有类似乙醇的香味,但甲醇有毒。工业上以甲醇为原料可以生产吸水材料和聚酯纤维,其合成路线如下所示:

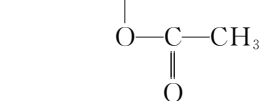


任务一 合成高分子的方法

活动 1 M 的结构式是 _____, B→C 的反应类型是 _____。

提示: $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 加聚反应

根据吸水材料结构简式得 C 的结构简式为



构简式为 $\text{CH}_3\text{COOCH}=\text{CH}_2$; 乙酸与化合物 M 加成生成 B, 则 M 为 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 。

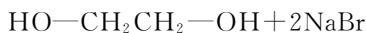
活动 2 F 的名称是 _____, F 与 H 生成聚酯纤维的反应类型是 _____。

提示: 对苯二甲酸 缩聚反应

根据 F 与 $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH}$ 反应生成聚酯纤维, 得 F 与 H 发生缩聚反应生成聚酯纤维。

活动 3 写出由 1,2-二溴乙烷制备物质 H 的化学方程式: _____。

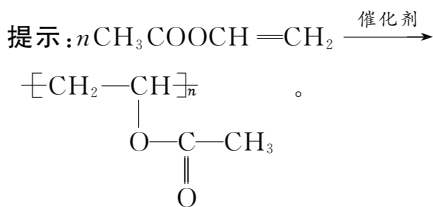
提示: $\text{Br}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Br} + 2\text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}}$



H 为乙二醇, 1,2-二溴乙烷属于溴代烃, 卤代烃在 NaOH 水溶液中能发生取代反应生成醇。

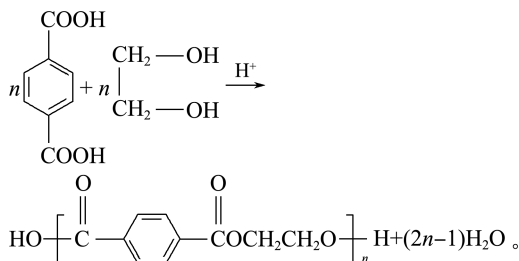
任务二 聚合反应化学方程式的书写

活动 1 B→C 的化学方程式为 _____。



活动 2 F 与 H 生成聚酯纤维的化学方程式为 _____。

提示:



活动 3 化合物 M 可以合成人造羊毛 ($\left[\text{CH}_2-\underset{\text{CN}}{\text{CH}} \right]_n$), 合成人造羊毛的单体的结构简式为 _____。

提示: $\text{CH}_2=\text{CHCN}$

合成人造羊毛是由 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 发生加聚反应产生的, 因此单体是 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 。

[知识链接]

1. 聚合反应类型的判断方法

- (1) 单体中含有不饱和键, 往往发生加聚反应, 并且链节主链上只有碳原子。
- (2) 单体中含有两种以上官能团, 往往发生缩聚反应, 主链上除碳原子外还有其他原子。

2. 高聚物单体的推断方法

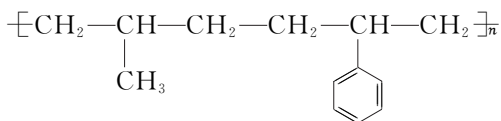
(1) “单双键互换法”推断加聚产物的单体

- ① 去掉结构简式两端的“ $[-$ ”和“ $]-$ ”。
- ② 将高分子链节中主链上的碳碳单键改为碳碳双

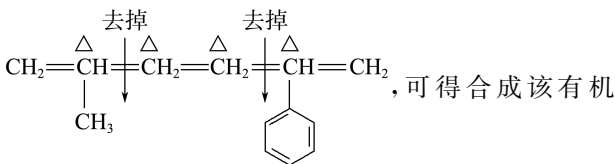
键,碳碳双键改为碳碳单键。

③从左到右检查高分子链节中各碳原子的价键,将价键超过四价的碳原子找出来,用“△”标记上。

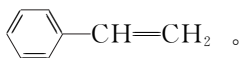
④去掉不符合四价的碳原子间的价键(一般为双键),即得合成该加聚产物的单体。例如,判断



的单体,按“单双键互换法”推断如下:

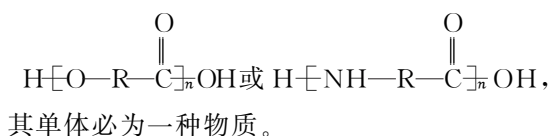


物的单体: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ 、

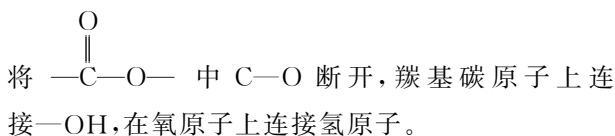


(2) 缩聚反应单体的推断

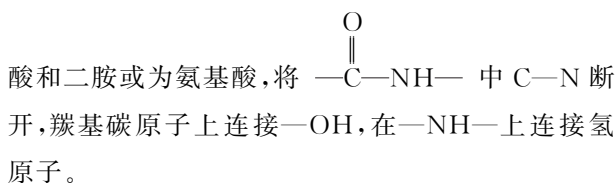
①若高聚物为 $\text{H} \left[\text{O} - \text{R} \right]_n \text{OH}$ 、



②凡链节中含有酯基的高聚物,其单体为酸和醇,

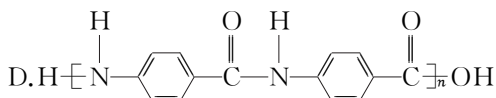
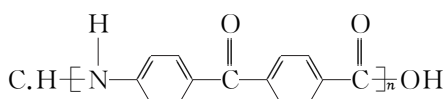
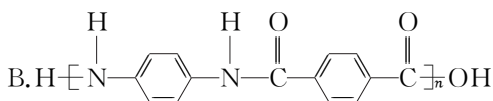
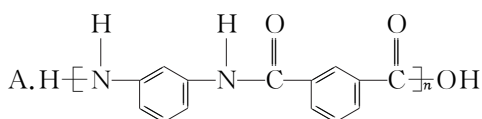
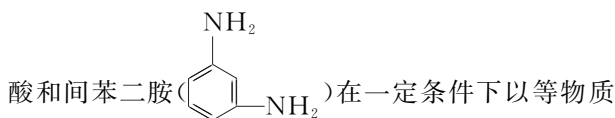


③凡链节中含有肽键的高聚物,其单体一般为二元



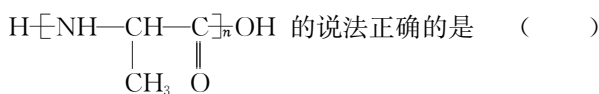
「活动达标」

1. 某种纤维是一种新型阻燃性纤维,它可由间苯二甲



A 解析: 缩聚反应的反应机理: —COOH 脱羟基、 —OH 脱氢 (或 —NH_2 脱氢); 另外, 还要注意取代基位置是间位。

2. 下列有关聚合物 $\text{H} \left[\text{NH} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n \text{OH}$ 和

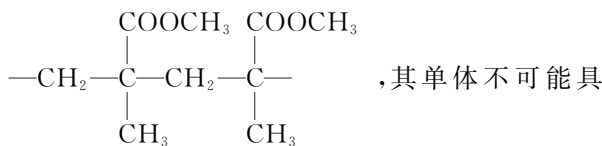


- A. 二者互为同分异构体
- B. 二者的单体互为同系物
- C. 二者由相同的单体生成
- D. 二者均由加聚反应生成

B 解析: 由聚合物的结构简式可知二者单体分别为 $\text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2\text{COOH}$ 和 $\text{H}_2\text{N} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{COOH}$, 这两

种物质都是 α -氨基酸, 互为同系物, A、C 错误, B 正确; 两种聚合物链节的主链中含有氮原子, 是缩聚反应的产物, D 错误。

3. 某聚合物具有如下结构片段:

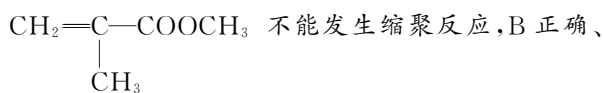


有的化学性质是 ()

- A. 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- B. 与 NaOH 溶液共热可生成一种钠盐
- C. 能催化加氢生成 2-甲基丙酸甲酯
- D. 能发生缩聚反应

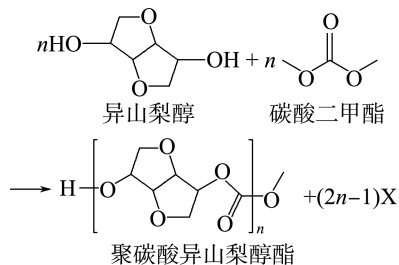
D 解析: 合成该高聚物的单体是 $\text{CH}_2 = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{COOCH}_3$, 单体的分子结构中含有碳

碳双键, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, A 正确; 单体含碳碳双键能催化加氢生成 2-甲基丙酸甲酯, C 正确; 单体的分子结构中含有酯基, 故能与 NaOH 溶液反应生成 $\text{CH}_2 = \text{CCOONa}$, 但



D 错误。

4. (2023·新课标卷) 光学性能优良的高分子材料聚碳酸异山梨醇酯可由如下反应制备。



下列说法错误的是

A. 该高分子材料可降解

B. 异山梨醇分子中有 3 个手性碳原子

C. 反应式中化合物 X 为甲醇

D. 该聚合反应为缩聚反应

B 解析: 该高分子材料中含有酯基, 可以降解, A

正确; 如图所示:



正确; 如图所示: HO OH , 画圈的四处的碳原子为手性碳原子(或不对称碳原子), 故异山梨醇分子中有 4 个手性碳, B 错误; 反应式中异山梨醇脱去的一个氢原子与碳酸二甲酯脱去的甲氧基结合生成甲醇, 故反应式中 X 为甲醇, C 正确; 该反应在生成高聚物的同时还有小分子物质生成, 属于缩聚反应, D 正确。

第五章质量评估

(90 分钟 100 分)

一、选择题(本题共 15 小题, 每小题 3 分, 共 45 分。

每小题只有一个选项符合题目要求)

1. 2022 年 2 月 4 日至 2 月 20 日, 第 24 届冬奥会在中国北京市和张家口市联合举行, 冬奥会中所使用的材料属于有机高分子材料的是 ()

A. 为场馆提供电能的晶体硅太阳能电池

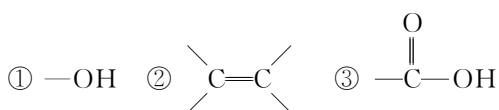
B. 轻合金材料制成的冰刀

C. 大理石冰壶

D. 聚氨酯速滑服

D 解析: 晶体硅太阳能电池属于新型无机非金属材料, A 错误; 轻合金材料制成的冰刀属于合金, B 错误; 大理石主要成分为碳酸钙, C 错误; 聚氨酯属于有机高分子材料, D 正确。

2. 某有机化合物能通过加聚反应生成高聚物, 还能水解生成两种有机化合物, 则这种有机化合物的结构中最可能具备的基团有 ()



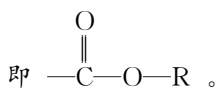
A. ①②⑤

B. ②③⑤

C. ②④⑤

D. ①②⑥

C 解析: 有机化合物能发生加聚反应生成高分子, 说明该有机化合物中含有碳碳不饱和键; 有机化合物能水解生成两种有机化合物, 结合备选的①~⑥选项得出该有机化合物中应含有酯基官能团,



3. 用高分子塑料骨钉取代钛合金骨钉是医学上的一项新技术, 这种塑料骨钉不仅具有相当高的强度, 而且可在人体内水解, 使骨科病人免遭拔钉的痛苦。合成这种塑料骨钉的原料能与强碱溶液反应, 也能在浓硫酸催化下形成环酯。合成这种塑料骨钉的原料是 ()

A. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Cl}$

B. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$

C. $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$

D. $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

C 解析: 能与强碱反应, 则分子中应含有羧基或酚羟基; 能形成环状酯, 则分子中同时含有羟基和羧基。

4. 北京冬奥会吉祥物“冰墩墩”“雪容融”由 PVC、PC、

ABS 和亚克力等材料制作而成。下列说法错误的是 ()

A. PVC ($\left[\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$) 的单体为氯乙烯

B. PC ($\text{H} \left[\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O}) \right]_n \text{OCH}_3$) 中

所有碳原子均可共面

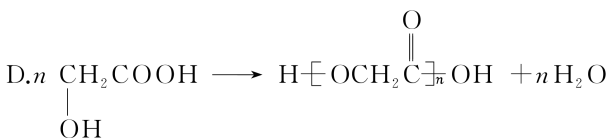
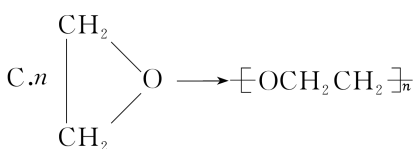
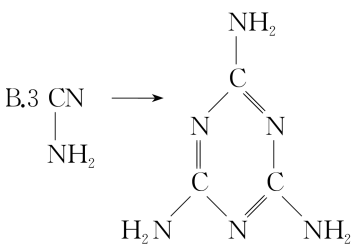
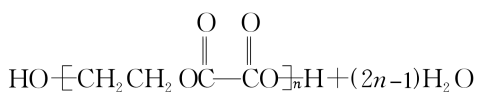
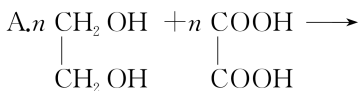
C. ABS 的单体之一苯乙烯能使溴水褪色

D. 亚克力 ($\left[\text{CH}_2-\text{C}(\text{COOCH}_3)(\text{CH}_3) \right]_n$) 可通过加聚反应

制备

B 解析: PVC 的单体为 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$, A 正确; PC 分子中含饱和碳原子, 所有碳原子一定不共平面, B 错误; 苯乙烯中的碳碳双键能和溴发生加成反应而使溴水褪色, C 正确; 该物质是加聚产物, 通过加聚反应可以得到该高分子, D 正确。

5. 以下聚合反应的化学方程式书写规范、正确的是 (反应条件略) ()



C **解析:** A 项中高聚物应为 $\text{H} \left[\text{OCH}_2\text{CH}_2 \text{OC}(=\text{O})\text{CO} \right]_n \text{OH}$, 错误; B 项中没有生成

高聚物, 不是聚合反应, 错误; D 项中生成的水的化学计量数应该是 $(n-1)$, 错误。

6. 下列生活用品中, 主要由合成纤维制造的是 ()

- A. 尼龙绳
B. 宣纸
C. 羊绒衫
D. 棉衬衣

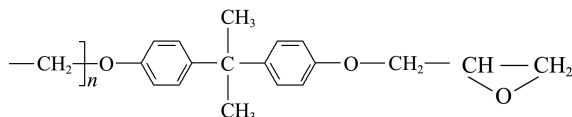
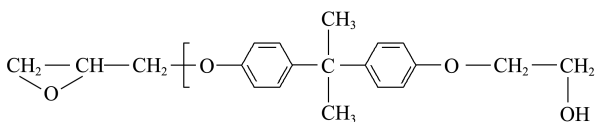
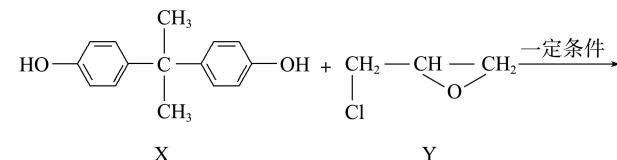
A 解析: 尼龙绳主要由合成纤维制造; 宣纸和棉衬衣的主要成分是纤维素, 属于天然纤维; 羊绒衫主要由羊绒制造, 其主要成分为蛋白质, 属于天然纤维。

7. 下列说法不正确的是 ()

- A. 修建医院所用的 HDPE (高密度聚乙烯) 膜是一种无毒无味的高分子材料
B. N95 型口罩的核心材料是聚丙烯, 聚丙烯可以使溴水褪色
C. 利用高分子反渗透膜从海水中分离出淡水是物理变化
D. 医用防护服的核心材料是微孔聚四氟乙烯薄膜, 其单体四氟乙烯属于卤代烃

B 解析: 高密度聚乙烯是一种无毒无味的有机合成高分子材料, A 正确; 一定条件下丙烯发生加聚反应生成聚丙烯, 聚丙烯结构中不含有碳碳双键, 不能使溴水褪色, B 错误; 海水渗透是物理变化, C 正确; 四氟乙烯的结构简式为 $\text{CF}_2=\text{CF}_2$, 属于卤代烃, D 正确。

8. 有机物 X 和 Y 在一定条件下可制得环氧树脂粘合剂 Z, 其反应如下所示:

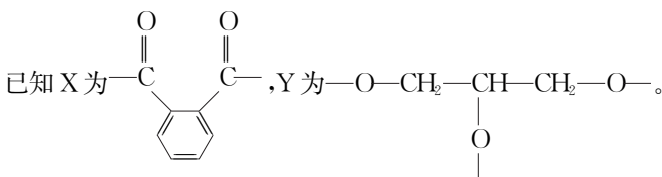
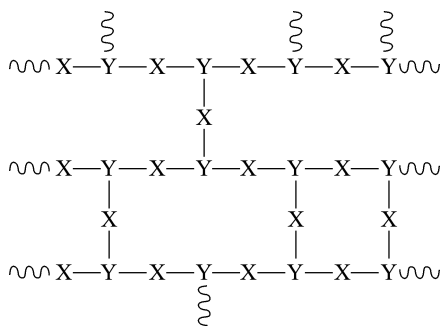


下列说法正确的是 ()

- A. X 的核磁共振氢谱有 3 组吸收峰
 B. 生成 1 mol Z 的同时生成 $(n+1)$ mol HCl
 C. X、Y 反应生成 Z 的过程既有取代反应, 也有聚合反应
 D. 相同条件下, 苯酚和 Y 反应生成结构与 Z 相似的高分子

C 解析: X 中含有 4 种氢原子, 其核磁共振氢谱有 4 组峰, A 错误; 生成 1 mol Z 的同时生成 $(n+2)$ mol HCl, B 错误; X 和 Y 发生反应生成 Z 时, 氯原子被取代、同时还发生缩聚反应生成高分子, 所以该反应中有取代反应和聚合反应, C 正确; 苯酚分子中只有一个酚羟基, 不能生成结构与 Z 相似的高分子, D 错误。

9. 交联聚合物 P 的结构片段如图所示。



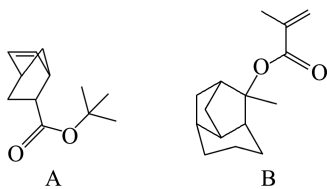
下列说法不正确的是(图中 \sim 表示链延长) ()

- A. 聚合物 P 中有酯基, 能水解
 B. 合成聚合物 P 的反应为缩聚反应
 C. 合成聚合物 P 的原料之一丙三醇可由油脂水解获得
 D. 邻苯二甲酸和乙二醇在聚合过程中也可形成类似聚合物 P 的交联结构

D 解析: 由 P 的结构片段可知, X 与 Y 相连, 构成酯基, 聚合物 P 能发生水解反应, A 正确; 缩聚反应为单体经多次缩合而聚合成大分子的反应, 该反应常伴随着小分子的生成, 由 P 的结构片段可以看出, 合成 P 的过程中伴随有小分子出现, 会发生缩聚反应, B 正确; 油脂是一种酯, 在酸性条件和碱性

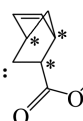
条件下水解都可得到丙三醇, C 正确; 由邻苯二甲酸和乙二醇的结构可知, 二者发生缩聚反应的产物为链状结构或环状结构, 不能形成交联结构, D 错误。

10. 如图所示, A、B 是一种光刻胶树脂的单体。下列说法错误的是 ()



- A. 化合物 A 分子中存在 3 个手性碳原子
 B. 化合物 B 水解的产物中酸有 2 种同分异构体
 C. 化合物 A、B 都存在属于芳香烃衍生物的同分异构体
 D. 化合物 A、B 通过加聚反应生成光刻胶树脂

B 解析: 有机物 A 中存在如图 * 所示的 3 个连有

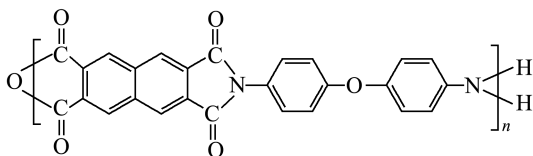
不同原子或原子团的手性碳原子: , A 正

确; 由结构简式可知, 有机物 B 水解所得羧酸的结构简式为 $\text{CH}=\text{CCOOH}$, 其同分异构体可能是



链状羧酸、环状羧酸、链酯和环状酯等, 同分异构体数目大于 2 种, B 错误; 苯环的不饱和度为 4, 由结构简式可知, 有机物 A、B 的不饱和度都大于 4, 则 A、B 都存在属于芳香烃衍生物的同分异构体, C 正确; 由结构简式可知, 有机物 A、B 都含有碳碳双键, 能通过加聚反应生成光刻胶树脂, D 正确。

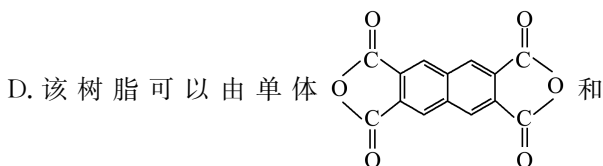
11. 国产大飞机具有省油、舒适的特点, 它是国内首个使用 T800 级高强碳纤维复合材料的客机。如图所示的某聚酰胺树脂是飞机材料中的一种, 具有较好的耐热性、耐水性。下列说法正确的是 ()

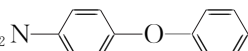


- A. 碳纤维复合材料中, 碳纤维是增强材料, 树脂是基体

B. 复合材料是未来材料发展的趋势, 因此应该停止对金属材料的研究

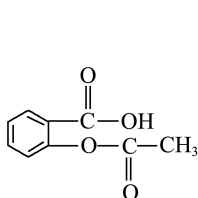
C. 该树脂中所有原子可能共平面



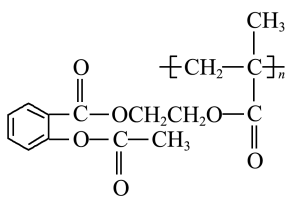
 通过加聚反应得到

A 解析: B 项, 复合材料不是唯一的发展方向, 不应该停止对金属材料的研究; C 项, 该物质结构中有饱和氮原子, 与其相连的其他三个原子形成的是三角锥形结构, 所有原子不可能共平面; D 项, 该树脂是缩聚产物, 反应中有小分子水生成。

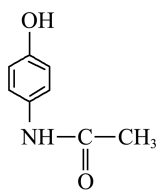
12. 有机化学在药物合成中发挥着重要的作用。以下为一些药物的结构简式, 下列关于这些药物的说法不正确的是 ()



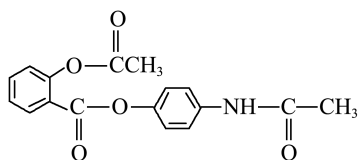
①阿司匹林



②缓释阿司匹林



③扑热息痛



④贝诺酯

A. ①与 NaOH、NaHCO₃ 溶液都能发生反应

B. ②能够延长药效, 1 mol ②完全水解能够产生 1 mol ①

C. ③中含有两种官能团, 可发生水解反应和酯化反应

D. ④可通过阿司匹林与扑热息痛两种药物合成

B 解析: ①含有羧基, 具有酸性, 且酸性比碳酸强, 则①与 NaOH、NaHCO₃ 溶液都能发生反应, 故 A 正确; ②为高聚物, 1 mol ②完全水解能够产生 n mol ①, 故 B 错误; ③含有酚羟基和酰胺基, 则可发生水解反应和酯化反应, 故 C 正确; ④可由 ①、③发生取代反应生成, 故 D 正确。

