

点金训练

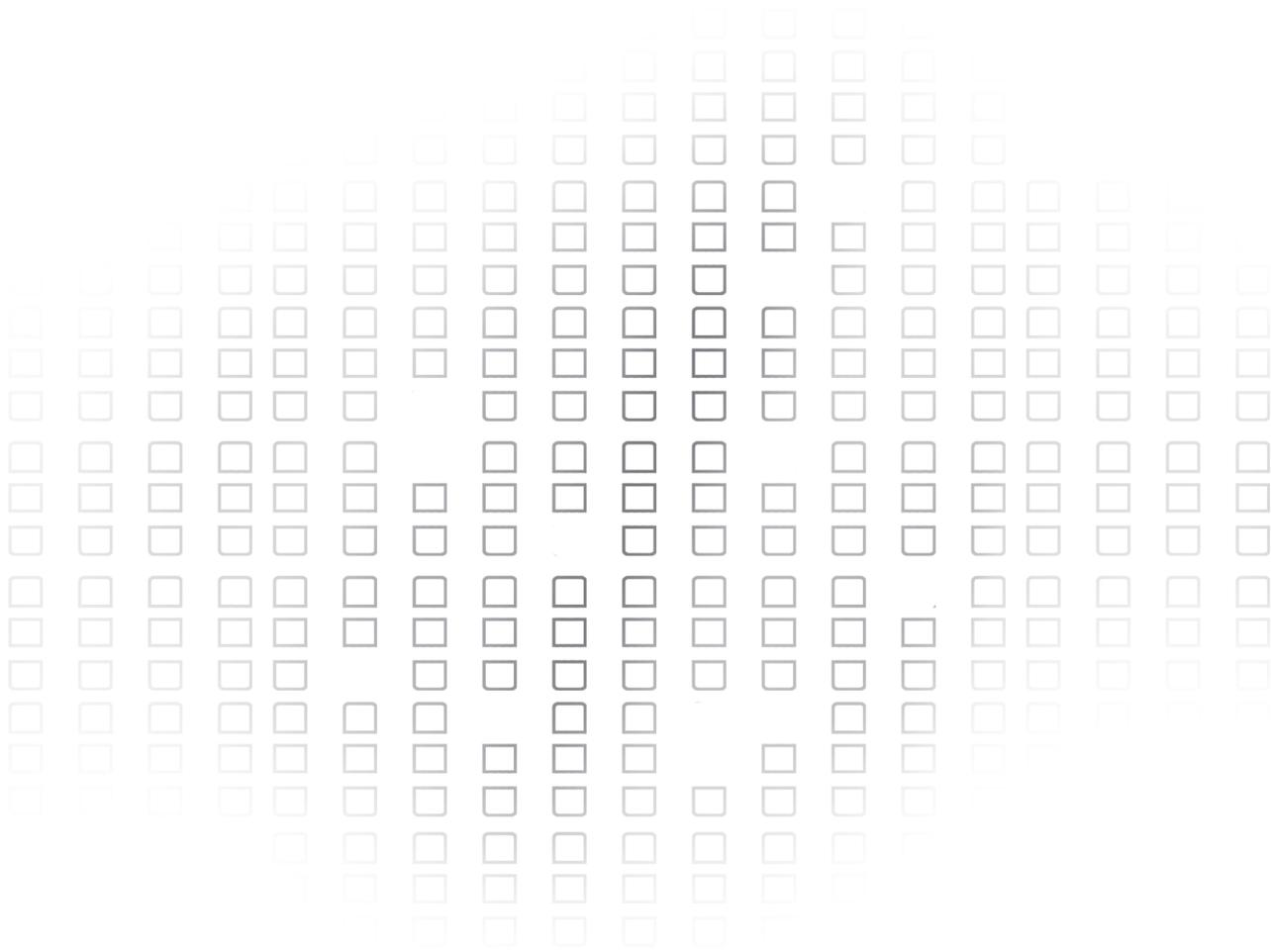
教师用书

《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

○单元概览	1
○探究构建 第一节 有机化合物的结构特点	3
第二节 研究有机化合物的一般方法	12
○迁移应用	21
○重构拓展	23
单元测试卷(一)	24

第二章 烃

○单元概览	31
○探究构建 第一节 烷烃	33
第二节 烯烃 炔烃	40
第三节 芳香烃	48
○迁移应用	56
○重构拓展	58
单元测试卷(二)	60

第三章 烃的衍生物

○单元概览	67
○探究构建 第一节 卤代烃	69
第二节 醇 酚	76
第1课时 醇	76
第2课时 酚	83
第三节 醛 酮	90
第四节 羧酸 羧酸衍生物	98
第1课时 羧酸	98
第2课时 羧酸衍生物	105
第五节 有机合成	113



○迁移应用·····	121
○重构拓展·····	123
单元测试卷(三)·····	124

第四章 生物大分子

○单元概览·····	133
○探究构建 第一节 糖类·····	135
第二节 蛋白质·····	142
第三节 核酸·····	149
○迁移应用·····	153
○重构拓展·····	154
单元测试卷(四)·····	156

第五章 合成高分子

○单元概览·····	164
○探究构建 第一节 合成高分子的基本方法·····	166
第二节 高分子材料·····	172
○迁移应用·····	179
○重构拓展·····	181
单元测试卷(五)·····	182
期末测试卷·····	192

第一章

有机化合物的结构特点与研究方法

单元概览

学习导航

一切生命都是由有机化合物构成的,我们的生存离不开有机化合物。

有机化合物的结构特点与研究方法是我们学习有机化学基础的第一章,在本章中,我们将学习以下内容:

1.对有机化合物进行科学的分类能使繁杂的有机化学知识系统化,特别是有机物的类别与官能团的关系在研究有机化合物性质时起着重要的作用。

2.根据有机化合物的结构特点,确定不同位置的氢原子种类数,继而确定取代产物的同分异构体数目,或者依据烃基的同分异构体数目进行判断。

3.根据物质性质的差异选择物质分离、提纯的实验方法,关注结构测定的方法与证据获取,通过典型有机化合物的图谱,体会现代仪器分析方法在确定有机化合物分子结构中的作用。

本章我们将从“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等视角,探究有机化合物分子的空间结构,认识同分异构现象,掌握根据特征结构和现代物理技术确定有机物结构的方法。

学习目标

1.了解常见有机化合物和官能团的结构与性质。

2.知道有机化合物是有空间结构的,认识碳原子的成键特点,知道有机化合物的分子结构取决于原子间的连接顺序、成键方式。

3.知道有机化合物存在构造异构和立体异构等同分异构现象。

4.知道红外光谱、核磁共振氢谱等现代仪器分析方法在有机化合物分子结构测定中的应用。

核心概念

有机化合物特定的结构可通过质谱图、红外光谱和核磁共振图谱信息来确定,其结构中的官能团是进行有机化合物分类的基本依据,并与有机化合物的特征性质密切相关。

学法指导

1.要充分掌握有机化合物的分类方法。根据有机物所属类别建立有机物结构与性质的联系,认识重要官能团及其特征反应。

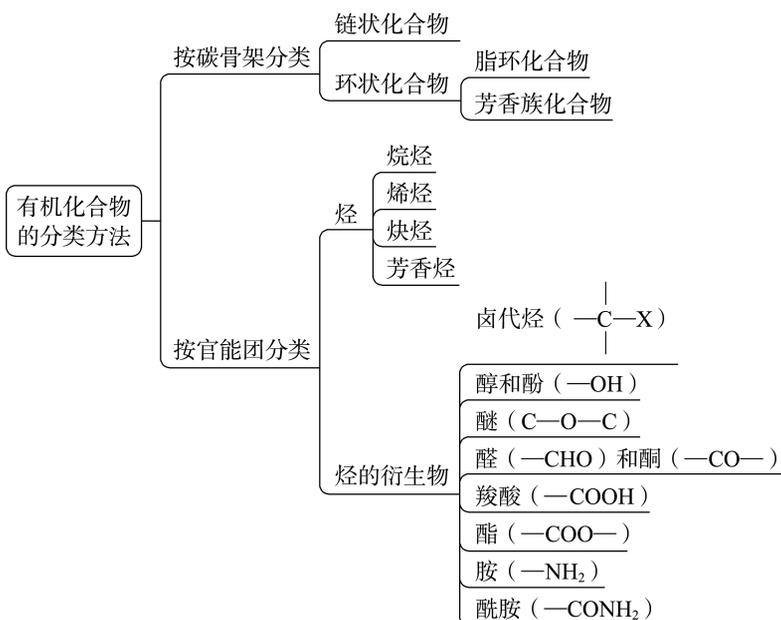
2. 要对必修第二册中学习的烃分子结构知识进行复习和整理。

3. 熟悉同分异构体的概念。判断同分异构体要先看分子式是否相同,再看结构是否不同。判断分子结构是否相同,要从原子、原子团的连接顺序和原子、原子团的空间位置两个方面考虑。

4. 通过实验学习化学知识。我们要通过实验掌握蒸馏、重结晶、萃取等分离和提纯方法的适用范围、仪器选用、操作步骤及注意事项等。

5. 关注结构测定的方法与证据的获取。利用典型有机化合物的图谱,了解现代仪器分析方法在确定有机化合物分子结构中的作用。

6. 要学习建构化学知识体系的方法。通过思维导图,将知识联系起来形成网络,既可以锻炼思维能力,又有助于将知识联系起来形成体系,并应用知识体系解决问题。“有机化合物的分类”可建构以下思维导图:



单元任务

新能源汽车

2024年10月31日至11月1日,全球新能源汽车合作发展论坛在上海成功举办。本届大会围绕“推动新能源汽车全球合作与可持续发展”主题,从全球和中国的角度进一步探讨协同共建高度国际化的新能源汽车合作生态的方向、挑战和路径。

新能源汽车包括纯电动汽车、增程式电动汽车、混合动力汽车、燃料电池电动汽车等类型。结合中国的能源状况和国际汽车技术的发展趋势,我国新能源汽车产业不仅会持续发展,而且正处于创新升级的关键阶段。

请思考以下问题并与同学交流讨论:

1. 燃气汽车又称为天然气汽车,天然气的主要成分是什么?它与乙烯所属的类别相同吗?
2. 乙醇汽车的燃料是乙醇,组成乙醇与甲烷的元素种类是否相同?

探 · 究 · 构 · 建

第一节 有机化合物的结构特点

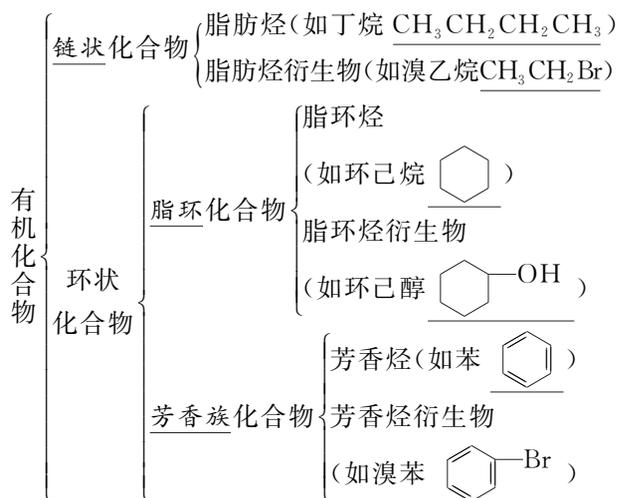
学习任务目标

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

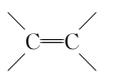
1. 依据碳骨架分类



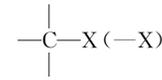
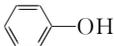
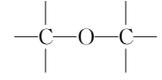
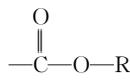
2. 依据官能团分类

- (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	$-\text{OH}$	羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
酚	$-\text{OH}$	羟基	
醚		醚键	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$
醛		醛基	CH_3CHO
酮		酮羰基	$\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$
羧酸		羧基	CH_3COOH
酯		酯基	$\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{OC}_2\text{H}_5$
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	CH_3NH_2
酰胺		酰胺基	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{NH}_2$

二、有机化合物中的共价键

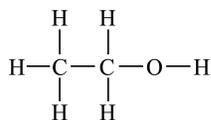
1. 共价键的类型

类型	σ 键	π 键
电子重叠形式	“头碰头”重叠	“肩并肩”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,能发生加成反应	

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

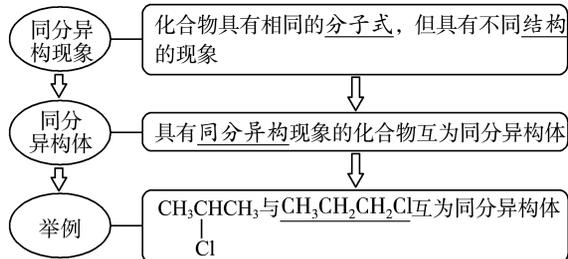
分子中氢氧键断裂,化学方程式为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Na} \longrightarrow 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ONa} + \text{H}_2 \uparrow$ 。

(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

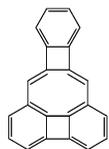
异构类别	形成途径	示例
碳架异构	由碳骨架不同而产生的异构	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
位置异构	由官能团的位置不同而产生的异构	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 与 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
官能团异构	由官能团不同而产生的异构	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 与 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$

任务型课堂

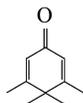
任务一 有机化合物的分类

[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。

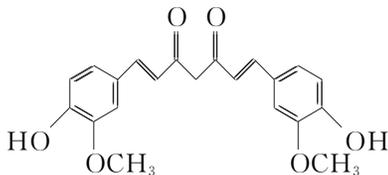


释迦牟尼分子



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得到的黄色色素。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?

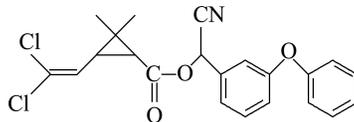
提示:释迦牟尼分子是芳香族化合物;企鹅酮是脂环化合物。二者的主要区别为是否含有苯环。

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。

[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

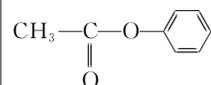
D.能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

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

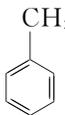
于芳香烃衍生物,含有醚键,其中的 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—}$ 是

酯基,不是酮羰基($\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$),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.下列有机化合物的类别与所含官能团都正确的是 ()

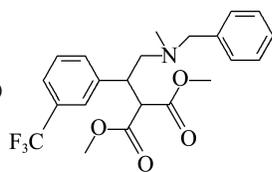
选项	物质	类别	官能团
A	$\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$	醚	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$
B		酚	—OH
C		醛	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—}$
D	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	羧酸	$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$

A 解析: $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ 中含有醚键,属于醚,A

项正确; 中的羟基没有直接与苯环相连,故属于醇,B 项错误; $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—C}_6\text{H}_5$ 中含有的官能团是酯基,故属于酯,C 项错误;

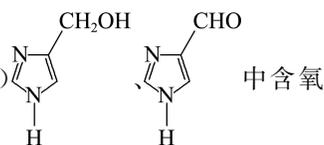
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ 中的官能团是 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—OH}$,D 项错误。

3.(1)(2024·新课标卷节选)



中含氧官能团名称是酯基。

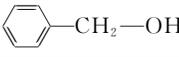
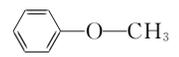
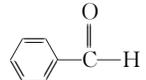
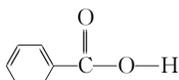
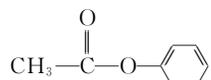
(2)(2024·安徽卷节选)



中含氧官能团名称分别为羟基、醛基。

任务总结

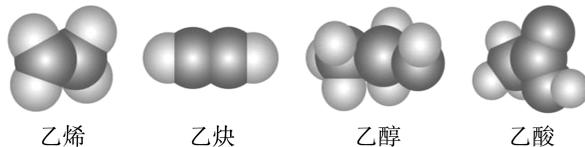
根据基团位置确定物质类别

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 $\text{H}_3\text{C—C}_6\text{H}_4\text{—OH}$
	处于 C—C 之间	醚 $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ 、 
$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}$	至少一端接 H	醛 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—H}$ 、 
	两端都接 C	酮 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—CH}_3$
$\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—}$	O—接 H	羧酸 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—H}$ 、 
	O—接 C	酯 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—CH}_3$ 、 

任务二 有机物分子中共价键的类型

[探究活动]

下面是乙烯、乙炔、乙醇、乙酸的空间填充模型:



活动 1 1 mol 上述四种物质的分子中,含 σ 键、 π 键的物质的量分别是多少?

提示:乙烯:5 mol σ 键,1 mol π 键;乙炔:3 mol σ 键,2 mol π 键;乙醇:8 mol σ 键;乙酸:7 mol σ 键,1 mol π 键。

活动2 上述四种物质的分子中,碳原子的杂化轨道类型分别是什么?

提示:乙烯:两个碳原子均采用 sp^2 杂化;乙炔:两个碳原子均采用 sp 杂化;乙醇:两个碳原子均采用 sp^3 杂化;乙酸:一个碳原子(甲基碳原子)采用 sp^3 杂化,另一个碳原子(羧基碳原子)采用 sp^2 杂化。

活动3 乙炔分子中的 σ 键和 π 键是如何形成的? σ 键和 π 键相比较,哪一个更牢固?

提示:乙炔分子中每个碳原子以 1 个 $2s$ 轨道和 1 个 $2p$ 轨道进行杂化,形成 2 个 sp 杂化轨道,这两个碳原子均以 sp 杂化轨道与氢原子的 $1s$ 轨道及另一个碳原子的 sp 杂化轨道进行重叠,形成 2 个 $C-H$ σ 键、1 个 $C-C$ σ 键。除此之外,每个碳原子通过 2 个未参与杂化的 $2p$ 轨道相互平行重叠形成 2 个 π 键。故乙炔分子里的碳碳三键由 1 个 σ 键和 2 个 π 键构成。 π 键和 σ 键的轨道重叠程度不同, π 键的轨道重叠程度比 σ 键的小,所以 π 键不如 σ 键牢固,易断裂而发生化学反应。

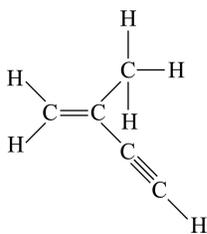
[评价活动]

1. 了解有机物分子中化学键的特征以及成键方式是研究有机物性质的基础。下列关于有机物分子成键方式的描述不正确的是 ()

- A. 烷烃分子中碳原子均采用 sp^3 杂化
 B. 乙炔分子中的碳碳三键由 1 个 σ 键、2 个 π 键组成
 C. 苯分子中所有碳原子均采用 sp^2 杂化
 D. 乙烯分子中,1 个碳原子以 3 个 sp^2 杂化轨道与 3 个氢原子的 s 轨道重叠形成 3 个 $C-H$ σ 键

D 解析:烷烃分子中每个碳原子均与周围 4 个原子形成共价单键,均采用 sp^3 杂化,A 项正确;碳碳三键中含有 1 个 σ 键、2 个 π 键,则乙炔分子中碳碳三键由 1 个 σ 键、2 个 π 键组成,B 项正确;苯分子是平面正六边形分子,分子中所有碳原子均采用 sp^2 杂化,C 项正确;乙烯分子中,1 个碳原子以 2 个 sp^2 杂化轨道与 2 个氢原子的 s 轨道重叠形成 2 个 $C-H$ σ 键,D 项错误。

2. 如图所示的分子中含有 σ 键和 π 键的数目分别为 ()



- A. 13、2 B. 10、2
 C. 10、3 D. 9、3

C 解析:单键全部为 σ 键,双键中有 1 个 σ 键和 1 个 π 键,三键中有 1 个 σ 键和 2 个 π 键,故该有机物分子中含有 σ 键的数目为 10, π 键的数目为 3。

3. 下列分子中,既有非极性键又含有 π 键的是 ()

- A. $C_2H_4Cl_2$ B. $HCHO$
 C. H_2O D. $CH_2=CH-CH_3$

D 解析: $CH_2=CH-CH_3$ 中存在 $C=C$ 、 $C-C$ 非极性键, $C=C$ 中含有 π 键。

任务总结

碳碳单键、碳碳双键、碳碳三键的分析

键的类型	碳碳单键	碳碳双键	碳碳三键
碳原子成键方式及个数	1 个 σ 键	1 个 σ 键、 1 个 π 键	1 个 σ 键、 2 个 π 键
是否可旋转	是	否	否
与碳原子相连的原子数	4	3	2
结构示意图			
碳原子的杂化方式	sp^3	sp^2	sp
实例	甲烷	乙烯	乙炔

任务三 共价键的极性对有机反应的影响

[探究活动]

向两只分别盛有蒸馏水和无水乙醇的烧杯中各加入同样大小的钠(约绿豆大),观察现象。

活动1 乙醇与钠反应有气泡冒出,断裂的是乙醇分子结构中的哪种化学键?为什么乙醇与钠反应时该化学键较其他键易断裂?

提示:乙醇与钠反应时断裂的是羟基上的 $H-O$,该化学键易断裂是因为氧原子的电负性较大, $H-O$ 中共用电子对偏移程度大,共价键的极性强,易断裂发生化学反应。

活动2 乙醇与钠反应不如水与钠反应剧烈,其原因是什么?

提示:乙醇分子中氢氧键的极性比水分子中氢氧键的极性弱,则水中氢氧键更易断裂,故乙醇与钠反应不如水与钠反应剧烈。

活动3 乙醇能与 HBr 反应生成溴乙烷,写出反应的化学方程式,并指明是哪种共价键发生了断裂。

提示:乙醇与 HBr 的反应: $CH_3CH_2OH + HBr \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} CH_3CH_2Br + H_2O$;乙醇分子结构中 $C-O$ 极性较强,易断裂发生化学反应。

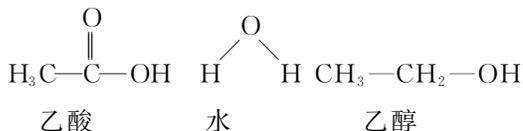
[评价活动]

1. 下列说法不正确的是 ()

- A. 乙醇与钠反应比水与钠反应缓慢的原因为乙醇中 $H-O$ 的极性弱
 B. 乙醇的酯化反应断裂的化学键是 $C-O$ σ 键
 C. 乙醇与 HBr 反应断裂的化学键是乙醇中的 $C-O$
 D. 有机反应一般反应速率较小,产物较复杂

B 解析:乙醇的酯化反应断裂的化学键是 $O-H$ σ 键。

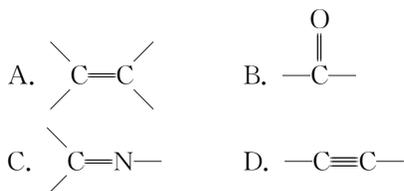
2. 乙酸、水和乙醇的分子结构如下所示,三者结构中的相同点是都含有羟基。下列说法错误的是 ()



- 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。

3. 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。

任务总结

共价键的极性和化学性质

- 乙醇分子中氢氧键的极性比水分子中氢氧键的极性弱。
- 成键原子之间电负性差值越大,形成的化学键极性越强,在化学反应中越容易断裂。
- 基团之间的相互影响使官能团中化学键的极性发生变化,从而影响官能团和物质的性质。

任务四 同分异构体的判断与书写

[探究活动]

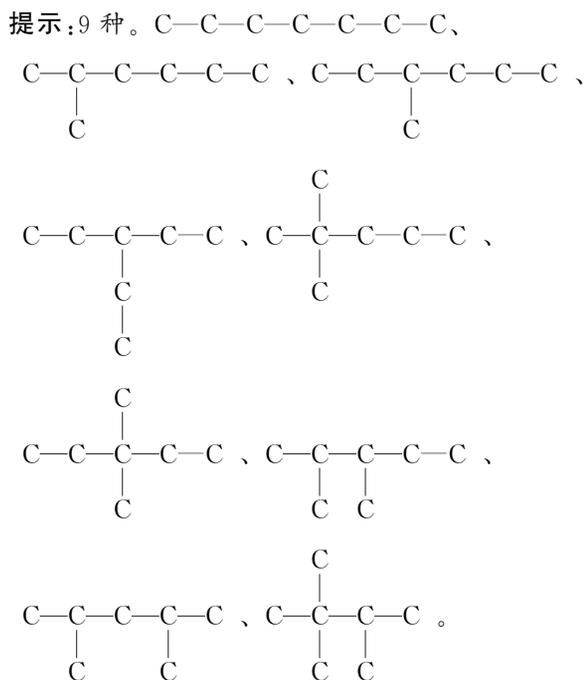
材料 1 庚烷的分子式为 C_7H_{16} , 具有麻醉作用和刺

激性,吸入庚烷蒸气可引起眩晕、恶心、厌食和步态蹒跚,甚至出现意识丧失和木僵状态,长期接触可引起神经衰弱综合征。

材料 2 戊烯的分子式为 C_5H_{10} , 常温下为无色液体,具有麻醉作用,对眼睛、呼吸道和皮肤具有刺激性。

材料 3 丁醇的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, 常温下为无色透明液体,有特殊气味,有刺激性和麻醉作用。

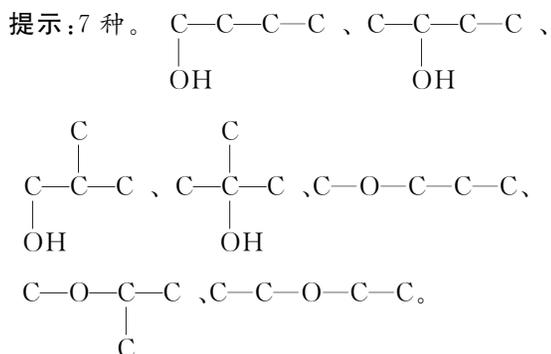
活动 1 庚烷的同分异构体有几种? 用碳架结构把它们表示出来。



活动 2 分子式为 C_5H_{10} 的烃中,能使溴水褪色的物质有几种? 写出它们的结构简式。

提示: 分子式为 C_5H_{10} 的烃中,能使溴水褪色的烃属于烯烃,共 5 种同分异构体。它们的结构简式分别为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、
 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、
 $\text{CH}_3\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CHCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$ 。

活动 3 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 的同分异构体有几种? 用碳架结构把它们表示出来。



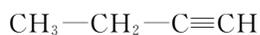
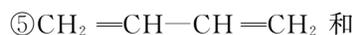
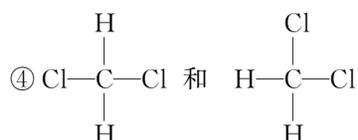
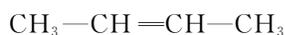
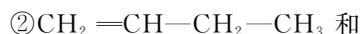
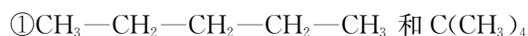
[评价活动]

1. 已知 C_4H_{10} 的同分异构体有两种: $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3-CH(CH_3)-CH_3$, 则 $C_4H_{10}O$ 属于醇类的同分异构体共有 ()

- A. 1 种 B. 2 种
C. 3 种 D. 4 种

D 解析: $C_4H_{10}O$ 属于醇类的同分异构体, 可以看作是 C_4H_{10} 分子中的 1 个氢原子被羟基代替的产物; C_4H_{10} 的同分异构体中各含有两种不同的氢原子, 如下: $CH_3CH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH(CH_3)_2$, 所以羟基取代这些氢原子共得到 4 种属于醇类的同分异构体, 故选 D。

2. 已知下列有机化合物:



(1) 互为同分异构体的是 _____ (填序号, 下同)。

(2) 互为碳架异构的是 _____。

(3) 互为位置异构的是 _____。

(4) 互为官能团异构的是 _____。

(5) 属于同一种物质的是 _____。

解析: 解答此题的方法是先写出各物质的分子式, 若分子式相同, 再判断分子中含有的官能团是否相同, 进一步再确定官能团的位置, 最终对两种物质的关系做出判断。

答案: (1) ①②③⑤ (2) ① (3) ② (4) ③⑤

(5) ④

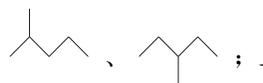
3. 某链状烷烃的相对分子质量为 86, 它共有 5 种同分异构体, 写出这 5 种同分异构体的结构简式和键线式:

解析: 链状烷烃的通式为 C_nH_{2n+2} , 相对分子质量为 86 的烷烃, 即 $12n+2n+2=86$, 解得 $n=6$, 此烷烃

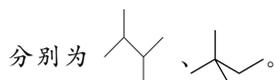
的分子式为 C_6H_{14} , 己烷存在 5 种同分异构体, 分别是主链为 6 个碳原子时:



主链为 5 个碳原子时: $(CH_3)_2CHCH_2CH_2CH_3$ 、 $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$, 键线式分别为



$(CH_3)_2CHCH(CH_3)_2$ 、 $(CH_3)_3CCH_2CH_3$, 键线式



答案: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$,



任务总结 ■■■■■

同分异构体的书写方法

(1) 烷烃

书写烷烃的同分异构体一般采用“减碳移位法”, 可概括为“两注意”“三原则”“四顺序”。

两注意	选取最长的碳链为主链; 找出主链的对称轴
三原则	对称性原则; 有序性原则; 互补性原则
四顺序	主链由长到短; 支链由整到散; 位置由心到边; 排列同、邻到间, 支链不到端

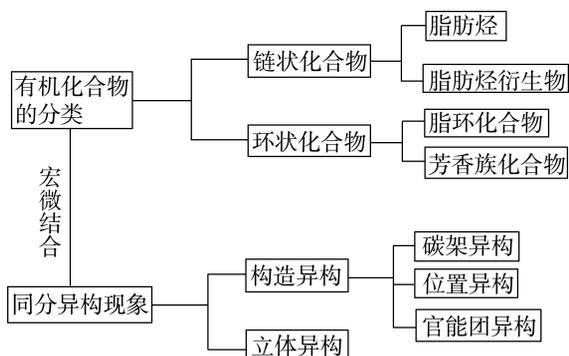
(2) 具有官能团的有机物

① 先确定官能团异构的各种官能团类型;

② 再写出除官能团外的碳架异构;

③ 最后让官能团在碳链上移动得到各种位置异构。

► 提质归纳

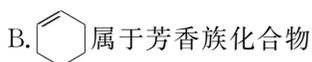
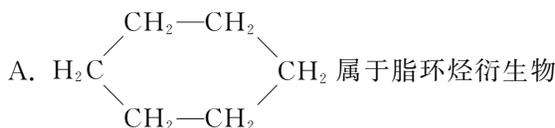


课后素养评价(一)

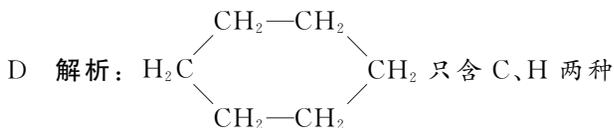
A组 学习·理解

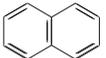
知识点1 有机化合物的分类方法

1. 下列分类方法正确的是 ()

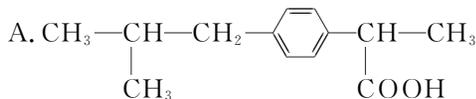


D. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 属于链状化合物

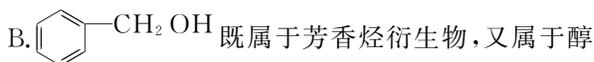


元素,属于脂环烃,A 错误; 不含苯环,不属于芳香族化合物,B 错误; 属于芳香族化合物,C 错误; $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 属于链状化合物,D 正确。

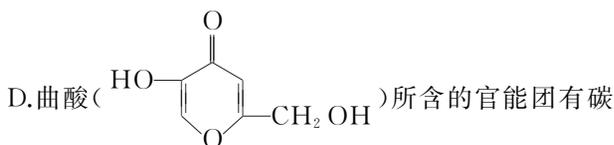
2. 下列叙述不正确的是 ()



属于羧酸



C. 有机物 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 和  Cl 都属于卤代烃



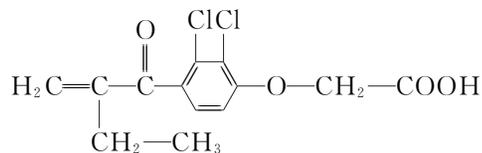
碳双键、羰基、羟基、醚键

C 解析: A 项有机物属于羧酸,正确;

 CH_2OH 中 $-\text{OH}$ 与 $-\text{CH}_2-$ 相连,既属于芳香烃衍生物,又属于醇,B 正确; $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 中含有 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{OH}$ 两种官能团,不属于卤代烃,C 错误;曲酸分子中含碳碳双键、羰基、羟

基、醚键,D 正确。

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 $\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{O}_4\text{Cl}_2$

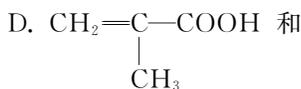
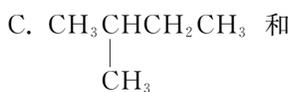
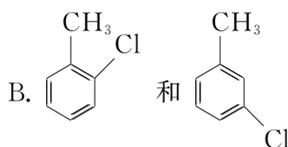
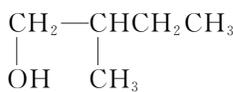
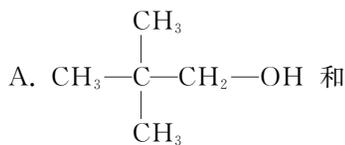
C. 既可看作卤代烃,也可看作芳香烃衍生物

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

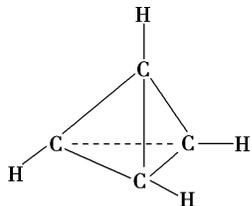
4. 下列各组物质不互为同分异构体的是 ()



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 ()

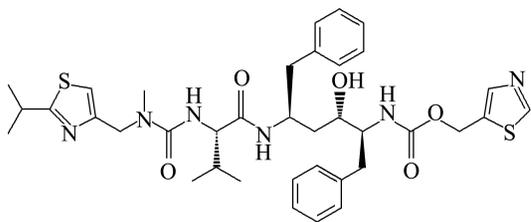


- A.2种 B.4种 C.5种 D.6种

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。

B组 应用·实践

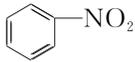
- 6.以下是药物利托那韦的结构,有关利托那韦的说法错误的是 ()



- A.分子式为 $C_{37}H_{48}N_6O_5S_2$
 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 $C_{37}H_{48}N_6O_5S_2$,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。

- 7.有下列10种物质:

- ① $CH_3CH_2CH_3$ ② $CH_2=CH_2$
 ③  ④ 
 ⑤ $CH_3CH_2CH_2OH$ ⑥ CH_3CHO
 ⑦ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ⑧ Fe
 ⑨ CH_3COOH ⑩ CH_3COONa

根据所学物质分类知识,回答下列问题。

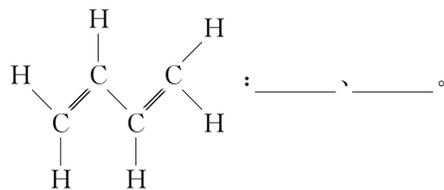
- (1)属于无机化合物的是 _____ (填序号,下同)。
 (2)属于烃的是 _____。
 (3)属于烷烃的是 _____,属于酸的是 _____。
 (4)属于有机化合物的是 _____,属于烃的衍生物的是 _____。

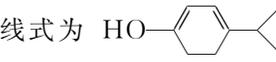
解析:(1)属于无机化合物的是⑦。(2)烃是碳氢化合物,属于烃的是①②③。(3)分子组成符合 C_nH_{2n+2} 的烃就是烷烃,属于烷烃的是①;分子中含有羧基的有机化合物属于酸,属于酸的是⑨。

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

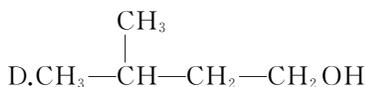
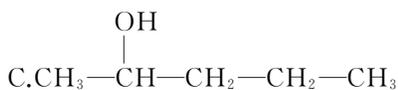
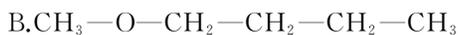
- 8.回答下列问题。

- (1)写出下面有机化合物的结构简式和键线式。



- (2)某有机化合物的键线式为 ,则它的分子式为 _____,含有的官能团名称为 _____,它属于 _____ (填“芳香族化合物”或“脂环化合物”)。

- (3)已知分子式为 $C_5H_{12}O$ 的有机化合物有多种同分异构体,下列给出其中的四种:

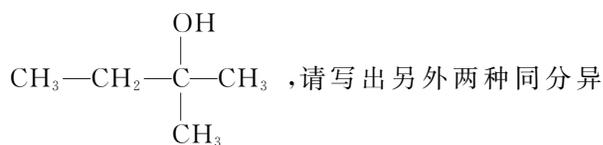
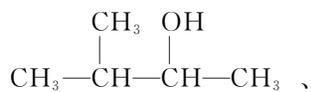


根据上述信息完成下列各题:

- ①根据所含官能团判断,A属于 _____ 类有机化合物。B、C、D中,与A互为官能团异构的是 _____ (填字母序号,下同),与A互为碳架异构的是 _____,与A互为位置异构的是 _____。

②写出与 A 互为位置异构(但与 B、C、D 不重复)的有机化合物的结构简式:_____。

③与 A 互为碳架异构的同分异构体共有 5 种,除 B、C、D 中的一种外,其中两种的结构简式为



解析:(1)由该有机化合物的结构式可知,其结构简式为 $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$, 键线式为 .

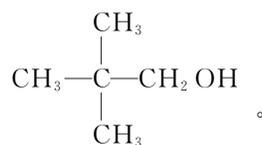
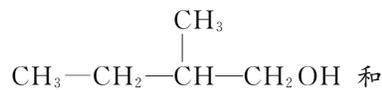
(2)由该有机化合物的键线式可知,其分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$, 分子中含有的官能团为羟基和碳碳双键;该有机化合物分子结构中无苯环,不属于芳香族化合物,属于脂环化合物。(3)①A 属于醇类有机化合物,B 属于醚类有机化合物,故 A 与 B 互为官能团异构。C 的碳链与 A 相同,但羟基位置不同,故 A 与 C 互为位置异构。D 也是醇类有机物,但碳骨架与 A 不同,因此 A 与 D 互为碳架异构。②碳链

中有三种碳原子,即 $\overset{\textcircled{1}}{\text{C}}-\overset{\textcircled{2}}{\text{C}}-\overset{\textcircled{3}}{\text{C}}-\text{C}-\text{C}$, 羟基位于

末端碳原子上即为 A,位于第二个碳原子上即为 C,当羟基位于中间的碳原子上时,即为满足要求的有机化合物,故符合题意的有机化合物的结构简式为



则必须是醇类有机化合物,且最长的碳链上碳原子数应该小于 5,除 D 和题干中的两种外还有

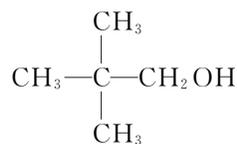


答案:(1) $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$ 

(2) $\text{C}_9\text{H}_{14}\text{O}$ 羟基和碳碳双键 脂环化合物

(3)①醇 B D C ② $\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$

③ $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array}$



第二节 研究有机化合物的一般方法

学习任务目标

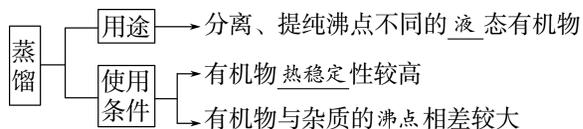
1. 掌握蒸馏、重结晶、萃取等分离和提纯方法的原理、使用范围、仪器选用、操作步骤及注意事项等。
2. 了解元素分析及相对分子质量的测定方法;掌握由有机化合物元素含量及相对分子质量确定分子式的一般步骤和方法。
3. 了解红外光谱、核磁共振氢谱、X射线衍射的原理,掌握有机化合物分子结构鉴定的方法。知道现代物理方法在测定有机化合物的元素组成、相对分子质量和分子结构中的重要作用。

问题式预习

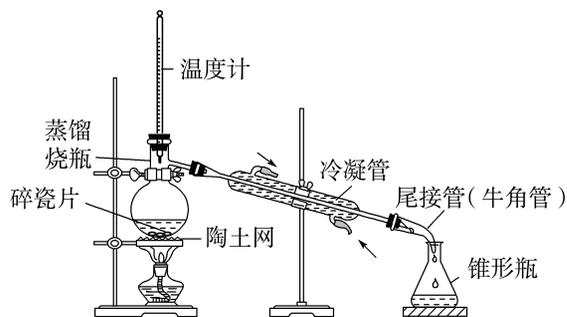
一、有机化合物的分离、提纯

1. 蒸馏

(1)



(2) 装置和主要仪器

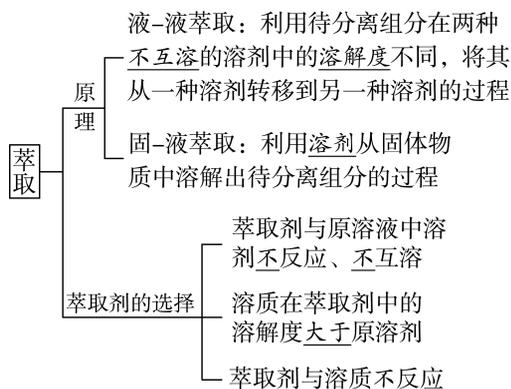


(3) 注意事项

- 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

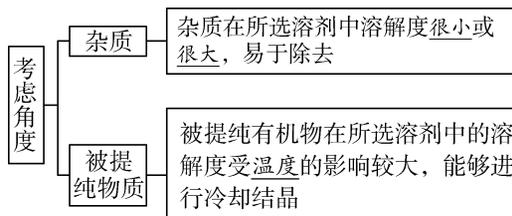


3. 重结晶

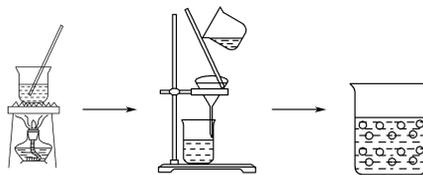
重结晶是提纯固体有机化合物常用的方法。

(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)



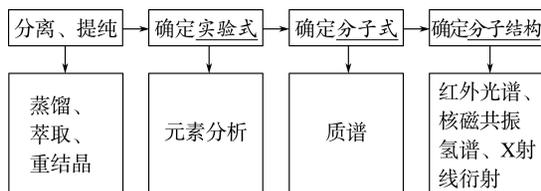
加热溶解 趁热过滤 冷却结晶

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



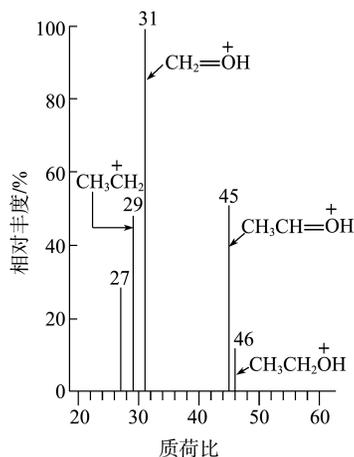
2. 确定实验式——元素分析

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。

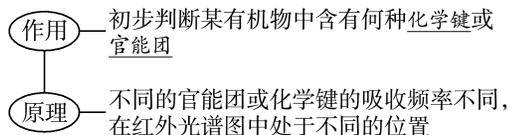
(2)质荷比: 指分子离子、碎片离子等的相对质量与其电荷数的比值。质谱图中, 质荷比的最大值就表示了样品分子的相对分子质量。例如, 由图可知样品分子的相对分子质量为 46。



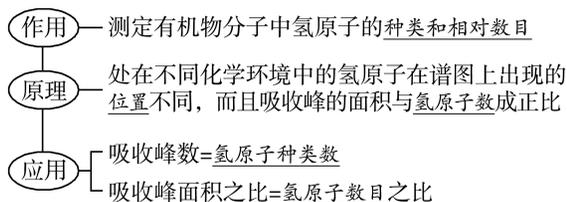
(3)根据实验式及相对分子质量可以推出分子式。

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 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	5/95	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?

提示:溶解、过滤、重结晶。投入氧化铅,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?

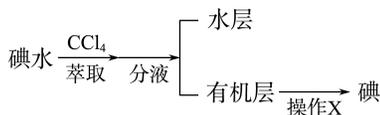
提示:不可以,因为乙二醇易溶于水。

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]

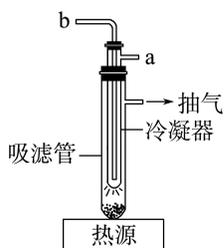
1.从碘水中提取碘的过程如下。其中操作 X 为 ()



- A. 过滤 B. 加热
C. 蒸馏 D. 冷却热饱和溶液

C 解析:碘单质易溶于有机溶剂 CCl_4 , 微溶于水, 先通过萃取、分液得到碘的 CCl_4 溶液, 然后再通过蒸馏将碘从溶液中分离出来。

2.利用某些物质具有易升华的性质可以对混合物分离、提纯,使樟脑升华的装置如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 实验时应先通冷凝水,再加热
B. 冷凝水从 a 口进, b 口出
C. 升华的温度一定低于樟脑的熔点
D. “抽气”操作的目的是增大升华速率

B 解析:实验时应先通冷凝水,再加热,如果先加热再通冷凝水,灼热的玻璃试管遇冷水可能炸裂, A 正确;冷凝水的流向应与蒸气的方向相反, b 口进水冷凝效果好,冷凝水从 a 口更容易流出, B 错误;

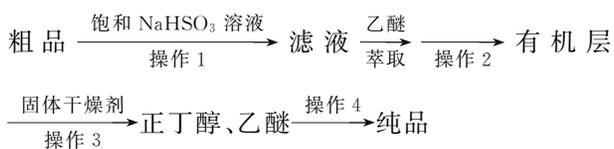
为了观察樟脑的升华现象,实验温度必须低于樟脑的熔点,以避免熔化过程的发生, C 正确;“抽气”操作目的是降低压强,增大升华速率, D 正确。

3.下列有机物的分离、提纯或除杂方法中错误的是 ()

- A. 用蒸馏法分离 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4
B. 用重结晶法提纯含有少量 NaCl 的苯甲酸粗品
C. 用酸性 KMnO_4 溶液洗气除去 CH_4 中的 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
D. 用分液法分离乙酸乙酯与饱和 Na_2CO_3 溶液

C 解析: CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 为沸点不同的互溶液体,用蒸馏法分离, A 正确;提纯含有少量 NaCl 的苯甲酸粗品时,苯甲酸在水中的溶解度随温度变化较大,可采用重结晶的方法进行提纯, B 正确; $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 与酸性高锰酸钾溶液反应的同时产生 CO_2 , 引入新杂质, C 错误;乙酸乙酯与饱和 Na_2CO_3 溶液为互不相溶的两种液体,可采用分液法进行分离, D 正确。

4.正丁醛经催化加氢可制备正丁醇。为提纯含少量正丁醛杂质的正丁醇,现设计下列路线:



已知:①正丁醛与饱和 NaHSO_3 溶液反应可生成沉淀;②乙醚的沸点是 34.5°C ,微溶于水,与正丁醇互溶;③正丁醇的沸点是 118°C 。操作 1~4 分别是 ()

- A. 萃取、过滤、蒸馏、蒸馏
B. 过滤、分液、蒸馏、萃取
C. 过滤、蒸馏、过滤、蒸馏
D. 过滤、分液、过滤、蒸馏

D 解析:正丁醛与饱和 NaHSO_3 溶液反应生成沉淀,且经操作 1 可得到滤液,故操作 1 为过滤;操作 2 是萃取后的步骤,故为分液;加固体干燥剂后,要把干燥剂分离出来,故操作 3 为过滤;根据乙醚与正丁醇的沸点相差较大可知,操作 4 为蒸馏,故 D 正确。

任务总结

有机物的分离与提纯

1. 分离与提纯的区别

(1) 分离

指通过物理或化学方法将混合物各组分分开,其目的是得到混合物中的每一种纯净物质。

(2) 提纯

将被提纯物质中的杂质除去,其目的是净化主体物质,不考虑提纯后杂质的化学成分和物理状态的改变。

2. 分液与萃取的区别与联系

(1) 分液和萃取是两个不同的概念,分液可以单独进行,但萃取之后一般要进行分液。

(2) 分液是将两种互不相溶的液体组成的混合物进行分离的操作。

3. 常见有机物的分离提纯方法(括号内为杂质)

混合物	试剂	分离提纯的方法	主要仪器
乙酸乙酯 (乙酸)	饱和 Na_2CO_3 溶液	分液	分液漏斗、烧杯
溴苯(溴)	NaOH 溶液		
苯(乙苯)	酸性 KMnO_4 溶液、 NaOH 溶液		
乙醇(水)	CaO	蒸馏	蒸馏烧瓶、冷凝管
肥皂 (甘油)	NaCl	盐析	漏斗、烧杯
淀粉 (纯碱)	H_2O	渗析	半透膜、烧杯
甲烷 (乙烯)	溴水	洗气	洗气瓶

任务二 有机物分子式和结构式的确定

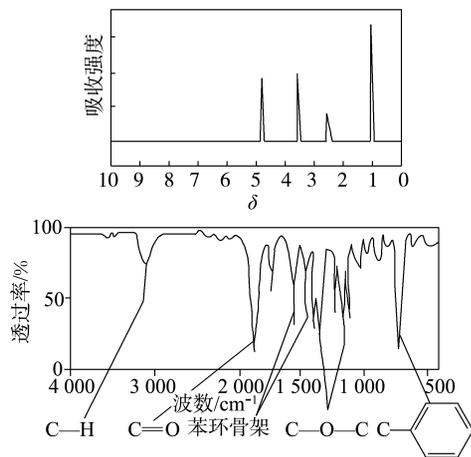
[探究活动]

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 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$,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

式为 c1ccc(cc1)C(=O)OC。

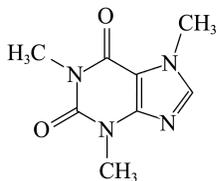
活动2 经实验测定,咖啡因分子中各元素的质量分数约是:碳 49.5%,氢 5.20%,氧 16.5%,氮 28.9%,其摩尔质量为 $194 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$,请写出确定咖啡因分子式的过程。

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

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

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. 某有机物在相同状况下对 H_2 的相对密度为 45, 取该有机物样品 3.6 g 在纯氧中充分燃烧得到两种产物, 将产物先后通过过量浓硫酸和碱石灰, 两者分别增重 2.16 g 和 5.28 g, 则该有机物的分子式为 ()

- A. $C_3H_6O_3$ B. CH_2O_3
C. $C_3H_6O_2$ D. $C_3H_8O_3$

A 解析: 该有机物在相同状况下对 H_2 的相对密度为 45, 其相对分子质量为 $45 \times 2 = 90$, 该有机物样品 3.6 g 在纯氧中充分燃烧生成 $n(H_2O) =$

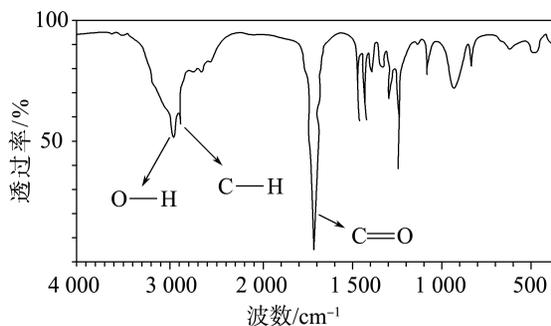
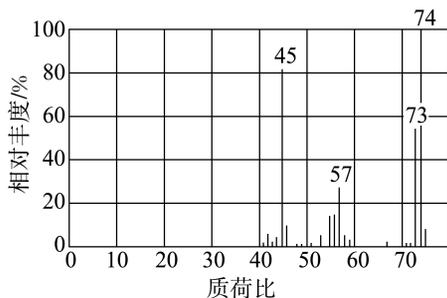
$$\frac{2.16 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.12 \text{ mol}, n(\text{CO}_2) = \frac{5.28 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$= 0.12 \text{ mol}$, 则 3.6 g 该有机物中有 0.24 mol H, 0.12 mol C, $n(O) =$

$$\frac{3.6 \text{ g} - 0.24 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} - 0.12 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

$= 0.12 \text{ mol}$, 则 C、H、O 的原子个数比为 1 : 2 : 1, 设该有机物的分子式为 $(CH_2O)_n$, 有 $(12 + 2 + 16) \times n = 90$, 解得 $n = 3$, 则该有机物的分子式为 $C_3H_6O_3$ 。

2. 对某化合物进行结构分析, 其质谱和红外光谱分别如图所示。该化合物可能是 ()



- A. CH_3CH_2COOH B. CH_3COOCH_3
C. $HOCH_2COOH$ D. CH_3CH_2CHO

A 解析: 由质谱图知该化合物的相对分子质量为 74, 由红外光谱知该化合物中含 O—H、C—H、C=O。 CH_3CH_2COOH 分子的相对分子质量为 74, 且含有 O—H、C—H、C=O, A 正确; CH_3COOCH_3 分子中不含有 O—H, B 错误; $HOCH_2COOH$ 分子的相对分子质量为 76, C 错误; CH_3CH_2CHO 分子中不含有 O—H, D 错误。

3. (2024 · 山东卷) 我国科学家在青蒿素方面的研究为人类健康作出了巨大贡献。在青蒿素研究实验中, 下列叙述错误的是 ()

- A. 通过萃取法可获得含青蒿素的提取液
B. 通过 X 射线衍射可测定青蒿素晶体结构
C. 通过核磁共振谱可推测青蒿素的相对分子质量
D. 通过红外光谱可推测青蒿素分子中的官能团

C 解析: 某些植物中含青蒿素, 可用有机溶剂浸泡将其中所含的青蒿素浸取出来, 这种方法也叫萃取, 通过固液分离获得含青蒿素的提取液, A 正确; 通过分析晶体的衍射图可判断晶体的结构特征, X 射线衍射可测定青蒿素晶体结构, B 正确; 通过核磁共振谱推测青蒿素分子中不同化学环境的氢原子的种数及其数目之比, 用质谱法测定青蒿素相对分子质量, C 错误; 通过红外光谱可推测有机物分

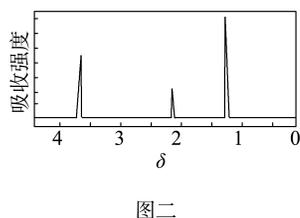
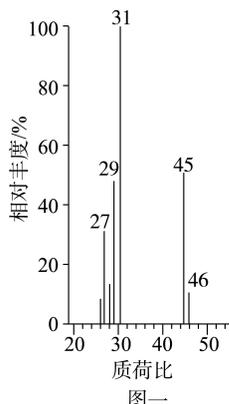
子中含有的官能团和化学键,D正确。

4.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。



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

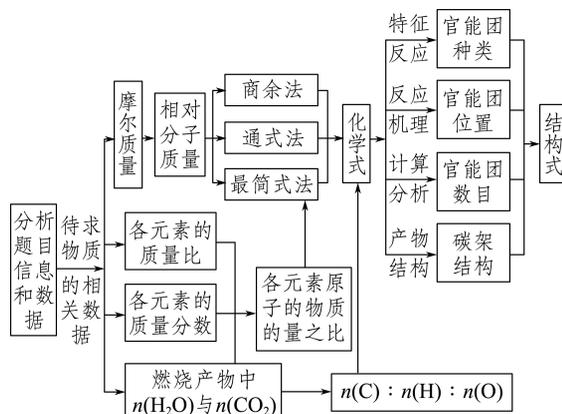
以 $n(\text{C}):n(\text{H}):n(\text{O})=0.1 \text{ mol}:0.3 \text{ mol}:0.05 \text{ mol}=2:6:1$,A的实验式是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 。(3)因为实验式是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的有机物中,氢原子数已经达到饱和,所以其实验式即为分子式。(4)有机物A有如下两种可能的结构: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 或 CH_3OCH_3 ;若为后者,则在核磁共振氢谱中应只有一组峰;若为前者,则在核磁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 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