13. PET (HO-[C(=O)-C₆H₄-C(=O)-OCH₂CH₂O]_n-H, M_{链节} = 192 g · mol⁻¹) 可用来生产合成纤维或塑料。测某 PET 样品的端基中羧基的物质的量, 计算其平均聚合度: 以酚酞作指示剂, 用 c mol · L⁻¹ NaOH 的醇溶液滴定 m g PET 至终点, 消耗 NaOH 的醇溶液 V mL。下列说法不正确的是 ()

A. PET 塑料是一种可降解高分子材料

B. 到达滴定终点时, 溶液变为浅红色

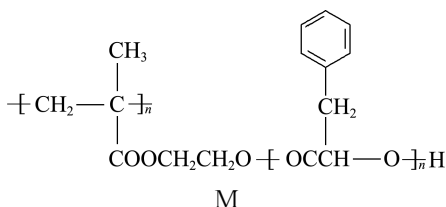
C. 合成 PET 的一种单体是乙醇的同系物

D. PET 的平均聚合度 $n = \frac{1\ 000m}{192cV}$ (忽略端基的摩尔质量)

C 解析: PET 塑料是由单体乙二醇、对苯二甲酸发生缩聚反应生成的高分子材料, 可发生降解, 对自然环境无害, 故 A 正确; 达到滴定终点时, 溶液呈碱性, 酚酞溶液变成浅红色, 故 B 正确; 乙二醇是二元醇, 与一元醇乙醇不是同系物, 故 C 错误; m g PET 的物质的量 $n(\text{PET}) = \frac{m}{192n}$ mol, 达到滴定终点时消耗 NaOH 的物质的量 $n(\text{NaOH}) = 0.001cV$ mol, 则 $n(\text{PET}) = n(\text{NaOH})$, 即 $\frac{m}{192n} = 0.001cV$, 所以 PET 的平均

聚合度 $n = \frac{1\ 000m}{192cV}$, 故 D 正确。

14. 高分子 M 是一种兼具有机和无机物性质、热稳定性好的高分子材料, 下列有关 M 的说法正确的是 ()



A. M 的一种单体的分子式可能为 C₉H₁₀O₂

B. M 完全水解后的产物均为小分子有机物

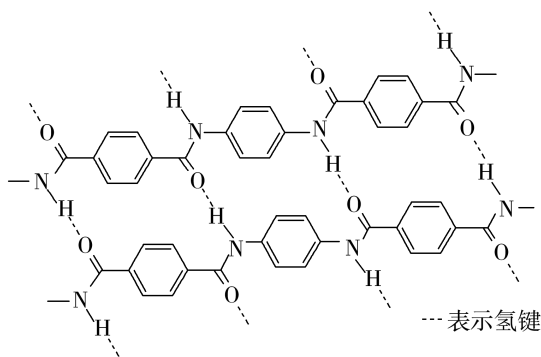
C. 可以通过加聚反应和缩聚反应合成 M

D. 碱性条件下, 1 mol M 完全水解消耗 NaOH 的物质的量为 2 mol

C 解析: M 没有分子式为 C₉H₁₀O₂ 的单体, A 错误; M 的水解产物中含高分子, B 错误; M 是通过加聚反应和缩聚反应合成, C 正确; M 为高分子, 碱性条件下, 1 mol M 完全水解消耗 NaOH 的物

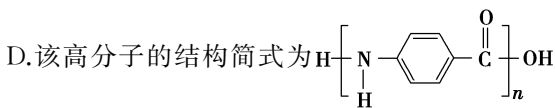
质的量远大于2 mol, D 错误。

15. 某种芳纶纤维的拉伸强度比钢丝还高, 广泛用作防护材料。其结构片段如图所示:



下列关于该高分子的说法正确的是 ()

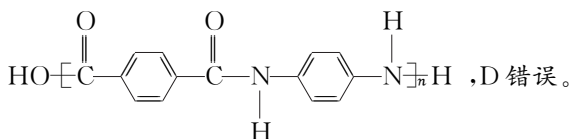
- A. 完全水解产物的单个分子中, 苯环上的氢原子具有不同的化学环境
 B. 完全水解产物的单个分子中, 含有官能团 $-\text{COOH}$ 或 $-\text{NH}_2$
 C. 氢键对该高分子的性能没有影响



B 解析: 由结构片段可知该高分子完全水解的产物是 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和

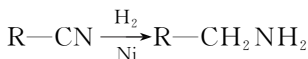
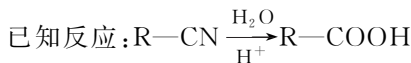
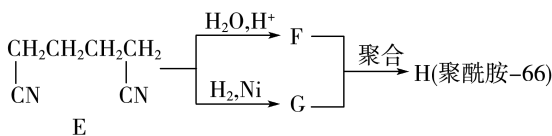
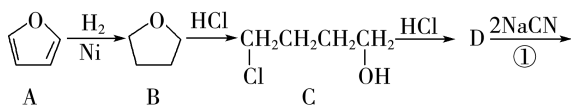
$\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$, 由于二者的结构都具有对称性, 故分子中苯环上的4个氢原子具有相同的化学环境, A 错误; $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 中含有的官能团是 $-\text{COOH}$, $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 中含有的官能团是 $-\text{NH}_2$, B 正确; 由图可知该高分子可形成分子间氢键, 使其熔、沸点变高, C 错误;

$\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和 $\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 发生缩聚反应生成的高分子的结构简式为



二、非选择题(本题共 5 小题, 共 55 分)

16. (8 分) 聚酰胺-66 常用于生产帐篷、渔网、降落伞及弹力丝袜等织物, 可利用下列路线合成:



(1) 能与银氨溶液反应的 B 的同分异构体的结构简式为 _____。

(2) D 的结构简式为 _____;

① 的反应类型为 _____。

(3) 为检验 D 中的官能团, 所用试剂包括 NaOH 水溶液及 _____。

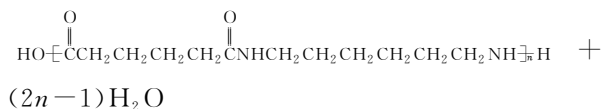
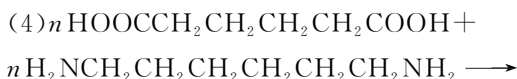
(4) 由 F 和 G 生成 H 的化学方程式为 _____。

解析: (1) B 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, 能与银氨溶液发生反应的 B 的同分异构体中含有 $-\text{CHO}$, 则剩余基团为 $-\text{C}_3\text{H}_7$ (即丙基), 而 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 的结构有两种: $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 和 $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$, 因此符合条件的 B 的同分异构体为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 和 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ 。(2) C 与 HCl 发生取代反应, 生成 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ (D), D 再与 NaCN 发生取代反应生成 E, 反应①为取代反应。(3) D 为 $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$, 分子中含有的官能团为 $-\text{Cl}$, 可先在 NaOH 溶液中发生水解反应, 再加稀硝酸酸化, 最后加入 AgNO_3 溶液, 根据生成白色沉淀确定 D 中含有氯原子。(4) 由题给信息可知, E 在 H_2O 、 H^+ 条件下发生水解反应生成 $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ (F), E 在 Ni 的催化作用下, 与 H_2 发生加成反应, 生成 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ (G), F 和 G 发生缩聚反应生成 H (聚酰胺-66)。

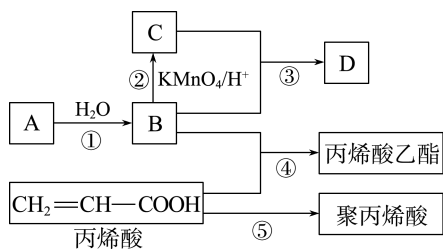
答案: (1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 、 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$

(2) $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 取代反应

(3) 稀硝酸、 AgNO_3 溶液



17. (9 分) A、B、C、D 是四种常见的有机物, 其中 A 是一种气态烃, 在标准状况下的密度为 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$; B 与 C 在浓硫酸和加热条件下发生反应, 生成的有机物有特殊香味; A、B、C、D 在一定条件下的转化关系如图所示(反应条件已省略):



(1) A 的电子式为 _____, C 中官能团的名称为 _____。

(2) 丙烯酸 ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) 的性质可能有 _____ (填字母序号)。

- a. 加成反应 b. 取代反应 c. 加聚反应
d. 中和反应 e. 氧化反应

(3) 用两种方法鉴别 B 和 C, 所用试剂分别是 _____。

(4) D 的结构简式为 _____。

(5) 写出下列反应的化学方程式和有机反应基本类型:

④ _____, _____ 反应;

⑤ _____, _____ 反应。

解析: A 是一种气态烃, 在标准状况下的密度是 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, 摩尔质量为 $1.25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 28 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则 A 为 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, 则 B 为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$; B 与 C 在浓硫酸和加热条件下发生反应, 生成的有机物有特殊香味; 则 C 为 CH_3COOH , D 为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 。(1) 乙烯的

电子式为 $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}::\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{H}$, 乙酸中官能团是羧基。

(2) 丙烯酸 ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$) 中含有碳碳双键和羧基, 具有乙烯和乙酸的性质。(3) 鉴别乙醇和乙酸, 可以选用的方法有多种: ①加 NaHCO_3 溶液, 有气体放出的是乙酸, 无现象的是乙醇; ②加入酸性 KMnO_4 溶液, 能使其褪色的是乙醇, 不能使其褪色的是乙酸; (4) D 为 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ 。

(5) ④ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 属于酯化反

应; 反应 ⑤ $n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件}}$

$[-\text{CH}_2-\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-]_n$, 属于加聚反应。

答案: (1) $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}::\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{H}$ 羧基

(2) abcde

(3) NaHCO_3 溶液 酸性 KMnO_4 溶液

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

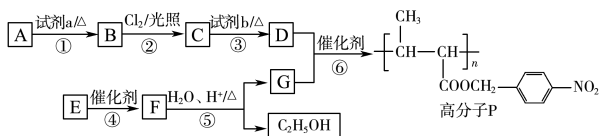
(5) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 酯化

$n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} \xrightarrow{\text{一定条件}}$

$[-\text{CH}_2-\underset{\text{COOH}}{\text{CH}}-]_n$ 加聚

18. (12分) 功能高分子 P 的合成路线如下所示:



(1) A 的分子式是 C_7H_8 , 其结构简式是 _____。

(2) 试剂 a 是 _____。

(3) 反应 ③ 的化学方程式是 _____。

(4) E 的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ 。E 中含有的官能团是 _____。

(5) 反应 ④ 的反应类型是 _____。

(6) 反应 ⑤ 的化学方程式是 _____。

(7) 已知: $2\text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CHO}$ 。以

乙烯为起始原料, 选用必要的无机试剂合成 E, 写出合成路线(用结构简式表示有机化合物, 用箭头表示转化关系, 箭头上注明试剂和反应条件): _____

解析: 根据高分子 P 的结构和 A 的分子式为 C_7H_8 , 可以推出 D 为对硝基苯甲醇, 那么 A 应该为甲苯, B 为对硝基甲苯, C 为对硝基一氯甲基苯。

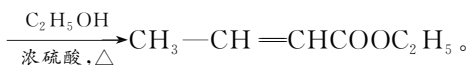
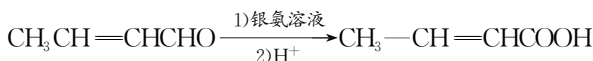
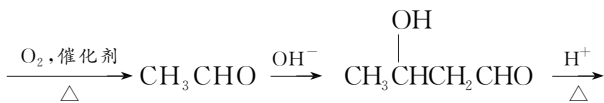
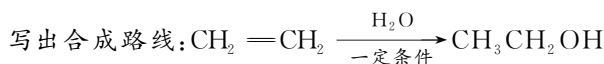
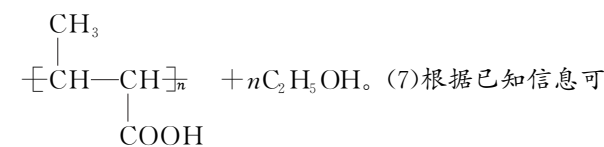
(1) A 的结构简式为 (2) 甲苯和浓硝酸在浓硫酸催化作用下生成对硝基甲苯, 所以试剂 a 为浓硫酸和浓硝酸。(3) 反应 ③ 是对硝基一氯甲基苯在氢氧化钠的水溶液中发生取代反应生成对硝基苯甲醇, 反应的化学方程式为

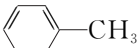
$\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{O}}$

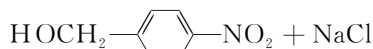
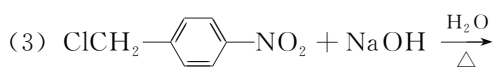
$\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$ 。(4) E 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 。E 中含有碳碳双键和酯基。

(5) 反应 ④ 为加聚反应。(6) 反应 ⑤ 的化学方程式

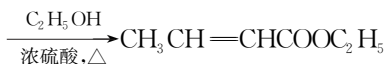
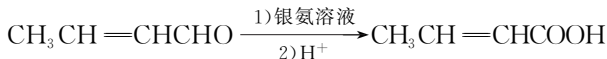
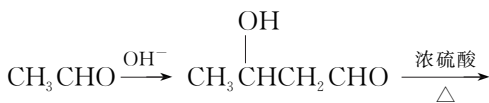
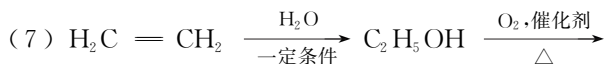
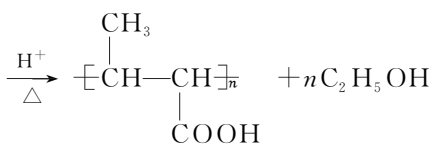
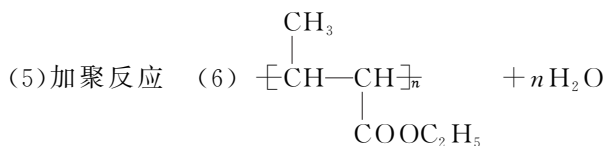
为 $[-\underset{\text{COOC}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-]_n + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}^+}$



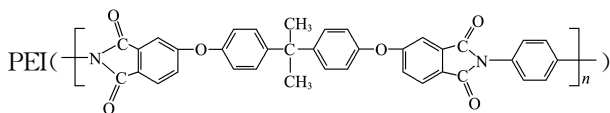
答案：(1)  (2) 浓硝酸和浓硫酸



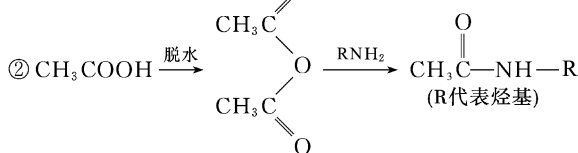
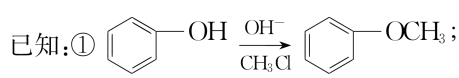
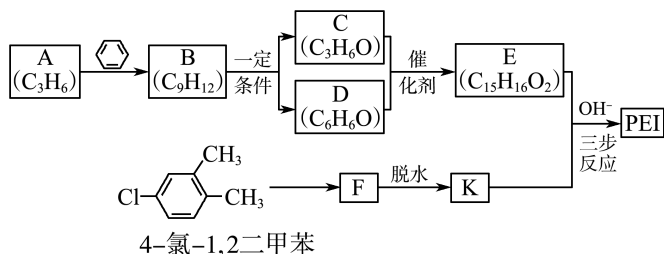
(4) 碳碳双键、酯基



19. (12分)



是一种非结晶性塑料。其合成路线如下所示(某些反应条件和试剂已略去)：



+ CH_3COOH 。

(1) A 为链状烃, A 的化学名称为 _____。

(2) A→B 的反应类型为 _____。

(3) 下列关于 D 的说法正确的是 _____ (填字母序号)。

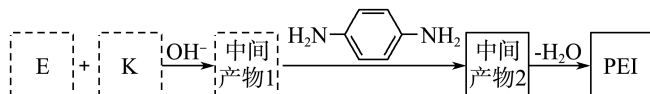
a. 不存在碳碳双键 b. 可作聚合物的单体

c. 常温下能与水互溶

(4) F 由 4-氯-1,2-二甲苯催化氧化制得。F 所含官能团的名称是碳氯键和 _____。

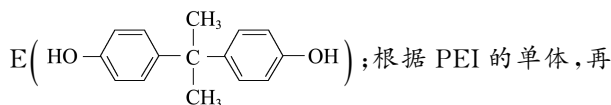
(5) C 的核磁共振氢谱中, 只有一组吸收峰。仅以 2-溴丙烷为有机原料, 选用必要的无机试剂也能合成 C。写出有关化学方程式： _____。

(6) 以 E 和 K 为原料合成 PEI 分为三步反应。

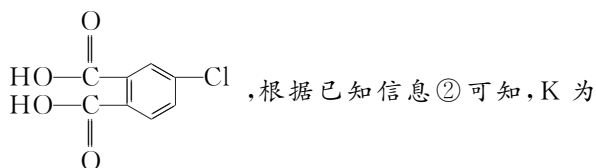


写出中间产物 2 的结构简式： _____。

解析：由题中信息可知, A 为链状烃, 则 A 只能为丙烯, A 与苯在一定条件下反应会生成丙苯, 故 B 为丙苯, 丙苯继续反应, 根据分子式可推知 C 为丙酮, D 为苯酚, 丙酮与苯酚在催化剂作用下会生成

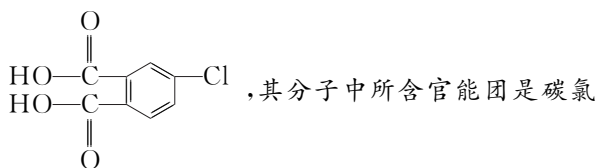


结合题意, 采用逆合成分析法可推知 F 为

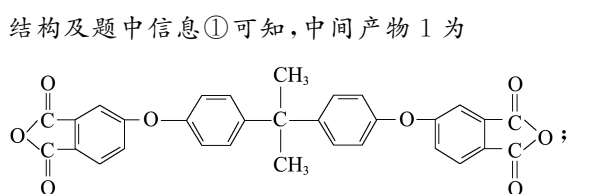
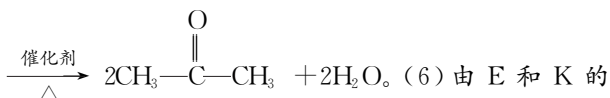
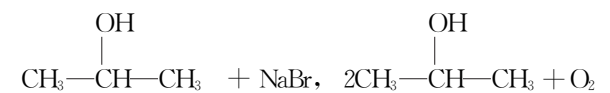
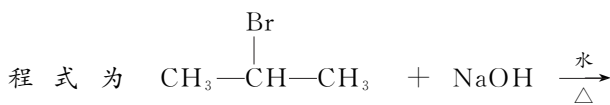


(1) A 为链状烃, 根据分子式可以判断, A 只能是丙烯。(2) A→B 为丙烯与苯反应生成丙苯的过程, 其反应类型为加成反应。(3) 根

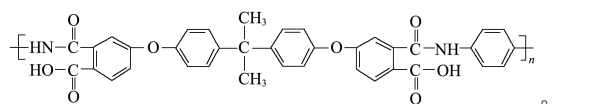
据相似相容原理可知,苯酚常温下在水中的溶解度不大,其分子中不存在碳碳双键,可以与甲醛发生缩聚反应。(4)由上述分析知 F 的结构简式为



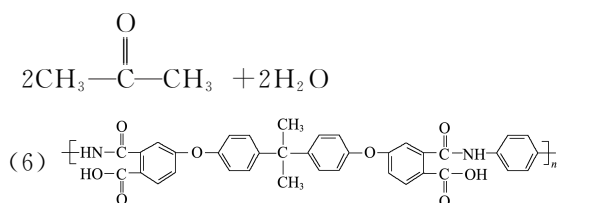
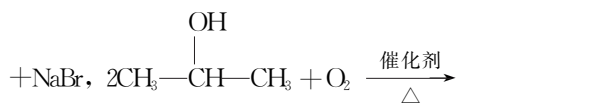
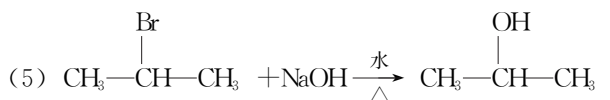
(5)仅以 2-溴丙烷为有机原料,先在氢氧化钠水溶液中水解生成 2-丙醇,然后 2-丙醇催化氧化生成丙酮,有关反应的化学方程式为



再由中间产物 1 的结构和信息②可知,中间产物 2 的结构简式为



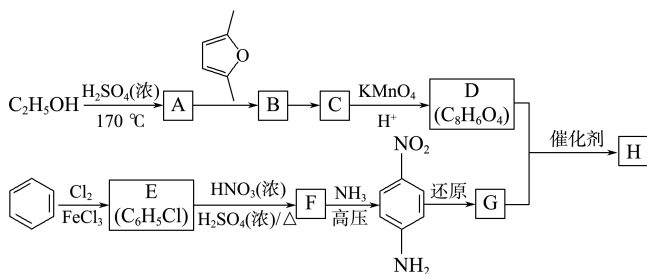
答案:(1)丙烯 (2)加成反应 (3)ab (4)羧基



20. (14分) 聚合物

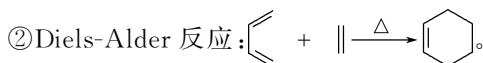
$\text{H} \left(\text{NH} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{NH} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) \right)_n \text{OH}$ 是一种聚酰胺纤维,广泛用于各种刹车片,其合成路线如

下所示:



已知:

①C、D、G 均为芳香族化合物,分子中均只含两种不同化学环境的氢原子。



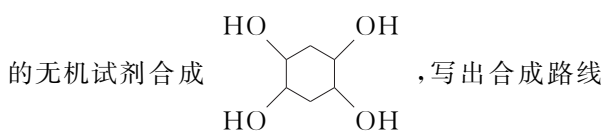
(1)生成 A 的反应类型是_____。D 的名称是_____。F 中所含官能团的名称是_____。

(2)B 的结构简式是_____;“B→C”的反应中,除 C 外,另外一种产物是_____。

(3)D+G→H 的化学方程式是_____。

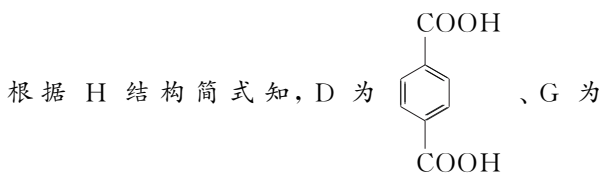
(4)Q 与 D 含有相同的官能团,相对分子质量比 D 大 14,则 Q 可能的结构有_____种,其中核磁共振氢谱有 4 组峰,且峰面积比为 1:2:2:3 的结构简式为_____ (任写一种)。

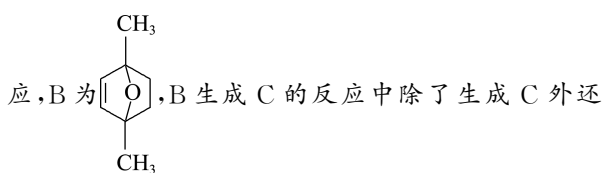
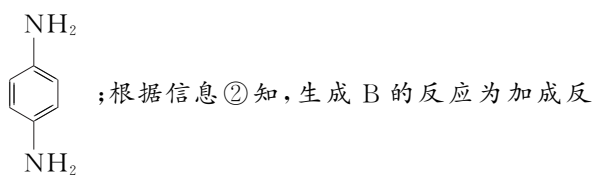
(5)已知:乙炔与 1,3-丁二烯也能发生 Diels-Alder 反应。请以 1,3-丁二烯和乙炔为原料,选用必要的无机试剂合成