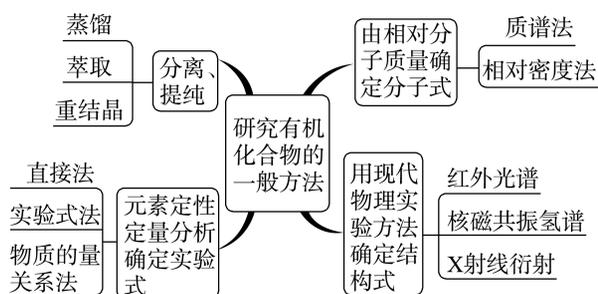
(4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

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)

A组 学习·理解

知识点1 有机化合物的分离提纯

1. 有机化合物的种类繁多, 现代化学可借助一些仪器和方法, 快速研究有机化合物的组成、结构和性质。下列说法正确的是 ()

- A. 可用过滤的方法分离水和汽油的混合物
 B. 完全燃烧 1.00 g 脂肪烃, 生成 3.08 g CO_2 和 1.44 g H_2O , 则该脂肪烃的分子式为 C_5H_{12}
 C. I_2 在水中的溶解度较小, 但易溶于 CCl_4 , 故可用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2
 D. “用浓酒和糟入甑, 蒸令气上……其清如水, 味极浓烈, 盖酒露也”使用的提纯方法是重结晶

C 解析: 过滤法用于分离固体和液体混合物, 水和汽油的混合物应采用分液法进行分离, A 错误; 该脂肪烃中 $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{3.08 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.07 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times \frac{1.44 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.16 \text{ mol}$, $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 7 : 16$, 则该脂肪烃的分子式为 C_7H_{16} , B 错误; 水和 CCl_4 是两种不互溶的溶剂, 且 I_2 在 CCl_4 中的溶解度远大于在水中的溶解度, 可用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2 , C 正确; “蒸令气上”是利用互溶混合物的沸点差异进行分离, 是蒸馏, D 错误。

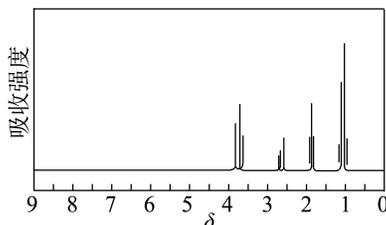
2. 下列有关粗苯甲酸(含少量泥沙和易溶于水的苯甲酸钠杂质)的重结晶实验的说法不正确的是 ()

- A. 粗苯甲酸重结晶的目的是除去苯甲酸中难溶或易溶的杂质
 B. 重结晶的首要工作是选择适当的溶剂, 粗苯甲酸重结晶选择的溶剂是水
 C. 粗苯甲酸加热全部溶解后, 再加入少量蒸馏水, 然后趁热过滤, 以减少苯甲酸的损失
 D. 重结晶过程中有两次过滤, 第一次过滤除去易溶杂质, 第二次过滤除去难溶杂质

D 解析: 粗苯甲酸中含少量泥沙和易溶于水的苯甲酸钠杂质, 为提纯苯甲酸, 要进行重结晶, 其目的是除去苯甲酸中难溶(泥沙)或易溶(苯甲酸钠)的杂质, 故 A 正确; 苯甲酸微溶于水, 苯甲酸钠易溶于水, 而泥沙不溶于水, 因此进行重结晶操作时选择的溶剂是水, 故 B 正确; 水在加热过程中会蒸发, 苯甲酸微溶于水, 为防止溶液过饱和和提前析出晶体, 加热溶解后还要加少量蒸馏水, 然后趁热过滤, 故 C 正确; 重结晶过程中有两次过滤, 第一次过滤除去难溶杂质, 第二次过滤除去易溶于水的苯甲酸钠杂质, 故 D 错误。

知识点2 有机化合物结构的确定

3. 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. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$

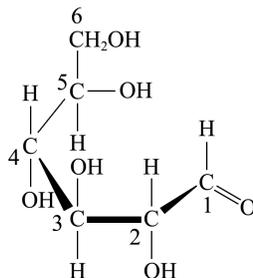
B 解析: 题图中可知有 4 种化学环境不同的氢原子。分析选项可得 A 项有 2 种不同化学环境的氢原子, B 项有 4 种不同化学环境的氢原子, C 项有 2 种不同化学环境的氢原子, D 项有 3 种不同化学环境的氢原子。

4. 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。

5. 下列关于链状葡萄糖(结构如图所示)的叙述错误的是 ()



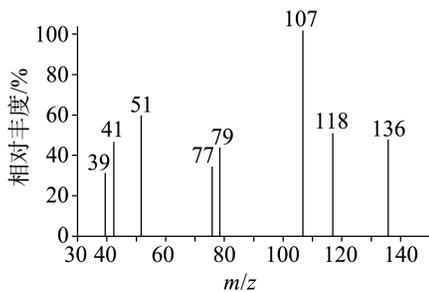
- A. 分子中含有 σ 键和 π 键两种共价键
 B. 分子间存在氢键, 使其熔、沸点较高
 C. 分子质谱图中质荷比最大值为 180
 D. 分子中存在羟基和羰基两种官能团

D 解析: 分子中存在的单键为 σ 键, 双键中有 π 键, 有两种共价键, A 正确; 链状葡萄糖中存在 $-\text{OH}$, 可以形成分子间氢键, 使其熔、沸点较高, B

正确;该物质的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,该分子的质谱图中质荷比最大值为 180,C 正确;分子中存在羟基和醛基两种官能团,D 错误。

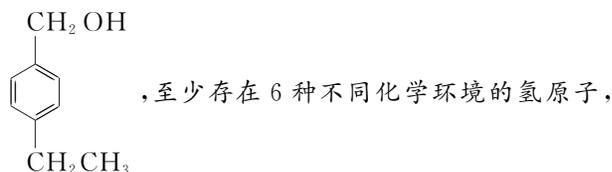
B组 应用·实践

6. 只含 C、H、O 三种元素的某有机物的质谱图如图所示。从碎片峰看,有 m/z 为 77、51、39 等峰,说明化合物中有苯环;有 m/z 为 107 的峰,说明化合物中有一 C_2H_5 ;有 m/z 为 118 的峰,说明化合物有醇羟基。下列说法正确的是 ()



- A. 该化合物的相对分子质量为 107
 B. 该化合物的分子式为 $C_9H_{10}O$
 C. 该化合物中至少存在 7 种不同化学环境的氢原子
 D. 该化合物的结构简式可能为 $C_6H_5CH(OH)CH_2CH_3$

D 解析:质谱图中质荷比最大的吸收峰对应数值是其相对分子质量,该化合物的相对分子质量为 136,A 错误;分子式为 $C_9H_{10}O$ 的化合物的相对分子质量为 134,B 错误;该化合物可能为苯环上的一取代物,还可能为苯环上的二取代物,如



C 错误; $C_6H_5CH(OH)CH_2CH_3$ 的相对分子质量为 136,且符合题干图示的碎片的质荷比,D 正确。

7. 经元素分析仪测得有机物 A 由 C、H、O 三种元素组成,A 的质谱、红外光谱、核磁共振氢谱图如下所示。下列关于 A 的说法不正确的是 ()

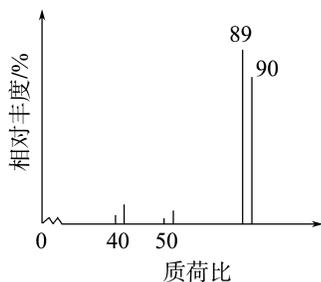


图1 物质A的质谱图

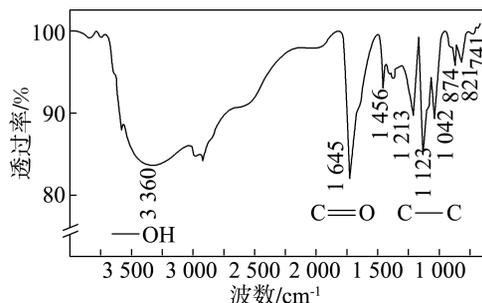


图2 物质A的红外光谱图

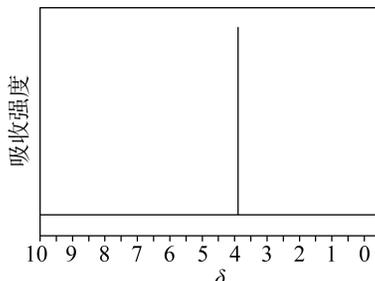
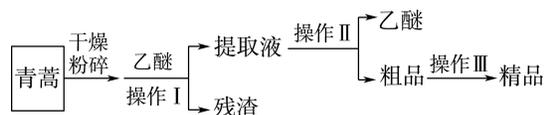


图3 物质A的核磁共振氢谱

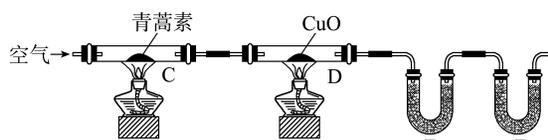
- A. 所有的原子可能在同一个平面上
 B. 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应放出 CO_2
 C. 能与 H_2 发生加成反应
 D. 能与酸性 $KMnO_4$ 溶液反应

C 解析:由质谱图可知,有机物 A 的相对分子质量为 90,由核磁共振氢谱可知,A 有 1 种等效氢原子,根据红外光谱可知,A 含有一 OH 、 $C=O$ 、 $C-C$,只含 C、H、O 三种元素,A 分子中有 2 个羧基,结构简式为 $HOOC-COOH$,羧基是平面结构,单键可以旋转,所有的原子可能在同一个平面上,A 正确;有机物 A 含羧基,能与 $NaHCO_3$ 溶液反应放出 CO_2 , $HOOC-COOH$ 中碳元素的化合价是 +3 价,能被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化,不能与 H_2 发生加成反应,B、D 正确,C 错误。

8. 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。③E 管质量增加 $42.4\text{ g} - 22.6\text{ g} = 19.8\text{ g}$,则 $m(\text{H}) = 19.8\text{ g} \times \frac{2}{18} = 2.2\text{ g}$,F 管质量增加 $146.2\text{ g} - 80.2\text{ g} = 66\text{ g}$,则 $m(\text{C}) = 66\text{ g} \times \frac{12}{44} = 18\text{ g}$,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 $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$

迁·移·应·用

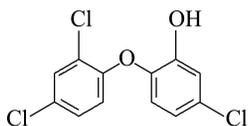
学习目标

- 1.能说出有机化合物常见的分类方法及其官能团名称。
- 2.掌握有机化合物的分离、提纯方法。
- 3.知道红外光谱、核磁共振氢谱等现代仪器分析方法在有机化合物分子结构测定中的应用。

活动一 有机化合物的结构特点

任务探究

三氯生,学名为“二氯苯氧氯酚”,是一种广谱抗菌剂,广泛用于肥皂、牙膏、空气清新剂等日用品中。家庭中常见洗手液产品的有效成分三氯生的分子结构如图所示:



探究思考

- 1.三氯生中含氧官能团的名称是什么?依据碳骨架分类,三氯生属于哪种类别?
- 提示:羟基、醚键;芳香烃衍生物。
- 2.三氯生分子的核磁共振氢谱有几组峰?峰面积的比值是多少?

提示:7:1:1:1:1:1:1:1。

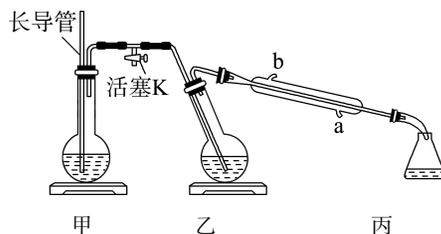
学习总结

有机化合物的结构特点	碳原子的成键特点	<ul style="list-style-type: none"> 碳原子一般与其他原子形成共价键 碳原子可以形成碳碳单键、碳碳双键、碳碳三键 多碳原子化合物形成碳链,还可以形成碳环
	同分异构现象	<ul style="list-style-type: none"> 概念:物质具有相同的分子式,不同结构的现象 书写:主链由长到短,支链由整到散,位置由心到边
	种类	<ul style="list-style-type: none"> 碳架异构 位置异构 官能团异构

活动二 有机化合物的分离、提纯

任务探究

精油是从植物的花、叶、茎、根或果实中,通过水蒸气蒸馏法、挤压法、冷浸法或溶剂提取法提炼萃取的挥发性芳香物质,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,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。

探究思考

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?

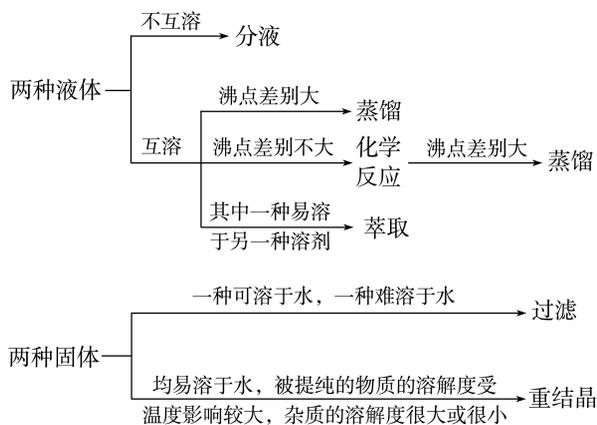
提示:当馏出液无明显油珠、澄清透明时,说明蒸馏完成;应先打开活塞 K,然后停止加热。

2.甲装置中的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,防止导管堵塞引起爆炸;萃取、分液后再蒸馏。

学习总结

混合物分离、提纯方法选择的依据



活动三 确定有机化合物的分子结构

任务探究

酒石酸是一种羧酸,存在于多种植物中,是葡萄酒中主要的有机酸之一。作为食品中添加的抗氧化剂,可以使食物具有酸味。酒石酸最大的用途是作饮料添加剂,酒石酸也是药物工业原料。

探究思考

1.如何确定酒石酸中是否含有碳、氢元素?

提示:用化学方法鉴定有机物分子的元素组成,如有机物燃烧后 C 生成 CO_2 、H 生成 H_2O 。

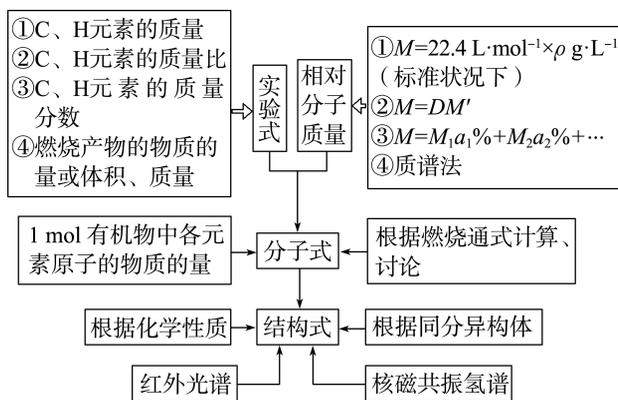
2.确定有机物组成和结构的谱图分别提示什么信息?

提示:质谱图:最大值为有机物的相对分子质量;红

外光谱图:化学键、官能团的类型;核磁共振氢谱:不同化学环境的氢原子种类及它们的相对数目。

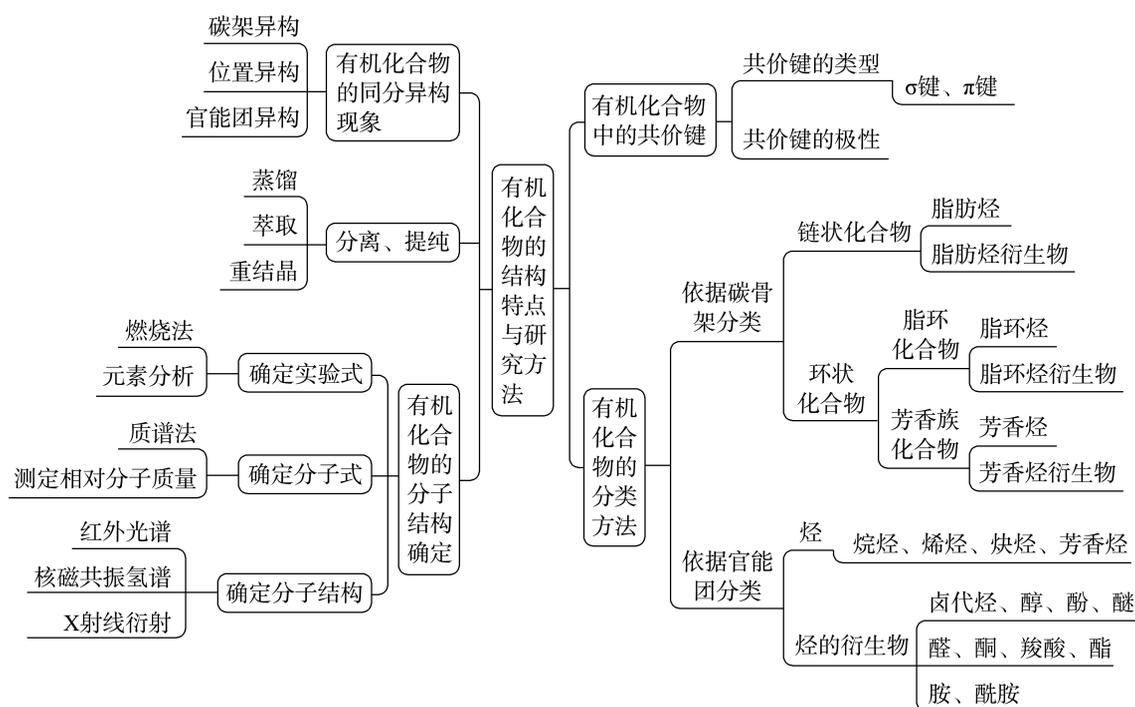
学习总结

有机化合物分子结构的确定流程



重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

一、生活中的染发剂

染发剂中普遍含有对苯二胺，其化学式为 $C_6H_8N_2$ ，也是一种有广泛应用的中间体，可用于制取偶氮染料、高分子聚合物，也可用于生产毛皮染色剂、橡胶防老剂和照片显影剂。

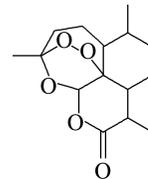
对苯二胺还是常用的检验铁和铜的灵敏试剂。对苯二胺会使易过敏的人出现发痒、水肿、气喘、贫血等症状，另外它还具有致癌作用，因此应慎用染发剂。

[交流研讨] 对苯二胺的相对分子质量是多少？对苯二胺中碳、氢、氮原子的个数比及质量比是多少？

二、提取青蒿素的方法

我国科学家屠呦呦从黄花蒿茎叶中分离提取出具有抗疟活性的青蒿素，青蒿素成为治疗疟疾的首选药物，屠呦呦因此荣获诺贝尔奖。青蒿素为无色针状晶体，在甲醇、乙醇、乙醚、石油醚中可溶解，在水中几乎不溶，熔点为 $156\sim 157\text{ }^\circ\text{C}$ ，热稳定性差。提取青蒿素的方法之一是以萃取原理为基础，主要有乙醚萃取法和汽油浸取法。

[交流研讨] 青蒿素的结构简式如图所示，青蒿素分子中含有哪些官能团？它是否属于芳香族化合物？青蒿素可以使湿润的淀粉碘化钾试纸变蓝，依据此现象在其结构简式上圈出对应的基团。

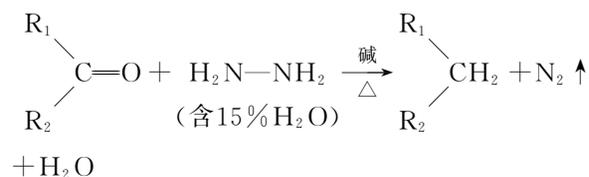


单元测试卷(一)

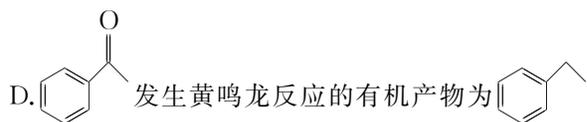
(考查范围:第一章 时间:90分钟 分值:100分)

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。

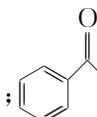
1.黄鸣龙反应是我国化学家对传统的醛或酮与肼反应方法的创造性改进,过程如图所示。下列说法错误的是 ()

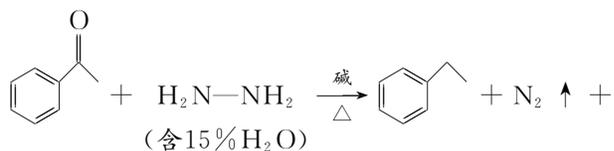


- A.可使用质谱仪测定产物的相对分子质量
B.反应过程中有机化合物的羰基转化为醛基
C.肼分子间存在氢键,传统方法中肼难以通过蒸馏法获得



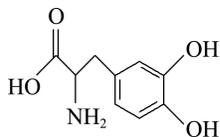
B 解析:质谱仪通过质荷比确定相对分子质量,A正确;反应过程中有机化合物的羰基转化为一CH₂—,生成物不含醛基,B错误;肼分子间存在氢键,肼的沸点较高,难以通过蒸馏法获得,C正确;

D 解析:  发生黄鸣龙反应的化学方程式为



H₂O,D正确。

2.左旋多巴可用于改善运动迟缓,其结构简式如图所示,其中不含有的官能团是 ()

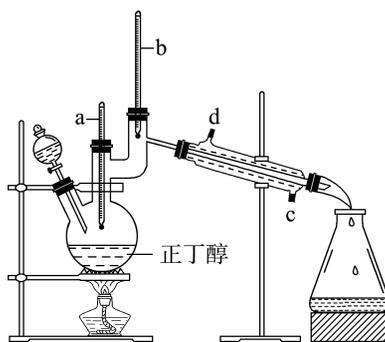


- A.羟基
B.氨基
C.酯基
D.羧基

C 解析:根据左旋多巴的结构简式可知,左旋多巴中含有羟基(—OH)、氨基(—NH₂)、羧基

(—COOH),不含有酯基(—COOR),故选C。

3.实验室可用稀硫酸酸化的 Na₂Cr₂O₇ 溶液氧化正丁醇制备正丁醛(反应温度为 90~95℃),实验装置和相关数据如下:



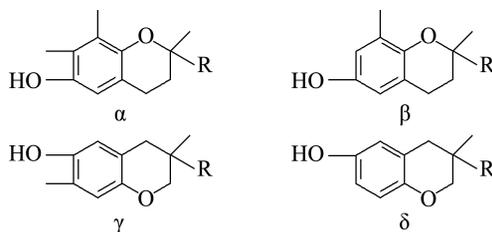
物质	沸点/℃	密度/(g·cm ⁻³)	水中溶解性
正丁醇	117.2	0.810 9	微溶
正丁醛	75.7	0.801 7	微溶

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℃

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℃,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:



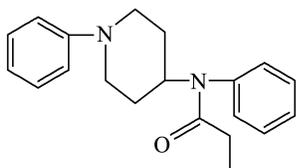
R 为 —CH₂CH₂CH₂[CH(CH₃)CH₂CH₂]₂CH(CH₃)₂, 则

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。

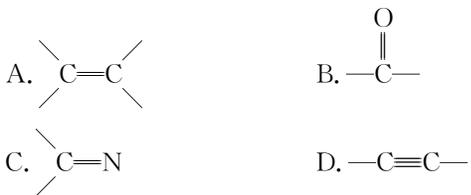
5. 芬太奴是医疗中使用的一种速效强力镇痛药,它可以通过抑制呼吸和血液循环进行止痛,使人感觉麻木,大量使用能使人昏迷乃至死亡。芬太奴的结构简式如图所示。下列关于芬太奴的说法正确的是 ()



- 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 $C_{20}H_{24}N_2O$
D. 芬太奴属于苯的同系物

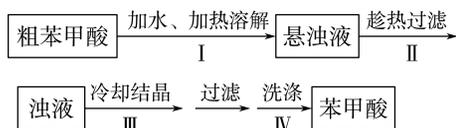
C 解析: 芬太奴分子中有2个苯环,A项错误;芬太奴分子中含有甲基,所有原子不可能共平面,B项错误;芬太奴不是苯的同系物,D项错误。

6. 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;碳和氧两种元素、碳和氮两种元素的原子形成的共价键都属于极性共价键,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正确。

7. 苯甲酸是一种常用的食品防腐剂。某实验小组设计粗苯甲酸(含有少量 NaCl 和泥沙)的提纯方案如下:



下列说法不正确的是 ()

- A. 操作 II 趁热过滤的目的是除去泥沙和 NaCl
B. 操作 I 中依据苯甲酸的溶解度估算加水量
C. 操作 III 缓慢冷却结晶可使析出的晶体颗粒大、纯度高
D. 操作 IV 用冷水洗涤晶体可减少溶解损失

A 解析: 操作 II 趁热过滤的目的是除去泥沙,同时防止苯甲酸结晶析出,NaCl 含量少不结晶析出,A 错误;操作 I 中为减少能耗和苯甲酸的溶解损失,可依据苯甲酸的大致含量、溶解度估算加水量,B 正确;操作 III 缓慢冷却结晶,可形成较大的苯甲酸晶体颗粒,同时可减少杂质被包裹在晶体颗粒内部,C 正确;苯甲酸微溶于冷水,易溶于热水,操作 IV 可用冷水洗涤晶体,既可去除晶体表面吸附的杂质离子,又能减少溶解损失,D 正确。

8. 使用现代分析仪器对有机化合物 A 的分子结构进行测定,相关结果如图所示。下列有关说法正确的是 ()

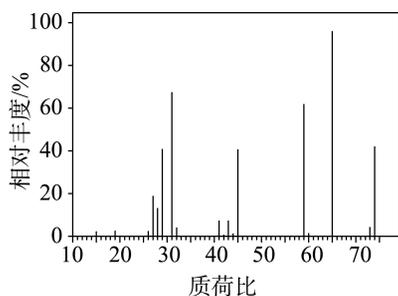


图1 质谱图

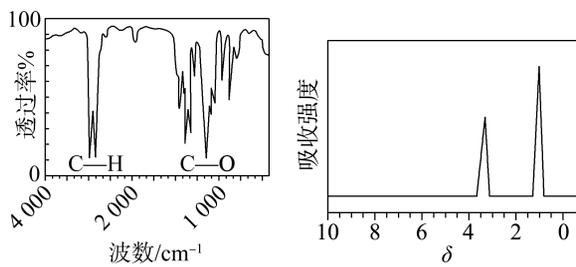


图2 红外光谱

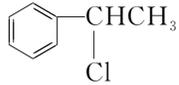
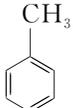
图3 核磁共振氢谱

- A. 由质谱图可知该有机物的相对分子质量为 65
B. 由红外光谱可获得该有机物官能团为碳氧键
C. 综合以上图像信息可知该有机物为乙醚
D. 有机化合物 A 的同类别的同分异构体只有 1 种

C 解析: 由质谱图可知该有机物的相对分子质量大约为 74,A 错误;由红外光谱可获得该有机物分子中含有 C—H、C—O,官能团为醚键,B 错误;该有机物为醚,据相对分子质量,由商余法可确定分子式为 $C_4H_{10}O$,核磁共振氢谱有 2 组峰,则含 2 种不同化学环境的氢原子,该有机物为乙醚,C 正确;有机化合物 A 的同类别同分异构体可能为

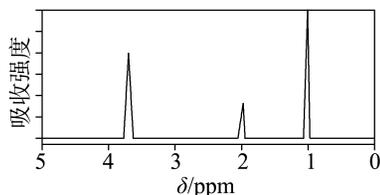
$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3-\text{O}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ ，
共2种(不包括自身)，D错误。

9. 下列物质的核磁共振氢谱图中，有5组吸收峰的是 ()

- A. $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{| \text{C}}}-\text{CH}_2\text{Cl}$
- B. 
- C. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_2\text{CH}_3$
- D. 

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

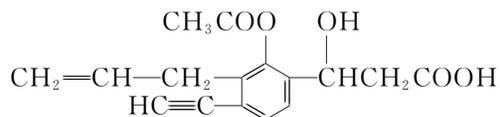
A 解析：由核磁共振氢谱可知，其分子中含有三种不同化学环境的氢原子，峰的面积之比等于氢原子个数之比，但不能确定具体个数，B、C正确； $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 有2种不同化学环境的氢原子，A错误；由A的分子式 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ 可知，其同分异构体有6种： $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ 、

$\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{C}}}-\text{CHO}$

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

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ 、 $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 或 $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$ ，D正确。

11. 某有机化合物的结构如下所示：



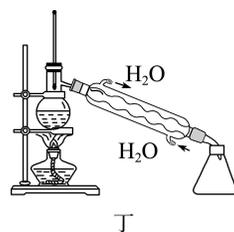
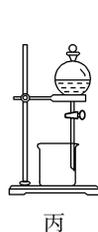
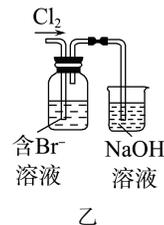
下列关于该有机化合物的说法错误的是 ()

- 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. 一种从含 Br^- 废水中提取 Br_2 的过程，包括过滤、氧化、用正十二烷萃取及蒸馏等步骤。已知：

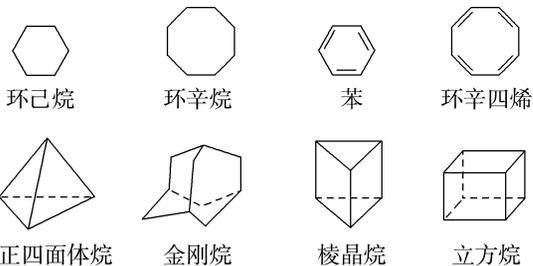
物质	Br_2	CCl_4	正十二烷
密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	3.119	1.595	0.753
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	58.78	76.5	215~217



醛分子中,醛基上有1种氢原子,苯环上有4种氢原子,甲基上有1种氢原子,共有6种不同化学环境的氢原子,D错误。

二、非选择题:本题共4小题,共55分。

16.(12分)下列是八种环状的烃类物质:

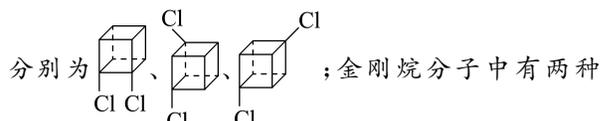


(1)上述有机物中,互为同系物的有_____和_____ (填名称),互为同分异构体的有_____和_____,_____和_____ (填写名称)。

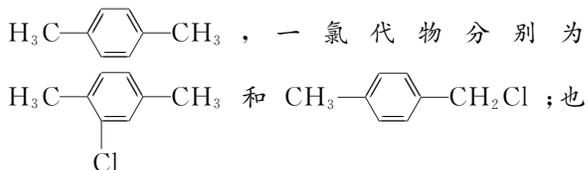
(2)正四面体烷的二氯取代产物有_____种;立方烷的二氯取代产物有_____种;金刚烷的一氯取代产物有_____种。

(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):_____。

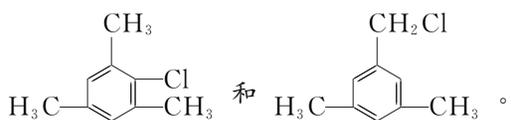
解析:(1)同系物指结构相似,分子组成上相差一个或若干个 CH_2 原子团的有机化合物,因此环己烷与环辛烷互为同系物;同分异构体指分子式相同,结构不同的有机化合物,因此苯与棱晶烷(分子式均为 C_6H_6),环辛四烯与立方烷(分子式均为 C_8H_8)互为同分异构体。(2)正四面体烷结构对称,只有一种氢原子,故二氯代物只有一种;立方烷分子中只有一种氢原子,但其二氯代物有3种,



氢原子,其一氯代物有2种。(3)符合条件的可为

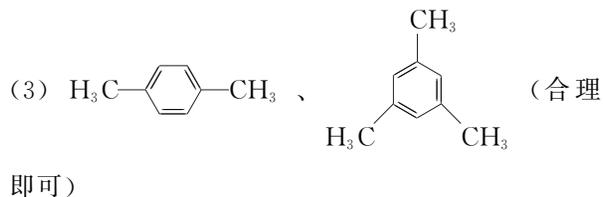


可为 ,一氯代物分别为



答案:(1)环己烷 环辛烷 苯 棱晶烷 环辛四烯 立方烷

(2)1 3 2



17.(14分)(1)苯甲酸可用作食品防腐剂,常用重结晶的方法进行提纯。

①某化学兴趣小组对含有少量氯化钠和泥沙的粗苯甲酸进行提纯,其操作步骤如下:加热溶解,_____,冷却结晶。

②苯甲酸的结构简式为 ,每个苯甲酸分子中采用 sp^2 杂化的碳原子有_____个。

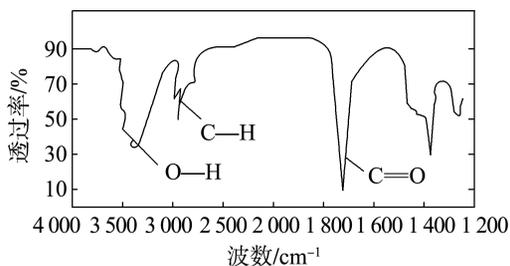
(2)有机物A可用作食用香料。某研究性学习小组为确定有机物A的结构,进行如下探究。

步骤一:将有机物A蒸气通过热的氧化铜催化氧化成 CO_2 和 H_2O ,再用装有无水 CaCl_2 和固体 NaOH 的吸收管完全吸收。1.32 g有机物A的蒸气氧化生成2.64 g CO_2 和1.08 g H_2O 。

步骤二:取有机物A样品进行质谱分析,其质谱图中最大质荷比为88。

步骤三:用核磁共振仪测出有机物A的核磁共振氢谱中有4组峰且峰面积比为1:3:1:3。

步骤四:利用红外光谱仪测得有机物A分子的红外光谱如图2所示。



①请写出有机物A的实验式:_____。

②请确定有机物A的结构简式:_____,其官能团的名称为_____。

③羧酸类有机物M的分子比有机物A的分子多一个 CH_2 ,那么M的结构可能有_____种。

解析:(1)①苯甲酸用重结晶的方法进行提纯,涉及的操作有加热溶解、趁热过滤、冷却结晶。②苯甲酸中含有苯环和羧基,采用 sp^2 杂化的碳原子有7个。(2)①1.32 g有机物A的蒸气氧化生成2.64 g

CO₂ 和 1.08 g H₂O, 则有机物 A 中 $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \frac{2.64 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.06 \text{ mol}$, $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times \frac{1.08 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.12 \text{ mol}$, $m(\text{C}) + m(\text{H}) = 0.06 \text{ mol} \times 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} + 0.12 \text{ mol} \times 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.84 \text{ g} < 1.32 \text{ g}$, 该化合物含有氧元素, $n(\text{O}) = \frac{1.32 \text{ g} - 0.84 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.03 \text{ mol}$, $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0.06 \text{ mol} : 0.12 \text{ mol} : 0.03 \text{ mol} = 2 : 4 : 1$, 实验式为 C₂H₄O。②有机物 A 的实验式为 C₂H₄O, 相对分子质量为 88, 分子式为 C₄H₈O₂, 核磁共振氢谱图中有 4 组峰, 则含有 4 种不同化学环境的氢原子, 且个数比为 1 : 3 : 1 : 3, 由红外光谱图可知, 有机物 A 含有 C—H、H—O、C=O

等化学键, 其结构简式为 $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$, 官能团有羰基、羟基。③羧酸类有机物 M 的分子比有机物 A 的分子多一个 CH₂, 则 M 的分子式为 C₅H₁₀O₂, 可以写成 C₄H₉-COOH, 可能的结构为 CH₃CH₂CH₂CH₂COOH、(CH₃)₂CHCH₂COOH、CH₃CH₂CH(CH₃)COOH、(CH₃)₃CCOOH, 共 4 种。

答案: (1) ①趁热过滤 ②7 (2) ①C₂H₄O

② $\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 羰基和羟基 ③4

18. (14 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。

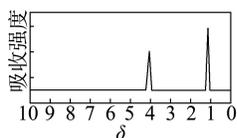


图 I

请回答下列问题:

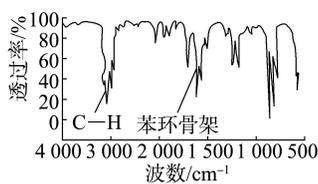


图 II

(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

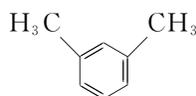
$\frac{7.04 \text{ g}}{44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.16 \text{ mol}$, 生成水的物质的量为

$\frac{1.80 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.1 \text{ mol}$, 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 C₈H₁₀, 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。

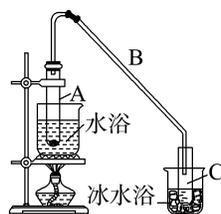
答案: (1) C₈H₁₀ $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$

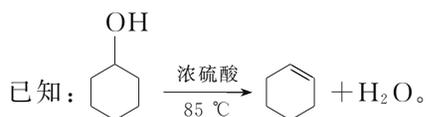
(2) 质谱法

(3) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$

(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

19. (15 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/(g·cm ⁻³)	熔点/°C	沸点/°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 _____。

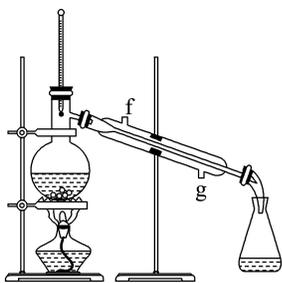
②试管 C 置于冰水浴中的目的是 _____。

(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. KMnO₄ 溶液 b. 稀硫酸 c. Na₂CO₃ 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 °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, KMnO₄ 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, Na₂CO₃ 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 °C,收集产品时,温度应控制在 83 °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 H₂,能区分; c 项,环己烯精品为纯净物,有固定沸点(83 °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

③83 °C c

(3) bc

单元概览

学习导航

烃,也称碳氢化合物,是有机化合物的一种。这种化合物只由碳和氢两种元素组成,其密度都比水小,都不溶于水,易溶于有机溶剂。根据结构的不同,烃可分为烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃等,它们是一些其他有机化合物的基体,也是构成有机化合物的母体。

在本章中,我们将以烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的代表物的性质推断一类物质的性质为主线进行学习。在本章中,我们将学习以下内容:

1. 烃的知识是学习有机化合物的基础,是学习有机合成的起点,认识烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的组成和结构特点,比较这些有机化合物的组成、结构和性质的差异,体会烃类物质在有机合成和化工生产中的重要作用。
2. 认识加成反应、取代反应的特点和规律,知道有机反应类型和有机化合物的组成、结构特点的关系。
3. 结合生产、生活实际研究某些烃对环境和健康可能产生的影响,体会“绿色化学”思想在有机合成中的重要意义,关注有机化合物的安全使用。

本章我们将从“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等视角,探究烃的组成和结构特点,了解不同类型有机反应的特征和规律,了解有机反应类型与有机化合物的组成、结构特点的关系。

学习目标

1. 能根据烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的组成和结构特点,比较它们在性质上的差异,并能举例说明烃类物质在有机合成和有机化工中的重要作用。
2. 能准确判断取代反应、加成反应,并归纳有机反应的特征和规律。
3. 通过对有机化合物命名的学习,建立认知模型,能正确命名简单的有机化合物。
4. 结合石油化工,了解化学在生产中的具体应用,总结生活中天然气、液化石油气、汽油、柴油的安全使用等对环境和健康可能产生的影响。

核心概念

烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃的组成和结构特点决定其能发生的反应的类型。烃中碳原子的饱和度和化学键的类型是预测化学反应中烃分子可能断键的部位与能发生的反应的类型的主要依据。

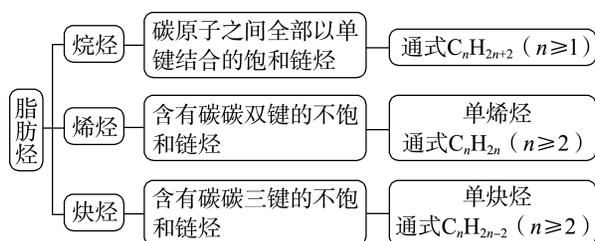
学法指导

1.要充分利用必修第二册所学的有机化合物的知识。甲烷、乙烯的结构和性质,以及烃的结构的知识,都是学习烷烃、烯烃、炔烃及芳香烃的重要基础。我们学习本章时,要对必修第二册中有机化合物的组成、结构和性质等知识进行复习和整理。

2.要学会用“代表物”的性质学习一类物质的性质。以烃类的典型代表物的结构特点、官能团、重要反应为认知载体,类比迁移学习一类有机化合物的性质,构建有机化合物“结构决定性质,性质反映结构”的思维模型。

3.要学会建立化学知识模型。通过对有机化合物命名的学习,建立认知模型,从而正确命名简单的有机化合物。

4.通过结构化的化学知识解决问题。我们要学会用思维导图建构知识体系,通过思维导图将知识联系起来,形成体系。烷烃、烯烃、炔烃的结构特点和组成通式可建构以下思维导图:



单元任务

随着地球上化石燃料日趋枯竭,寻求更安全、环保、经济的替代燃料成为社会发展的必需。传统液体燃料汽油的主要成分是长链脂肪烃,石油及天然气的重要成分一般都是脂肪烃。 $C_1 \sim C_5$ 低碳脂肪烃为石油化工的基本原料。

早期的研究发现光合生物蓝藻中存在一条代谢途径,可以直接利用光能合成长链脂肪烃,不需要额外碳源,但是效率较低,对该途径进行改造以获得能够高效产烃的蓝藻,是开发清洁生物能源的一条可行的途径。

请思考以下问题并与同学交流讨论:

- 1.脂肪烃是指分子中不含苯环的烃,烷烃属于脂肪烃,烷烃的通式是什么?
- 2.乙烯生成聚乙烯的反应属于什么反应? 乙烯的官能团是什么?

探 · 究 · 构 · 建

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。

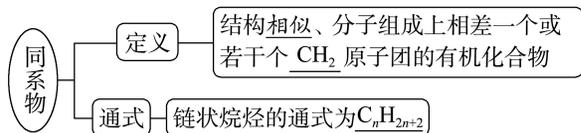
(2) 分类:烃可分为烷烃、烯烃、炔烃和芳香烃等,代表物分别为甲烷、乙烯、乙炔和苯。

2. 烷烃的结构和通式

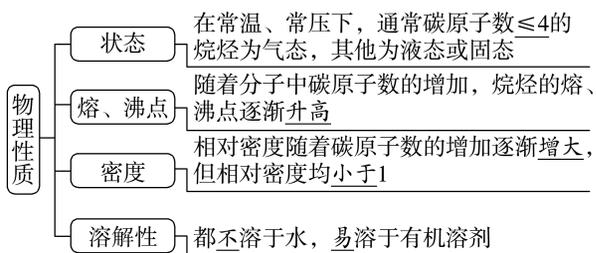
(1) 结构

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

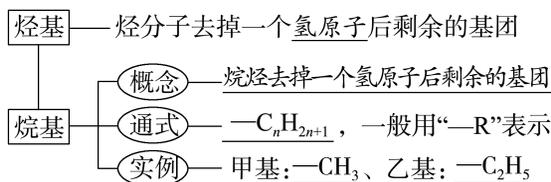
在光照条件下,乙烷与氯气反应生成一氯乙烷的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{光照}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{HCl}$ 。烷烃发生取代反应的条件是纯卤素单质、光照。

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
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	异丁烷
戊烷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	正戊烷
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	异戊烷
	$\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	新戊烷

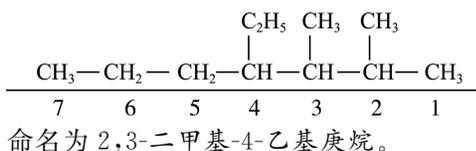
(2) 烷烃的同分异构体的化学性质相似, 物理性质有差异, 一般情况下, 烷烃的同分异构体中, 支链越多其沸点越低。

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个数

例如:



(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 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 2 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 3 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. 生活中的一些常见物质, 如天然气、液化石油气、凡士林、石蜡等, 它们的主要成分都是烷烃。下列有关烷烃的说法正确的是 ()

- ① 在烷烃分子中, 所有的化学键都是单键
- ② 烷烃中除甲烷外, 很多都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- ③ 分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃不一定是烷烃
- ④ 所有的烷烃在光照条件下都能与氯气发生取代

反应

⑤ 光照条件下, 乙烷通入溴水中, 可使溴水褪色

⑥ 所有的烷烃都可以在空气中燃烧

- A. ①②③⑥ B. ①④⑥
C. ②③④ D. ①②③④⑤

B 解析: 烷烃分子中只存在 C—C 单键 (CH_4 除外) 和 C—H 单键, 故①正确; 烷烃性质稳定, 不能被酸性 KMnO_4 溶液氧化, 故②错误; 分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 的烃一定是烷烃, 故③错误; 烷烃的饱和碳原子上的氢原子在一定条件下被氯原子取代, 所以烷烃在光照条件下都能与氯气发生取代反应, 故④正确; 乙烷与溴水不能发生化学反应, 故⑤错误; 烷烃中含碳、氢元素, 可以在空气中燃烧, 故⑥正确。

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. 若要使 0.5 mol CH_4 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

C 解析: 0.5 mol CH_4 完全与 Cl_2 反应生成 CH_3Cl 、 CH_2Cl_2 、 CHCl_3 、 CCl_4 的物质的量均为 0.125 mol, 被取代的氢原子的物质的量为 $(1+2+$

$3+4) \times 0.125 \text{ mol} = 1.25 \text{ mol}$, 发生取代反应时, 每有 1 mol 氢原子被取代, 消耗 1 mol Cl_2 , 故该反应需要氯气的物质的量为 1.25 mol。

4. 烷烃与氯气的取代反应属于常见的自由基反应, 其中甲烷的氯代反应的部分历程如下。

① 引发: $\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Cl} \cdot + \text{Cl} \cdot$;

② 链反应: $\text{Cl} \cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \cdot \text{CH}_3 + \text{HCl}$, $\cdot \text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{Cl} \cdot + \text{CH}_3\text{Cl}$ 等;

③ 终止: $\text{Cl} \cdot + \text{Cl} \cdot \longrightarrow \text{Cl}_2$, $\text{Cl} \cdot + \cdot \text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$ 等。

以下说法错误的是 ()

A. 引发时可以通过热辐射、光照等条件

B. 链反应可以反复进行

C. 产物中将出现 CH_3CH_3

D. 有机产物只有四种

解析: 烷烃发生卤代反应条件为光照, 所以引发时可以通过热辐射、光照等方式引发反应, 故 A 正确; 依据反应历程可知 $\text{Cl} \cdot$ 在链反应中先消耗后生成, 所以链反应可以反复进行, 故 B 正确; 两个 $\cdot \text{CH}_3$ 可以结合生成 CH_3CH_3 , 故 C 正确; 甲烷与氯气发生取代反应的有机产物有五种 (包括 CH_3CH_3), 故 D 错误。

任务总结

卤代反应的特点

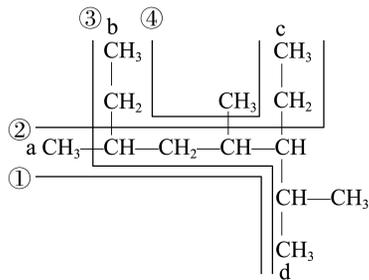
反应条件	光照(放在光亮处, 日光直射会发生爆炸)
反应物	纯净的卤素单质(烷烃与卤素单质的水溶液不反应)
化学键变化	断键: $\text{C}-\text{H}$ 和 $\text{X}-\text{X}$ 成键: $\text{C}-\text{X}$ 和 $\text{H}-\text{X}$
取代特点	烷烃分子中的氢原子被卤素原子逐步取代, 且往往是各步反应同时发生
产物特点	种类 多种卤代烷烃的混合物, HX 的物质的量最多
	产物的量 ① 根据碳元素守恒, 烷烃的物质的量等于所有卤代烷烃的物质的量之和 ② 根据取代反应的特点, 有机化合物中卤素原子的物质的量等于 HX 的物质的量等于卤素单质的物质的量, 即 $n(\text{X}_2) = n(\text{一卤代物}) + 2n(\text{二卤代物}) + 3n(\text{三卤代物}) + \dots = n(\text{HX})$

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 $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$, 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?

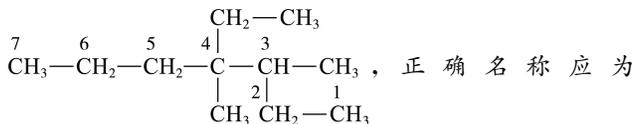
提示: 选取③号碳链为主链。①②号碳链为主链有 7 个碳原子, ③④号碳链为主链有 8 个碳原子; ③号碳链有 4 个支链, ④号碳链有 3 个支链。

活动 2 写出该有机物的名称。

提示: 2,4,6-三甲基-3-乙基辛烷。

活动 3 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. $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 1-乙基丙烷

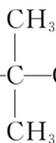


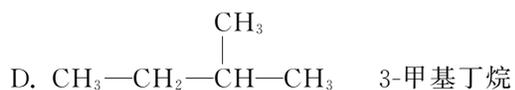
B. $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$



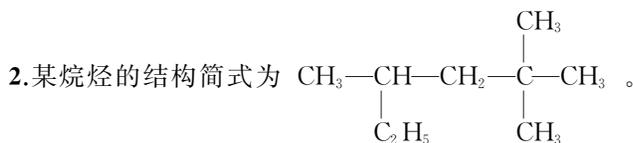
2,4-甲基己烷

C. $\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3$ 2,2-二甲基丙烷





C 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。

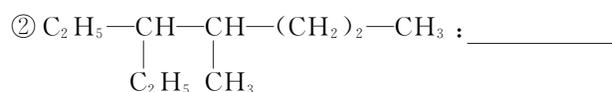
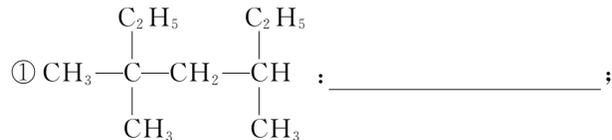


甲、乙、丙、丁四位同学对其命名依次为2,2-二甲基-4-乙基戊烷; 4,4-二甲基-2-乙基戊烷; 3,5,5-三甲基己烷; 2,2,4-三甲基己烷。下列对四位同学命名的评价, 正确的是 ()

- A. 甲的命名主链选择是正确的
B. 乙的命名是正确的
C. 丙的命名编号是错误的
D. 丁的命名是错误的

C 解析: 主链上的碳原子数应为6, A错误; 乙的命名是错误的, 选取的主链不是最长的, B错误; 丙的命名编号是错误的, 没有满足取代基编号之和最小, 取代基的位次应该为“2,2,4”, C正确; 丁的命名是正确的, D错误。

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:

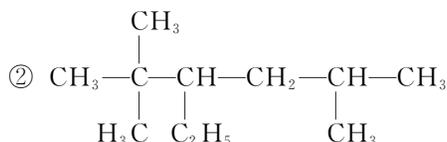
① 2,4-二甲基戊烷: _____;

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。

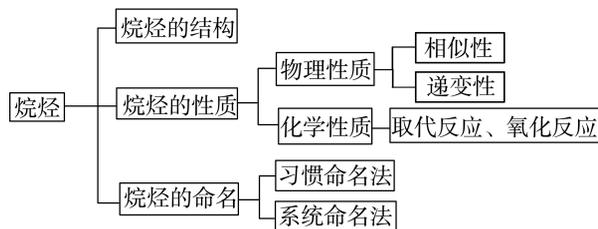
① 必须用2,3,4等阿拉伯数字表示取代基位置且位次和最小, 即使同一个碳原子上连有两个相同取代基也不能省略。数字之间用“,”隔开。

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



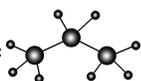
课后素养评价(三)

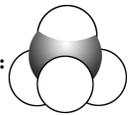
A组 学习·理解

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: $\text{H}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:\text{H}$

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。

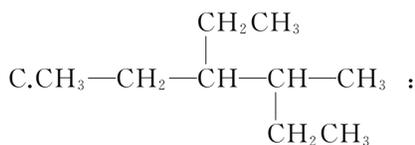
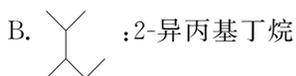
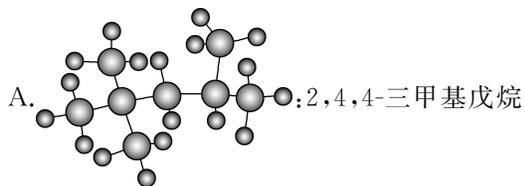
3. 在光照的条件下, 将 1 mol 甲烷与一定量的氯气充分混合, 经过一段时间, 甲烷和氯气均无剩余, 生成一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳和氯化氢。若已知生成的二氯甲烷、三氯甲烷、四氯化碳的物质的量分别为 a mol、 b mol、 c mol, 该反应中消耗的氯气的物质的量是 ()

- 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

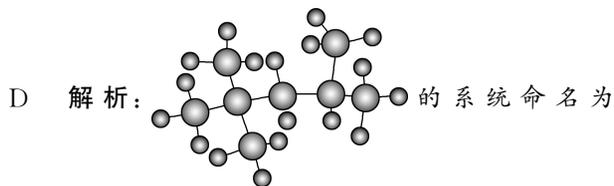
4. 下列有机物的系统命名正确的是 ()



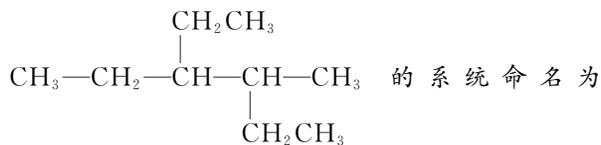
2,3-二乙基戊烷



2,3,4-三甲基戊烷

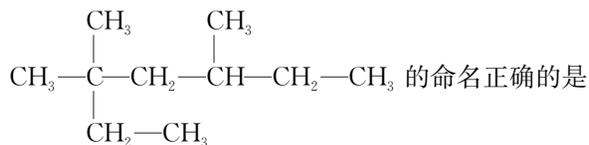


2,2,4-三甲基戊烷, A 项错误;  的系统命名为 2,3-二甲基戊烷, B 项错误;



3-甲基-4-乙基己烷, C 项错误。

5. 根据系统命名法, 对烷烃

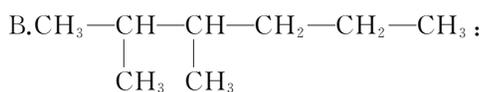
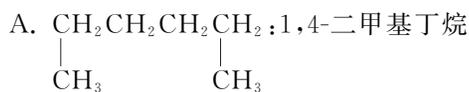


()

- 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。

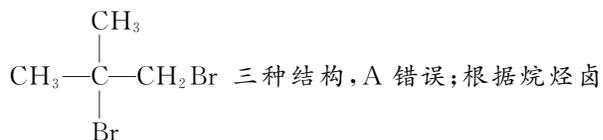
6. 有机物的种类繁多, 但其命名是有规则的。下列有机物命名正确的是 ()