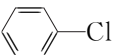
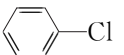
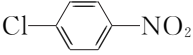


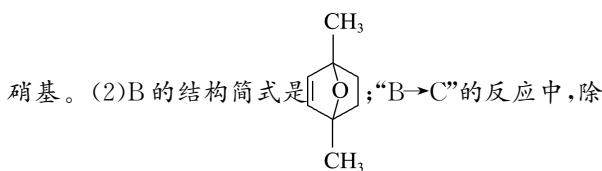
(用结构简式表示有机物,用箭头表示转化关系,箭头上注明试剂和反应条件): _____

解析:乙醇发生消去反应生成 A 为 $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, C 被氧化生成 D, D 中含有羧基, C、D、G 均为芳香族化合物,分子中均只含两种不同化学环境的氢原子, C 发生氧化反应生成 D, D 中应该有两个羧基,

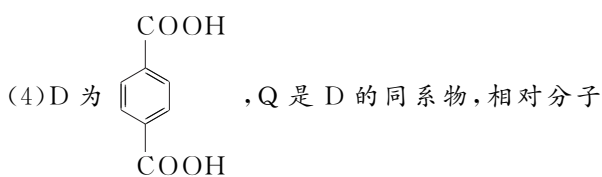
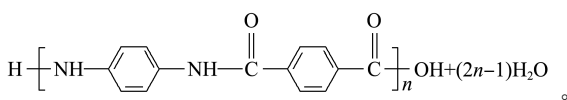
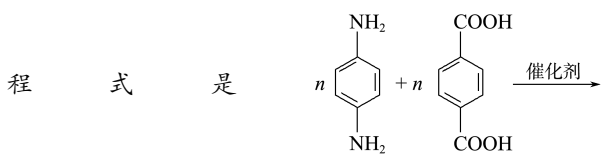




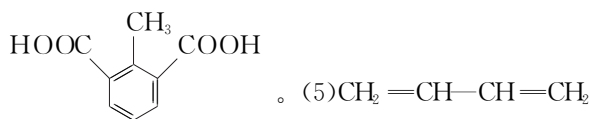
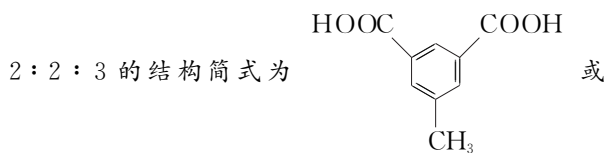
生成 H₂O; 苯和氯气发生取代反应生成 E, E 为  ,  发生取代反应生成 F, 根据 G 的结构简式知, 发生对位取代, 则 F 为  , F 发生取代反应生成对硝基苯胺。 (1) 生成 A 的反应类型是消去反应, D 的名称是对苯二甲酸, F 中所含官能团的名称是氯原子、




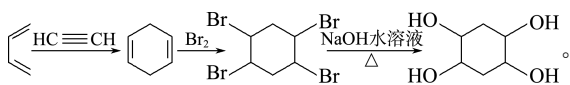
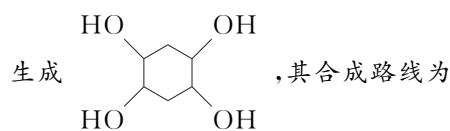
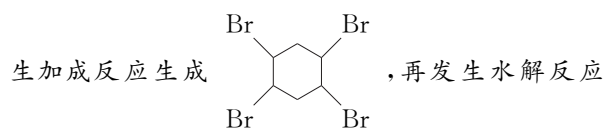
C 外, 另外一种产物是 H₂O。 (3) D+G→H 的化学方



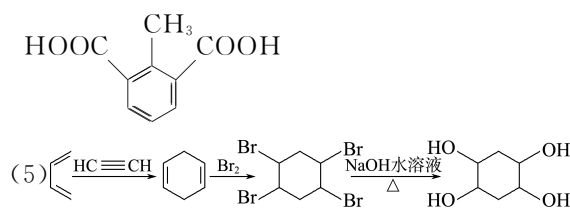
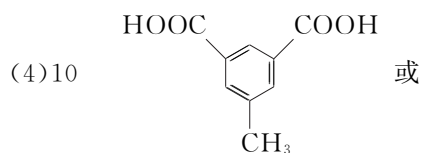
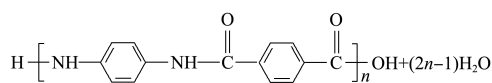
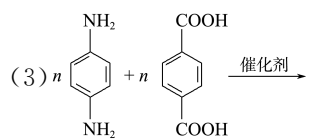
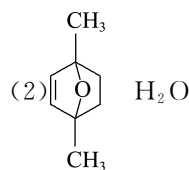
质量比 D 大 14, 如果取代基为 -CH₂COOH、-COOH, 有 3 种结构; 如果取代基为 -CH₃、两个 -COOH, 有 6 种结构; 如果取代基为 -CH(COOH)₂, 有 1 种结构, 则符合条件的有 10 种。其中核磁共振氢谱有 4 组峰, 且峰面积比为 1 :



和 HC≡CH 发生加成反应生成  , 再和溴发



答案: (1) 消去反应 对苯二甲酸 氯原子、硝基



模块综合检测(一)

(90分钟 100分)

一、选择题(本题共15小题,每小题3分,共45分。)

每小题只有一个选项符合题目要求)

1.化学与我们的生活密切相关,以下有关说法错误的是

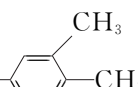
()

- A.用于制作车辆风挡的有机玻璃(聚甲基丙烯酸甲酯)可通过加聚反应得到
 B.典型的“绿色能源”——生物柴油中含有芳香烃
 C.糯米砂浆被称为“有机砂浆”,是由于糯米的主要成分为天然有机高分子
 D.用于吊装港珠澳大桥的超高分子量聚乙烯纤维吊绳是有机高分子材料

B 解析:甲基丙烯酸甲酯含有碳碳双键,发生加聚反应生成聚甲基丙烯酸甲酯,A正确;生物柴油成分属于酯类物质,不是芳香烃,B错误;糯米的主要成分为淀粉,属于天然有机高分子,C正确;聚乙烯纤维吊绳是有机高分子材料,D正确。

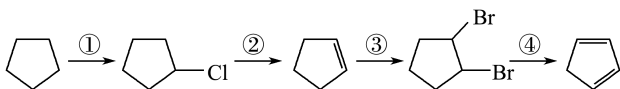
2.下列有机化合物命名正确的是

()

- A.  1,3,4-三甲苯
 B. $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH—OH}$ 2-甲基-1-丙醇
 |
 CH_3
 C. $\text{H}_3\text{C—C—Cl}$ 2-甲基-2-氯丙烷
 |
 CH_3
 D. $\text{CH}_3\text{—CH—C}\equiv\text{CH}$ 2-甲基-3-丁炔
 |
 CH_3

C 解析:苯的同系物在命名时,要从简单的侧链开始对苯环上的碳原子进行编号,使侧链的位次和最小,名称为1,2,4-三甲苯,A错误;醇、卤代烃命名时,选含官能团的最长的碳链为主链,从离官能团近的一端给主链上的碳原子进行编号,B项名称为2-丁醇,B错误;C项名称为2-甲基-2-氯丙烷,C正确;D项名称为3-甲基-1-丁炔,D错误。

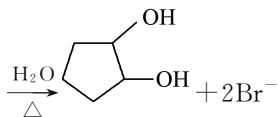
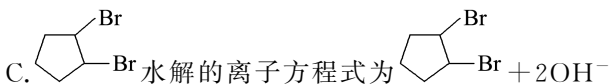
3.以环戊烷为原料制备环戊二烯的合成路线如图所示:




下列说法错误的是

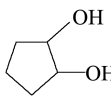
()

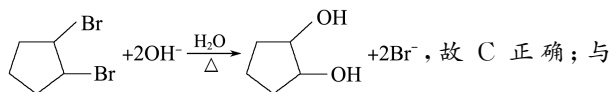
- A.反应①为取代反应,反应条件为氯气、光照
 B.反应②和反应④的反应条件均为NaOH的醇溶液、加热



D.  分子中所有碳原子一定不在同一平面内

D 解析:由有机物的转化关系可知,在光照条件下,环戊烷与氯气发生取代反应生成一氯环戊烷,一氯环戊烷在氢氧化钠醇溶液中加热发生消去反应生成环戊烯,环戊烯与溴水发生加成反应生成1,2-二溴环戊烷,1,2-二溴环戊烷在氢氧化钠醇溶液中加热发生消去反应生成环戊二烯。反应①为在光照条件下,环戊烷与氯气发生取代反应生成一氯环戊烷,故A正确;由分析可知,反应②和反应④均为消去反应,反应条件都是氢氧化钠醇溶液、加热,故B正确;1,2-二溴环戊烷在氢氧化钠溶液中加热

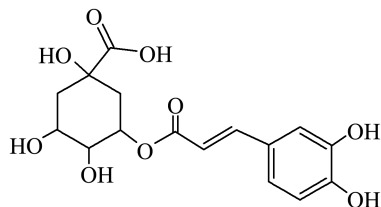
发生水解反应生成 ,反应的离子方程式为



碳碳双键上碳原子相连的原子一定在同一平面上,环戊二烯分子中的饱和碳原子与两个双键碳原子相连,则分子中所有碳原子一定在同一平面内,故D错误。

4.传统中草药金银花的有效成分“绿原酸”的结构如图所示。下列关于“绿原酸”的说法错误的是

()



A.属于芳香族化合物

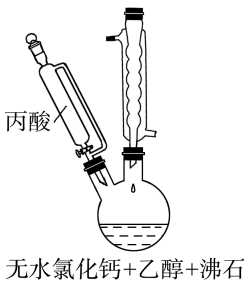
- B.能发生氧化反应、加成反应和消去反应
 C.能与乙酸发生酯化反应,但不能与乙醇发生酯化反应

D.1 mol“绿原酸”与足量金属钠反应可生成 3 mol H₂

C 解析:“绿原酸”的结构中含有苯环,属于芳香族化合物,A 正确。“绿原酸”的结构中含有醇羟基,能发生氧化和消去反应;含有碳碳双键、苯环,能发生加成反应,B 正确。“绿原酸”的结构中含有羧基,能与乙酸发生酯化反应;含有羧基,能与乙醇发生酯化反应,C 错误。1 mol“绿原酸”中,含有 5 mol 羟基、1 mol 羧基,则与足量金属钠反应可生成 3 mol H₂,D 正确。

5.丙酸乙酯(CH₃CH₂COOCH₂CH₃)是常用的食品加香剂,常温下呈液态,不溶于水,实验室中用丙酸和过量乙醇在无水氧化钙作用下制备丙酸乙酯的实验装置如图所示(加热和夹持装置略去)。下列说法错误的是 ()

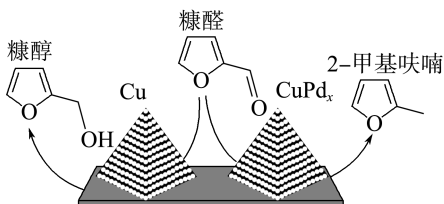
- A.盛放丙酸的仪器名称为恒压滴液漏斗
 B.应从球形冷凝管的下口向冷凝管中通入冷却水
 C.加入无水氯化钙和过量乙醇均可提高丙酸的平衡转化率




D.反应后的混合液经过滤、饱和 Na₂CO₃ 溶液洗涤、结晶,得到丙酸乙酯

D 解析:由图可知,盛放丙酸的仪器是恒压滴液漏斗,A 正确;为了保证冷凝效果,冷却水应从冷凝管的下口进,上口出,B 正确;酯化反应为可逆反应,加入过量乙醇可提高丙酸的平衡转化率,无水氯化钙可吸收反应生成的水,也可提高丙酸的平衡转化率,C 正确;反应后的混合液经过滤、饱和 Na₂CO₃ 溶液洗涤、分液可得到粗丙酸乙酯,不能结晶,D 错误。

6.糖醛可选择性地转化为糖或 2-甲基呋喃(如图所示)。下列说法错误的是 ()



A.糠醛中所有的碳原子可能共平面

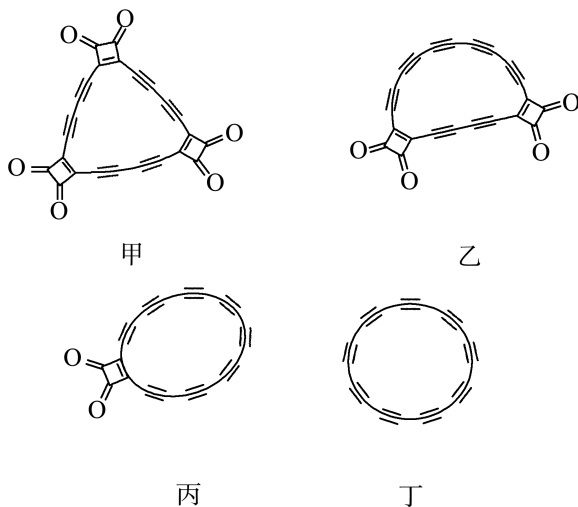
B.糠醛与  互为同系物

C.糠醛在铜催化下生成糠醇为加成反应

D.2-甲基呋喃的一氯代物有 4 种

B 解析:乙烯分子中,—CHO 中所有原子共平面,则糠醛分子中所有碳原子可能共平面,A 正确;二者结构不相似,所以不互为同系物,B 错误;糠醛分子中醛基和氢气在 Cu 作催化剂条件下发生加成反应生成糠醇,C 正确;2-甲基呋喃中含有 4 种氢原子,其一氯代物有 4 种,D 正确。

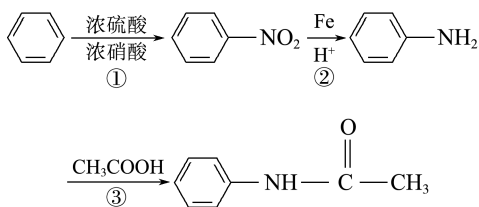
7.借助原子力显微镜(AFM)对分子甲及反应中间体乙、丙进行高分辨率的探测成像,并利用单原子操纵技术对其进行原子尺度的操作,通过针尖施加电压脉冲逐步切断 C=O 基团,最终成功合成了分子丁。下列说法错误的是 ()



- A.甲分子不含手性碳原子
 B.反应中间体乙和丙在组成上相差 1 个 CO₂
 C.丁和石墨互为同素异形体
 D.甲生成丁的反应属于分解反应

B 解析:当一个 C 原子上所连的四个原子或原子团互不相同,则此碳原子为手性碳原子,故甲的结构中无手性碳,A 正确;反应中间体乙和丙在组成上相差 2 个 CO,B 错误;丁为一种碳单质,而同种元素形成的不同种单质间互为同素异形体,故丁和石墨互为同素异形体,C 正确;甲发生反应生成丁和 CO,故甲生成丁为分解反应,D 正确。

8.实验室合成乙酰苯胺的路线如图所示(部分反应条件略去),下列说法正确的是 ()



已知:①酰胺键在通常情况下较难水解,在酸或碱的存在下加热时,则可加速反应

② $-\text{NH}_2$ 可结合氢离子

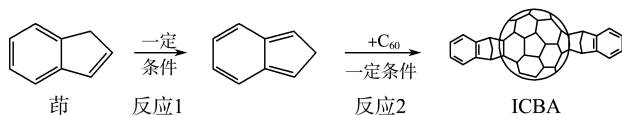
③20 °C 时乙酰苯胺在乙醇中的溶解度为 36.9 g, 乙酰苯胺在水中的溶解度如表所示:

温度/°C	25	50	80	100
溶解度/g	0.56	0.84	3.5	5.5

- A. 制备硝基苯时, 为了减少苯的挥发和硝酸分解, 应用酒精灯小火加热
- B. 反应②中加入酸的量的多少不会影响乙酰苯胺产率
- C. 除去乙酰苯胺中乙酸的步骤: 水洗→碱洗→水洗; 检验乙酸是否除尽的方法是: 取最后一次洗涤液用 pH 试纸测量溶液 pH, 看 pH 是否约为 7
- D. 若要得到纯度更高的乙酰苯胺, 可采用重结晶方法提纯, 所用试剂为水

D 解析: 制备硝基苯时, 为了减少苯的挥发和硝酸分解, 应该选用水浴加热, A 错误; 苯胺具有碱性, 若反应②中加入过量的酸会消耗部分苯胺, 从而降低乙酰苯胺的产率, B 错误; 酰胺键在碱性条件下会水解, 乙酰苯胺不能用碱洗, 检验乙酸是否除尽的方法是: 取最后一次洗涤液用 pH 试纸测量溶液 pH, 看 pH 是否约为 7, C 错误; 温度较低时乙酰苯胺在水中的溶解度小, 而在高温下溶解度大, 若要得到纯度更高的乙酰苯胺, 可选择水作为乙酰苯胺的重结晶溶剂, D 正确。

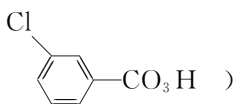
9. 某研究所合成了一种茛菪双加成 C_{60} 衍生物 ICBA (如图示), 以其为受体与聚 3-己基噻吩共混制备的聚合物太阳能电池能量转换效率达到 5.44%。下列有关该技术的说法正确的是 ()

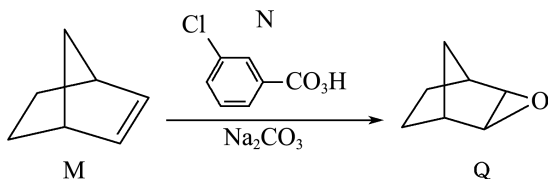


- A. 合成 ICBA 用到的原料茛菪不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- B. C_{60} 是碳元素的一种同位素
- C. 反应 2 属于加成反应
- D. ICBA 与 C_{60} 互为同素异形体

C 解析: 原料茛菪中含有碳碳双键, 能被氧化, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 故 A 错误; C_{60} 为单质, 与金

刚石、石墨互为同素异形体, 不是碳元素的同位素, 故 B 错误; 反应 2 中碳碳双键断裂, 生成碳碳单键, 属于加成反应, 故 C 正确; ICBA 为烃类物质, 不是单质, 则与 C_{60} 不互为同素异形体, 故 D 错误。

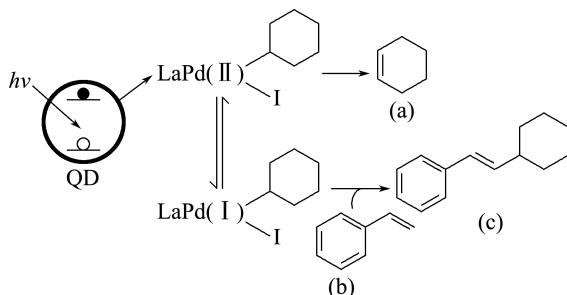
10. 化合物 M 在有机过氧酸 N () 的作用下反应生成 Q, 转化如图所示。下列关于有机物 M、N 和 Q 的说法错误的是 ()



- A. 有机物 M 能使溴的四氯化碳溶液褪色
- B. 有机物 N 的苯环上的一溴代物有 4 种
- C. 有机物 Q 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$
- D. M 生成 Q 的反应属于加成反应

D 解析: 有机物 M 结构中含有碳碳双键, 具有烯烃的性质, 能和溴单质发生加成反应, 使溴的四氯化碳溶液褪色, 故 A 正确; 有机物 N 苯环上有 4 种不同化学环境的氢原子, 则 N 的苯环上的一溴代物有 4 种, 故 B 正确; 根据有机物 Q 的结构简式可知, 其分子式为 $\text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}$, 故 C 正确; M 生成 Q 的反应过程中氢原子数目不变, 增加了一个氧原子, 属于氧化反应, 故 D 错误。

11. 利用光敏剂 QD 制备 2-环己基苯乙烯(c)的转化过程如图所示。下列有关说法不正确的是 ()



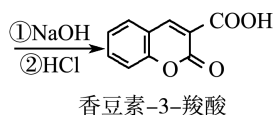
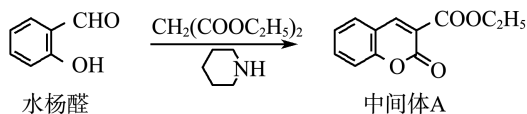
- A. a 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- B. a、b、c 都能发生加成、加聚反应
- C. c 中所有原子不可能共平面
- D. b、c 互为同系物

D 解析: a 中含有碳碳双键, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, A 正确; a、b、c 都含有碳碳双键, 具有烯烃的性质, 可发生加成反应、加聚反应, B 正确; c 含有饱和碳原子, c 中所有原子不可能共平面, C 正

确;b、c的结构不同,不互为同系物,D错误。

12. 香豆素-3-羧酸是日用化学工业中重要香料之一,

它可以通过水杨醛经多步反应合成:

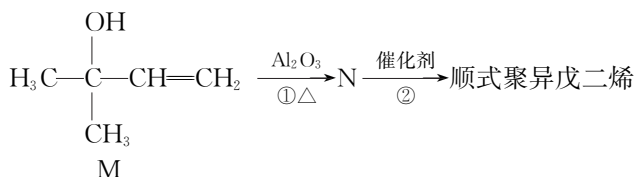


下列说法正确的是 ()

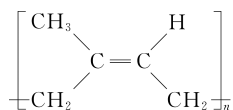
- A. 水杨醛的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$
- B. 可用酸性高锰酸钾溶液检验中间体 A 中是否混有水杨醛
- C. 中间体 A、香豆素-3-羧酸互为同系物
- D. 1 mol 香豆素-3-羧酸最多能与 4 mol H_2 发生加成反应

D 解析: 根据结构简式可知, 水杨醛的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$, A 错误; 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, 具有酯和烯烃性质, 二者都能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使其褪色, 现象相同, 不能用酸性高锰酸钾溶液检验, B 错误; 分子组成上相差一个或 n 个 CH_2 原子团的有机物互称同系物, 中间体 A 中含有酯基、香豆素-3-羧酸中含有酯基和羧基, 二者结构不相似, 所以不互为同系物, C 错误; 香豆素-3-羧酸中苯环和碳碳双键都能和氢气发生加成反应, 则 1 mol 该物质最多能和 4 mol 氢气发生加成反应, D 正确。

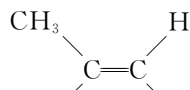
13. 聚异戊二烯主要用于制造轮胎, 顺式聚异戊二烯又称“天然橡胶”。合成顺式聚异戊二烯的部分流程如下所示。下列说法正确的是 ()



- A. 反应①是取代反应
- B. M 存在顺反异构体
- C. N 分子中最多有 10 个原子共平面
- D. 顺式聚异戊二烯的结构简式为

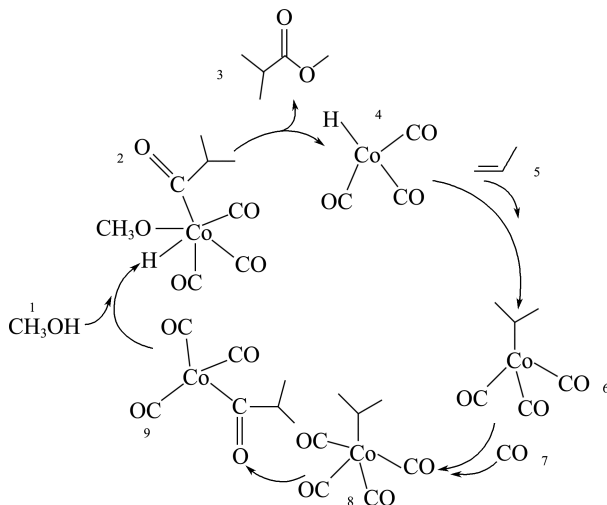


D 解析: M 发生消去反应生成的 N 是 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$, 反应①是消去反应, A 错误; M 分子中有一个不饱和 C 原子上有 2 个 H 原子, 不存在顺反异构体, B 错误; 在同一平面上的原子数目最多是 11 个, C 错误; $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$ 发生加聚反应, 产生顺式聚异戊二烯的结构简式是 $\left[\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$, D 正确。



构简式是 $\left[\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$, D 正确。

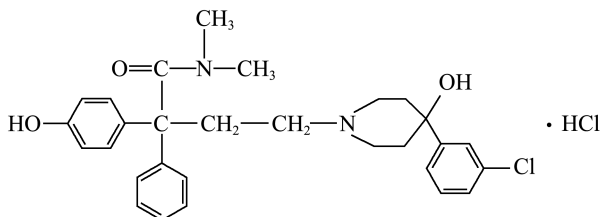
14. 制备异丁酸甲酯的某种反应机理如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 可以用甲醇、丙烯和一氧化碳为原料制备异丁酸甲酯
- B. 反应过程中涉及加成反应
- C. 化合物 6 和化合物 9 互为同分异构体
- D. 上述反应过程中 $\text{HCo}(\text{CO})_3$ 未改变反应的 ΔH , 但降低了反应的活化能

C 解析: 据反应机理图知, 以 CH_3OH 、 CO 、丙烯为原料, 则得的物质 3 为异丁酸甲酯, A 正确; 根据反应机理可知, 4 和 5 反应生成 6, 该反应为加成反应, B 正确; 根据 9 和 6 的结构简式可知, 9 比 6 多一个“CO”, 两者不互为同分异构体, C 错误; $\text{HCo}(\text{CO})_3$ 为催化剂, 降低了反应的活化能, 增大了反应速率, ΔH 只与体系中的始态和终态有关, 即 ΔH 不变, D 正确。

15. 盐酸洛派丁胺俗称易蒙停,它是一种新型的止泻药,适用于各种急慢性腹泻的治疗,其结构简式如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 易蒙停的分子式为 $C_{29}H_{34}Cl_2N_2O_3$
 B. 向易蒙停溶液中加入 $FeCl_3$ 溶液,溶液显紫色
 C. 1 mol 易蒙停只能与 1 mol $NaOH$ 发生反应
 D. 1 mol 易蒙停最多能与 2 mol 溴单质发生反应

C 解析: 根据结构简式可知易蒙停的分子式为 $C_{29}H_{34}Cl_2N_2O_3$, A 正确; 分子中含有酚羟基, 向易蒙停溶液中加入 $FeCl_3$ 溶液, 溶液显紫色, B 正确; 酚羟基、 $-Cl$ 和 HCl 能与 $NaOH$ 反应, 则 1 mol 易蒙停能与 3 mol $NaOH$ 发生反应, C 错误; 酚羟基只有 2 个邻位 H 原子, 则 1 mol 易蒙停最多能与 2 mol 溴水发生取代反应, D 正确。

二、非选择题(本题共 5 小题,共 55 分)

16. (9 分) 实验室合成 $H_3C-C_6H_4-Br$ 和 $CH_3CH_2CH_2Br$ 的方法如图 1 所示。

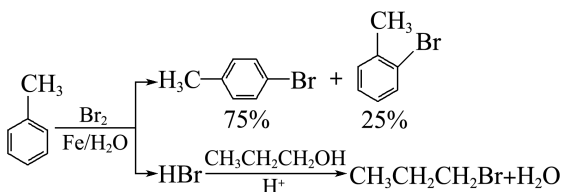


图 1

已知:实验室模拟合成对溴甲苯和 1-溴丙烷的流程如图 2 所示,相关数据如表所示。

甲苯和液溴在有少量水存在时也能反应。

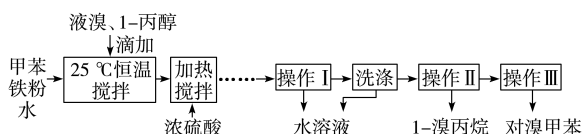


图 2

物质	甲苯	1-丙醇	1-溴丙烷	对溴甲苯	邻溴甲苯
沸点/ $^{\circ}C$	110.8	97.2	71	184.3	181.7

- (1) 实验室存放液溴的试剂瓶需密闭,同时瓶中要加入 _____,以减少溴的挥发。写出甲苯和液溴反应生成对溴甲苯的化学方程式: _____。
 (2) 反应装置如图 3 所示。

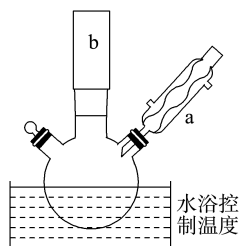


图 3

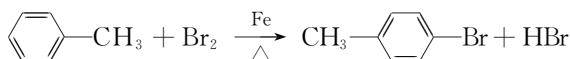
- ① 图中玻璃仪器 a 的名称是 _____, 方块 b 中为某玻璃仪器,其名称是 _____。
 ② 三颈烧瓶中开始加入了甲苯、铁粉和水。加入适量水的作用是易于控制温度和 _____。加热搅拌操作中加入浓硫酸,完成 1-丙醇的取代反应,浓硫酸的作用是 _____。

解析: (1) 实验室存放液溴的试剂瓶需密闭,液溴为深红棕色液体,易挥发,为减少挥发,可用水封的方法保存,以减少溴的挥发;甲苯和液溴发生取代反应生成对溴甲苯的化学方程式为 $C_6H_5-CH_3 + Br_2$



(2) ① 依据装置图分析仪器名称和作用,仪器 a 为冷凝管, b 处是加入试剂的仪器,用分液漏斗加入,方块 b 中玻璃仪器为分液漏斗。② 依据生成的溴化氢极易溶于水进行分析,三颈烧瓶中开始加入了甲苯、铁粉和水。加入的适量水的作用是易于控制温度和吸收溴化氢,加热搅拌操作中加入浓硫酸,完成 1-丙醇的取代反应,浓硫酸的作用是作催化剂。

答案: (1) 水(或蒸馏水)

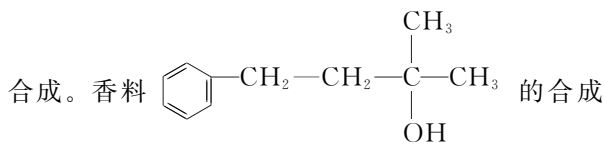


(2) ① 冷凝管 分液漏斗

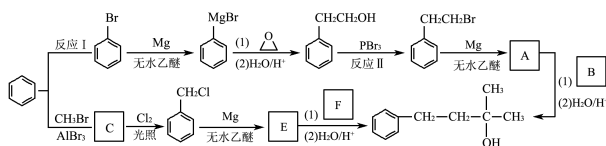
② 吸收反应生成的 HBr 气体 作催化剂

17. (10 分) 格氏试剂 $RMgX$ 由 Mg 和卤代烃 RX 在干

燥下的乙醚中反应制得,广泛用于复杂有机物的



路线如图所示。

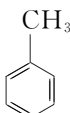


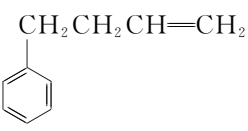
(1) 反应 II 的反应类型为 _____, 化合物 C 的名称是 _____。

(2) 写出下列物质的结构简式: E _____, F _____。

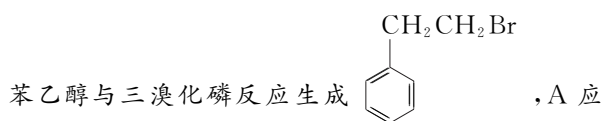
(3) 写出苯→C 的化学方程式: _____。

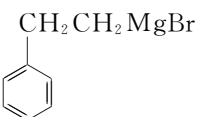
(4) A 有多种同分异构体, 其中苯环上有两种不同化学环境的氢原子的同分异构体(含—MgBr 结构)有 _____ 种。

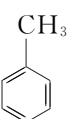
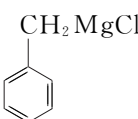
(5) 仿照上述合成路线, 设计以  为原料制

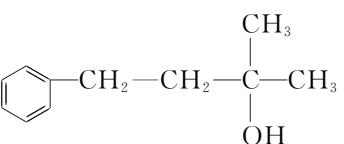
备  的合成路线(其他原料与试剂任选): _____

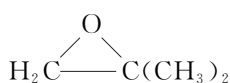
解析: 由合成路线可知苯在催化条件下生成溴苯,

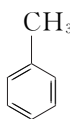


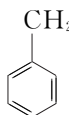
为 , 苯与一溴甲烷生成的 C 为

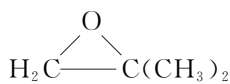
, E 为 , 由反应 A →

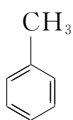
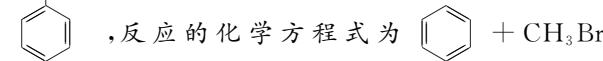
 可知 F 应为

。(1) 反应 II 的反应类型为

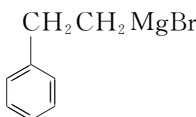
取代反应, C 为 , 名称为甲苯。(2) 由以上

分析可知 E 为 , F 为

。(3) 苯与一溴甲烷生成

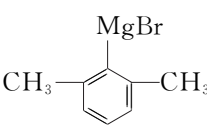
, 反应的化学方程式为 

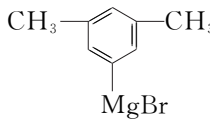
 + HBr。(4) A 为

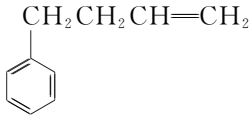
, A 的同分异构体的苯环上有两

种不同化学环境氢原子(含—MgBr 结构), 如苯环含有两个取代基, 应为对位结构, 则两个取代基可

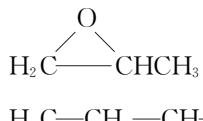
分别为—MgBr、—CH₂CH₃; —CH₂MgBr、—CH₃; 如苯环有 3 个取代基, 则应含有 2 个甲基和

—MgBr, 且结构对称, 可为  或

, 共 4 种。(5) 由甲苯合成

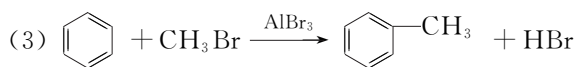
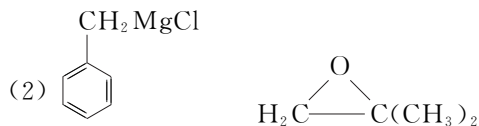
, 可先用甲苯在光照条件下

生成一氯甲苯, 与 Mg 反应生成 , 再与

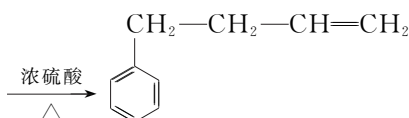
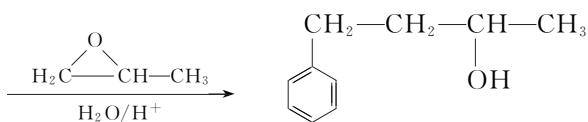
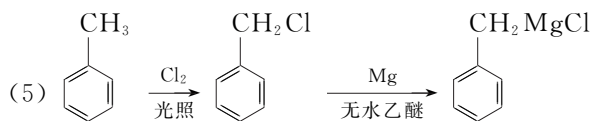
 反应生成

, 然后发生消去反应生

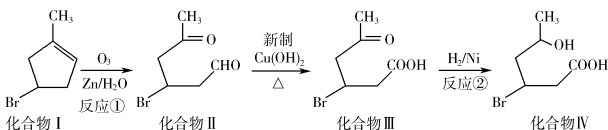
答案:(1)取代反应 甲苯



(4) 4



18. (10分) 化合物Ⅳ为一种重要化工中间体,其合成方法如下:



(1) 化合物Ⅰ的分子式为_____ ; 化合物Ⅳ除了含有一Br外,还含有的官能团是_____ (填名称)。

(2) 化合物Ⅱ具有卤代烃的性质,在一定条件下能得到碳碳双键,该反应的条件是_____。

(3) 1 mol 化合物Ⅲ与足量 NaOH 溶液反应消耗 NaOH 的物质的量为_____ mol。

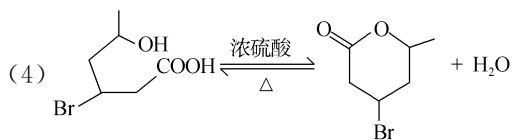
(4) 化合物Ⅳ能发生酯化反应生成六元环状化合物Ⅴ,写出该反应的化学方程式:_____。

解析:(2) 卤代烃发生消去反应的条件为氢氧化钠的醇溶液、加热。(3) 化合物Ⅲ中含有的羧基和溴原子均能与 NaOH 反应。(4) 化合物Ⅳ本身含有一个羟基和一个羧基,可发生分子内酯化反应生成六元环状化合物。

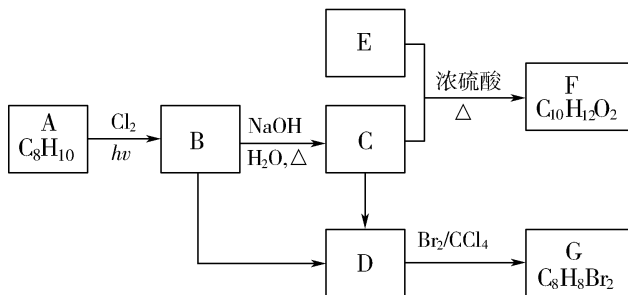
答案:(1) C₆H₉Br (醇) 羟基和羧基

(2) 氢氧化钠的醇溶液、加热

(3) 2



19. (12分) A~G 都是有机化合物,它们的转化关系如下所示:



请回答下列问题:

(1) 已知: 6.0 g 化合物 E 完全燃烧生成 8.8 g CO₂ 和 3.6 g H₂O; E 蒸气的密度在标准状况下约为 2.68 g · L⁻¹, 则 E 的分子式为_____。

(2) A 为一取代芳香烃, B 中含有一个甲基。由 B 生成 C 的化学方程式为_____。

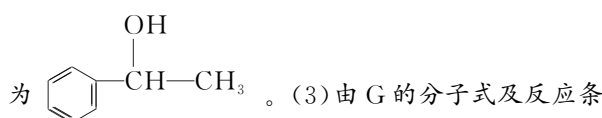
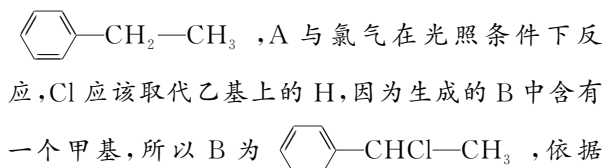
(3) 由 B 生成 D, 由 C 生成 D 的反应条件分别是_____。

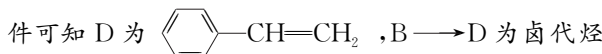
(4) 由 A 生成 B, 由 D 生成 G 的反应类型分别是_____。

(5) F 存在于梔子香油中, 其结构简式为_____。

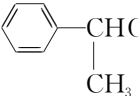
(6) 在 G 的同分异构体中, 苯环上的一硝基取代物只有一种的共有_____种, 其中核磁共振氢谱有两组峰, 且峰面积比为 1:1 的是_____ (填结构简式)。

解析:(1) 根据题意知 E 的相对分子质量为 60, 1 mol 的 E 中含有 2 mol C、4 mol H, E 中应含有 O, 则 E 的分子式为 C₂H₄O₂。(2) A 的分子式为 C₈H₁₀, 且为一取代芳香烃, 所以 A 为

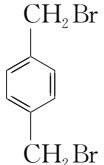


(3) 由 G 的分子式及反应条件可知 D 为 

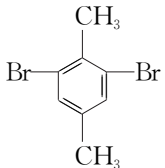
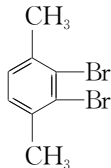
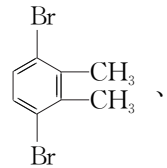
的消去反应,反应条件为氢氧化钠醇溶液、加热;
C→D为醇的消去反应,反应条件为浓硫酸、加热。

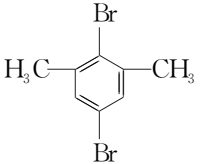
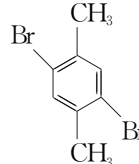
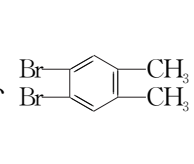
(5)由反应条件知E和C发生的是酯化反应,F为
。

(6)G的同分异构体中,苯环上的一硝基取代物只有一种。当苯环上有一个取代基时,不符合题目要求;当苯环上有两个取代基时,

只有  1种符合题目要求;当苯环上有三个

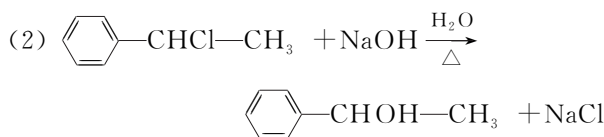
取代基时,不符合题目要求;当苯环上有四个取代基

时,有 、
、


、
、


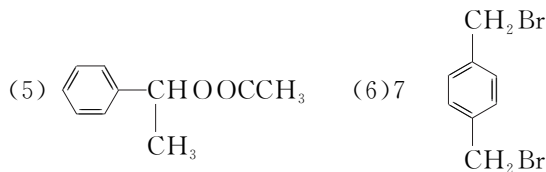
6种符合题目要求,总共7种。

答案:(1) $C_2H_4O_2$

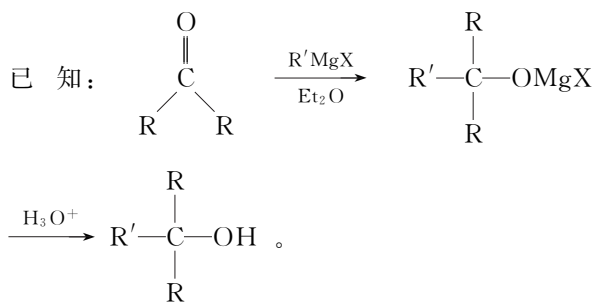
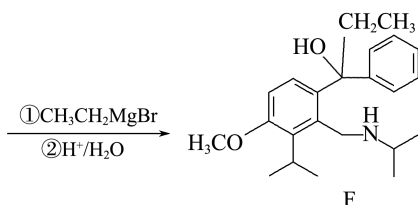
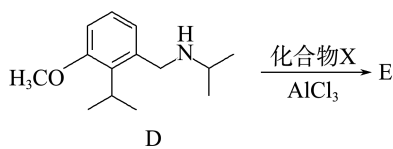
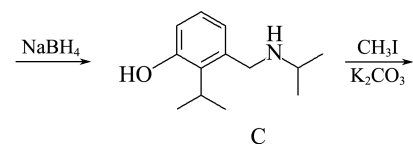
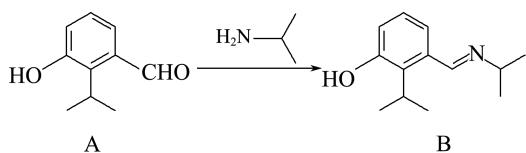


(3)氢氧化钠醇溶液、加热 浓硫酸、加热

(4)取代反应 加成反应



20.(14分)化合物F是一种有机合成的中间体,可以通过以下途径来合成:



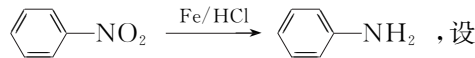
回答下列问题:


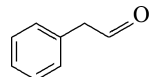
- (1)A中含氧官能团的名称为_____。
- (2)写出B的分子式:_____。
- (3)C→D的反应类型为_____。
- (4)化合物X的分子式为 C_7H_5OCl ,写出 $D+X \rightarrow E$ 反应的化学方程式:_____。

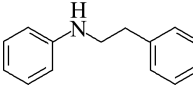
(5)A的一种同分异构体同时满足下列条件,写出该同分异构体所有可能的结构简式:

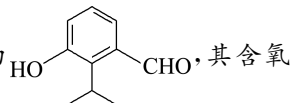
①分子中含有苯环,酸性条件下水解产物之一能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,另一种产物能与新制的 $Cu(OH)_2$ 反应,生成砖红色沉淀;

②分子中不同化学环境的氢原子数目比为6:3:2:1。

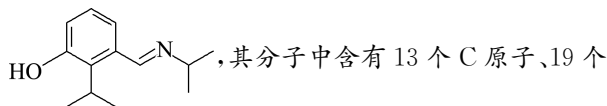
(6)已知: 

设计以  和  为原料制备

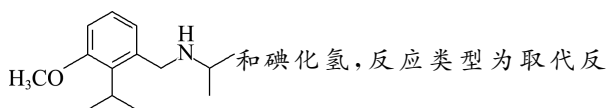
的合成路线(无机试剂任用,合成路线示例见本题题干): _____

解析:(1)A的结构简式为  ,其含氧

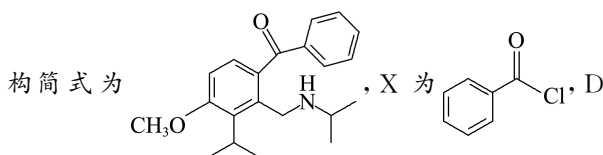
官能团的名称为羟基、醛基。(2)B的结构简式为



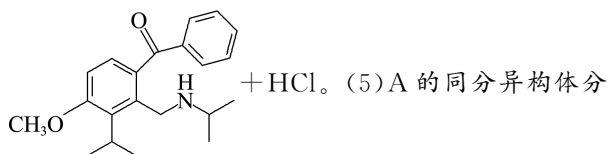
其分子中含有13个C原子、19个H原子、1个O原子和1个N原子,则分子式为 $C_{13}H_{19}NO$ 。(3)C→D的反应为在碳酸钾作用下



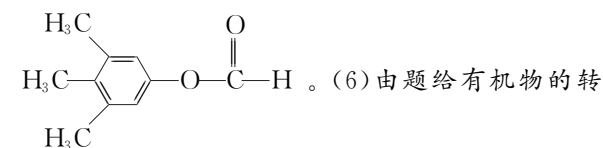
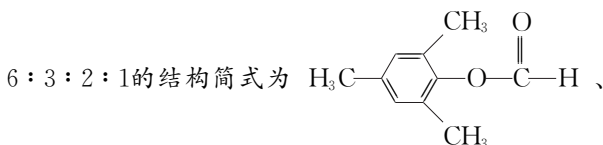
与 CH_3I 发生取代反应生成和碘化氢,反应类型为取代反应。(4)由F的结构简式及已知条件可知,E的结构简式为



与X发生取代反应生成E,反应的化学方程式为



(5)A的同分异构体分子中含有苯环,酸性条件下水解产物之一能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,另外产物之一能与新制的 $Cu(OH)_2$ 反应,生成砖红色沉淀,说明分子中含有一 $OOCH$,则分子中不同化学环境的氢原子数目比为



化关系和信息可知,以 和 为原

料制备 的步骤为在浓硫酸作用下,

与浓硝酸共热反应生成 ,

与铁和盐酸发生还原反应生成

, 与 先发生加成反应,再发生消去反应生成

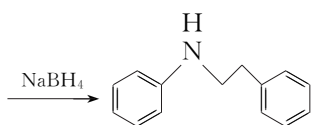
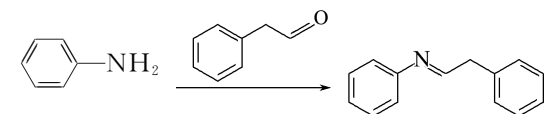
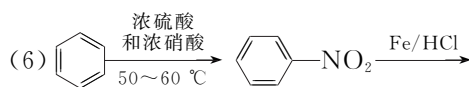
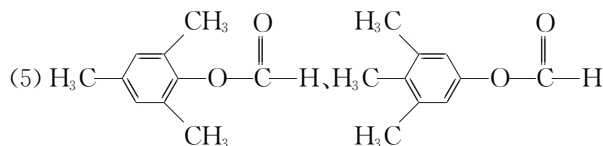
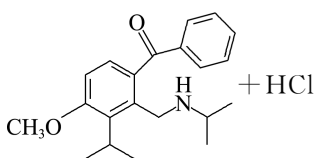
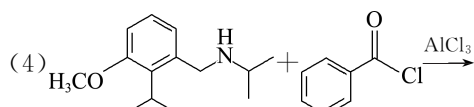
, 与 $NaBH_4$