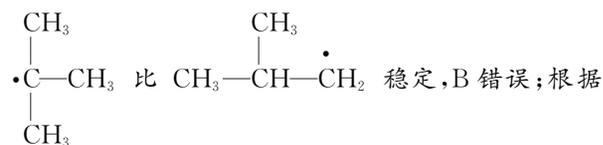
1,1,2-三甲基戊烷

卤代反应的关键步骤

D 解析: 异丁烷的二溴代物有



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



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。

10. 烷烃是一类具有广泛用途的有机化合物。从生活燃料到化工原料, 从机械工业到生物技术, 烷烃都扮演着重要的角色。

(1) 通过管道运输, 天然气可以为家庭提供热量。输送到家的天然气的主要成分是甲烷, 下列关于甲烷与氯气反应的说法错误的是_____ (填字母序号)。

- A. 反应类型为取代反应
- B. 产物 CH_3Cl 常温下为液体
- C. 产物 CH_2Cl_2 只有一种结构
- D. 产物 CCl_4 可作灭火剂

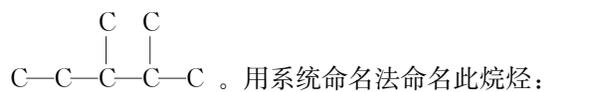
(2) 液化石油气通常使用的是丙烷和丁烷。

① 丙烷与丁烷的关系是互为_____。等物质的量的丙烷和丁烷完全燃烧后产生水的质量比为_____。

② 相同条件下, 下列烷烃的沸点最高的是_____ (填字母序号)。

- A. 丙烷
- B. 正丁烷
- C. 异丁烷
- D. 正戊烷

(3) 科学家致力于二氧化碳的“组合转化”技术的研究, 把过多二氧化碳转化为有益于人类的物质。二氧化碳“组合转化”的某烷烃的碳架结构为



_____ ; 此烷烃的一溴代物有 _____ 种。

解析: (1) 甲烷与氯气的反应中, Cl_2 分子中的氯原子替代了 CH_4 分子中的氢原子, 则反应类型为取代反应, A 正确; 常温下, 在反应产物中, 除 HCl 呈气态外, CH_3Cl 也为气体, B 错误; CH_4 为正四面体形结构, 产物 CH_2Cl_2 也为四面体形结构, 则只有一种结构, C 正确; 产物 CCl_4 不能支持燃烧, 可作灭火剂, D 正确。

(2) ① 丙烷的分子式为 C_3H_8 , 丁烷的分子式为 C_4H_{10} , 二者的关系是互为同系物。等物质的量的丙烷和丁烷完全燃烧后, 产生水的物质的量之比为 4:5, 则质量比为 4:5。② 相同条件下, 烷烃分子中碳原子数越多, 沸点越高, 相同碳原子数的烷烃, 支链越多, 沸点越低, 则沸点最高的是正戊烷, 故选 D。(3) 某烷烃碳

架结构为 $\begin{array}{c} \text{C} \quad \text{C} \\ | \quad | \\ \text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C} \end{array}$, 其主链上有 5 个碳原子, 另有两个甲基取代基, 则用系统命名法命名此烷烃为 2,3-二甲基戊烷; 此烷烃分子中有 6 种不同化学环境的氢原子, 则其一溴代物有 6 种。

答案: (1) B (2) ① 同系物 4:5 ② D

(3) 2,3-二甲基戊烷 6

第二节 烯烃 炔烃

学习任务目标

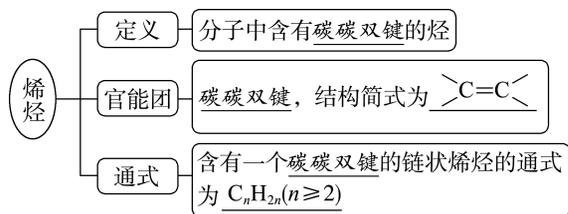
- 1.理解烯烃和炔烃的结构特点,能辨析物质类别与反应类型之间的关系。
- 2.熟知烯烃、炔烃的加成反应、氧化反应和加聚反应,知道鉴别烯烃、炔烃与烷烃的方法。
- 3.掌握乙炔的实验室制法。

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。

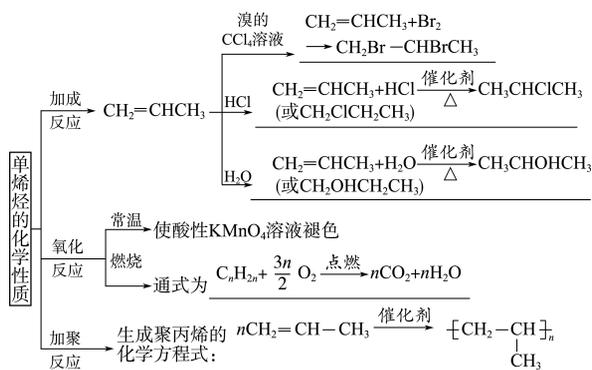
2.烯烃的物理性质

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。

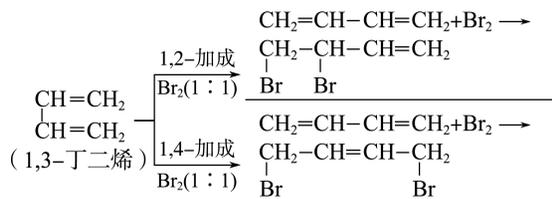
3.烯烃的化学性质

(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

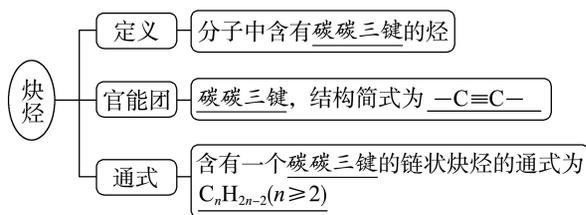
产生原因	通过碳碳双键连接的原子或原子团不能绕键轴旋转会导致其空间排列方式不同
存在条件	每个双键碳原子都连接了不同的原子或原子团
异构分类	顺式结构: 相同的原子或原子团位于双键的 <u>同侧</u> 反式结构: 相同的原子或原子团位于双键的 <u>两侧</u>

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

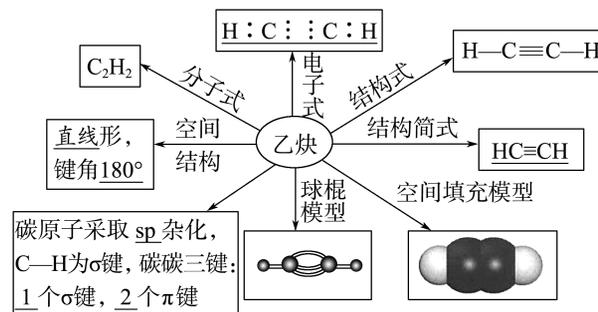


2. 最简单的炔烃——乙炔

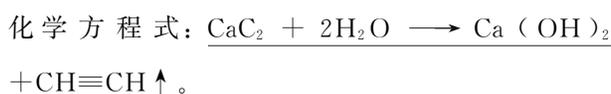
(1) 乙炔的物理性质

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

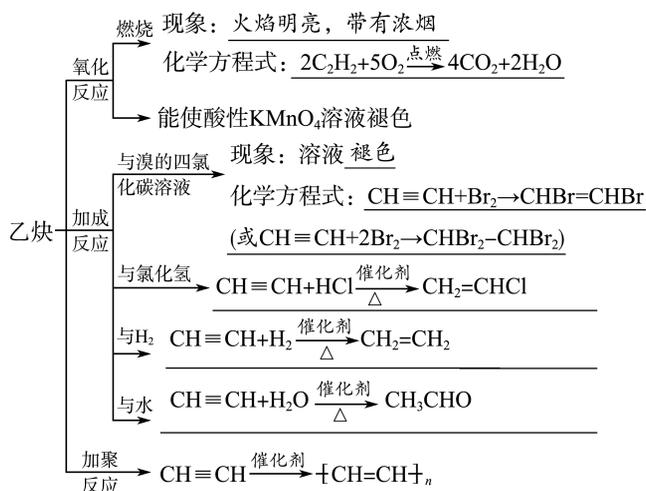
(2) 乙炔的结构



(3) 乙炔的实验室制法



(4) 乙炔的化学性质



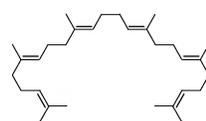
任务型课堂

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 结合乙炔的性质分析, 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

任务总结

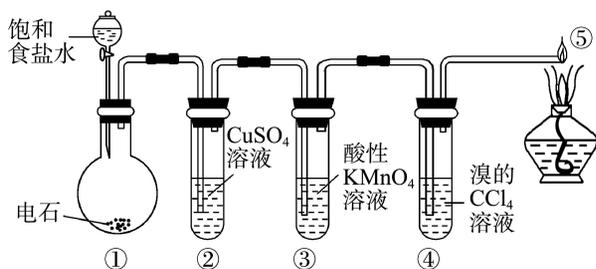
烯烃与炔烃的比较

比较项目	烯烃	炔烃	
通式	C_nH_{2n} ($n \geq 2$, 只含一个碳碳双键)	C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$, 只含一个碳碳三键)	
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		

任务二 乙炔的实验室制取

[探究活动]

乙炔的实验室制取及性质检验装置如图所示。



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。

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

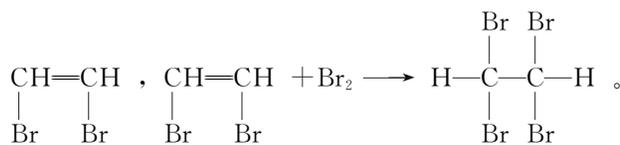
的速率, 让食盐水逐滴滴入。

活动 3 ②中 $CuSO_4$ 溶液的作用是什么? 还可以用什么试剂代替? ②和③位置能否互换?

提示: $CuSO_4$ 溶液的作用是除去乙炔中混有的 H_2S 等杂质气体, 还可用氢氧化钠溶液代替。②和③不可互换。乙炔中混有的 H_2S 等杂质气体也能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 对乙炔性质的检验产生干扰。

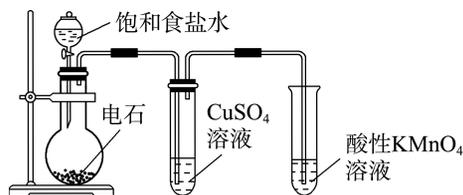
活动 4 反应后④中可能含有哪些有机物? 写出生成该有机物的化学方程式。

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]

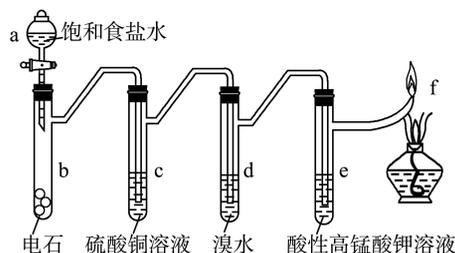
1. 如图所示为实验室制取乙炔并验证其性质的装置图。下列说法不合理的是 ()



- 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。

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

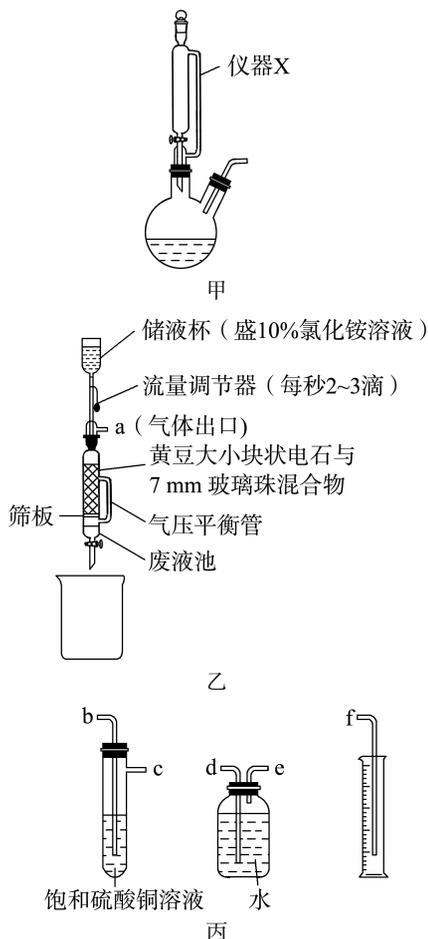
B. c 的作用是除去影响后续实验的杂质

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

C 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. 乙炔是制造乙醛、乙酸、苯、合成橡胶、合成纤维等的基本原料。实验室常用图甲所示的气体发生装置, 以饱和食盐水和电石(主要成分为 CaC_2 , 含少量 CaS 等杂质) 反应制备乙炔, 但在制备乙炔过程中会产生糊状 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀且放出大量热, 会遇到难以控制反应速率、无法控制反应进程、乙炔气流不平稳、泡沫随气体冲出堵塞导管、反应容器爆炸等问题, 利用图乙所示的滴液式气体发生器制备乙炔, 较好地解决了上述弊端。



回答下列问题:

(1) 图甲中仪器 X 的名称为 _____; 用饱和食盐水代替水与电石反应的目的是 _____。

(2) 用图乙装置制备乙炔时可做到随关随停, 若废液池中液面上升接近筛板时, 为保持对反应进程的控制, 应采取的操作是 _____。

(3) 氯化铵溶液与 CaC_2 反应的化学方程式为 _____; 若用盐酸代替氯化铵溶液反应, 会增大安全隐患, 原因是 _____。

(4) 图乙与图丙中的仪器连接可测量乙炔的产率, 接口的连接顺序为 a _____; 饱和硫酸铜溶液的作用是 _____。

(5) 在 25°C 和 101 kPa 的条件下进行乙炔产率测量实验, 已知气体摩尔体积约为 $24.5\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。称取电石质量为 1.0365 g (忽略杂质), 测得乙炔体积为 366 mL , 产率最接近 _____ (填字母序号)。

A. 70% B. 80% C. 92% D. 100%

解析: (1) 图甲中仪器 X 的名称为恒压滴液漏斗; 用饱和食盐水代替水与电石反应的目的是防止剧烈反应, 减小反应速率。(2) 若废液池中液面上升接近筛板时, 为保持对反应进程的控制, 应采取的操作是打开活塞使废液流到下方的烧杯中。(3) 氯化铵溶液与 CaC_2 反应的化学方程式为 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaC}_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$; 若用盐酸代替氯化铵溶液反应, 反应更加剧烈, 放热更多, 会增大安全隐患。(4) 图乙与图丙中的仪器连接可测量乙炔的产率, 接口的连接顺序为 abcdef; 饱和硫酸铜溶液的作用是吸收乙炔中混有的 NH_3 和 H_2S 。(5) 乙炔的理论产量为 $\frac{1.0365\text{ g}}{64\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}} \times 24.5\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1} \approx 0.397\text{ L}$, 产率为 $\frac{0.366\text{ L}}{0.397\text{ L}} \times 100\% \approx 92.2\%$ 。

答案: (1) 恒压滴液漏斗 防止剧烈反应, 减小反应速率

(2) 打开活塞使废液流到下方的烧杯中

(3) $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaC}_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$

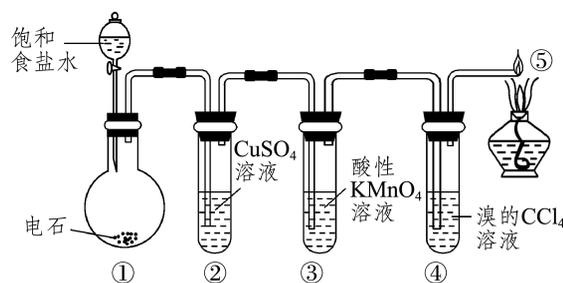
反应更加剧烈, 放热更多

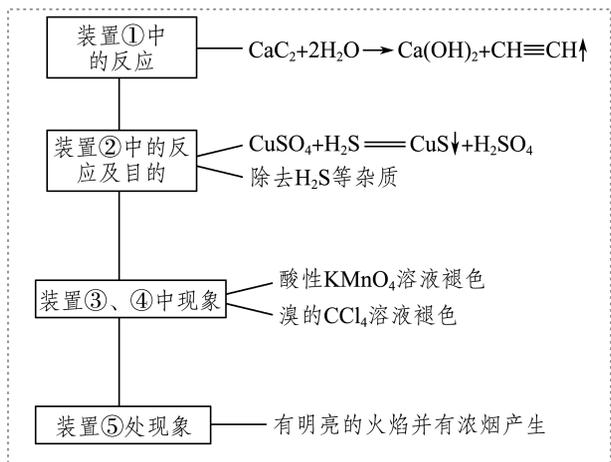
(4) bcdef 吸收乙炔中混有的氨气和硫化氢

(5) C

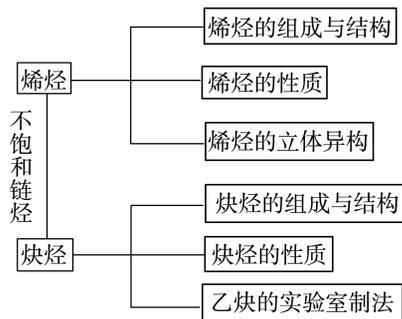
任务总结

实验室制取乙炔的反应原理及现象





► 提质归纳

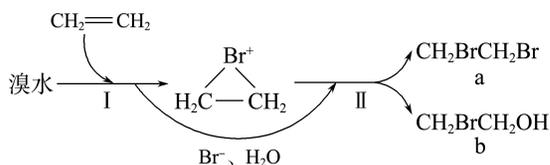


课后素养评价(四)

A组 学习·理解

知识点 1 烯烃的结构和性质

1. 将一定量乙烯通入饱和溴水(3.4%)中, 溴水快速褪色, 其反应历程如下:



已知: ①乙烯使溴的四氯化碳溶液褪色比该反应慢得多;

②最终该反应的 a、b 两种产物的含量分别为 10.2% 和 89.8%。

下列说法不正确的是 ()

A. 若将乙烯通入氯水中, 可以得到产物 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 和 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{OH}$

B. 反应 II 得到的两种产物的含量不同, 是由于水的浓度大于 Br^-

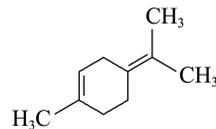
C. H_2O 的存在增大了反应速率

D. $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ 中所有原子的最外层均达到了稳定结构

B 解析: 根据类比, 则将乙烯通入氯水中, 得到产物 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 和 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{OH}$, A 正确; 活化能越小反应越快, 活化能越大反应越慢, 反应 II 得到的两种产物的含量不同, 是由于两者反应的活化能不同, 反应速率不同, B 错误; 已知乙烯使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色比该反应慢得多, Br_2 的 CCl_4 溶液中不含水, 而溴水中含有水, 则可能是 H_2O 的存在增大了反应速率, C 正确;

$\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$ 中氢原子最外层为 2 电子稳定结构, 碳、溴原子最外层为 8 电子稳定结构, 所有原子最外层均达到了稳定结构, D 正确。

2. 异松油烯可用于制作香精、防腐剂和工业溶剂等, 其结构简式如图所示。下列有关异松油烯的说法错误的是 ()



A. 分子式是 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$

B. 能发生加成、氧化、取代反应

C. 存在属于芳香烃的同分异构体

D. 核磁共振氢谱有 6 组吸收峰

C 解析: 由异松油烯的结构简式可知, 其分子式是 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}$, A 项正确; 分子中含有碳碳双键, 故能发生加成、氧化反应, 同时该有机物含有甲基, 故能发生取代反应, B 项正确; 该有机物分子的不饱和度为 3, 而含有苯环的化合物的不饱和度至少为 4, 故该有机物不存在属于芳香烃的同分异构体, C 项错误; 该分子内有 6 种不同化学环

境的氢原子, 如图所示: , 则其核磁共振氢谱有 6 组吸收峰, D 项正确。

知识点 2 烯烃的顺反异构

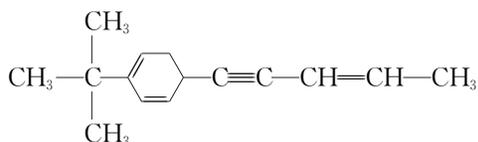
3. 下列有机化合物, 可形成顺反异构的是 ()

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。

4. 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

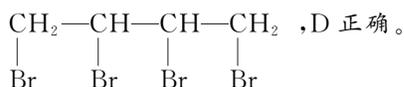
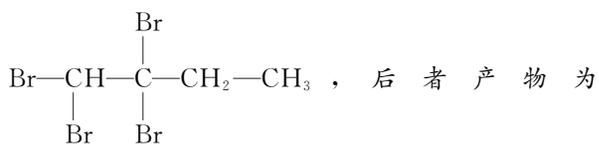
C 解析:1 mol 该化合物中含 1 mol 碳碳双键,A 错误;该有机化合物含有的碳碳双键两端的碳原子上均连接不同的原子或原子团,故存在顺反异构,B 错误;该化合物中含有的官能团有碳碳双键、碳碳三键,能发生加成、氧化和加聚反应,C 正确;1 mol 该化合物与足量 Br_2 的 CCl_4 溶液反应,最多消耗 3 mol Br_2 ,D 错误。

知识点 3 炔烃的结构和性质

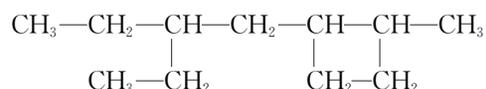
5. 下列各选项能说明分子式为 C_4H_6 的某炔是 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$,而不是 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 的事实是 ()

- 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

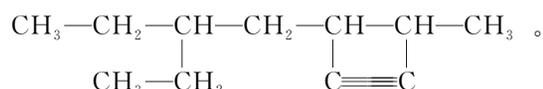
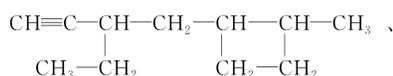


6. 含有一个碳碳三键的炔烃,氢化后的产物结构简式如图所示。此炔烃可能的结构简式有 ()



- 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各两个氢原子得两种炔烃:



B组 应用·实践

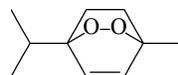
7. 表中列出了部分炔腈类化合物,下列有关说法正确的是 ()

名称	氰基乙炔	氰基丁二炔	?	氰基辛四炔	氰基癸五炔
化学式	HC_3N	HC_5N	HC_7N	HC_9N	HC_{11}N

- A. 表中 HC_7N 的名称为氰基庚三炔
 B. HC_9N 中所有原子均共线
 C. 以上 5 种物质互为同系物
 D. HC_{11}N 属于高分子

B 解析:依据 HC_3N 为氰基乙炔、 HC_5N 为氰基丁二炔、 HC_9N 为氰基辛四炔,可知 HC_7N 含有三个 $-\text{C}\equiv\text{C}-$, 名称为氰基己三炔,A 错误; HC_9N 的结构简式为 $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{C}\equiv\text{N}$, $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 是直线形分子,则 HC_9N 中所有原子在同一条直线上,B 正确;5 种物质的分子组成不是相差 n 个 CH_2 ,其中含有的 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 数目也不相同,不互为同系物,C 错误; HC_{11}N 不属于高分子,D 错误。

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 ()

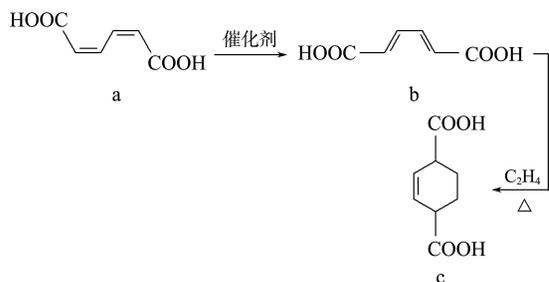


- A. 该物质的分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_2$
 B. 该物质能发生氧化反应、加聚反应和取代反应
 C. 该物质的一氯代物共有 6 种(不考虑立体异构)
 D. 该物质有顺反异构体

C 解析:由该物质的键线式可知,分子式为

$C_{10}H_{16}O_2$, 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体,D 正确。

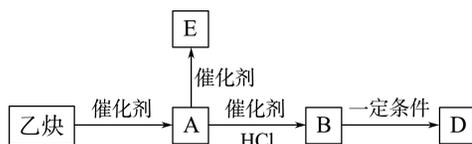
9. 有机物 a、b、c 之间的转化关系如图所示,下列说法错误的是 ()



- A. 有机物 a、b 的区别在于双键两端 H、C 的分布不同
 B. 有机物 a、b 的分子式均为 $C_6H_6O_4$
 C. 有机物 a、b、c 都能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
 D. 有机物 c 加氢后,环上的一氯代物有 3 种

D 解析:有机物 a、b 的分子式均为 $C_6H_6O_4$,二者的区别在于双键两端 H、C 的分布不同,A、B 正确;有机物 a、b、c 都含有碳碳双键,都能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色,C 正确;有机物 c 加氢后,环上有 2 种等效氢原子,环上的一氯代物有 2 种,D 错误。

10. 乙炔是一种重要的有机化工原料,已知乙炔的二聚反应为 $2HC\equiv CH \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} CH_2=CH-C\equiv CH$,三聚反应同理,现以乙炔为原料在一定条件下发生如下转化:



其中 A 为乙炔的二聚产物;E 为乙炔的三聚产物,E 分子中有四个碳原子在一条直线上,高分子 D 的结构为 $[-H_2C-CH=C(CH_2)-]_n$ 。回答下列问题:

问题:

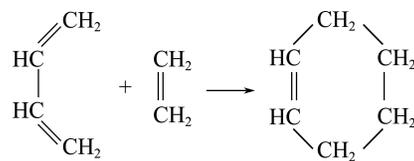
- (1) 乙炔的电子式为 _____。
 (2) 用电石制取乙炔的化学方程式为 _____。
 (3) 净化乙炔时,可用 _____ (填试剂) 除去其中

的 H_2S 、 PH_3 等杂质气体。

(4) B 的结构简式为 _____, A → B 的反应类型为 _____。

(5) E 的结构简式为 _____。

(6) 已知环己烯可由下列物质在一定条件下反应得到:



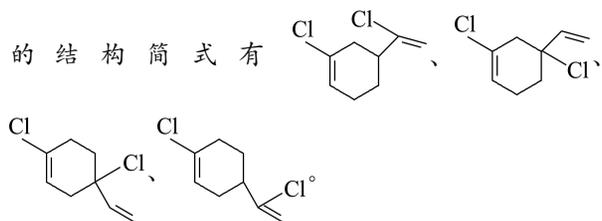
(也可表示为 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}$)

有机物 B 在一定条件下反应,生成含六元环的二氯代烃 G, G 的分子式为 $C_8H_{10}Cl_2$, 写出 G 的结构简式: _____ (任写两种即可)。

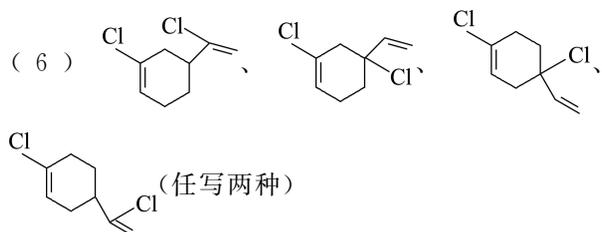
解析:(1) 乙炔的结构简式为 $CH\equiv CH$, 电子式为 $H:C::C:H$ 。(2) 用电石制取乙炔的化学方程式为 $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \uparrow$ 。(3) 净化乙炔时,可用 $CuSO_4$ 溶液除去其中的 H_2S 、 PH_3 等杂质气体。(4) 根据题意可知,B 为

$CH_2=CHCl=CH_2$, A 为 $CH_2=CHC\equiv CH$, E 为 $H_2C=CH-C\equiv C-CH=CH_2$, A → B 是 $CH_2=CHC\equiv CH$ 与 HCl 的加成反应。(5) 根据上述分析可知,E 为 $H_2C=CH-C\equiv C-CH=CH_2$ 。

(6) 根据信息 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{10}$, 有机物 B ($CH_2=CHCl=CH_2$) 在一定条件下反应,生成含六元环的二氯代烃 G, G 的分子式为 $C_8H_{10}Cl_2$ 可知,G 是 2 分子 B 发生加成反应所得,则 G