发生还原反应生成 。

答案:(1)酚羟基、醛基

(2) $C_{13}H_{19}NO$

(3)取代反应



模块综合检测(二)

(90分钟 100分)

一、选择题(本题共15小题,每小题3分,共45分。)

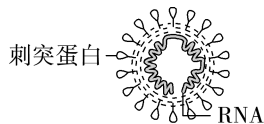
每小题只有一个选项符合题目要求)

1.在晨雾散去之后,常会有晶莹的露珠挂在蜘蛛丝上。受这一现象启发,我国科学家利用尼龙纤维等制造出了类似的“吸水蜘蛛丝”材料。该材料有望用于从空气中获取水分。下列说法不正确的是 ()

- A.蜘蛛丝属于天然纤维素
 B.该材料可能含有许多亲水基团,如羟基
 C.该材料属于高分子材料
 D.蜘蛛丝中含天然蛋白质,水解的最终产物为 α -氨基酸

A 解析:蜘蛛丝的主要成分为天然蛋白质,天然蛋白质水解的最终产物为 α -氨基酸,A项错误、D项正确;由题给信息知,该材料具有吸水性,B项正确。

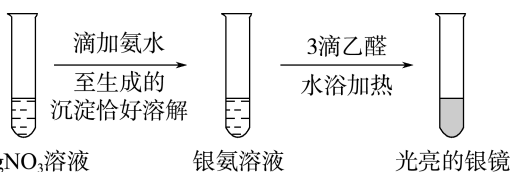
2.病毒(如图所示)主要由蛋白质和核酸组成,核酸可以看作由五碳醛糖、磷酸和碱基通过一定方式结合而成。下列说法正确的是 ()



- A.蛋白质、核酸和糖类均属于高分子
 B.蛋白质和糖类均能水解
 C.五碳醛糖与葡萄糖互为同分异构体
 D.NaClO等含氯消毒剂可杀死病毒是因为它们能使病毒的蛋白质变性

D 解析:蛋白质、核酸属于高分子,糖类中的单糖、二糖等不是高分子,且单糖不能水解,A、B项错误;五碳醛糖中核糖的分子式为 $C_5H_{10}O_5$,葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,二者不互为同分异构体,C项错误;NaClO等含氯消毒剂具有氧化性,能使蛋白质变性,可杀死病毒,D项正确。

3.配制银氨溶液并进行实验,过程如图所示。下列对该实验的说法不正确的是 ()



A.用银镜反应可以检验醛基

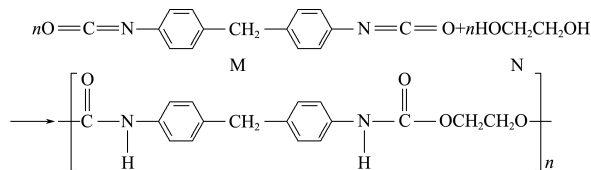
B.滴加稀氨水后沉淀溶解,是因为形成了 $[Ag(NH_3)_2]^+$

C.实验后,可以用硝酸洗掉试管上的银镜

D.将乙醛换成乙酸甲酯,同样可以得到光亮的银镜

D 解析:能发生银镜反应的有机物含 $-CHO$,A正确;滴加稀氨水后沉淀溶解,阴离子与氨发生反应生成 $[Ag(NH_3)_2]^+$,B正确;实验后,由于银单质附着在试管壁形成银镜,无法正常洗刷,可以用硝酸洗掉,C正确;乙酸甲酯没有醛基,无法发生银镜反应,D错误。

4.人造海绵的主要成分是聚氨酯,合成方法如下:



下列说法正确的是 ()

- A.M属于烃
 B.N与乙醇互为同系物
 C.合成聚氨酯的反应属于加聚反应
 D.聚氨酯在一定条件下不能发生水解反应

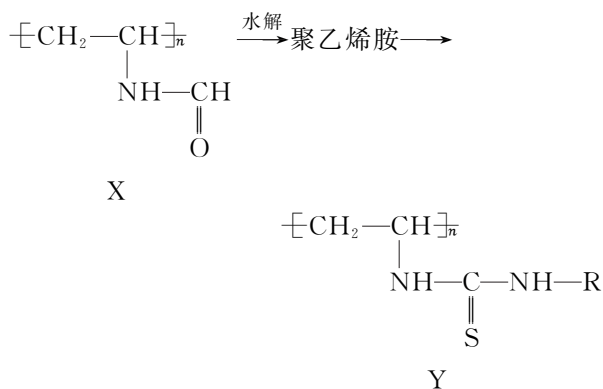
C 解析:M含有氧元素,不属于烃,A错误;乙醇的分子式 C_2H_6O ,N的分子式 $C_2H_6O_2$,二者不互为同系物,B错误;缩聚反应除形成缩聚物外,还有水、醇、氨或氯化氢等低分子副产物产生,合成聚氨酯的反应属于加聚反应,C正确;聚氨酯中含有肽键,在一定条件下可发生水解反应,D错误。

5.根据下列实验操作与现象所得的结论正确的是 ()

选项	实验操作与现象	结论
A	向油脂发生皂化反应后的体系中滴入酚酞溶液,溶液变红	油脂已经完全皂化
B	蔗糖溶液在稀硫酸存在下水浴加热一段时间后,加入适量NaOH溶液,再与银氨溶液混合加热,有光亮的银镜生成	蔗糖已经完全水解
C	将乙醇与酸性 $K_2Cr_2O_7$ 溶液混合,溶液由橙红色变为绿色	乙醇具有氧化性
D	向鸡蛋清溶液中滴加醋酸铅溶液,产生白色沉淀,加水沉淀不消失	蛋白质发生变性

D 解析:油脂在碱性条件下水解生成高级脂肪酸盐,体系呈碱性,所以不能根据皂化后体系的酸性判断油脂是否完全皂化,故 A 项错误;葡萄糖和银氨溶液的银镜反应必须在碱性条件下进行,所以在滴加银氨溶液之前需加 NaOH 溶液,否则得不到 Ag,且只能证明蔗糖已经发生水解,无法证明是否完全水解,故 B 项错误; $K_2Cr_2O_7$ 被还原为 Cr^{3+} ,说明乙醇具有还原性,故 C 项错误;醋酸铅为重金属盐,蛋白质遇到重金属盐发生变性,故 D 项正确。

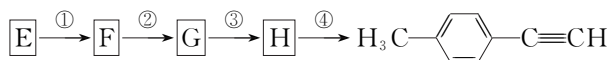
6. 聚乙烯胺可用于合成染料 Y, 乙烯胺($CH_2=CHNH_2$) 不稳定, 所以聚乙烯胺常用聚合物 X 水解制备, 进而合成染料 Y (路线如图所示)。下列说法不正确的是 ()



- A. 聚合物 X 在酸性或碱性条件下发生水解反应后的产物相同
 B. 通过测定聚乙烯胺的平均相对分子质量可得其聚合度
 C. 乙烯胺与 $CH_3CH=NH$ 互为同分异构体
 D. 聚乙烯胺和 $R-N=C=S$ 合成聚合物 Y 的反应是加成反应

A 解析: 聚合物 X 在 NaOH 溶液中水解生成 $\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-]}_n \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$ 和 $HCOONa$, 在稀盐酸中水解生成 $\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-]}_n \\ | \\ \text{NH}_3\text{Cl} \end{array}$ 和 $HCOOH$, A 项错误; 聚乙烯胺的平均相对分子质量除以链节的相对质量可得聚合度, B 项正确; 乙烯胺($CH_2=CH-NH_2$) 与 $CH_3CH=NH$ 的分子式均为 C_2H_5N , 二者结构不同, 互为同分异构体, C 项正确; 聚乙烯胺($\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-]}_n \\ | \\ \text{NH}_2 \end{array}$) 和 $R-N=C=S$ 发生加成反应可生成聚合物 $\begin{array}{c} \text{[-CH}_2\text{-CH-]}_n \\ | \\ \text{NH-C-NH-R} \\ || \\ \text{S} \end{array}$, D 项正确。

7. 由 E ($H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$) 转化为对甲基苯乙炔($H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{CH}$) 的一条合成路线如下:

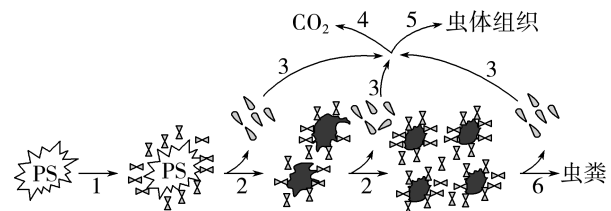


已知: G 为相对分子质量为 118 的烃。下列说法不正确的是 ()

- A. G 的结构简式为 $H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$
 B. 第④步的反应条件是 NaOH 水溶液、加热
 C. 第①步的反应类型是还原反应
 D. F 能与金属钠反应

B 解析: 由题中信息可知, 由 E 合成对甲基苯乙炔的过程实际上就是由 $-\text{CH}_2\text{CHO}$ 转化成 $-\text{CH}=\text{CH}_2$, 最终转化成 $-\text{C}\equiv\text{CH}$ 的过程。具体过程为 E ($H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CHO}$) 与氢气在催化剂、加热条件下发生加成反应, 生成 $H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (F), F 在浓硫酸、加热条件下发生消去反应, 生成 $H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$ (G), G 与溴单质发生加成反应生成 $H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}(\text{Br})-\text{CH}_2(\text{Br})$ (H), H 在 NaOH 醇溶液中加热发生消去反应生成 $H_3C-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{CH}$ 。由上述分析可知, A 项正确; 第④步是 H 的消去反应, 但 H 与 NaOH 水溶液加热发生水解反应, B 项错误; 第①步是醛基与氢气的加成反应, 也属于还原反应, C 项正确; F 中含有醇羟基, 能与钠反应, D 项正确。

8. 某科研工作者偶然中发现米虫吃塑料, 受此启发进行了系列实验, 证实黄粉虫可降解聚苯乙烯 (PS), 蜡虫可降解聚乙烯 (PE)。聚苯乙烯在黄粉虫肠道内降解的过程如图所示, 下列说法正确的是 ()

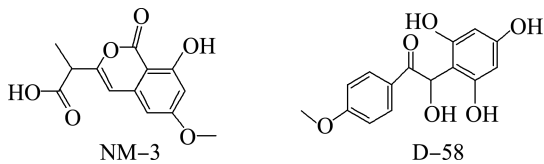


- X** 肠道微生物群落 **破碎的颗粒** **低分子中间产物**
- A. 在黄粉虫肠道微生物的作用下, 聚苯乙烯中的碳碳双键断裂
 B. 在黄粉虫肠道微生物的作用下, 聚苯乙烯直接降解为 CO_2 分子
 C. 在黄粉虫肠道微生物的作用下, 聚苯乙烯发生降解, 生成小分子物质

D. 聚乙烯与聚苯乙烯互为同系物, 均具有烯烃的性质

C 解析: 聚苯乙烯中不含碳碳双键, A 项错误; 根据图示可知, 聚苯乙烯先降解为低分子中间产物, 低分子中间产物又降解为 CO_2 分子, B 项错误; 聚苯乙烯是高分子, 发生降解后, 变为小分子物质, C 项正确; 由同系物的定义可知, 聚乙烯与聚苯乙烯不互为同系物, 且二者均不含碳碳双键, 不具有烯烃的性质, D 项错误。

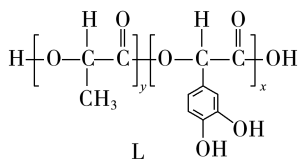
9. NM-3 和 D-58 是正处于临床试验阶段的小分子抗癌药物, 结构如图所示, 下列关于 NM-3 和 D-58 的叙述错误的是 ()



- A. 都能与 NaOH 溶液反应, 原理不完全相同
- B. 都能与溴水反应, 原理不完全相同
- C. 都不能发生消去反应, 原理相同
- D. 遇 FeCl_3 溶液都显色, 原理相同

C 解析: 由两种分子的结构简式知, NM-3 分子中存在醚键、羧基、酚羟基、碳碳双键和酯基; D-58 分子中存在醚键、酚羟基、醇羟基和羧基。NM-3 分子中的羧基、酚羟基和酯基都能与 NaOH 溶液反应, D-58 分子中的酚羟基与 NaOH 溶液反应, A 正确; NM-3 分子中含有酚羟基、碳碳双键能与溴水反应, D-58 分子中含有酚羟基能与溴水反应, B 正确; NM-3 分子中没有醇羟基, D-58 分子中与醇羟基相连的碳原子的邻位碳原子上没有氢原子, 故两种物质都不能发生消去反应, 但原理不完全相同, C 错误; 两种物质都含酚羟基, 遇 FeCl_3 溶液都显色, 原理相同, D 正确。

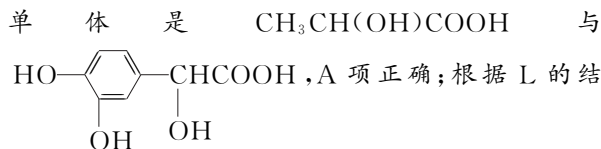
10. 高聚物 L 是一种来源于生物学灵感的新型黏合剂, 其来自植物和贻贝, 结构如图所示。下列关于高聚物 L 的说法不正确的是 ()



A. 单体之一为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$

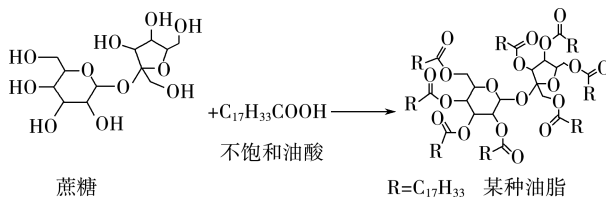
- B. 在一定条件下能发生水解反应
- C. 生成 1 mol L 的同时, 会有 $(x+y-1)$ mol H_2O 生成
- D. 1 mol L 最多可与 3 mol H_2 发生加成反应

D 解析: 生成高聚物 L 的反应为缩聚反应,



可以发生水解反应, B 项正确; 根据原子守恒可知, 生成 1 mol L 的同时, 会有 $(x+y-1)$ mol H_2O 生成, C 项正确; L 中能与 H_2 发生加成反应的是苯环, 1 mol L 中含有 x mol 苯环, 因此 1 mol L 可与 $3x$ mol H_2 发生加成反应, D 项错误。

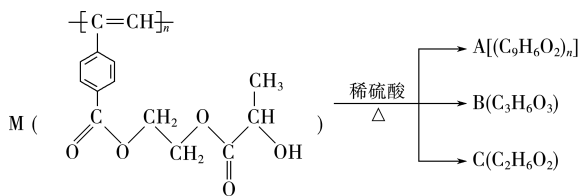
11. 链状的不饱和油酸 ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$) 与蔗糖反应可以制得某种油脂, 其反应过程如图所示 (图中的反应式不完整)。下列说法正确的是 ()



- A. 该种油脂中仅含有酯基、醚键两种官能团
- B. 油酸和蔗糖的反应属于皂化反应
- C. 该种油脂与氢氧化钠溶液共热, 产物之一可与溴的四氯化碳溶液反应
- D. 蔗糖、葡萄糖分别与银氨溶液反应, 有相同的实验现象

C 解析: 该种油脂中含有酯基、醚键和碳碳双键三种官能团, A 项错误; 皂化反应是指油脂在碱性溶液中的水解反应, B 项错误; 该种油脂中含有酯基, 在 NaOH 溶液中水解成蔗糖和不饱和油酸钠, 不饱和油酸钠中含有碳碳双键, 能与溴的四氯化碳溶液反应, C 项正确; 蔗糖是非还原糖, 与银氨溶液不反应, 葡萄糖是还原糖, 与银氨溶液反应生成银镜, D 项错误。

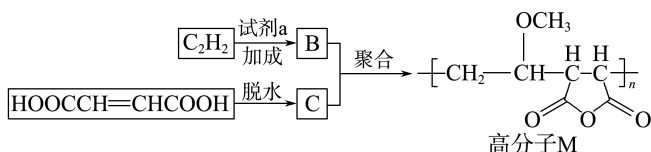
12. 聚乙炔衍生物分子 M 的结构简式及 M 在稀硫酸作用下的水解反应如图所示。下列有关说法不正确的是 ()



- A. M 与 A 均能使酸性高锰酸钾溶液和溴水褪色
- B. B 能发生消去、氧化、取代、缩聚等反应
- C. 1 mol M 与足量烧碱溶液反应, 可消耗 $2n$ mol NaOH
- D. A、B、C 各 1 mol 分别与足量金属钠反应, 放出气体的物质的量之比为 1 : 2 : 2

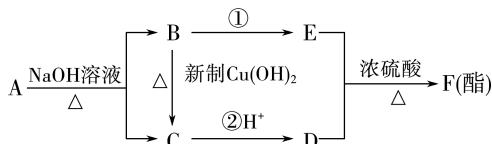
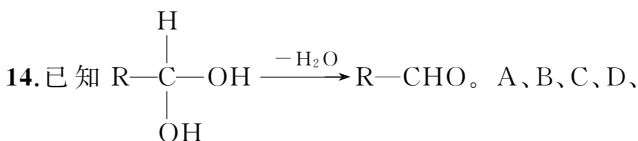
D 解析:根据图示可知, M 水解生成的 A 为对羧基聚苯乙炔, C 为 HOCH₂CH₂OH, B 为 CH₃CH(OH)COOH。A 项, M 和 A 中都含有碳碳不饱和键, 都能被酸性高锰酸钾溶液氧化, 都能和溴发生加成反应, 正确; B 项, B 为 CH₃CH(OH)COOH, 含有羧基和醇羟基, 具有羧酸和醇的性质, 能发生消去反应、氧化反应、取代反应和缩聚反应, 正确; C 项, M 中含有 2n 个酯基, 则 1 mol M 与足量烧碱溶液反应, 可消耗 2n mol NaOH, 正确; D 项, A 中能和 Na 反应的是羧基, B 中能和 Na 反应的是醇羟基和羧基, C 中能和 Na 反应的是醇羟基, 则 A、B、C 各 1 mol 分别与足量金属钠反应, 放出气体的物质的量之比为 n : 2 : 2, 错误。

13. 高分子 M 广泛用于牙膏、牙科黏合剂等口腔护理产品, 合成路线如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 试剂 a 是甲醇
- B. 化合物 B 不存在顺反异构体
- C. 化合物 C 的核磁共振氢谱有一组峰
- D. 合成 M 的聚合反应是缩聚反应

D 解析:由 M 的结构式可知, M 的单体为 B(CH₂=CHOCH₃)和 C(), 则试剂 a 为 CH₃OH, 名称是甲醇, A 正确; 化合物 B(CH₂=CHOCH₃) 中一个双键碳上连接的两个原子相同, 不存在顺反异构体, B 正确; 化合物 C() 结构对称, 只含有一种氢原子, 则核磁共振氢谱有一组峰, C 正确; 聚合物 M 是由 CH₂=CH-O-CH₃ 和 发生加成聚合反应得到的, 不是缩聚反应, D 错误。



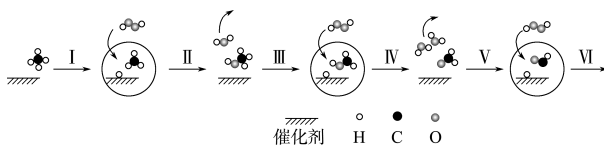
- A. 有机物 A 的结构有两种 (不考虑立体异构)
- B. 反应①属于氧化反应

C. 有机物 B、D 的最简式相同

D. 有机物 E 是交警检测司机是否酒驾的重要物证

D 解析:由题给信息可知, A 发生碱性水解生成了 B 和 C, B 能与新制 Cu(OH)₂ 反应生成 C, 故 B 为醛, 且 B、C 分子中所含碳原子数相同, 再结合 A 的分子中含有 4 个碳原子可知 B 为 CH₃CHO, C 为 CH₃COONa, 故有机物 A 只有一种结构, A 项错误; E 与 D 能发生酯化反应, 则 E 为醇, 故反应①为醛的还原反应, B 项错误; D 为 CH₃COOH, 与 CH₃CHO 的最简式不同, C 项错误; E 为 CH₃CH₂OH, D 项正确。

15. 我国科学家研制出以石墨烯为载体的催化剂, 能在 25 °C 下, 将 CH₄ 与 H₂O₂ 直接转化为含氧有机物, 其主要原理如图所示。下列说法正确的是 ()

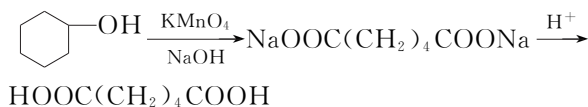


- A. 步骤 I 中有 π 键断开
- B. 图中“”代表甲醇
- C. 步骤 IV 中产生的水分子中的氢原子都源于 H₂O₂ 分子
- D. 步骤 I 至 VI 总反应为 $\text{CH}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{HCOOH} + 4\text{H}_2\text{O}$

D 解析:步骤 I、II 为在催化剂作用下, CH₄ 被 H₂O₂ 氧化生成了 CH₃OH, CH₄ 和 H₂O₂ 分子中无 π 键, 无 π 键断开, A 错误; 结构中含一个羟基, 为甲醇, B 错误; 步骤 III~IV 显示在催化剂作用下 CH₃OH 中—CH₃ 和—OH 中的—H, 连在 H₂O₂ 中的两个—OH 上, 生成了 CH₂O 和两个 H₂O, 说明水分子中的氢原子不全是 H₂O₂ 提供的, C 错误; 步骤 I、II 在催化剂作用下, CH₄ 被 H₂O₂ 氧化生成了 CH₃OH, 步骤 III、IV 中 CH₃OH 被 H₂O₂ 氧化生成了 HCHO, 故步骤 V、VI 中 HCHO 被 H₂O₂ 氧化生成了 HCOOH, 步骤 I 至 VI 总反应为 $\text{CH}_4 + 3\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{HCOOH} + 4\text{H}_2\text{O}$, D 正确。

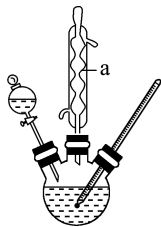
二、非选择题 (本题共 5 小题, 共 55 分)

16. (9 分) 己二酸是工业上具有重要意义的二元羧酸, 在化工生产、有机合成工业、医药合成等方面都有重要作用。己二酸的合成路线如下:



已知己二酸为白色晶体, 微溶于水。制备己二酸

的装置如图所示(加热和夹持装置等已省略)。



简单的实验步骤如下:

I. 己二酸的制备

连接好装置后,慢慢滴加 1.5 g 环己醇至适量 KMnO_4 和 NaOH 的混合溶液中,水浴加热直至溶液褪色,最后再用沸水浴加热一段时间。

II. 分离提纯

趁热抽滤,收集滤液,用少量热水洗涤滤渣 2~3 次,合并滤液和洗涤液,然后小心加热蒸发,浓缩至 10 mL 左右,冷却后滴加浓盐酸至溶液呈强酸性。在冷水浴中冷却溶液,析出己二酸粗品。

请回答下列问题:

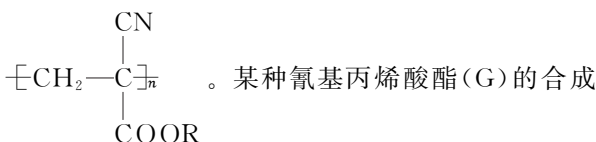
- 写出仪器 a 的名称:_____。
- 分离提纯过程中滴加浓盐酸的作用是_____。
- 将己二酸粗品提纯的方法是_____ (填字母序号)。
A. 过滤 B. 萃取
C. 重结晶 D. 蒸馏
- 步骤 II 中洗涤滤渣的目的是_____。
- 若制得纯己二酸的质量为 1.5 g,则己二酸的产率为_____。

解析:(1)由实验装置图可知,图中仪器 a 的名称是球形冷凝管(或冷凝管)。(2)盐酸是强酸,酸性强于己二酸,分离提纯过程中滴加浓盐酸可将己二酸钠转化为己二酸。(3)温度较低时己二酸会从溶液中析出,所以将己二酸粗品提纯的方法是重结晶,故 C 项正确。(4)步骤 II 中滤渣中含有己二酸钠,洗涤滤渣可减少己二酸钠的损失,提高己二酸的产量。(5)根据原子守恒可知,理论上生成

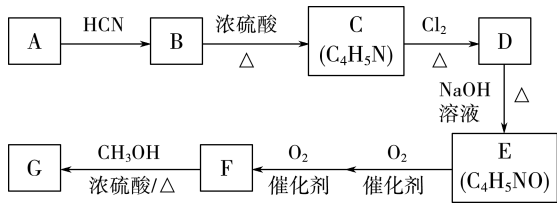
己二酸的质量为 $\frac{1.5 \text{ g}}{100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 146 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 2.19 \text{ g}$,则其产率为 $\frac{1.5 \text{ g}}{2.19 \text{ g}} \times 100\% \approx 68.5\%$ 。

答案:(1)球形冷凝管(或冷凝管) (2)将己二酸钠转化为己二酸 (3)C (4)减少己二酸钠的损失,提高己二酸的产量 (5)68.5%

17. (10分) 氰基丙烯酸酯在一定条件下能快速聚合为



路线如下:



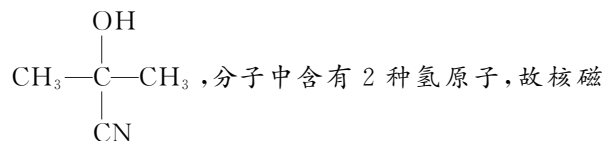
已知:A 的相对分子质量为 58,其中氧元素的质量分数为 27.6%,核磁共振氢谱只有一组峰。

请回答下列问题:

- A 的化学名称为_____。
- B 的结构简式为_____ ,其核磁共振氢谱有_____ 组峰,峰面积比为_____。
- 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- 由 D 生成 E 的化学方程式为_____。
- G 中的官能团有_____、_____、_____ (填官能团名称)。

解析:(1)A 的相对分子质量为 58,其中氧元素的质量分数为 27.6%,则 A 中氧原子的个数为 $\frac{58 \times 27.6\%}{16} \approx 1$,根据商余法, $(58 - 16) \div 12 = 3 \dots 6$,则 A 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$,因 A 的核磁共振氢谱只有一组峰,即分子中只有 1 种氢原子,则

A 为 $\text{CH}_3 - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{CH}_3$,名称为丙酮。(2)丙酮可与 HCN 发生加成反应,则 B 的结构简式为

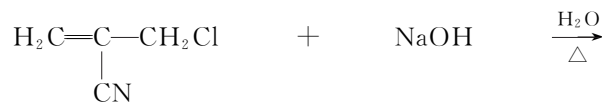


共振氢谱有 2 组峰,且峰面积比为 6:1(或 1:6)。

(3)由 B 的结构简式及 C 的分子式可推知,C 为 $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CN}}{\text{C}} - \text{CH}_3$,结合 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 可知,在加热条件下

C 与 Cl_2 主要发生 $-\text{CH}_3$ 上 H 原子的取代反应。

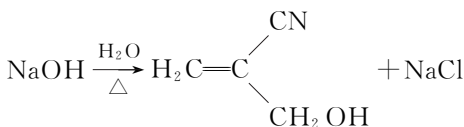
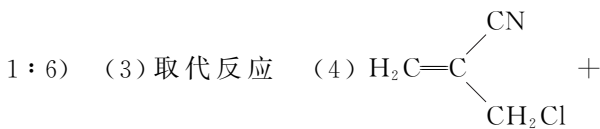
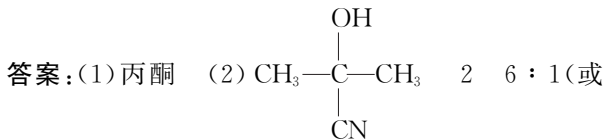
(4)由反应条件可知,D 生成 E 的反应为水解反应,由 E 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_5\text{NO}$ 可推知,D 为 $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CN}}{\text{C}} - \text{CH}_2\text{Cl}$,该反应的化学方程式为



$\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CN}}{\text{C}} - \text{CH}_2\text{OH} + \text{NaCl}$ 。(5)由 $\text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的

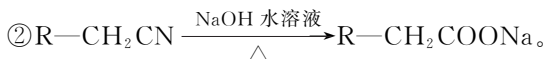
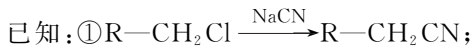
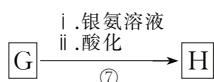
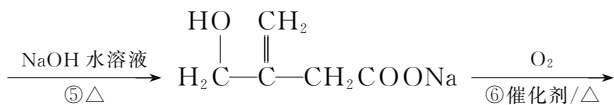
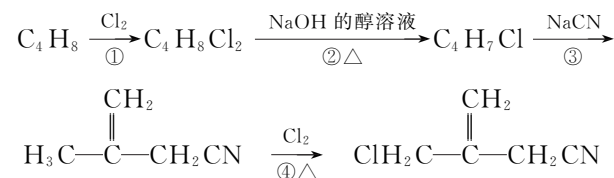
反应条件可推知,G 为 $\text{H}_2\text{C} = \underset{\text{CN}}{\text{C}} - \text{COOCH}_3$,含有

碳碳双键、酯基、氰基 3 种官能团。



(5)碳碳双键 酯基 氰基

18.(10分)有机物 H 俗称衣康酸,是制备高效黏合剂等多种精细化学品的重要原料,可经下列反应路线得到。



请回答下列问题。

(1) C_4H_8 的名称是_____ ; $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$ 中含有的官能团的名称是_____。

(2) 反应⑥的化学方程式为_____ , 其反应类型为_____。

(3) H 有多种同分异构体,其中与 H 具有完全相同的官能团且含有“ $-\text{CH}_2-$ ”结构的有机物的结构简式为_____。

(4) 下列关于 H 的说法正确的是_____ (填字母序号)。

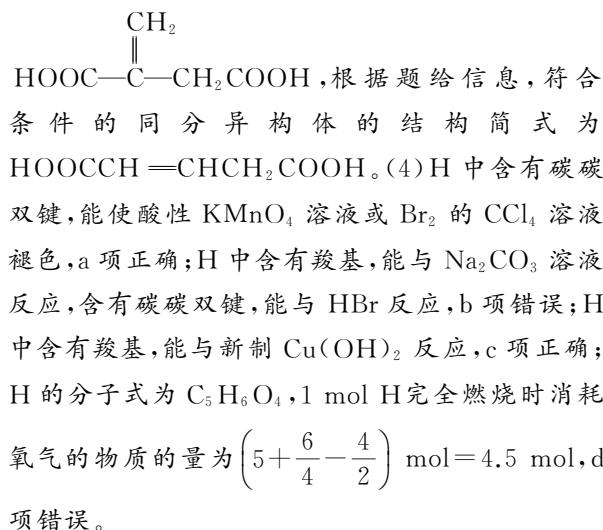
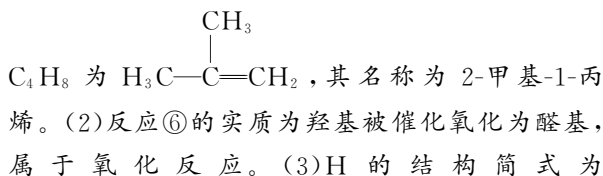
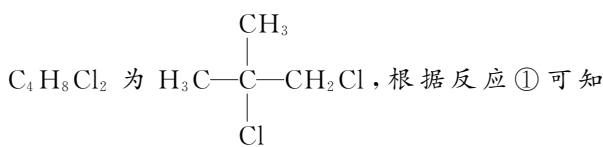
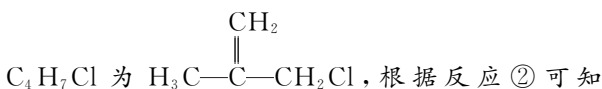
a. 能使酸性 KMnO_4 溶液或 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色

b. 能与 Na_2CO_3 溶液反应,但不与 HBr 反应

c. 能与新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应

d. 1 mol H 完全燃烧消耗 5 mol O_2

解析:(1) 根据反应③及已知条件①可以推出

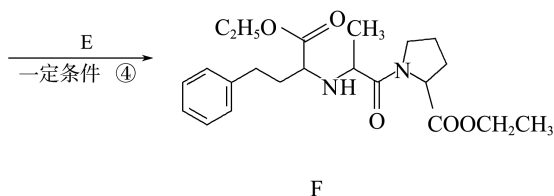
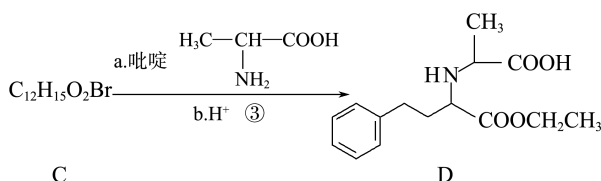
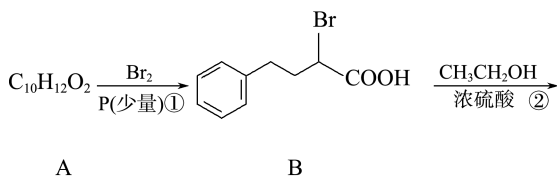


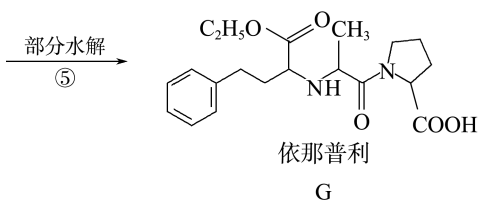
答案:(1) 2-甲基-1-丙烯 碳碳双键、氯原子



(3) $\text{HOOCCH}=\text{CHCH}_2\text{COOH}$ (4) ac

19.(12分)血管紧张素转化酶抑制剂——依那普利(enalapri), 通过扩张血管控制血压, 其部分合成路线如下:





已知：的形成与水解的原理与酯基类似。回答下列问题：

- (1) 化合物 B 含有的官能团名称为_____。
- (2) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (3) 化合物 C 的结构简式为_____。
- (4) 写出反应④的化学方程式：_____。
- (5) 1 mol G 最多与_____ mol NaOH 反应。
- (6) 化合物 A 有多种同分异构体，其中属于酯类、能发生银镜反应、苯环上有两个取代基且取代基的碳原子个数不同的共有_____种。化合物 A 的这些同分异构体中，满足核磁共振氢谱有 6 组峰且含有手性碳的化合物的结构简式为_____。

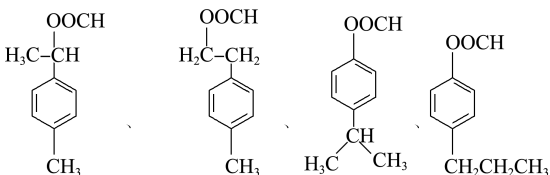
解析：(1) 化合物 B 含有的官能团名称为羧基、溴原子。

(2) 由 C 生成 D 的反应类型为取代反应。(3) 化合物 C 的结构简式为。

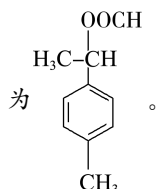
(4) 反应④的化学反应方程式是。

(5) 1 mol G 最多与 3 mol NaOH 反应。

(6) 化合物 A 有多种同分异构体，其中属于酯类、能发生银镜反应，说明是甲酸酯，同时苯环上有两个取代基且取代基的碳原子个数不同的结构为

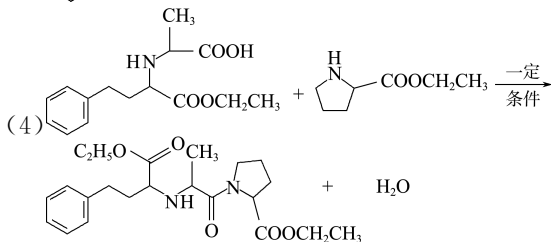
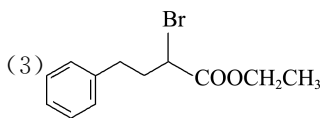


各有邻、间、对三种，共 12 种，其中满足核磁共振氢谱有 6 组峰且含有手性碳的化合物的结构简式

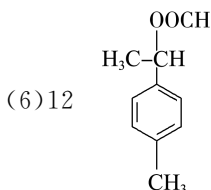


答案：(1) 羧基、溴原子

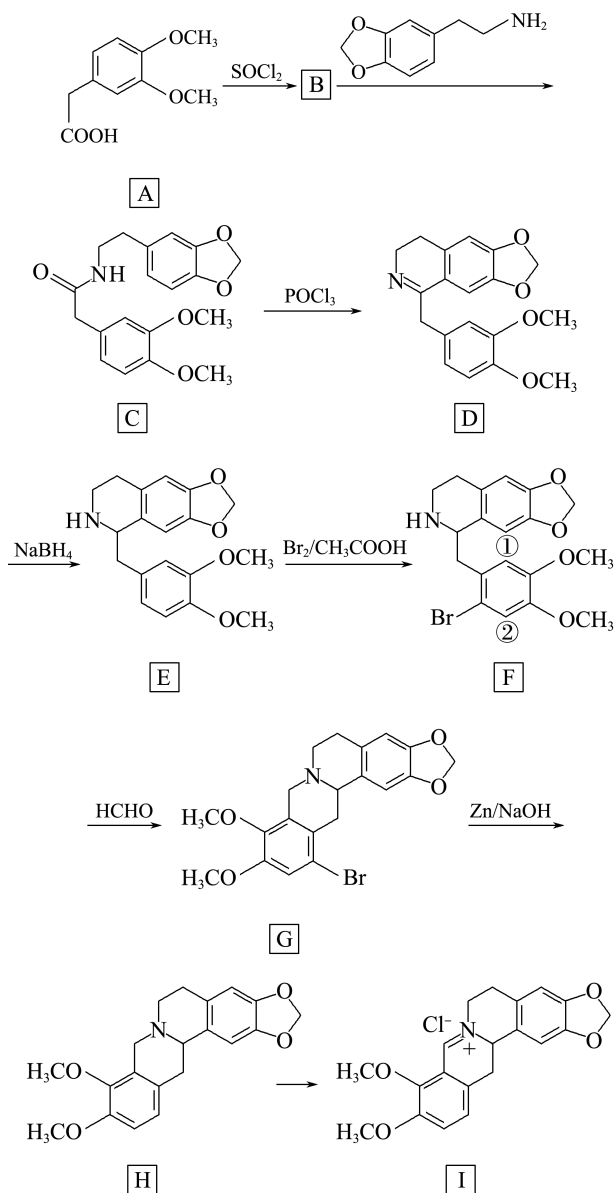
(2) 取代反应



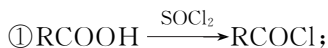
(5) 3



20. (14 分) 黄连素(化合物 I) 主要用于治疗胃肠炎、细菌性痢疾等肠道感染疾病。一种合成 I 的路线如图所示：



已知:



回答下列问题:

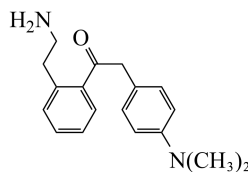
(1)符合下列条件的 A 的同分异构体有 _____ 种(不考虑立体异构)。

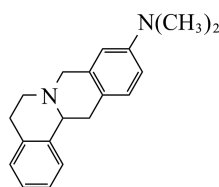
- ①含有两个酚羟基 ②苯环上有三个取代基
③能发生银镜反应 ④能发生水解反应

(2)B 的结构简式为 _____, B→C 的反应类型为 _____, C 中官能团的名称是 _____。

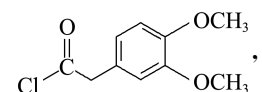
(3)C→D 的化学方程式为 _____。

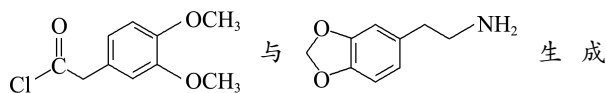
(4)F→G 中,参与反应的位点是 _____ (填“①”或“②”),设计步骤 E→F 的目的是 _____。

(5)写出由  制备

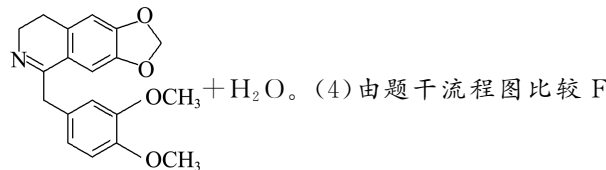
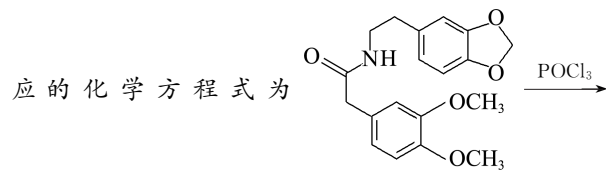
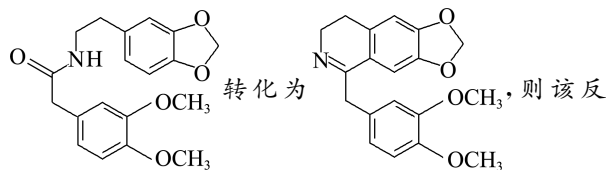
 的合成路线: _____

解析:(1)已知 A 的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{O}_4$, A 的同分异构体符合条件①含有两个酚羟基;②苯环上有三个取代基;③能发生银镜反应,含有醛基或甲酸酯基;④能发生水解反应,含有酯基。两个酚羟基和第三个取代基在苯环上的取代组合有 6 种,第三个取代基可以为 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OOCH}$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OOCH}$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{OOCH}$ 、 $-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{OOCH}$ 和 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OOCH}$,有五种可能,符合条件的 A 的同分异构体有 $6 \times 5 = 30$ 种。(2)B 的结

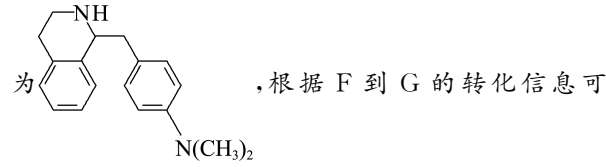
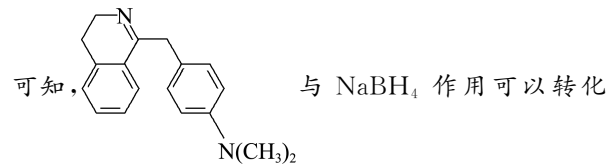
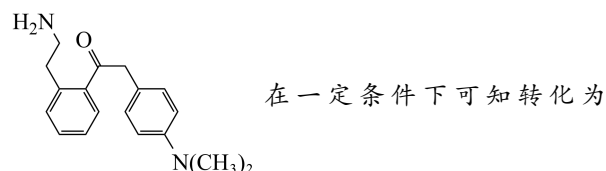
构简式为 , B→C 即

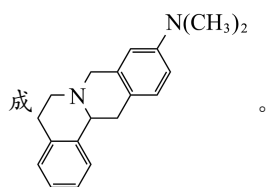
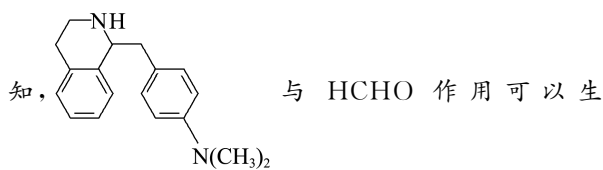


官能团的名称是醚键和肽键。(3)C→D 即

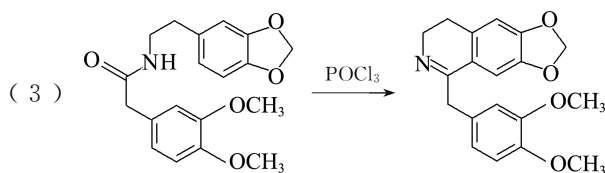
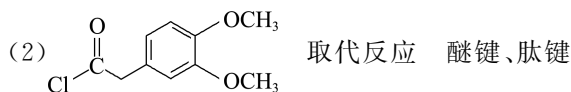


和 G 的结构简式可知,F→G 中,参与反应的位点是①,由于 F 中 Br 所在的位置和①位点对称即等效,如果不设计步骤 E→F,则在 F 到 G 的转化中将发生更多的副反应,降低原料的利用率,使目标产物纯度降低。(5)根据题干已知信息②可知



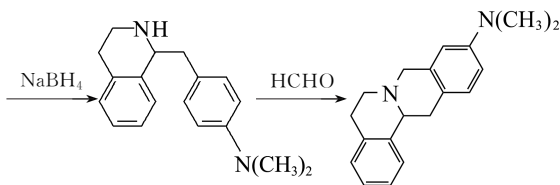
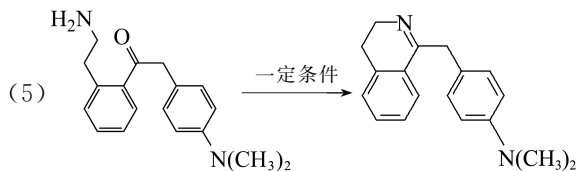


答案:(1)30



+H₂O

(4)① 防止后续步骤得到过多副产物(或提高目标产物的纯度)



模块综合检测(三)

(90 分钟 100 分)

一、选择题(本题共 15 小题,每小题 3 分,共 45 分。每小题只有一个选项符合题目要求)

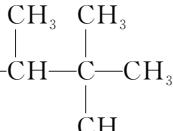
1.《天工开物》中记载:“凡墨烧烟凝质而为之。取桐油、清油、猪油烟为者,居十之一,取松烟为者,居十之九。凡造贵重墨者,国朝推重徽郡人。”下列说法正确的是 ()

- A.桐油属于天然高分子
- B.清油中的油脂是饱和脂肪酸的甘油酯
- C.松烟的主要成分是含碳有机物
- D.动物油可以在碱性条件下发生皂化反应

D 解析:桐油是高级脂肪酸甘油酯,不属于高分子,A 错误;此处清油是纯菜籽油,清油中的油脂是不饱和脂肪酸的甘油酯,B 错误;松烟是松木燃烧后所凝结的黑灰,主要成分是碳,C 错误;动物油是高级脂肪酸甘油酯,可以在碱性条件下(NaOH 溶液)发生皂化反应生成高级脂肪酸钠和甘油,D 正确。

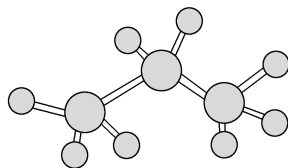
2.下列有关化学用语表示正确的是 ()