答案:(1) $H:C::C:H$ (2) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2 \uparrow$ (3) $CuSO_4$ 溶液 (4) $H_2C=CH-Cl=CH_2$ 加成反应 (5) $H_2C=CH-C\equiv C-CH=CH_2$



第三节 芳香烃

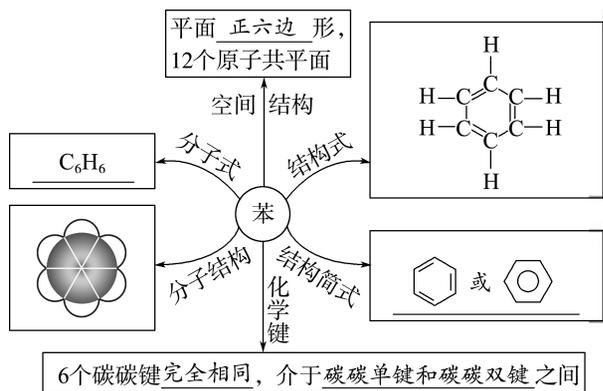
学习任务目标

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

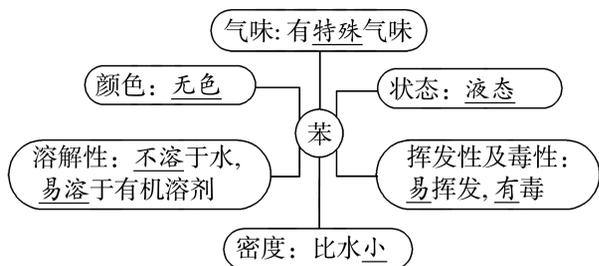
1. 苯的分子结构



(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。

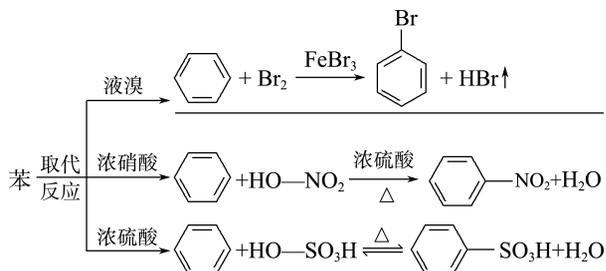
(2) 苯分子中每个碳碳键的键长相等。每个碳原子余下的 p 轨道垂直于碳、氢原子构成的平面, 相互平行重叠形成大 π 键, 均匀地对称分布在苯环平面的上下两侧。

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 $C_nH_{2n-6} (n > 6)$ 。

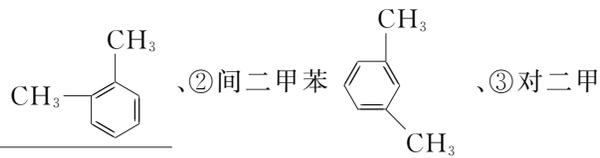
2. 物理性质

(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	比水小	不溶于水, 易溶于有机溶剂

(2) 二甲苯的熔沸点

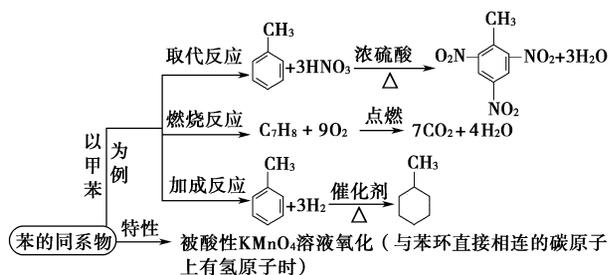
三种二甲苯的同分异构体的结构简式: ①邻二甲苯



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

的顺序为①>②>③。

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。

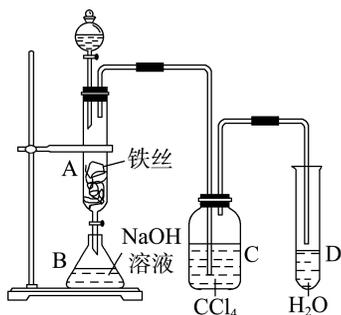
任务型课堂

任务一 苯的结构与性质及溴苯和硝基苯的制备

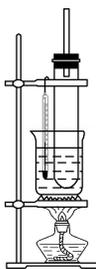
[探究活动]

材料1 苯的结构简式有两种写法：凯库勒式()和鲍林式()，苯的对位二元取代物只有一种。

材料2 实验室可用如图所示装置制取溴苯。先向分液漏斗中加入苯和液溴，再将苯和液溴的混合液慢慢滴入反应器A(A下端活塞处于关闭状态)中。



材料3 实验室制取硝基苯的装置如图所示：



活动1 苯的凯库勒式()和鲍林式()哪一种更科学？苯的对位二元取代物只有一种，能否证明苯分子中的碳碳键不是单、双键交替结构？

提示：鲍林式更科学，更符合苯分子的结构特点；不能，无论苯分子是否是单、双键交替结构，对位二元取代物都只有一种。

活动2 根据材料2回答下列问题：

(1)一定条件下，苯、甲烷和乙烯均能与溴反应，反应

条件相同吗？反应类型相同吗？

(2)实验结束时打开A下端的活塞，让反应液流入B中，充分振荡B后静置，能够观察到的明显现象是什么？充分振荡的目的是什么？

(3)从B中分离出溴苯时需要用到的主要玻璃仪器是_____。

(4)C中盛放CCl₄的作用是_____。

提示：(1)苯与液溴在FeBr₃作催化剂时才能反应，甲烷与溴蒸气在光照时反应，乙烯与溴水或溴的CCl₄溶液在常温下反应，三者反应类型分别是取代反应、取代反应、加成反应。

(2)液体分层，下层油状物颜色变淡；使反应充分，除去溶于溴苯中的溴。

(3)分液漏斗。从B中分离出溴苯采用分液的方法，需要用的主要玻璃仪器是分液漏斗。

(4)除去溴化氢气体中的溴蒸气以及挥发出来的苯蒸气。

活动3 根据材料3回答下列问题：

(1)实验室制备硝基苯的装置中一般都有长导管，其作用是什么？

(2)除去混合酸后，粗产品依次用蒸馏水和5%NaOH溶液洗涤，最后再用蒸馏水洗涤。

①为了使反应在50~60℃下进行，常用的加热方法是_____，该方法的优点是_____。

②硝基苯粗产品用5%NaOH溶液洗涤的目的是_____。

提示：(1)导气、冷凝回流。

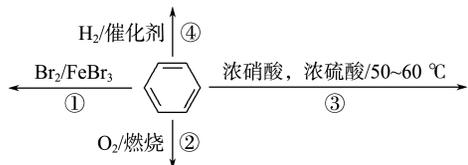
(2)①水浴加热；受热均匀，易控制温度。

②将残留的少量酸转化为易溶于水而难溶于硝基苯

的钠盐,进而用水洗去。

[评价活动]

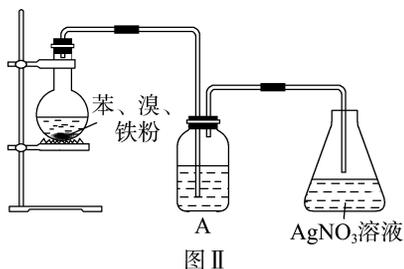
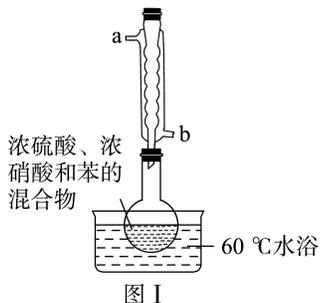
1.下列关于苯的说法正确的是 ()



- A. 反应①为取代反应,不用催化剂苯也能和溴水发生取代反应
 B. 反应④中 1 mol 苯最多与 3 mol H_2 发生加成反应,是因为苯分子中含有三个碳碳双键
 C. 反应③为取代反应,有机产物是一种烃
 D. 反应②为氧化反应,反应现象是火焰明亮并带有浓烟

D 解析: 反应①是苯和液溴在 FeBr_3 的催化作用下生成溴苯和溴化氢,故为取代反应,该反应必须用催化剂,且苯跟液溴才能反应,苯不与溴水反应,A 错误;苯分子中不存在碳碳单键和碳碳双键交替现象,苯环上的 6 个碳碳键均为介于碳碳单键和碳碳双键之间独特的键,B 错误;反应③是苯在浓硫酸作用下与浓硝酸反应生成硝基苯和水,故为取代反应,有机产物是硝基苯,不属于烃,而是烃的衍生物,C 错误;反应②是苯的燃烧反应,故为氧化反应,反应现象是火焰明亮并带有浓烟,D 正确。

2.实验室制备硝基苯、溴苯(并检验反应生成的气体)的实验装置如图 I、II 所示(夹持装置已略去)。下列实验操作或说法错误的是 ()



A. 图 I 中冷凝管的作用是冷凝回流,提高原料的利用率

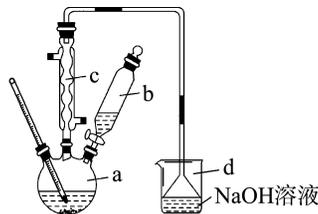
B. 图 I 中水浴加热的优点是受热均匀、便于控制温度

C. 图 II 装置 A 中的试剂是 NaOH 溶液,除去反应生成的 HBr 气体

D. 若要进一步除去溴苯中少量的苯,可以采用蒸馏的方法

C 解析: 浓硝酸和苯都易挥发,冷凝管可冷凝回流反应物,则冷凝管的作用是冷凝回流,提高原料的利用率,A 正确;水浴加热的优点是受热均匀、便于控制温度,B 正确;若装置 A 中的试剂是 NaOH 溶液,会除去反应生成的 HBr ,则无法检验反应生成的气体,C 错误;溴苯和苯互溶,但沸点相差较大,若要进一步除去溴苯中少量的苯,可以采用蒸馏的方法,D 正确。

3.实验室合成溴苯的装置图及有关数据如下所示。



有机物	苯	溴	溴苯
密度/($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	0.88	3.10	1.50
沸点/ $^\circ\text{C}$	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: _____。

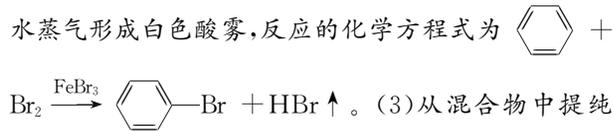
(3) 液溴滴完后,经过下列步骤分离提纯:

① 向 a 中加入 10 mL 水,然后过滤除去未反应的铁屑;

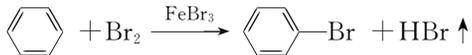
② 滤液依次用 10 mL 水、8 mL 10% 的 NaOH 溶液、10 mL 水洗涤。用 NaOH 溶液洗涤的作用是 _____; ③ 向分离出的粗溴苯中

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 。(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,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 

(3)②除去未反应的 Br_2 ③干燥溴苯

(4)苯 蒸馏

任务总结

1. 制备溴苯的注意事项

- (1)应该用液溴。
- (2)要得到催化剂 FeBr_3 ,需加入铁屑(与液溴反应生成 FeBr_3)。
- (3)因为 HBr 极易溶于水,所以导管不能插入液面以下,防止倒吸。

2. 制备硝基苯的注意事项

- (1)试剂添加顺序:浓硝酸+浓硫酸+苯。
- (2)浓硫酸的作用是催化剂、吸水剂。
- (3)必须用水浴加热,温度计插入水中测量水的温度。

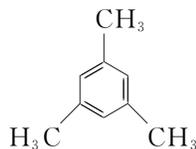
任务二 苯的同系物的结构与性质

[探究活动]

材料1 苯的常见同系物的习惯命名:①甲苯、②乙苯、③邻二甲苯、④间二甲苯、⑤对二甲苯。邻二甲

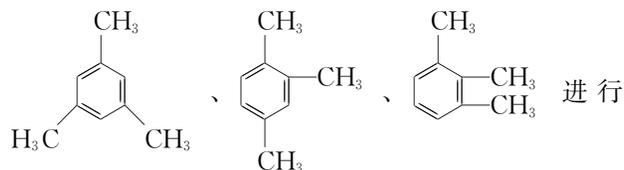
苯、间二甲苯、对二甲苯的系统命名分别为1,2-二甲苯、1,3-二甲苯、1,4-二甲苯。

材料2 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:



均三甲苯

活动1 根据苯的常见同系物的习惯命名和系统命名分析:苯的同系物的命名中母体是什么?取代基是什么?取代基的位置如何确定?根据系统命名的方法对



命名。

提示:苯为母体;侧链烷基为取代基;根据两个取代基的相对位置用“邻”“间”“对”表示。1,3,5-三甲苯、1,2,4-三甲苯、1,2,3-三甲苯。

活动2 (1)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 KMnO_4 溶液褪色,如 ,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 KMnO_4 溶液褪色。

(2)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 KMnO_4 溶液褪色,而烷烃不能。

活动3 邻二甲苯、间二甲苯、对二甲苯的一氯代物分别有几种?

提示:

物质	邻二甲苯	间二甲苯	对二甲苯
烷基上一氯代物种数	1	1	1

续表

物质	邻二甲苯	间二甲苯	对二甲苯
苯环上一氯代物种数	2	3	1
一氯代物种数	3	4	2

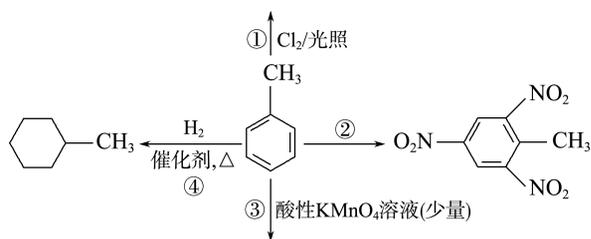
[评价活动]

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 $100\sim 110\text{ }^{\circ}\text{C}$ 才能生成二硝基苯, 而甲苯在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 KMnO_4 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. 如图所示是甲苯的一些转化关系(部分产物未标出)。下列有关说法正确的是 ()



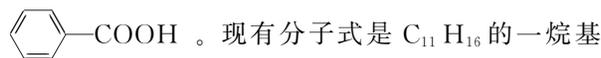
- A. 反应①的产物可能是 $\text{Cl}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_3$
- B. 反应②说明甲基使苯环上的氢原子易被取代
- C. 反应③中溶液分两层, 下层呈紫红色
- D. 反应④的生成物的一氯取代物有 4 种

B 解析: 由图可知, 反应①的反应条件为光照, 氯原子应在甲基上发生取代反应, A 错误; 反应②中甲基的邻位和对位的氢原子同时被取代, 说明甲基使苯环上的氢原子易被取代, B 正确; 甲苯与酸性

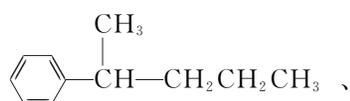
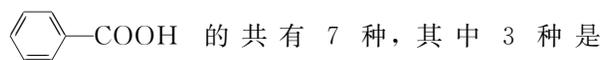
KMnO_4 溶液反应生成苯甲酸, 苯甲酸与水互溶, 不分层, 且酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 错误; 反应④的产物为甲基环己烷, 含有 5 种不同化学环境的氢原子, 其一氯取代物有 5 种, D 错误。

 3. 烷基取代苯 ($\text{C}_6\text{H}_5-\text{R}$) 可以被酸性高锰酸钾溶液

氧化生成 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$, 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



取代苯, 已知它的同分异构体中可以被氧化成



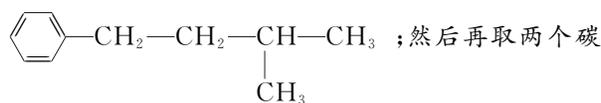
构简式: _____、

_____、

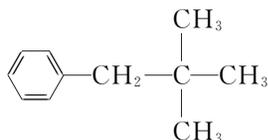
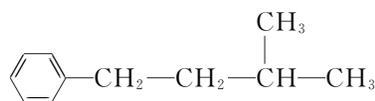
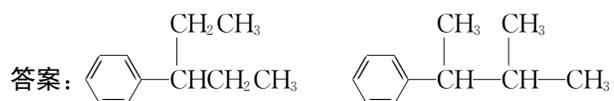
_____、

_____。

解析: 继续向右移动 $-\text{CH}_3$ 得:



原子分别作为一个乙基和两个甲基, 依次写出同分异构体。

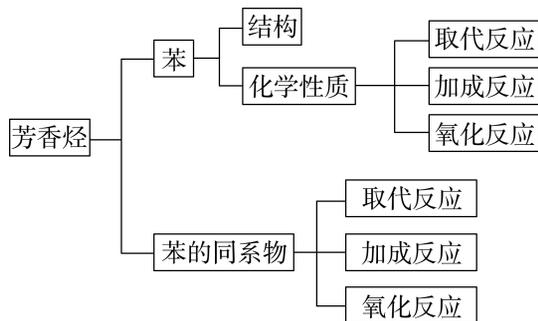


任务总结

苯和苯的同系物的比较

物质	苯	苯的同系物(如甲苯)
溴水	不反应,萃取出现分层;下层为无色水层,上层为橙红色油层	
Br_2/CCl_4	不反应、不分层	
溴单质	与液溴在溴化铁的催化下发生取代反应	与液溴在溴化铁的催化下发生苯环上的邻、对位的取代反应
	与溴蒸气在光照条件下发生取代反应	与溴蒸气在光照条件下发生烷基上的取代反应
酸性 KMnO_4 溶液	不褪色	褪色(侧链被氧化)
	可用于鉴别苯和苯的同系物	

► 提质归纳

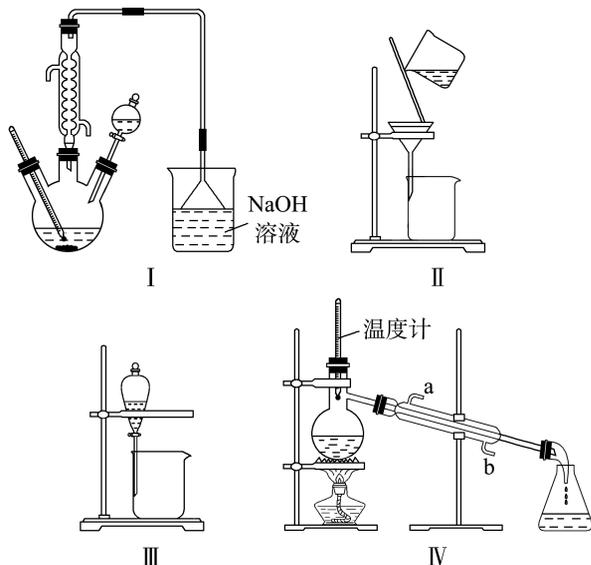


课后素养评价(五)

A组 学习·理解

知识点 1 苯的结构与性质

1. 溴苯是一种化工原料,实验室合成溴苯并进行纯化的装置如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 装置 I 中回流的目的是减少物质的挥发,提高产率
- B. 装置 II 可用于分离两种液体形成的混合物
- C. 用装置 III 分液时,将分层的液体依次从分液漏斗的下口放出
- D. 装置 IV 中 a 为进水口, b 为出水口

A 解析:在 FeBr_3 作催化剂条件下,苯和溴发生取

代反应得到含 $\text{C}_6\text{H}_5\text{Br}$ 、 HBr 、 C_6H_6 、 FeBr_3 和 Br_2 及少量铁屑的混合物,苯和溴均易挥发,用装置 I 回流可减少反应物的挥发,提高产率,A 正确;混合物用装置 II 过滤除去铁屑,这是一种分离固体与液体的方法,B 错误;滤液经水洗、碱洗后在装置 III 中分液得溴苯和产品,用装置 III 分液时,将下层液体从分液漏斗的下口放出,上层液体从分液漏斗的上口倒出,C 错误;溴苯粗产品干燥后,通过蒸馏可进一步提纯得到较纯净的溴苯,冷凝水应下进上出,装置 IV 中 b 为进水口,a 为出水口,D 错误。

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。

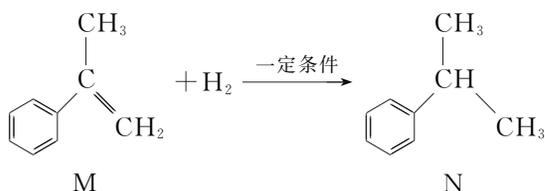
知识点 2 苯的同系物的结构与性质

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。

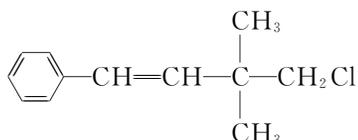
4.已知有机物 M 在一定条件下可转化为 N。下列说法正确的是 ()



- A.M 的分子式为 C_9H_{11}
- B.N 分子中所有碳原子共平面
- C.M 中苯环上的一氯代物共 6 种
- D.可用溴水鉴别 M 和 N

D 解析:根据 M 的结构可知,其分子式为 C_9H_{10} , A 错误;N 分子中存在多个饱和碳原子,所有碳原子不能共平面, B 错误;M 中苯环上有 3 种等效氢原子,其一氯代物共 3 种, C 错误;M 和溴水发生加成反应, N 和溴水不反应,前者能使溴水褪色,后者发生萃取,振荡静置后分层,且上层有色,现象不同可以鉴别, 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 ()



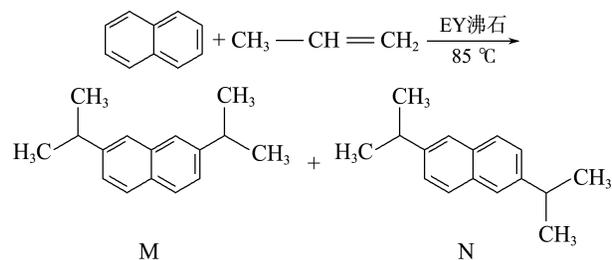
- A.能使酸性 KMnO_4 溶液、溴水褪色,且反应原理相同
- B.该有机物能与 H_2 发生反应,1 mol 该物质最多消耗 4 mol H_2
- C.一定条件下,能发生加聚反应

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。

B组 应用·实践

6.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。



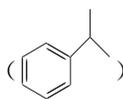
下列说法正确的是 ()

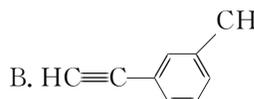
- A.M 和 N 互为同系物
- B.M 分子中最多有 12 个碳原子共平面
- C.N 的一溴代物有 5 种
- D.萘的二溴代物有 9 种

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.下列有关芳香烃的说法错误的是 ()

A.可用溴水鉴别异丙烯苯 () 和异丙苯

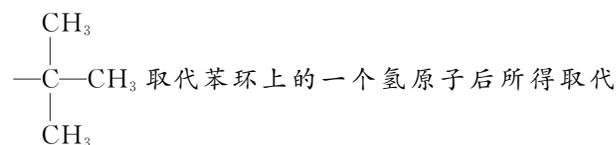


B.  分子中有 3 种杂化轨道类型不同的碳原子

C. 苯的一个氢原子被相对分子质量为 57 的烃基所取代, 所得的一元取代物中能使酸性 KMnO_4 溶液褪色的有 4 种

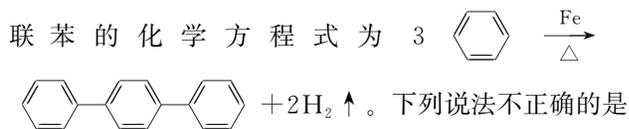
D. 苯乙烯与足量 H_2 加成后的产物, 其一氯代物有 6 种不同结构

C 解析: 异丙基苯含碳碳双键, 能与溴水发生加成反应, 使溴水褪色, 异丙基苯只能萃取溴水中的溴, A 正确; 分子内含碳碳三键、苯环和甲基, 则分子中碳原子的杂化方式分别为 sp 、 sp^2 、 sp^3 , 有 3 种杂化轨道类型不同的碳原子, B 正确; 相对分子质量为 57 的烃基为 $-\text{C}_4\text{H}_9$, 丁基有四种结构, 其中



物不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, C 错误; 苯乙烯与足量 H_2 加成后生成乙基环己烷, 一氯代物有 6 种不同结构, D 正确。

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



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

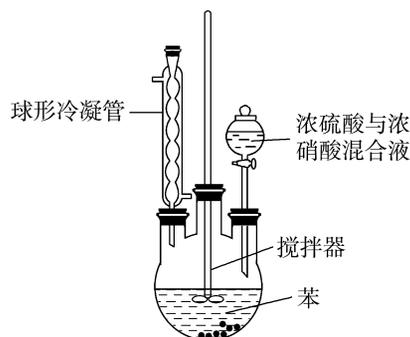
C. 对三联苯的一氯取代物有 4 种

D. 0.2 mol 对三联苯在足量的氧气中完全燃烧消耗 5.1 mol O_2

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 ($-\text{C}_6\text{H}_4\text{---C}_6\text{H}_4\text{---C}_6\text{H}_4-$), 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 $\text{C}_{18}\text{H}_{14}$, 则 0.2 mol 对三联苯完全燃烧消耗 O_2 的物质的量为 $0.2 \text{ mol} \times \left(18 + \frac{14}{4}\right) = 4.3 \text{ mol}$, D 项错误。

9. 实验室制备硝基苯的反应装置如图所示 (在 $50 \sim 60^\circ\text{C}$ 下发生反应, 加热、控温装置已略去)。下列有关说法错误的是 ()



A. 球形冷凝管的作用是冷凝回流反应物

B. 配制混合酸时, 应将浓硫酸沿器壁慢慢倒入浓硝酸中, 并不断搅拌

C. 反应结束后, 液体分层, 下层为淡黄色油状液体

D. 提纯硝基苯的操作依次为洗涤、过滤、干燥、蒸馏

D 解析: A 项, 由于有机物易挥发, 所以球形冷凝管的作用是冷凝回流反应物, 提高原料利用率, 正确; B 项, 浓硫酸溶于水时放出大量的热, 且浓硫酸的密度大于浓硝酸的密度, 因此配制混合酸时, 应将浓硫酸沿器壁慢慢倒入浓硝酸中, 并不断搅拌, 正确; C 项, 硝基苯的密度大于水, 且二者不互溶, 故反应结束后, 液体分层, 下层为淡黄色油状液体, 正确; D 项, 硝基苯不溶于水, 提纯硝基苯的操作依次为洗涤、分液、干燥、蒸馏, 错误。

迁 · 移 · 应 · 用

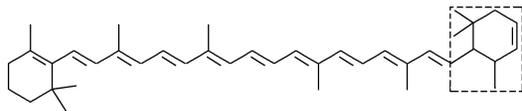
学习目标

- 1.能基于烃中化学键的特点书写烃及其取代产物的分子式,能根据有关信息书写相应的反应式。
- 2.能基于苯及其同系物的化学性质推断苯的衍生物的化学性质。
- 3.会进行苯环上有取代基的有机化合物的同分异构体的判断。

活动一 烃的结构与性质

任务探究

胡萝卜素有 α -胡萝卜素和 β -胡萝卜素,胡萝卜素具有抗氧化功效,能够清除对身体有害的自由基,胡萝卜素作为一种抗氧化剂,可以防止脂肪在血管内沉积,对于中老年人预防一些心血管疾病有一定帮助。长期用眼过度的人群适当摄入胡萝卜素,不仅可以缓解视力疲劳,还能利用其抗氧化作用保护身体里的细胞,延缓衰老过程。



α -胡萝卜素

探究思考

1.写出 α -胡萝卜素的分子式。

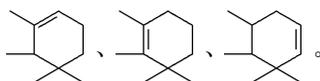
提示: α -胡萝卜素分子中共有40个C,11个碳碳双键、2个环,氢原子数为 $40 \times 2 + 2 - 11 \times 2 - 2 \times 2 = 56$,分子式为 $C_{40}H_{56}$ 。

2.1 mol α -胡萝卜素与 Br_2 发生加成反应, Br_2 的最大用量是多少?

提示:1 mol α -胡萝卜素含11 mol 碳碳双键,故1 mol α -胡萝卜素能与11 mol Br_2 发生加成反应。

3. β -胡萝卜素与 α -胡萝卜素互为同分异构体,且只是虚线框内结构不同,但碳的骨架相同,写出 β -胡萝卜素虚线框内可能的结构简式。

提示:虚线框内双键还有三种不同位置,如图所示:



学习总结

利用不饱和度(Ω)计算有机物分子式的方法

1.双键数+三键数 $\times 2$ +苯环数 $\times 4$ +环数(除苯环外的环)

(1)烷烃和烷基的不饱和度 $\Omega = 0$,如 C_2H_6 、 $-C_2H_5$ 的 $\Omega = 0$ 。

(2)双键或环的 $\Omega = 1$,如 $CH_2 = CHCH_3$ 、 CH_3CHO 、环己烷的 $\Omega = 1$ 。

(3)三键的 $\Omega = 2$,如 $CH_3C \equiv CH$ 的 $\Omega = 2$ 。

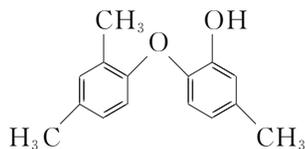
(4)苯环的 $\Omega = 4$,如甲苯的 $\Omega = 4$ 。

2.判断结构复杂的有机物的分子式时,通过不饱和度可在仅知道碳原子数的前提下,迅速求出氢原子数,从而确定有机物的分子式。

活动二 苯的衍生物的性质

任务探究

有机化合物X是一种空气清新剂的主要成分,广泛用于公共场所,其结构简式如图所示。



探究思考

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,能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色的是有机化合物X,不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色的是苯。

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 $-\text{NO}_2$ 取代。

学习总结

苯和苯的同系物的性质

1. 苯和苯的同系物都不与溴水反应,都能萃取溴水中

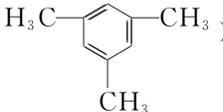
的溴。

2. 用酸性 KMnO_4 溶液鉴别苯和苯的同系物,使其褪色的为苯的同系物,不能使其褪色的为苯。

3. 苯的同系物与酸性 KMnO_4 溶液反应时,只要与苯环连接的碳原子上有氢原子,无论侧链多长,都被氧化生成苯甲酸。

活动三 同分异构体的判断

任务探究

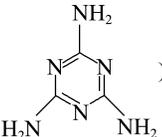
均三甲苯()是一种无色液体,

易燃,不溶于水,可溶于乙醇、乙醚、苯,主要用作有机合成原料,用于制取均苯三甲酸,以及用作抗氧化剂、环氧树脂固化剂、聚酯树脂稳定剂、醇酸树脂增塑剂。

探究思考

1. 均三甲苯分子中的一个氢原子被氯原子取代,所得产物有几种?

提示: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。

2. 三聚氰胺()可看成均三甲苯分子中部

分原子团被氮原子置换所得,也是重要的有机化工原料。被氮原子置换的原子团是什么? 写出三聚氰胺的分子式。

提示: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 原子团换成氮原子,再将 $-\text{CH}_3$ 中的 CH 原子团换成氮原子,即成为三聚氰胺,分子式为 $\text{C}_3\text{N}_6\text{H}_6$ 。

学习总结

苯环上有取代基的有机化合物同分异构体判断方法

1. 苯环上连有 2 个不同的取代基,有邻、间、对三种结构。
2. 若苯环上连有 $-\text{X}$ 、 $-\text{X}$ 、 $-\text{Y}$ 3 个取代基,有六种结构。
3. 若苯环上连有 $-\text{X}$ 、 $-\text{Y}$ 、 $-\text{Z}$ 3 个不同的取代基,其有 10 种结构。

重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

一、廉价环保的丙烯

某大学新能源化工团队成功研发出成本低廉、对环境友好的新型丙烯催化剂,为低碳烯烃生产技术奠定了催化科学基础。

丙烯产业对全球石油化工产业链具有重要战略

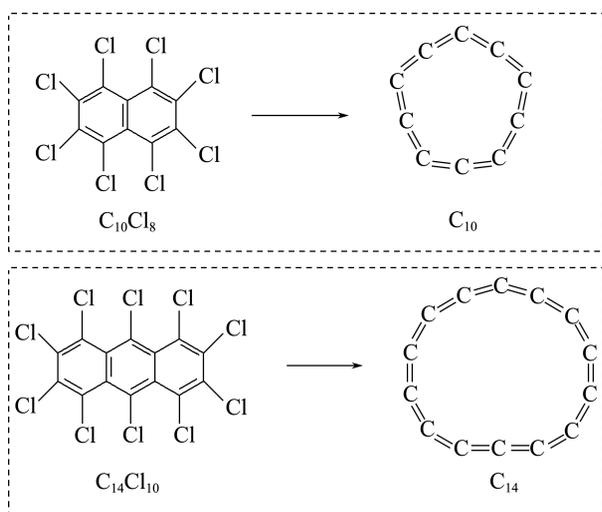
意义,丙烯可用于生产聚丙烯。

[交流研讨] 丙烯能够使溴的四氯化碳溶液褪色，聚丙烯是否也能使溴的四氯化碳溶液褪色？

[交流研讨] $C_{10}Cl_8$ 和 $C_{14}Cl_{10}$ 是否属于芳香烃？ $C_{10}Cl_8$ 和 $C_{14}Cl_{10}$ 中的所有原子是否共平面？

二、由 $C_{10}Cl_8$ 和 $C_{14}Cl_{10}$ 制备环形碳

我国科学家通过对前驱体分子的“麻醉”和“手术”，在国际上首次实现了环形碳 C_{10} 和 C_{14} 两种新型同素异形体的制备，并原位表征了它们的化学结构。



单元测试卷(二)

(考查范围:第二章 时间:90分钟 分值:100分)

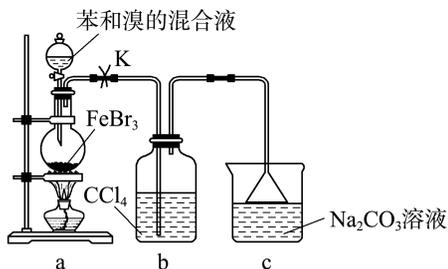
一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分,每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 下列说法正确的是 ()

- A. 1 mol 甲烷参加反应生成 CCl_4 , 最多消耗 2 mol 氯气
 B. 乙烯使酸性 KMnO_4 溶液及溴的四氯化碳溶液褪色的原理相同
 C. 聚乙烯可使溴水因发生化学反应而褪色
 D. 等质量的乙烯和聚乙烯完全燃烧生成的 CO_2 的物质的量相等

D 解析: 取代甲烷中的 1 个 H, 消耗 1 个 Cl_2 分子, 因此 1 mol 甲烷参加反应生成 CCl_4 和氯化氢, 最多消耗 4 mol 氯气, A 错误; 乙烯因发生氧化反应使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 乙烯因发生加成反应使溴的四氯化碳溶液褪色, 原理不相同, B 错误; 聚乙烯只含有碳碳单键, 不能使溴水因发生化学反应而褪色, C 错误; 乙烯和聚乙烯的最简式均为 CH_2 , 等质量的乙烯和聚乙烯完全燃烧生成的 CO_2 的物质的量相等, D 正确。

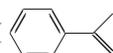
2. 实验室制备溴苯的反应装置如图所示, 下列关于实验的操作或叙述错误的是 ()



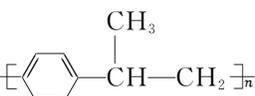
- A. 向圆底烧瓶中滴加苯和溴的混合液前需先打开 K
 B. 实验中装置 b 中的液体逐渐变为棕红色
 C. 装置 c 中的碳酸钠溶液的作用是吸收溴化氢
 D. 反应后的混合液经稀碱溶液洗涤、结晶, 得到溴苯

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

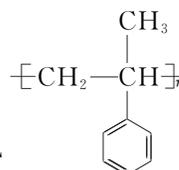
色, 故 B 正确; 装置 c 中碳酸钠溶液呈碱性, 能够吸收反应生成的溴化氢气体, 故 C 正确; 反应后得到粗溴苯, 向粗溴苯中加入稀氢氧化钠溶液洗涤, 除去其中溶解的溴, 振荡、静置, 分层后分液, 向有机相中加入适当的干燥剂, 然后蒸馏分离出沸点较低的苯, 可以得到溴苯, 不能用结晶法提纯溴苯, 故 D 错误。

3. 有机物 2-苯基丙烯 () 可用于生产涂料、增塑剂等。下列关于该有机物的说法正确的是 ()

- A. 可发生氧化反应
 B. 易溶于水
 C. 分子中所有原子共平面

D. 加聚产物为 

A 解析: 该有机物中含有碳碳双键, 可被酸性 KMnO_4 溶液氧化, A 正确; 该有机物只含 C、H 元素, 属于烃类, 难溶于水, B 错误; 分子中含有甲基, 甲基上的原子不可能都共平面, C 错误; 2-苯基丙烯的官能团为碳碳双键, 一定条件下能够发生加聚反

应生成 , D 错误。

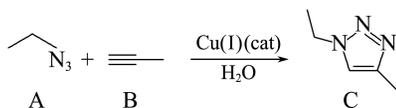
4. 下列对有机物结构或性质的描述错误的是 ()

- 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, Cl_2 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.叠氮一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 ()

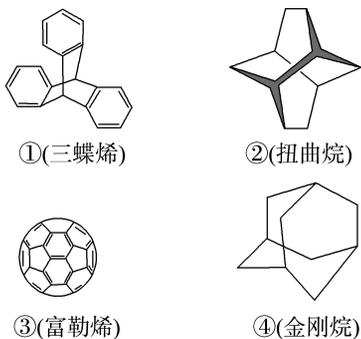
- A. 化合物 A 的分子式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$
 B. 化合物 B 的所有原子不在同一条直线上
 C. 化合物 B 和化合物 C 均可使溴水褪色
 D. 化合物 C 属于不饱和烃
- D 解析: 由 A 的结构可知,其分子式为 $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3$, A 正确; B 为丙炔,存在一个甲基,所有原子不可能在同一条直线上, B 正确; 化合物 B、C 都存在碳碳双键,能够使溴水褪色, C 正确; 化合物 C 中含氮原子,不属于烃类, D 错误。

6. 某烃与溴的 CCl_4 溶液反应生成 $\text{CHBr}_2\text{CBr}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$, 则与该烃类别不同的同分异构体是 ()

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

D 解析: 由 $\text{CHBr}_2\text{CBr}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 知生成该物质的烃为 $\text{CH}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_3$, 则与该烃类别不同的同分异构体不再是炔烃, 应该是二烯烃, 答案选 D。

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 ()



- 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

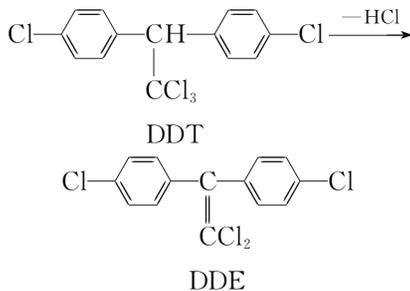
中不止一种氢原子, 一氯代物不止一种, ③中无氢原子, 无一氯代物, D 错误。

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, 2,2,3-三甲戊烷的一氯代物的同分异构体有 5 种。

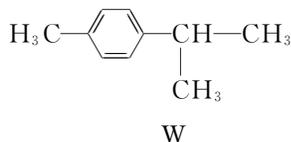
9. 长期使用滴滴涕 (DDT) 后, 一些害虫体内的酶会将 DDT 转化为 DDE (如图), 导致杀虫效率降低。下列关于这两种有机物的说法正确的是 ()



- A. DDT 属于芳香烃
 B. DDT 中含有两种官能团
 C. DDE 的分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{Cl}_4$
 D. DDE 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

D 解析: DDT 含有 C、H、Cl 元素, 不属于芳香烃, A 错误; DDT 中只含有氯原子 1 种官能团, B 错误; 由 DDE 的结构简式可得其分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{Cl}_4$, C 错误; DDE 含有碳碳双键, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, D 正确。

10. 已知: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}}$

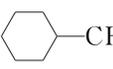


下列说法不正确的是 ()

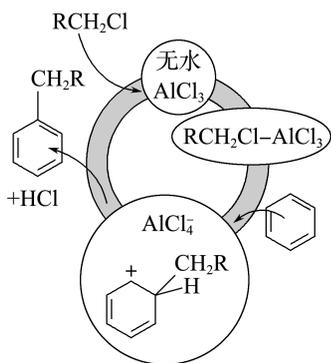
- A. M、N 和 W 均能发生氧化反应、加成反应和取代反应
 B. M 不能使溴水因发生化学反应而褪色
 C. M 与足量的 H_2 反应后的产物的一氯代物有

4种

D. W 分子中的所有碳原子不可能在同一平面上

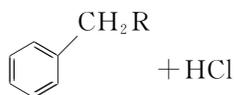
C 解析: 苯环、碳碳双键可发生加成反应, 苯环及甲基可发生取代反应, 三者均能燃烧(发生氧化反应), 则 M、N 和 W 均能发生氧化反应、加成反应和取代反应, A 项正确; 甲苯不能与溴水发生化学反应, 但能萃取溴水中的溴, 所以 M 不能使溴水因发生化学反应而褪色, B 项正确; 甲苯与足量的 H_2 反应后的产物为甲基环己烷: , 分子中有 5 种不同化学环境的氢原子, 故甲基环己烷的一氯代物有 5 种, C 项错误; 甲烷为正四面体结构, 由于 W 分子中含有 $-CH-$, 具有甲烷的结构特点, 则 W 分子中的所有碳原子不可能在同一平面上, D 项正确。

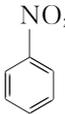
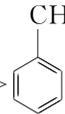
11. 烷基化反应是有机化学中很常见的反应, 用于构造芳环中的侧链, 其反应循环可用下图表示。下列有关叙述错误的是 ()



A. 无水 $AlCl_3$ 是烷基化反应的催化剂
B. 此过程中既有 σ 键的断裂和生成, 也有 π 键的断裂和生成

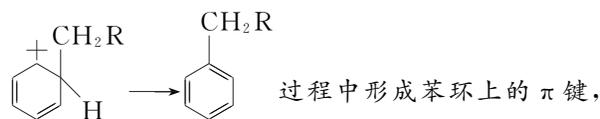
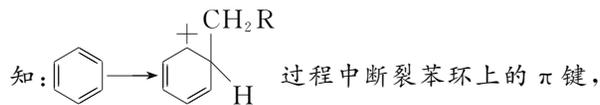
C. 图中总反应可表示为  + $RCH_2Cl \xrightarrow{\text{无水 } AlCl_3}$



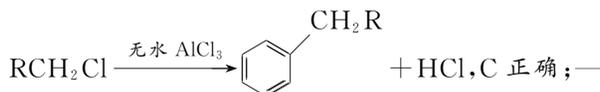
D. 苯环上电子云密度越大苯环越容易发生取代反应, 则反应活性:  $>$ 

D 解析: 由循环图示可知无水 $AlCl_3$ 是烷基化反应的催化剂, A 正确; 过程中断裂的 $C-Cl$ 属于 σ

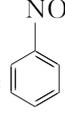
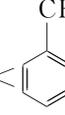
键, 形成的 $H-Cl$ 属于 σ 键, 苯环含有 π 键, 由图



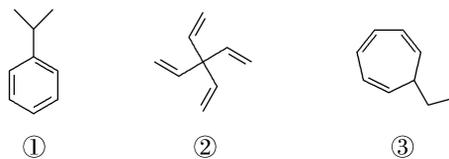
B 正确; 反应物有苯和 RCH_2Cl , 发生取代反应, 生成



NO_2 是强吸电子基团, 会使苯环上电子云密度降低, 而甲基 ($-CH_3$) 是供电子基团, 会使苯环上电子云密度增大, 苯环上电子云密度越大苯环越容

易发生取代反应, 故反应活性:  $<$ , D 错误。

12. 以下三种物质的分子式均为 C_9H_{12} 。下列说法正确的是 ()



A. ①不能使酸性高锰酸钾溶液褪色
B. ②的一氯代物只有 2 种
C. ③与苯互为同系物
D. ①和②分子中所有碳原子均可处于同一平面

B 解析: ①属于苯的同系物, 与苯环直接相连的碳原子上有氢原子, 可被酸性高锰酸钾溶液氧化为羧酸而使溶液褪色, 故 A 错误; ②结构具有对称性, 含有 2 种氢原子, 则一氯代物只有 2 种, 故 B 正确; ③含有碳碳双键, 结构与苯不同, 不互为同系物, 故 C 错误; ①和②均含有饱和碳原子, 具有甲烷的结构特点, 则所有碳原子不可能处于同一平面, 故 D 错误。

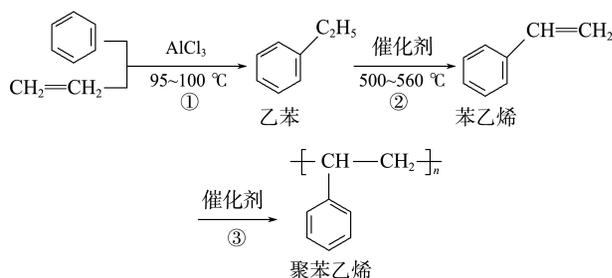
13. 在一定条件下, 甲苯可生成二甲苯混合物和苯。有关物质的沸点、熔点如表所示, 下列说法正确的是 ()

物质	对二甲苯	邻二甲苯	间二甲苯	苯
沸点/°C	138	144	139	80.1
熔点/°C	13	-25	-48	5.5

- A. 不能用酸性 KMnO_4 溶液鉴别邻二甲苯和苯
 B. 导致上述有机物的沸点存在差异的原因为范德华力
 C. 光照作用下, 甲苯与 Cl_2 反应生成邻氯甲苯
 D. 对二甲苯、邻二甲苯和间二甲苯的混合物, 可采取蒸馏法进行分离提纯

B 解析: 邻二甲苯可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 苯不能, 可用酸性 KMnO_4 溶液鉴别邻二甲苯和苯, A 错误; 题述有机物没有 N、O、F, 无氢键, 熔、沸点差异取决于范德华力, B 正确; 光照作用下, 甲苯与 Cl_2 反应, Cl 取代甲基上的 H, 生成一氯甲苯, C 错误; 对二甲苯、邻二甲苯和间二甲苯的沸点较为接近, 不适合用蒸馏法分离, 可采取低温结晶法分离, D 错误。

14. 一种生产聚苯乙烯的流程如图所示。下列说法正确的是 ()

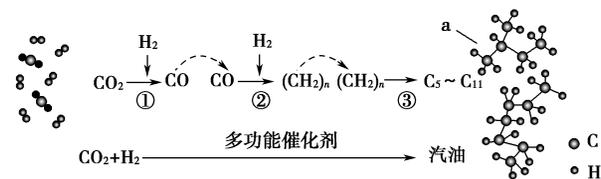


- A. 苯乙烯分子中所有原子一定在同一平面内
 B. 乙苯和苯乙烯都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色
 C. 鉴别乙烯与苯乙烯可用溴的四氯化碳溶液
 D. 反应①的反应类型是加成反应, 反应②的反应类型是取代反应

B 解析: 由于单键可以旋转, 则苯乙烯中苯环所在平面可能与乙烯基不在一个平面上, 即苯乙烯分子中所有原子不一定在同一平面内, 故 A 错误; 乙苯中与苯环直接相连的碳原子上连有氢原子, 苯乙烯具有碳碳双键, 均能被酸性 KMnO_4 溶液氧化, 使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 故 B 正确; 乙烯和苯乙烯均能与 Br_2 发生加成反应, 使溴的四氯化碳

溶液褪色, 无法鉴别, 故 C 错误; 反应①是加成反应, 反应②是消去反应, 故 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 4 小题, 共 55 分。

16. (14 分) 烷烃、烯烃、炔烃在化工生产中应用广泛, 回答下列问题:

(1) 在催化剂作用下, 等物质的量的 $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 与氢气反应生成有机化合物 A 的化学方程式为 _____, 反应类型为 _____。

(2) 烯烃 B 是有机化合物 A 的一种同分异构体, 它在催化剂作用下与 H_2 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 Br_2 的 CCl_4 溶液反应的化学方程式为 _____。

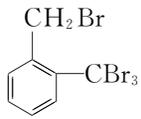
(3) 包括顺反异构体在内, 分子式为 C_4H_8 的烯烃类同分异构体有 _____ 种。

(4) 烷烃 C 的结构简式为 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 。

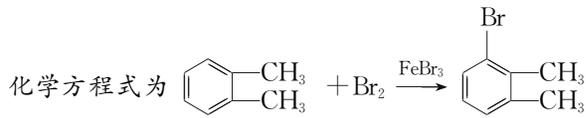
①若烷烃 C 是单烯烃与氢气加成后的产物, 则该单烯烃可能有 _____ 种结构; 若烷烃 C 是炔烃与氢气加成后的产物, 则该炔烃可能有 _____ 种结构。

②若烷烃 C 的一种同分异构体只能由一种烯烃加

基苯);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

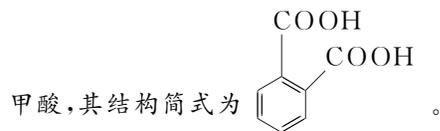


。(3)A→C发生苯环上的取代反应,

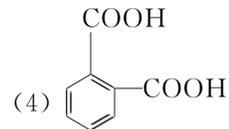
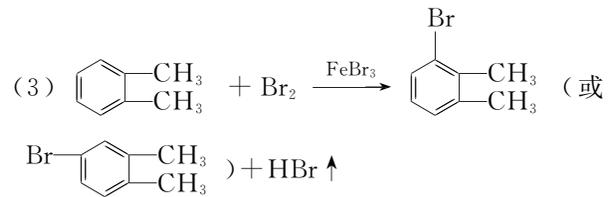
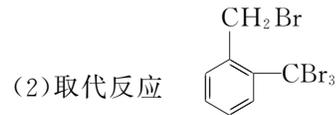


(或) + HBr ↑。(4)A与酸性

KMnO₄溶液发生氧化反应可得到D,D为邻苯二



答案:(1)邻二甲苯(或1,2-二甲基苯) 饱和烃



第三章

烃的衍生物

单元概览

学习导航

烃的衍生物在我们的生活中无处不在,从结构上说,烃的衍生物都可以看作由烃衍变而来,它是烃与糖类、油脂、蛋白质和高分子之间的桥梁,常见的烃的衍生物有卤代烃、醇、醛、酚、羧酸和酯等,这些物质在生活和生产中有着广泛的应用。

在本章中,我们将学习以下内容:

1.官能团是决定有机化合物特殊性质的原子或原子团,对物质性质起着关键作用,有机物含多种官能团时,就具有每种官能团所具有的性质。

2.烃的衍生物的反应涵盖了众多有机反应类型,如氧化反应、还原反应、加成反应、取代反应、消去反应等。理解有机反应的反应机理,认清反应部位,理解反应实质有助于掌握反应规律。

3.烃的衍生物的典型代表物的性质及检验。

本章我们将从“宏观辨识与微观探析”“证据推理与模型认知”等视角,认识官能团转化。从断键和成键的角度概括有机反应的特征与规律。利用反应类型的规律判断、说明和预测烃的衍生物的性质。

学习目标

1.掌握烃的衍生物的分类、结构特点、官能团及其代表物的结构简式。

2.描述和分析烃的衍生物的代表物的重要反应,正确书写相应的反应式。

3.依据官能团、化学键的特点与反应规律,分析、推断烃的衍生物的化学性质,根据有关信息书写相应的反应式。

4.掌握卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、羧酸及其衍生物的同分异构体的书写规律。

核心概念

烃的衍生物的性质,主要由其分子中的官能团决定。根据官能团和化学键的特点及有机反应规律,可以推测有机化合物的化学性质,并利用其性质实现相互转化,进行有机合成。

学法指导

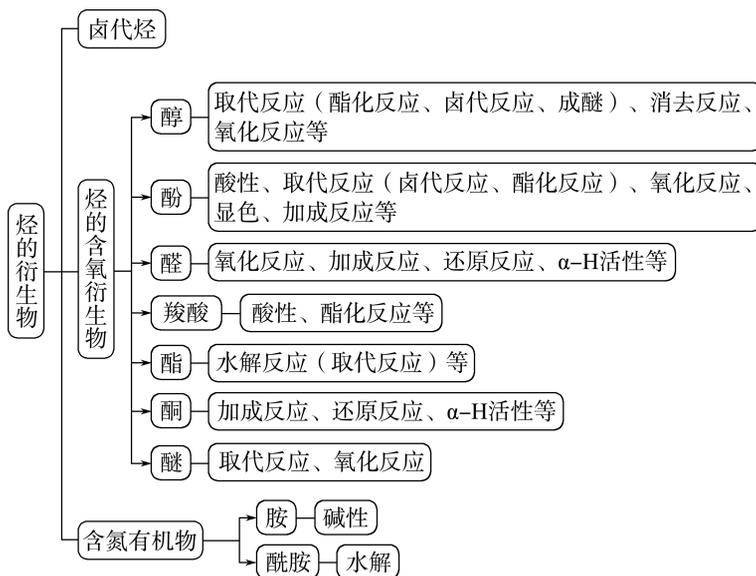
1.厘清有机化合物中的官能团与性质的关系。通过同一有机化合物分子中官能团之间是相互影响的,理解在一定条件下官能团之间可以相互转化。

2.熟悉官能团的结构特点。认识官能团与周围原子或原子团的相互作用,从而准确把握物质的性质,分析反应规律,预测可能的反应产物。

3.牢记物质的性质。通过物质性质逐步推断出其可能的官能团和物质种类,更好地理解 and 掌握烃的衍生物的知识,提高自己的分析和判断能力。

4.关注烃的衍生物的各种有机反应。不同的反应条件往往决定了不同的反应类型、反应物和生成物,通过对比不同的反应条件,更好地理解 and 掌握烃的衍生物之间的转化关系。

5.要学习用化学知识建构知识体系的方法。不同烃的衍生物之间通过各种有机反应相互转化,形成了一个复杂而又有序的有机化学网络。“烃的衍生物”可建构以下知识网络:



单元任务

醉蟹

中庄醉蟹产于江苏省兴化市中堡镇。当地人利用本地盛产的大青蟹,配以兴化米甜酒、中草药、花椒、精盐、生姜、香葱等,制作醉蟹。这种醉蟹,色如鲜蟹,放在盘中栩栩如生,其肉质细嫩,味道鲜美,且酒香浓郁,香中带甜,营养丰富。

请思考以下问题并与同学交流讨论:

- 1.酒的主要成分是什么?
- 2.在制作“醉蟹”的过程中加入酒,利用了酒的什么性质?