A.羟基的电子式是: $\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}:\text{H}$

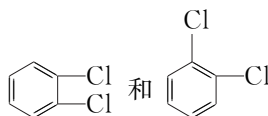
B.  的名称是 2,2,3-三甲基

丁烷

C.丙烯分子的球棍模型是

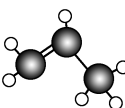


D.邻二氯苯有 2 种结构,其结构简式分别为



B 解析:羟基的电子式是 $\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}:\text{H}$,A 错误;最长碳

链有 4 个碳原子,从右端给主链碳编号,2 号碳上有 2 个甲基,3 号碳上有 1 个甲基,名称为 2,2,3-三甲基丁烷,B 正确;丙烯分子中含有碳碳双键,球棍模

型是 ,C 错误;邻二氯苯只有 1 种结构,

D 错误。

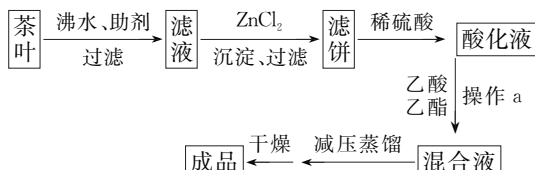
3.化学物质在体育领域有广泛用途。下列说法错误的是 ()

- A.涤纶可作为制作运动服的材料
- B.纤维素可以为运动员提供能量
- C.木糖醇可用作运动饮料的甜味剂

D.“复方氯乙烷气雾剂”可用于运动中急性损伤的镇痛

B 解析:涤纶是一种人造纤维,可用于纺织成布,制作运动服,A正确;人体不含分解纤维素的酶,不能将纤维素水解为葡萄糖,B错误;木糖醇属于醇类,有甜味,并且无毒,可用作运动饮料的甜味剂,C正确;“复方氯乙烷气雾剂”用于受伤运动员应急处理,主要是由于氯乙烷迅速汽化使局部降温,减轻疼痛,D正确。

4.从茶叶中可以分离出茶多酚,工艺流程如图所示:

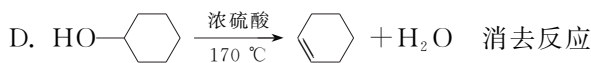
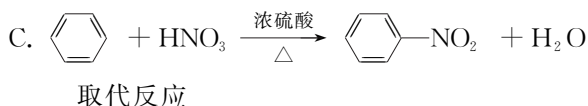
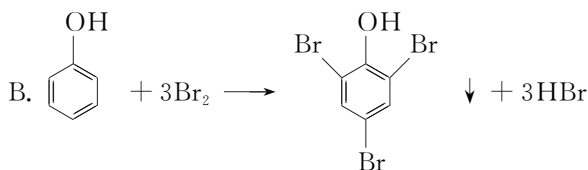
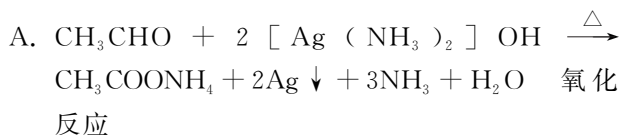


根据上述流程,下列说法不正确的是 ()

- A.与传统方法使用 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 相比,改用 $ZnCl_2$ 作沉淀剂,会更加绿色环保
- B.在减压蒸馏之前,一般会先加入干燥剂,必须先过滤除去干燥剂再进行蒸馏
- C.操作 a 的名称是萃取分液,在实际工艺中该操作一般会多次进行
- D.干燥产品时可以高温烘干,以加快干燥速度

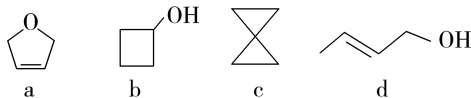
D 解析:与传统方法使用 Pb^{2+} 、 Cu^{2+} 相比,改用 $ZnCl_2$ 作沉淀剂,减少有毒重金属的污染,会更加绿色环保,故 A 正确;在减压蒸馏之前,一般会先加入干燥剂,除去水,必须过滤除去干燥剂再进行蒸馏,避免蒸馏时干燥剂中水被蒸出,故 B 正确;操作 a 的名称是萃取分液,在实际工艺中该操作一般会多次进行,提高萃取率,减少茶多酚的损失,故 C 正确;干燥产品时低温烘干,防止茶多酚高温下被氧化,故 D 错误。

5.下列对反应类型的判断不正确的是 ()



B 解析:乙醛和银氨溶液反应后生成乙酸铵,实质是生成 CH_3COOH ,在此反应过程中乙醛被氧化,此反应为氧化反应,A正确;反应中没有生成高分子,不属于聚合反应,B错误;反应中苯环上的氢原子被硝基取代,属于取代反应,C正确;反应中脱去了一分子水,生成了碳碳双键,属于消去反应,D正确。

6.现有四种有机物,其结构简式如图所示。下列说法错误的是 ()



- A.a 中所有原子不可能共平面
- B.b 中四元环上的二氯代物有 6 种
- C.c 易溶于水且密度比水小
- D.不能用溴水鉴别 a 和 d

C 解析:a 中含有 2 个饱和碳原子,所有原子不可能共平面,A 正确;

b 中四元环上的二氯代物有 6 种,其中 2 个氯原子的位置可以是 1 和 2、1 和 3、2 和 2、2 和 3、2 和 4、3 和 3,因此 b 中四元环上的二氯代物有 6 种,B 正确;

c 属于烃,难溶于水,C 错误;a 和 d 均含有碳碳双键,不能用溴水鉴别 a 和 d,D 正确。

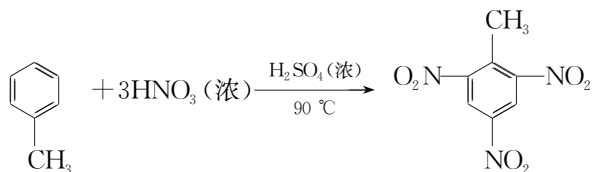
7.满足下列条件的有机化合物的种类数正确的是 ()

选项	有机化合物	条件	种类数
A		该有机化合物的一氯代物	4
B	$C_6H_{12}O_2$	能与 $NaHCO_3$ 溶液反应	3
C	$C_5H_{12}O$	含有 2 个甲基的醇	5
D	$C_5H_{10}O_2$	在酸性条件下会水解生成甲和乙,且甲、乙的相对分子质量相等	4

A 解析:该有机化合物有 4 种不同化学环境的氢原子,所以该有机化合物的一氯代物有 4 种,故 A 正确;能与 $NaHCO_3$ 溶液反应的有机化合物含有 $-COOH$, $C_6H_{12}O_2$ 可以看作 $C_5H_{11}-COOH$, $-C_5H_{11}$ 有 8 种不同的结构,所以 $C_5H_{11}-COOH$ 有 8 种不同的结构,故 B 错误;分子式为 $C_5H_{12}O$ 的含有 2 个甲基的醇可看作 $C_5H_{11}OH$,含有 2 个甲基的 $-C_5H_{11}$ 有 4 种结构,所以含有 2 个甲基的醇

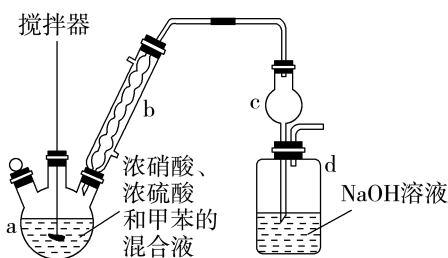
$C_5H_{11}OH$ 有 4 种,故 C 错误;分子式为 $C_5H_{10}O_2$ 的有机化合物在酸性条件下会水解生成甲和乙,且甲、乙的相对分子质量相等,说明该有机化合物为 $CH_3COOC_3H_7$,丙醇有 2 种,所以该有机化合物有 2 种,故 D 错误。

8.三硝基甲苯(TNT)是一种烈性炸药,其制备原理为



制备装置如下图所示。下列说法错误的是

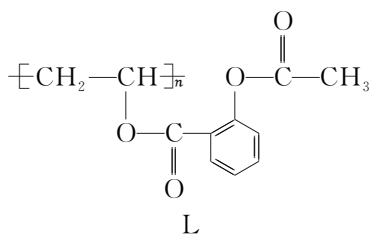
()



- A.可采用水浴加热的方式加热仪器 a
 B.装置 b 的名称为球形冷凝管,冷却水应从下口通入,上口流出
 C.浓硫酸的作用是作吸水剂和催化剂
 D.反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、分液、蒸馏可得到 TNT

D 解析:所需温度不超过 $100\text{ }^\circ\text{C}$,用水浴加热使反应物受热均匀、温度容易控制,A 项正确;由图可知装置 b 的名称为球形冷凝管,冷却水应从下口通入,上口流出,B 项正确;由化学方程式可知,浓硫酸的作用是吸水剂和催化剂,C 项正确;三硝基甲苯易爆炸,不能蒸馏,D 项错误。

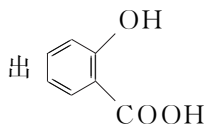
9.一种长效缓释阿司匹林(有机物 L)的结构如下图所示:



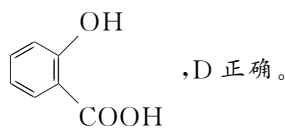
下列分析不正确的是 ()

- A.有机物 L 为高分子
 B.1 mol 有机物 L 最多能与 $2n$ mol NaOH 反应
 C.有机物 L 能发生加成、取代、氧化、水解反应

D.有机物 L 在体内可缓慢水解,逐渐释放出

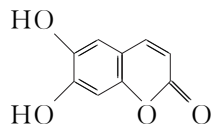


B 解析:有机物 L 属于加聚反应产物,属于高分子,A 正确;有机物 L 中含有 n 个链节,1 mol 有机物 L 中含有 $2n$ mol 酯基,但有 n mol 是酚酯基,1 mol 有机物 L 最多能与 $3n$ mol NaOH 反应,B 错误;有机物 L 中含有酯基,能够发生水解反应(取代反应),含有苯环,能够与氢气发生加成反应,能够在氧气中燃烧发生氧化反应,C 正确;有机物 L 存在酯基,在体内可缓慢水解,水解产物之一为



10.七叶亭是一种植物抗菌素,可用于治疗细菌性痢疾,其结构如下图所示。下列说法正确的是

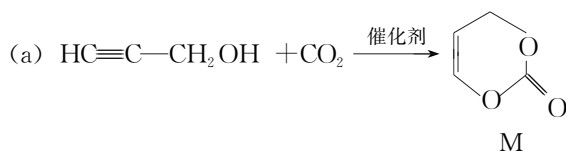
()

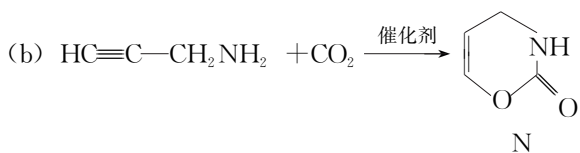


- A.分子中存在 2 种官能团
 B.分子中所有碳原子共平面
 C.1 mol 该物质与足量溴水反应,最多可消耗 2 mol Br_2
 D.1 mol 该物质与足量 NaOH 溶液反应,最多可消耗 3 mol NaOH

B 解析:根据结构简式可知分子中含有羟基、酯基和碳碳双键,共 3 种官能团,A 错误;分子中苯环确定一个平面,碳碳双键确定一个平面,且 2 个平面重合,故所有碳原子共平面,B 正确;酚羟基有 2 个邻位 H 可以和 Br_2 发生取代反应,碳碳双键能和单质溴发生加成反应,所以最多消耗 3 mol Br_2 ,C 错误;分子中含有 2 个酚羟基、1 个酯基,酯基水解后生成 1 个酚羟基,所以最多消耗 4 mol NaOH,D 错误。

11.我国科学家利用研发的催化剂实现了含炔化合物与二氧化碳的酯化,反应过程如图所示:



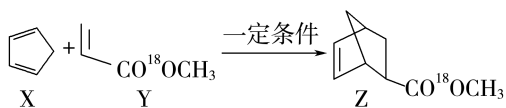


下列说法错误的是 ()

- A. M 的环上的一氯代物有 3 种
- B. M、N 都能使溴水褪色
- C. 1 mol M 最多消耗 40 g NaOH
- D. N 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_5\text{NO}_2$

C 解析: 根据 M 的结构简式可知, M 环上有 3 种不同化学环境的氢原子, 其环上的一氯代物有 3 种, A 正确; M、N 都含有碳碳双键, 能使溴水褪色, B 正确; M 分子中可看成含有 2 个酯基, 1 mol M 最多消耗 2 mol NaOH, 质量为 80 g, C 错误; 根据结构简式可知, N 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_5\text{NO}_2$, D 正确。

12. 有机化合物 X 与 Y 在一定条件下可反应生成 Z, 化学方程式如下图所示:

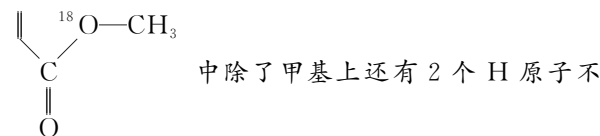


下列有关说法正确的是 ()

- A. 有机物 X 与 Y 生成 Z 的反应属于取代反应
- B. 有机物 Y 分子中最多有 9 个原子在同一平面上
- C. 1 mol Z 的芳香族同分异构体可能与 2 mol Na 反应

D. Z 在酸性条件下水解生成 和 CH_3OH

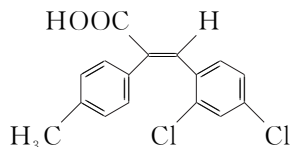
C 解析: 根据反应原理可知, 有机物 X 与 Y 生成 Z 的反应属于二烯烃的 1,4-加成反应, A 错误; 根据乙烯分子中有 6 个原子共平面、甲醛分子中有 4 个原子共平面、单键可以旋转, Y 分子



共面, 最多有 10 个原子在同一平面上, B 错误; Z 的不饱和度为 4, Z 的芳香族同分异构体可以有 2 个羟基, 则 1 mol Z 的芳香族同分异构体可能与 2 mol Na 反应, C 正确; 根据酯水解的反应原理, 水解后 ^{18}O 应该在 $\text{CH}_3^{18}\text{OH}$ 中, D 错误。

13. 合成某种药物的中间体的结构简式如图所示。

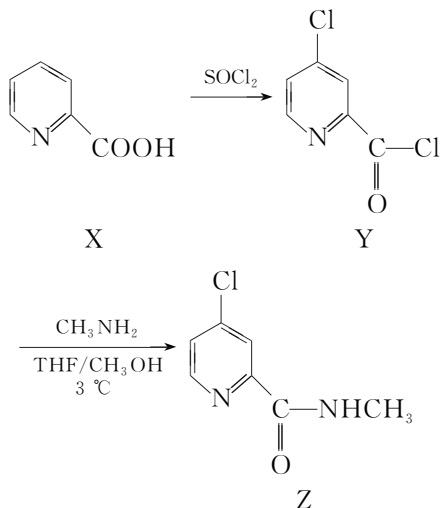
下列关于该物质的说法错误的是 ()



- A. 既能发生取代反应, 也能发生加聚反应
- B. 既能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 又能使溴水褪色
- C. 该分子存在顺反异构, 但不存在对映异构
- D. 1 mol 该物质与 NaOH 发生反应, 最多消耗 3 mol NaOH

D 解析: 有羧基可以发生取代反应, 有碳碳双键可以发生加聚反应, 故 A 正确; 有碳碳双键能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 又能与溴水发生加成反应而使溴水褪色, 故 B 正确; 有碳碳双键且双键碳上连有不同的原子或原子团, 故该分子存在顺反异构, 不存在手性碳原子, 故不存在对映异构, 故 C 正确; 1 mol 羧基消耗 1 mol NaOH, 苯环上的 1 mol Cl 原子消耗 2 mol NaOH, 1 mol 该物质与 NaOH 溶液发生反应最多消耗 5 mol NaOH, 故 D 错误。

14. 合成新型多靶向性的治疗肿瘤的药物索拉非尼的部分流程如图所示。



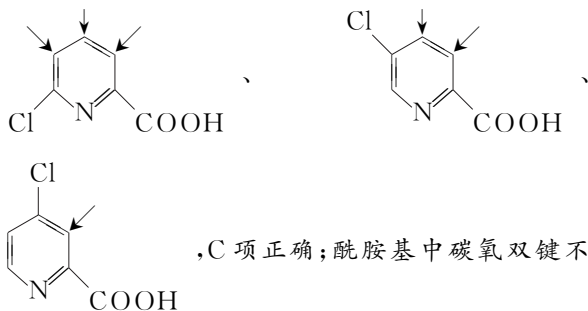
下列叙述错误的是 ()

- A. X 分子中所有原子可能共面
- B. 上述转化过程均属于取代反应
- C. X 中环上的二氯代物有 6 种
- D. 1 mol Z 最多可与 4 mol H_2 发生加成反应

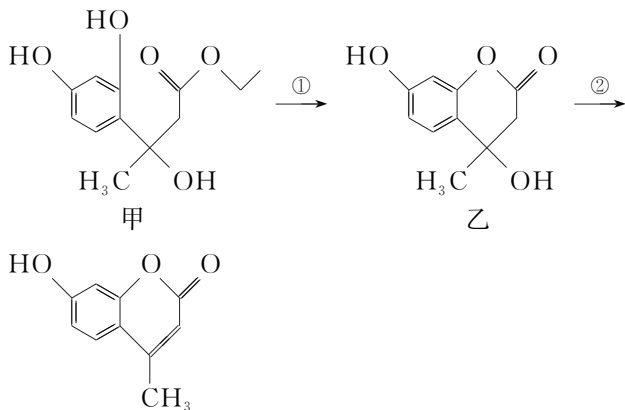
D 解析: 中不存在 sp^3 杂化的 C

或者 N, 所有原子可能共面, A 项正确; X 中的羟基和六元环上的一个 H 原子被 Cl 原子取代,

—NHCH₃取代了 Y 中的 Cl 原子,故上述转化过程均为取代反应,B 项正确;X 中苯环上的二氯代物共有 6 种(下图中箭头位置),分别为



15. 羟甲香豆素(丙)是一种治疗胆结石的药物,部分合成路线如图所示。下列说法不正确的是 ()



丙(羟甲香豆素)

- A. 甲分子中有 1 个手性碳原子
- B. 常温下 1 mol 乙能与 3 mol H₂ 发生加成反应
- C. 丙能与甲醛发生缩聚反应
- D. 乙在 Cu 作催化剂条件下可被氧化为含醛基的物质

解析: 有机物中一个 C 与 4 个不相同的原子或原子团相连时,该 C 为手性碳原子,则甲分子中与醇—OH 相连的 C 是手性碳原子,即甲分子含 1 个手性碳原子,A 正确;乙分子中的苯环能和氢气加成,酯基不能和氢气加成,因此常温下 1 mol 乙能与 3 mol H₂ 发生加成反应,B 正确;丙分子中含酚羟基,且与酚羟基相连 C 的邻位 C 上有 H,可以和甲醛发生酚醛缩聚,C 正确;乙分子中不含—CH₂OH,在 Cu 作催化剂条件下不能被氧化为含醛基的物质,D 错误。

二、非选择题(本题共 5 小题,共 55 分)

16. (6 分) 某化学兴趣小组对乙酸乙酯的制取和分离进行了实验探究。

[制取] 该小组同学设计的实验装置如图 1 所示。

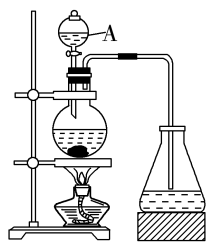


图 1

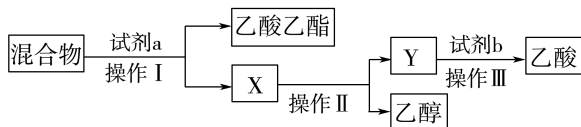


图 2

- (1) 仪器 A 的名称为 _____。
- (2) 装置中长导管的主要作用除导气外,还有一个作用是 _____。

[分离] 锥形瓶中得到的是乙酸乙酯、乙酸、乙醇等的混合物,为了分离该混合物,兴趣小组设计了如图 2 所示流程。

- (3) 试剂 a 是 _____ (填序号,下同),试剂 b 是 _____;操作 I 是 _____,操作 II 是 _____。

- ①稀硫酸 ②饱和 Na₂CO₃ 溶液 ③蒸馏
- ④分液

解析: (2) 长导管起导气,冷凝蒸气的作用。(3) 锥形瓶中得到的是混合物,含有乙酸乙酯、乙醇、乙酸等,加入饱和 Na₂CO₃ 溶液,分液,得到乙酸乙酯,X 含有乙酸钠、乙醇,蒸馏可得乙醇,Y 中含有乙酸钠,加入稀硫酸可得乙酸,蒸馏得到纯净的乙酸,即试剂 a 为 ② 饱和 Na₂CO₃ 溶液,试剂 b 是 ① 稀硫酸,操作 I 是 ④ 分液、操作 II 是 ③ 蒸馏。

答案: (1) 分液漏斗

(2) 冷凝产物蒸气

(3) ② ① ④ ③

17. (12 分) 淀粉作为天然高分子材料,通过化学改性可以具有新的、独特的性能,其中接枝共聚改性是近年来发展较快的一种重要的方法,所得到的接枝改性淀粉兼有天然高分子和合成高分子两者的优点,性能优异,在纺织、造纸、降解塑料、水处理

工业等方面得到广泛的应用。某化学小组在实验室中进行了丙烯酸乙酯接枝淀粉的制备实验。

实验装置:

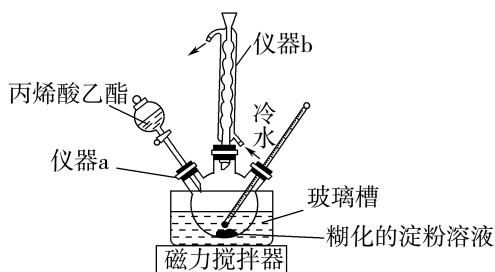


图1 丙烯酸乙酯接枝淀粉制备装置

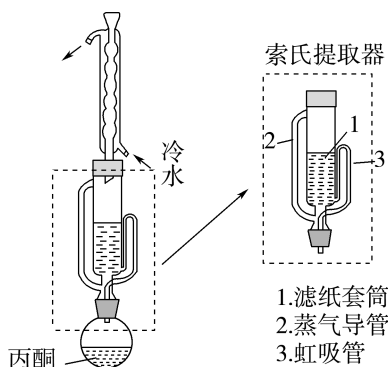


图2 产品纯化装置

实验步骤:

步骤 I: 加入 10 mL 乙醚于仪器 a 中,并用橡胶塞封堵其中两个瓶口,缓慢加热至 40 °C,使乙醚全部挥发。

步骤 II: 向仪器 a 中加入 9.60 g 可溶性淀粉 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 和 100 mL 无氧水,50 °C 下使淀粉糊化 30 min。

步骤 III: 糊化完成后,加入 0.3 g 硝酸铈铵作引发剂,静置。

步骤 IV: 将仪器 a 中的混合物加热至 45 °C,加入丙烯酸乙酯 21 mL,继续反应 3 h。

步骤 V: 反应完成后,用无水乙醇洗涤、抽滤,干燥至恒重,得接枝淀粉粗品。

步骤 VI: 将得到的接枝淀粉粗品用滤纸包好置于滤纸套筒内,在烧瓶中加入 300 mL 易挥发和易燃的丙酮,加入几粒沸石,控制温度为 70 °C,蒸气从侧管上升,经冷凝回流后滴入样品中,当浸取液积满一定量时即从虹吸管溢出,全部流入下部的烧瓶中,如此反复回流 24 h,然后将其置于真空干燥箱中干燥至恒重,得到纯接枝产物 2.58 g。

回答下列问题:

(1) 图 1 中仪器 a 和仪器 b 的名称分别为 _____

_____、_____。玻璃槽中的液体适宜选用 _____ (填“水”或“植物油”)。

(2) 氧气是丙烯酸乙酯和淀粉共聚接枝的阻聚剂,不利于共聚接枝反应的进行。除步骤 I 中用乙醚排出装置中的空气外,实验中采取的消除氧气对反应的影响的措施还有 _____。

(3) 步骤 II 中淀粉糊化过程中有部分淀粉发生水解反应生成葡萄糖,该水解反应的化学方程式为 _____。

(4) 步骤 III 中加入的引发剂硝酸铈铵的化学式为 $(NH_4)_2Ce(NO_3)_6$,其中 Ce 元素的化合价为 _____ 价。

(5) 步骤 VI 的提取过程不可选用明火直接加热,原因是 _____。与常规的萃取相比,本实验中采用索氏提取器的优点是 _____。

解析:(1) 图 1 中仪器 a 和仪器 b 的名称分别为三颈烧瓶和球形冷凝管;实验所需温度为 50 °C 以下;适宜选用水浴加热。(2) 步骤 II 中使用无氧水也是消除氧气对实验干扰的措施。(3) 淀粉发生水解反应生成葡萄糖的化学方程式为 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 淀粉

$+nH_2O \xrightarrow{50\text{ }^\circ\text{C}} nC_6H_{12}O_6$ 。(4) 根据化合物中各元素化合价代数和为 0 可知硝酸铈铵中铈元素的化合价为 +4 价。

(5) 提取所用溶剂为丙酮,丙酮易挥发、易燃,若采用明火加热,挥发出的丙酮蒸气容易被点燃;与传统萃取相比,索氏提取器中的溶剂丙酮可以反复使用,既减少了溶剂用量,又能高效萃取。

答案:(1) 三颈烧瓶 球形冷凝管 水

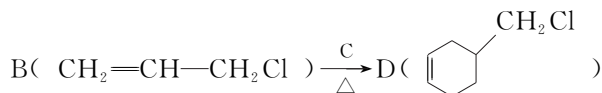
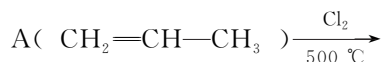
(2) 步骤 II 中使用无氧水

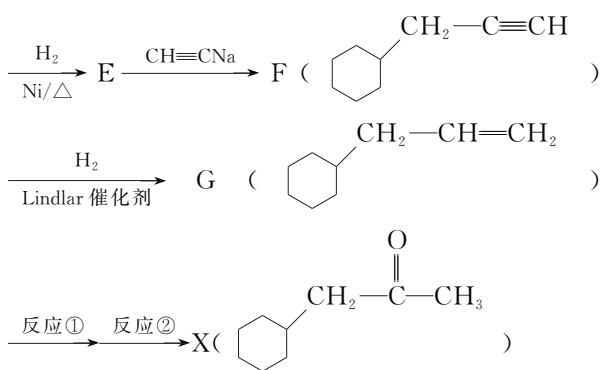
(3) $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow{50\text{ }^\circ\text{C}} nC_6H_{12}O_6$
淀粉 葡萄糖

(4) +4

(5) 丙酮易挥发,易燃 使用丙酮的量少,可实现连续萃取

18. (10 分) 有机物 X 的合成流程如图所示:





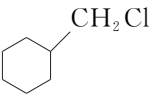
(1) 化合物 B 中官能团的名称为 _____。
 (2) A 生成 B 的反应类型为 _____, A 生成 B 的化学方程式为 _____。

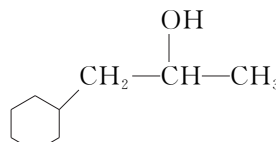
(3) 化合物 A 能发生加聚反应合成一种塑料, 该塑料的结构简式为 _____。

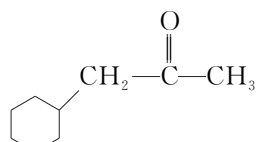
(4) 化合物 G 的一氯代物有 _____ 种 (不考虑立体异构)。

(5) 化合物 D 的分子式为 _____, D 在一定条件下能与 H_2O 发生加成反应, 试写出所有可能产物的结构简式: _____。

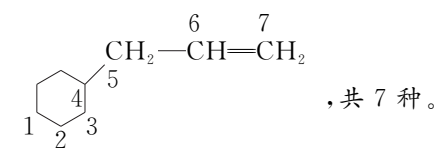
解析: A 生成 B 是发生一氯取代, B 和 C 发生加成反应得到 D, 则 C 的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$, D 中碳碳双键和氢气

发生加成反应得到 E 为 , E 发生取代反应生成 F, F 中碳碳三键和 1 mol H_2 发生加成反应得到 G, G 和水发生加成反应得到

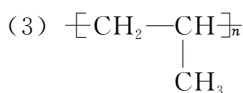
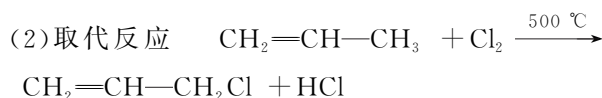
, 再催化氧化得到

。化合物 G 共有 7 种不同

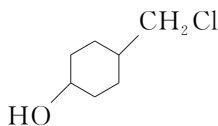
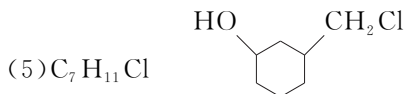
化学环境的氢原子, 故化合物 G 的一氯代物为



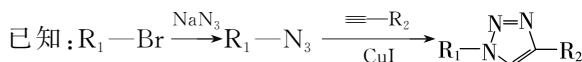
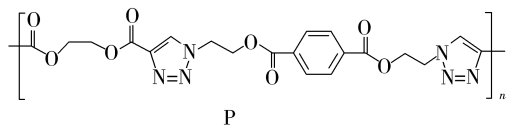
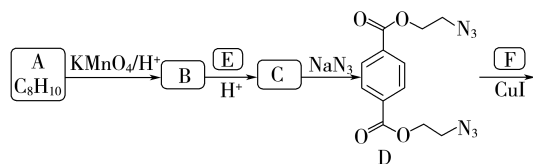
答案: (1) 碳碳双键、碳氯键



(4) 7



19. (13 分) 某课题组研制了一种具有较高玻璃化转变温度的聚合物 P, 合成路线如图所示。



请回答下列问题:

(1) 化合物 A 的结构简式是 _____; 化合物 E 的结构简式是 _____。

(2) 下列说法不正确的是 _____ (填字母)。

- A. 化合物 B 分子中所有的碳原子共平面
- B. 化合物 D 的分子式为 $\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{N}_6\text{O}_4$
- C. 化合物 D 和 F 发生缩聚反应生成 P
- D. 聚合物 P 属于聚酯类物质

(3) 化合物 C 与过量 NaOH 溶液反应的化学方程式是 _____。

(4) 在制备聚合物 P 的过程中还生成了一种分子式为 $\text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{N}_6\text{O}_8$ 的环状化合物。用键线式表示其结构: _____。

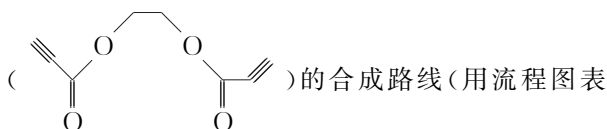
(5) 写出 3 种同时满足下列条件的化合物 F 的同分异构体的结构简式 (不考虑立体异构): _____。

① 核磁共振氢谱显示其只有 2 种不同化学环境的氢原子;

② 只含有六元环;

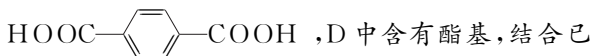
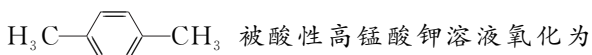
③ 含有 $-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}-$ 结构片段, 不含 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 。

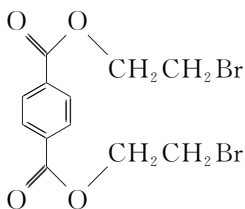
(6)以乙烯和丙炔酸为原料,设计有机化合物 L



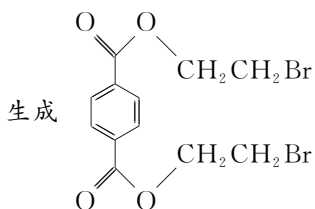
_____。

解析:A 的分子式为 C_8H_{10} , 其不饱和度为 4, 结合 D 的结构简式可知 A 中存在苯环, 因此 A 中取代基不存在不饱和键, D 中苯环上取代基位于对位, 因此 A 的结构简式为 $H_3C-C_6H_4-CH_3$,



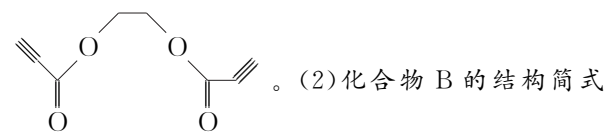


, B 与 E 在酸性条件下反应

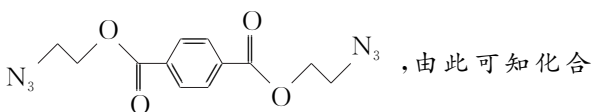


, 该反应为酯化反应, 因

此 E 的结构简式为 $HOCH_2CH_2Br$, D 和 F 发生已知反应得到化合物 P, 则化合物 F 中应含有碳碳三键, 而化合物 P 是聚合物, 其中的基本单元来自化合物 D 和化合物 F, 所以化合物 F 应为

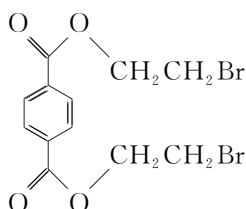


$HOOC-C_6H_4-COOH$, 化合物 B 中苯环的 6 个碳原子共平面, 而苯环只含有两个对位上的羧基, 两个羧基的碳原子直接与苯环相连, 所以这 2 个碳原子也应与苯环共平面, 化合物 B 分子中所有碳原子共平面, 故 A 正确; D 的结构简式为



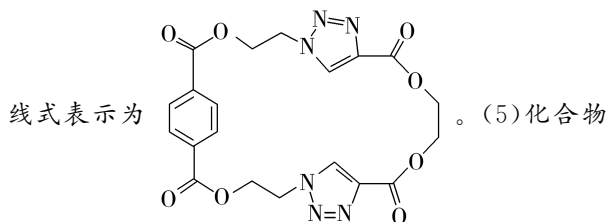
物 D 的分子式为 $C_{12}H_{12}N_6O_4$, 故 B 正确; 缩聚反应除形成缩聚物外, 还有水、醇、氨或氯化氢等小

分子副产物产生, 化合物 D 和化合物 F 的聚合反应不涉及小分子副产物, 不属于缩聚反应, 故 C 错误; 1 个聚合物 P 中含有 $4n$ 个酯基, 所以聚合物 P 属于聚酯类物质, 故 D 正确。(3)



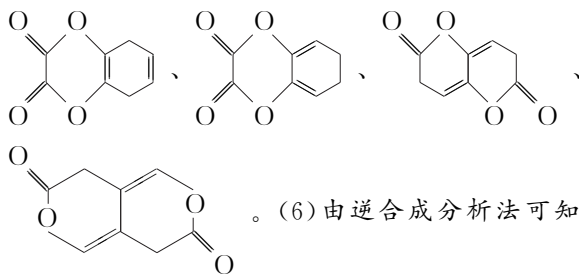
中酯基能与 NaOH 溶液发

生水解反应, 溴原子能与 NaOH 溶液在加热条件下能发生取代反应。(4) 化合物 D 和化合物 F 之间发生反应, 可以是 n 个 D 分子和 n 个 F 分子之间聚合形成化合物 P, 同时也可能发生 1 个 D 分子和 1 个 F 分子之间的加成反应, 对于后者情况, 化合物 D 与化合物 F 反应, 可以形成环状结构, 用键



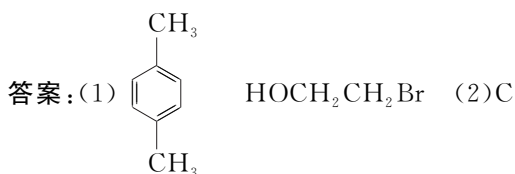
F 的分子式为 $C_8H_6O_4$, 不饱和度为 6, 其同分异构

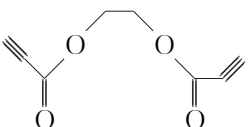
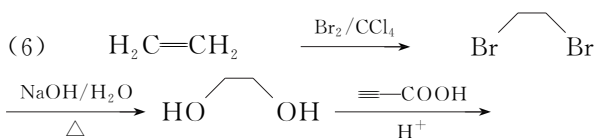
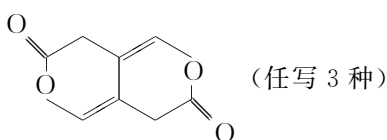
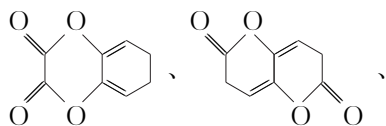
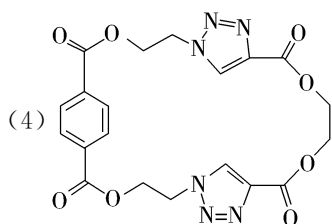
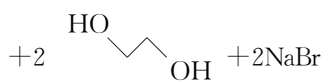
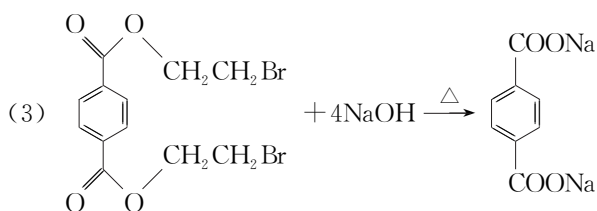
体中含有 $-C(=O)-O-C=C-$ 结构片段, 不含 $-C\equiv C-$, 且只有 2 种不同化学环境的氢原子, 说明结构高度对称, 推测其含有 2 个相同结构片段, 这 2 个结构片段的不饱和度为 4, 余 2 个不饱和度, 推测含有 2 个六元环, 由此得出符合题意的同分异构体为



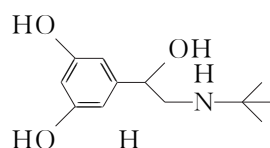
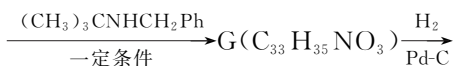
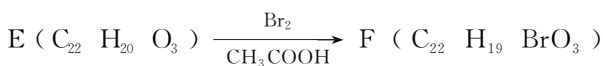
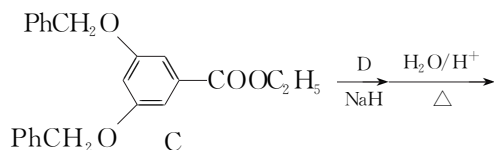
。(6) 由逆合成分析法可知,

丙炔酸应与 $HOCH_2CH_2OH$ 发生酯化反应得到目标化合物, 而 $HOCH_2CH_2OH$ 中的羟基又能通过 $BrCH_2CH_2Br$ 水解得到, 乙烯与 Br_2 加成可得 $BrCH_2CH_2Br$ 。

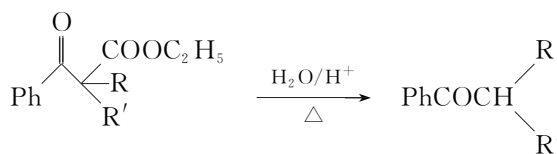
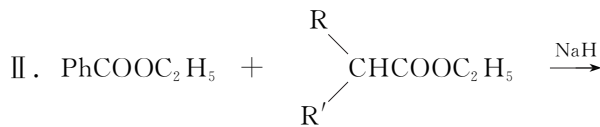
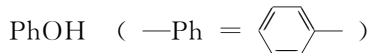
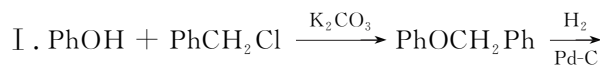




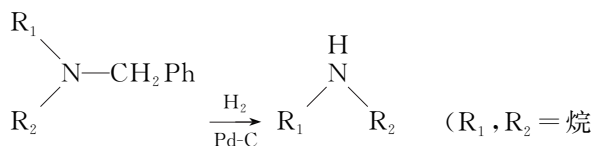
20. (14分) 支气管扩张药物特布他林(H)的一种合成路线如下:



已知:



(R, R' = H, 烷基, 酰基)



基)

回答下列问题:

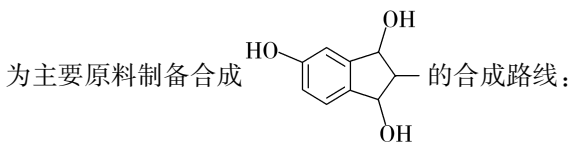
(1) A→B 的反应条件为 _____; B 中含氧官能团有 _____ 种。

(2) B→C 的反应类型为 _____, 该反应的目的是 _____。

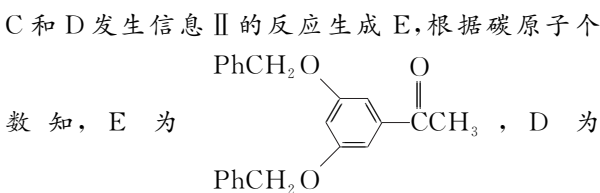
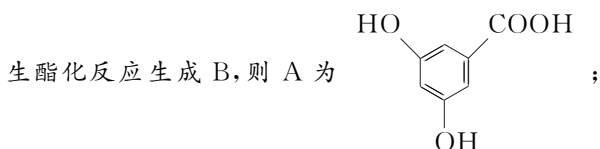
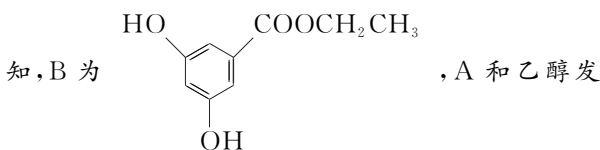
(3) D 的结构简式为 _____; E→F 的化学方程式为 _____。

(4) H 的同分异构体中, 仅含有一 —OCH₂CH₃、—NH₂ 和苯环结构的有 _____ 种。

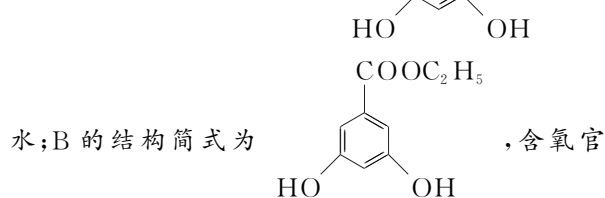
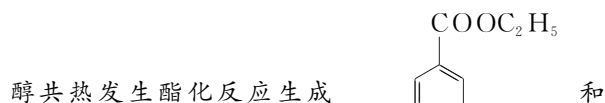
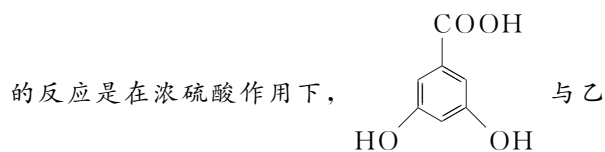
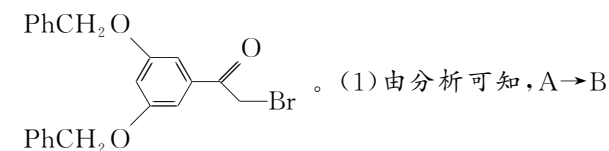
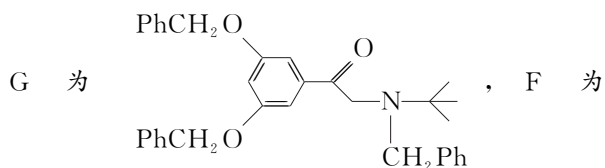
(5) 根据上述信息, 写出以 4-羟基邻苯二甲酸二乙酯



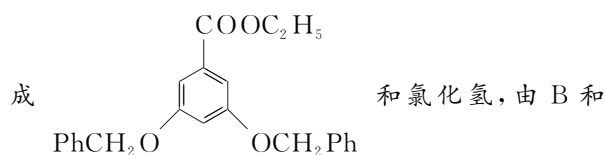
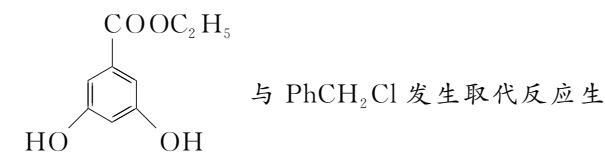
解析: 根据信息 I 及 C 的结构简式、B 的分子式



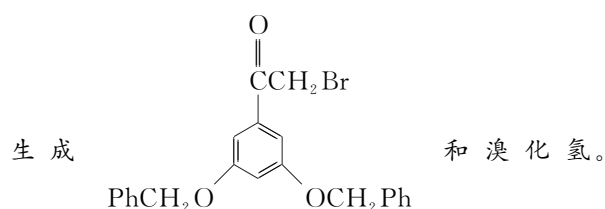
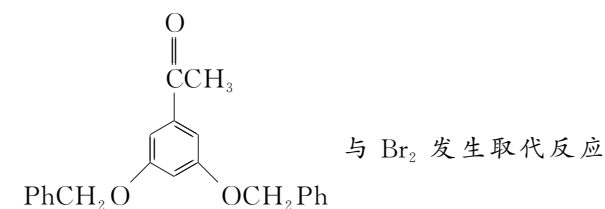
$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, E 在乙酸作用下和 Br_2 发生取代反应生成 F, F 发生信息Ⅲ的反应生成 G, G 和氢气发生还原反应生成 H, 根据 H 的结构简式知,



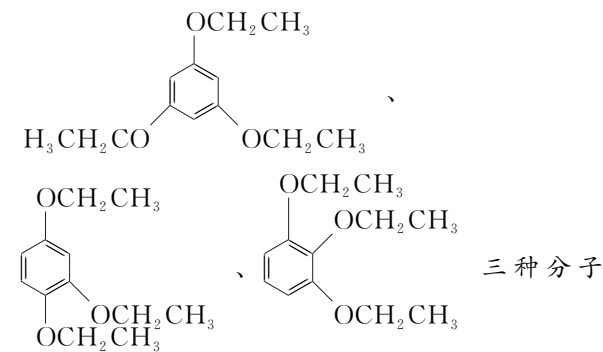
能团为羟基、酯基, 共有 2 种。(2)由分析可知, $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应为在碳酸钾作用下



H 都含有酚羟基可知, $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的目的是保护酚羟基。(3)由分析可知, D 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$; $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应为在乙酸作用下



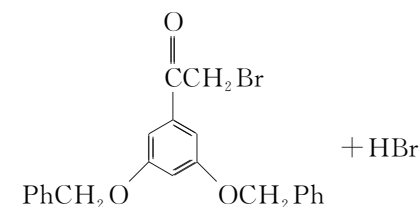
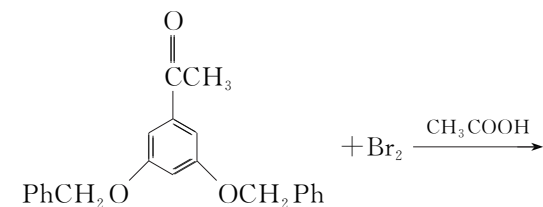
(4)由 H 的同分异构体仅含有一 OCH_2CH_3 、 NH_2 和苯环可知, 同分异构体的结构可以视作



中苯环上的氢原子被 NH_2 取代所得的产物, 所得的产物分别有 1、3、2 种, 共有 6 种。

答案: (1)浓硫酸, 加热 2 (2)取代反应 保护酚羟基

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



(4)6