探 · 究 · 构 · 建

第一节 卤代烃

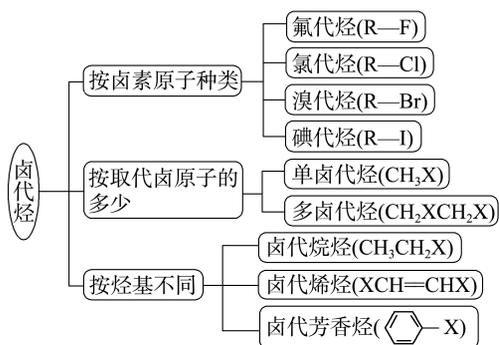
学习任务目标

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。

CH₂=CH-Cl: 氯乙烯;

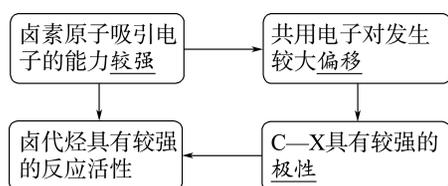
CH₂BrCH₂Br: 1,2-二溴乙烷;

CH₃CH₂CHBrCH₃: 2-溴丁烷。

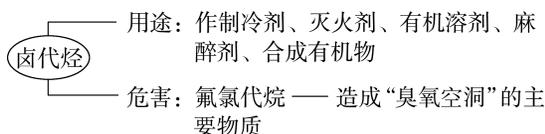
4. 物理性质

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

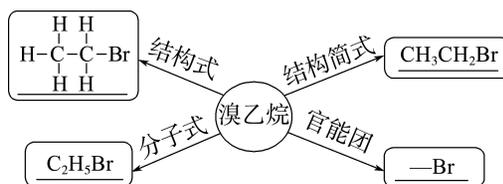


6. 卤代烃对人类生活的影响

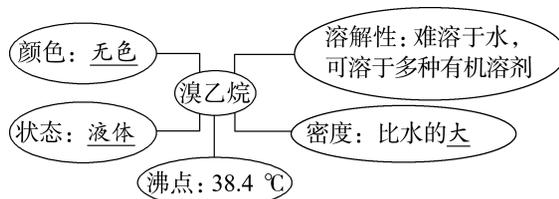


二、溴乙烷

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 H₂O、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: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$

水,可用分液漏斗分离, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 的密度比水小,因此应从分液漏斗上口倒出,故B符合题意; CCl_4 、 CHCl_3 互溶,不能用分液漏斗分离,故C不符合题意; $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 、 NaBr 不互溶,可用分液漏斗分离,但 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{Br}$ 的密度比水大,因此应从分液漏斗下口流出,故D不符合题意。

任务总结

1. 卤代烃的密度与沸点的变化规律

- (1) 卤代烃的密度和沸点都高于相应的烃。
- (2) 卤代烃的密度一般随烃基中碳原子数目的增加而减小。
- (3) 卤代烃的沸点一般随烃基中碳原子数目的增加而升高。

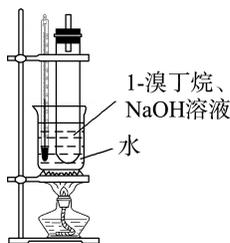
2. 简单卤代烃的命名原则

- (1) 选择连有卤素原子的最长的碳链为主链,按主链所含碳原子数目称为“某烷”或“某烯”。
- (2) 把支链和卤素原子看作取代基,主链碳原子的编号从靠近支链的一端开始。
- (3) 命名时把支链、卤素原子的位置和名称依次写在烷烃(或烯烃)名称之前。

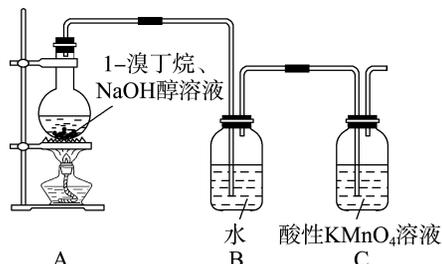
任务二 卤代烃的化学性质

[探究活动]

1-溴丁烷()常用作医药、染料和香料的原料,某研究小组欲通过如图所示装置探究1-溴丁烷分别在 NaOH 水溶液、 NaOH 醇溶液中发生反应的机理。



装置1



装置2

活动1 1-溴丁烷能否与 AgNO_3 溶液反应生成浅黄色沉淀? 写出1-溴丁烷在 NaOH 水溶液中水解的化学方程式,并分析1-溴丁烷分子的断键位置。

提示: 不能; $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{NaBr}$; 发生水解时,1-溴丁烷断裂 $\text{C}-\text{Br}$ 。

活动2 写出1-溴丁烷在 NaOH 的醇溶液中发生消去反应的化学方程式,并分析1-溴丁烷分子的断键位置。

提示: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$; 1-溴丁烷分子断裂 $\text{C}-\text{Br}$ 及邻位碳原子上的 $\text{C}-\text{H}$ 。

活动3 如何设计实验方案检验1-溴丁烷中的溴元素?

提示: 向1-溴丁烷中加入 NaOH 溶液,加热水解,冷却后先加入稀硝酸酸化,再滴加 AgNO_3 溶液,产生浅黄色沉淀,证明1-溴丁烷中含有溴元素。

[评价活动]

1. 下列关于卤代烃 RCH_2X 性质的叙述,正确的是

()

- 该卤代烃易溶于水
- 发生水解反应的条件是强碱的醇溶液、加热
- 可以直接加入 AgNO_3 溶液,根据沉淀颜色检验卤素原子的种类
- 该卤代烃发生水解反应得到的产物是醇类

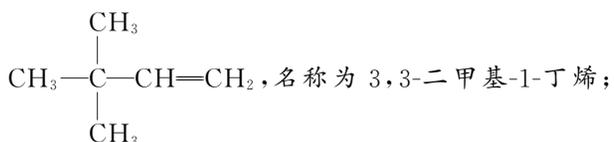
D 解析: 卤代烃都难溶于水,A错误;卤代烃发生水解反应的条件是强碱的水溶液、加热,B错误;卤代烃是非电解质,直接加入 AgNO_3 溶液,不发生反应,C错误;该卤代烃发生水解反应生成的 RCH_2OH 属于醇类,D正确。

2. 下列物质中,可以通过消去反应生成2-甲基-2-丁烯的是

()

- $(\text{CH}_3)_3\text{CCHClCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CHClCH}_3$
- $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{Cl}$

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 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_3$, 名称为 2-甲基-2-丁烯, 或

$$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$$

生成 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$, 名称为 3-甲基-1-丁烯; C项有机物发生消去反应生成 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$, 名称为 3-甲基-1-丁烯; D项有机物发生消去反应生成 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$, 名称为 2-甲基-1-丁烯, 故只有 B 项符合题意。

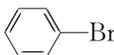
3. 为探究一溴环己烷() 与 NaOH 的醇溶液共热发生的是水解反应还是消去反应, 下列实验方案正确的是 ()

- 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。

4. 下列卤代烃能发生消去反应且消去产物唯一的是 ()

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

A 解析: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ 能发生消去反应, 且只有一种产物, A 正确; 与卤素原子相连的碳原子的邻位碳原子上没有氢原子, 不能发生消去反应, B 错误; 与卤素原子相连的碳原子的邻位碳原子有两种, 且都有氢原子, 故 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$ 能发生消去反应, 且有两种产物, C 错误; 溴原子不能与苯环上的氢原子发生消去反应, D 错误。

任务总结

检验卤代烃中卤族元素的种类

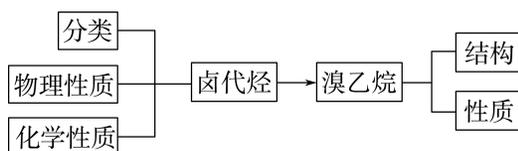
检验卤代烃中卤素种类	(1) 检验原理: $\text{R}-\text{X} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{水}} \text{R}-\text{OH} + \text{NaX}$, $\text{AgNO}_3 + \text{NaX} = \text{AgX} \downarrow + \text{NaNO}_3$
	(2) 实验操作: $\text{卤代烃} \xrightarrow[\text{溶液}]{\text{滴加 NaOH}} \xrightarrow[\text{冷却}]{\text{加热煮沸}} \xrightarrow[\text{酸化}]{\text{稀硝酸}} \xrightarrow[\text{溶液}]{\text{AgNO}_3}$ 观察现象
	(3) 实验现象及结论

产生白色沉淀 → 含有氯元素

产生浅黄色沉淀 → 含有溴元素

产生黄色沉淀 → 含有碘元素

提质归纳



课后素养评价(六)

A组 学习·理解

知识点 1 卤代烃的结构与性质

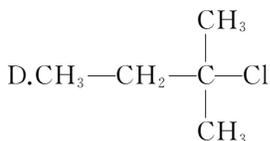
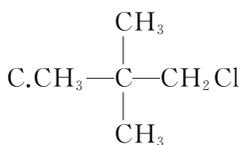
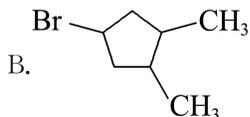
1. 多氟有机化合物具有较好的化学稳定性, 常见的多氟有机化合物有三氟乙酸、六氟乙烷、四氟乙烯等。下列说法错误的是 ()

- A. 酸性: 三氟乙酸 > 乙酸
 B. 沸点: 三氟乙酸 > 六氟乙烷 > 四氟乙烯
 C. 六氟乙烷中所有原子最外层均满足 8 电子稳定结构
 D. 六氟乙烷能发生水解反应和消去反应

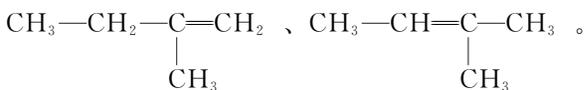
D 解析: 氟的电负性最大, 使—OH 上 H 更容易电离, 酸性: 三氟乙酸 > 乙酸, A 正确; 三氟乙酸分子间能形成氢键, 六氟乙烷的相对分子质量大于四氟乙烯的相对分子质量, 沸点: 三氟乙酸 > 六氟乙烷 > 四氟乙烯, B 正确; 六氟乙烷中所有 F 和 C 最外层均满足 8 电子稳定结构, C 正确; 六氟乙烷不能发生消去反应, D 错误。

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 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:



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。

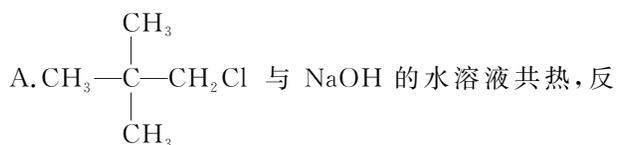
知识点 2 卤代烃中卤素原子的检验

4. 某同学欲检验 1-溴丙烷中溴元素的存在, 进行如下实验: 取一支洁净的试管加入少量 1-溴丙烷, 然后加入 1 mL 5% NaOH 溶液, 充分振荡, 并稍加热一段时间后, 冷却静置; 待液体分层后, 用滴管小心吸取少量上层液体, 移入另一支试管中, 打开盛有 2% AgNO_3 溶液的无色试剂瓶, 取 2~3 滴溶液加入盛有上层液体的试管中, 振荡, 观察现象。实验中存在的错误有几处? ()

- A. 4
 B. 3
 C. 2
 D. 1

C 解析: AgNO_3 见光易分解, 因此应该盛放在棕色试剂瓶中, 然后用胶头滴管向酸化后的溶液中加入 2~3 滴 2% AgNO_3 溶液, 观察现象, 所以实验中一共有 2 处错误。

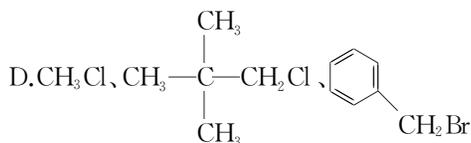
5. 下列关于几种卤代烃的说法正确的是 ()



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

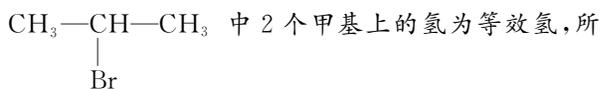
C. $\text{CH}_3-\overset{\text{Br}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 发生消去反应能得到两种烯烃



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

A 解析: $\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2\text{Cl}$ 和 NaOH 的水溶液

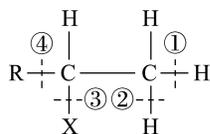
共热可生成伯醇, A 项正确; 卤代烃和 NaOH 溶液反应生成 NaX, 若检验其中卤素离子种类, 应先加稀硝酸将溶液酸化, 否则 NaOH 将与加入的 AgNO₃ 溶液反应生成 AgOH 或 Ag₂O 沉淀而影响卤化银沉淀的观察判定, B 项错误;



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, CH₃Cl 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 AgNO₃ 溶液就不会生成卤化银沉淀, D 项错误。

B组 应用·实践

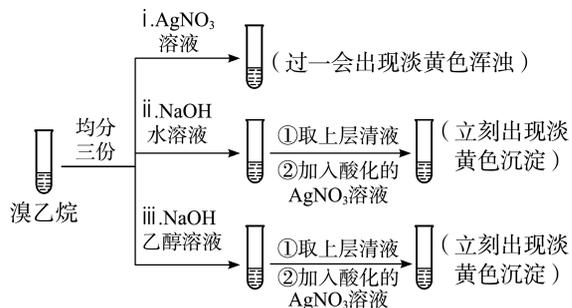
6. 卤代烃在有机合成中有重要的应用, 某卤代烃 M (RCHXCH₃) 的结构如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. M 溶于水时发生电离, 断裂化学键③
 B. M 在 KOH 的水溶液中加热, 断裂化学键③, 生成 RCHOHCH₃
 C. M 在 KOH 的醇溶液中加热, 断裂的化学键一定是①和③
 D. M 在 NaOH 的乙醇溶液中加热, 一定得到烯烃 RCH=CH₂

B 解析: 卤代烃 M 是非电解质, 不溶于水, 也不发生电离, A 错误; M 在 KOH 的水溶液中加热, C—X 断裂 (化学键③), 发生水解反应, 生成 RCHOHCH₃, B 正确; M 在 KOH 的醇溶液中加热, 发生消去反应, 可能断裂化学键①和③或化学键②和③, 得到烯烃 RCH=CH₂, 若 R—中与—CHX—相连的碳原子上有氢原子, 则也可能向左侧消去, C、D 错误。

7. 溴乙烷在不同溶剂中与 NaOH 发生不同类型的反应, 生成不同的产物。实验探究如下:

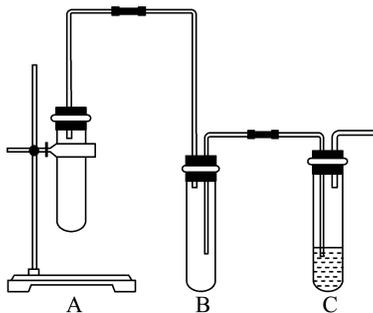


下列分析不正确的是 ()

- A. 对比实验 i、ii, NaOH 水溶液促进了 C—Br 的断裂
 B. 实验 ii 中产生淡黄色沉淀的反应是 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$
 C. 实验 iii 的现象说明溴乙烷发生了消去反应
 D. 通过检测实验 ii 中乙醇、实验 iii 中乙烯的生成, 可判断反应类型

C 解析: 对比实验 i、ii 知, 碱性溶液中加入酸化的 AgNO₃ 溶液立刻出现淡黄色沉淀, 说明 C—Br 的断裂受碱液影响, NaOH 水溶液促进了 C—Br 的断裂, A 正确; 实验 ii 中生成的淡黄色沉淀为 AgBr, 离子方程式为 $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightleftharpoons \text{AgBr} \downarrow$, B 正确; 实验 iii 中能证明生成 Br⁻, 但不能证明生成了乙烯, 不能说明发生消去反应, C 错误; 如果检测到实验 ii 中生成乙醇、实验 iii 中生成乙烯, 则说明实验 ii 中发生取代反应, 实验 iii 中发生消去反应, D 正确。

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

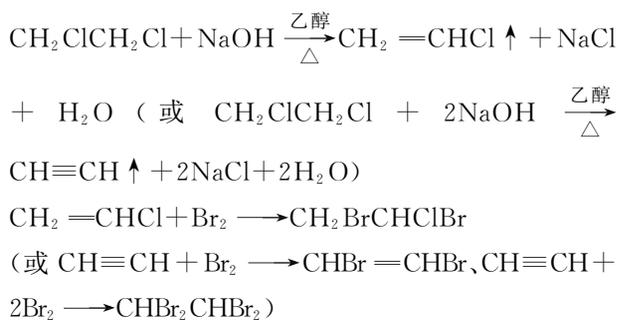
原料的利用率,减少1,2-二氯乙烷、乙醇等的挥发。产生的气体与装置C中溴水反应或溶于溴水使装置内压强减小,可能会发生倒吸现象,因此装置B的作用是防止倒吸。(4) $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$ 发生消去反应可能生成 $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ 、 $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 或二者的混合物,它们均能与溴水反应并使其褪色,因此能证明1,2-二氯乙烷已发生消去反应的实验现象是装置C中溴水褪色。根据以上分析可知装置A、C中发生反应的化学方程式分别为 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}} \text{CH}_2=\text{CHCl} \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (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

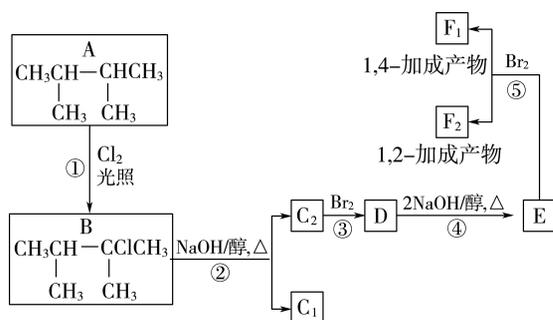
(2)水浴加热

(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:



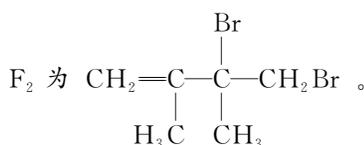
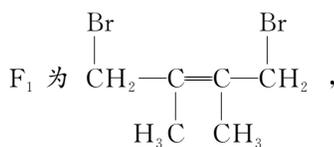
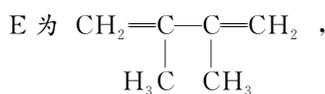
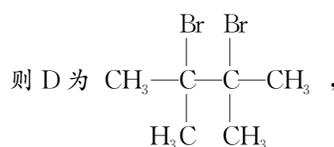
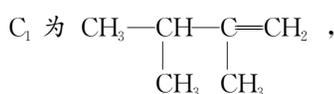
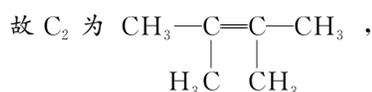
请回答下列问题:

- (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:_____。

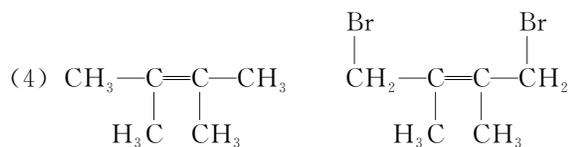
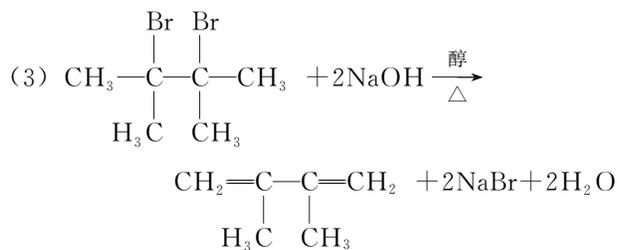
(4) C_2 的结构简式是_____, F_1 的结构简式是_____, F_1 和 F_2 互为_____。

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。

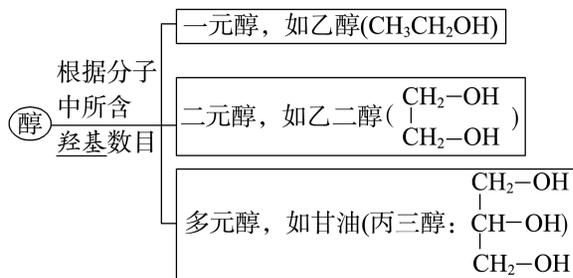
问题式预习

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: $\text{CH}_3-\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$ 命名为 3-甲基-2-戊醇,

$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2\text{OH}$ 命名为 1,2-丙二醇。

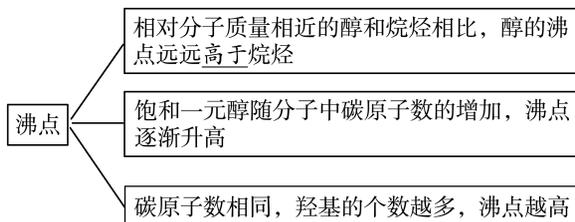
4.三种重要的醇

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



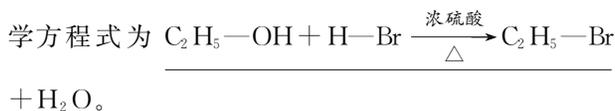
(2)溶解性

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.取代反应

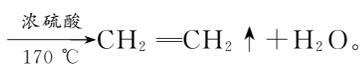
(1)醇可以与氢卤酸(HX)发生取代反应生成卤代烃(R-X)和水。反应时,醇分子中的 C-O 断裂,卤素原子取代羟基而生成卤代烃(R-X)。

(2)乙醇与浓氢溴酸发生取代反应,生成溴乙烷,化学方程式为



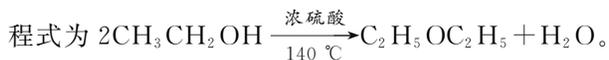
3.消去反应

(1)乙醇在浓硫酸作用下,加热到 170°C 时发生消去反应生成乙烯,化学方程式为



(2)分子间脱水

如果把乙醇与浓硫酸的混合物的温度控制在 140°C 左右,乙醇将以另一种方式脱水,即每两个乙醇分子间会脱去一个水分子而生成乙醚,化学方程式为



(3) 醚的结构

由两个烃基通过一个氧原子连接起来的化合物叫醚。醚的结构可用 $R-O-R'$ 来表示, 其中 R 和 R' 都是烃基, 可以相同, 也可以不同。

4. 氧化反应

(1) 燃烧反应

乙醇在空气中完全燃烧, 生成 CO_2 和 H_2O , 化学方程式为 $CH_3CH_2OH + 3O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2CO_2 + 3H_2O$ 。

(2) 催化氧化反应

乙醇在铜或银作催化剂等条件下, 可以被空气中的

O_2 氧化为乙醛 (CH_3CHO), 实现由醇到醛的转化, 化学方程式为 $2CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow[\Delta]{Cu \text{ 或 } Ag} 2CH_3CHO + 2H_2O$ 。

(3) 被强氧化剂氧化

乙醇能被酸性 $K_2Cr_2O_7$ 溶液氧化, 其氧化过程可分为两个阶段:



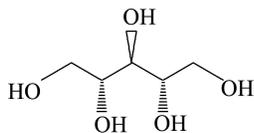
任务型课堂

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 [$CH_3CH(OH)CH_3$] 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

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 $170\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $140\text{ }^\circ\text{C}$ 两种条件下反应的产物分别是什么?

提示: $170\text{ }^\circ\text{C}$ 发生消去反应, 产物为 $CH_3CH=CH_2$; $140\text{ }^\circ\text{C}$ 发生取代反应, 产物为 $(CH_3)_2CH-O-CH(CH_3)_2$ 。

活动 3 甲醇和木糖醇都有羟基, 它们和乙醇是同系物吗?

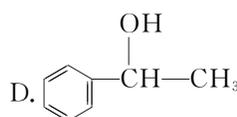
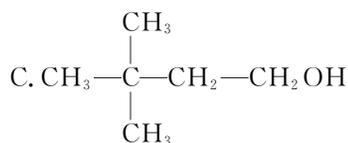
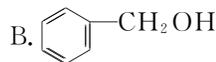
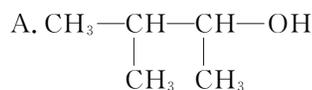
提示: 甲醇和乙醇互为同系物, 木糖醇和乙醇不是。

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。

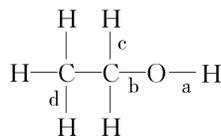
[评价活动]

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 $170\text{ }^\circ\text{C}$ 时键 b、d 断裂

B 解析: A 项, 和乙酸发生酯化反应时醇脱去 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。

任务总结

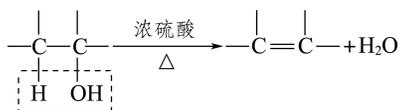
(1) 醇的取代反应规律

醇分子中, —OH 或 —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 (CH₃)₃CCH₂OH、—CH₂OH], 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

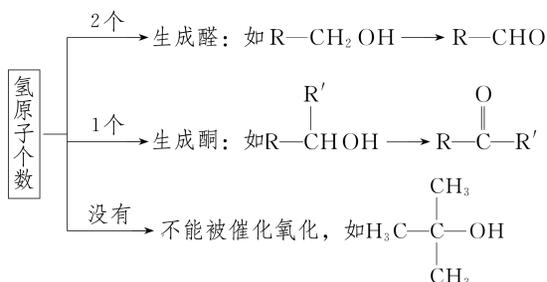
消去方式。如 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\overset{\text{OH}}{\text{C}}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ 发生消去反

应的产物为 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ 和 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}_2$ 。

④ 苯环上的 —OH 不能发生消去反应。

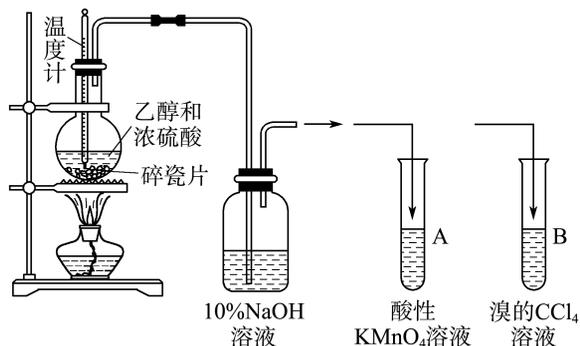
(3) 醇的催化氧化反应规律

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 °C?

提示:因为 140 °C 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 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 KMnO₄ 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。

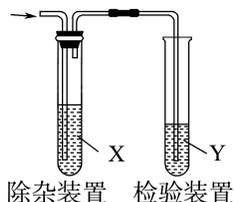
[评价活动]

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。

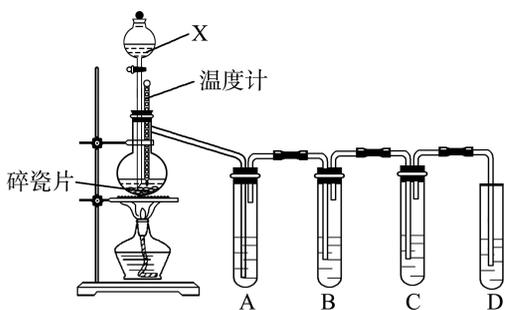
2. 用下图所示装置检验乙烯时不需要除杂的是 ()



选项	乙烯的制备	试剂 X	试剂 Y
A	CH ₃ CH ₂ Br 与 NaOH 的乙醇溶液共热	H ₂ O	酸性 KMnO ₄ 溶液
B	CH ₃ CH ₂ Br 与 NaOH 的乙醇溶液共热	H ₂ O	Br ₂ 的 CCl ₄ 溶液
C	C ₂ H ₅ OH 与浓硫酸加热至 170 °C	NaOH 溶液	酸性 KMnO ₄ 溶液
D	C ₂ H ₅ OH 与浓硫酸加热至 170 °C	NaOH 溶液	Br ₂ 的 CCl ₄ 溶液

B 解析: CH₃CH₂Br + NaOH $\xrightarrow[\Delta]{\text{乙醇}}$ CH₂=CH₂ ↑ + NaBr + H₂O, 由于乙醇具有挥发性, 且能与酸性 KMnO₄ 溶液反应, 但不与 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应, 故 A 项中需除杂, B 项中无须除杂; CH₃CH₂OH $\xrightarrow[170\text{ }^{\circ}\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ CH₂=CH₂ ↑ + H₂O, 由于浓硫酸具有脱水性和强氧化性, 反应产物中会含有 CO₂、SO₂ 杂质, SO₂ 具有还原性, 能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 同时生成的 SO₂ 携带水也能和 Br₂ 发生反应, 使 Br₂ 的 CCl₄ 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 SO₂, 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 SO₂。



(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 KMnO₄ 溶液 ④ FeCl₃ 溶液

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

(4) 能说明 SO₂ 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 CH₃CH₂OH $\xrightarrow[170\text{ }^{\circ}\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ CH₂=CH₂ ↑ + H₂O。(3) 检验 SO₂ 用品红溶液, 检验乙烯用酸性 KMnO₄ 溶液, 乙烯和 SO₂ 都能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色, 所以先检验 SO₂, 然后检验乙烯, 在检验乙烯之前需用 NaOH 溶液除尽 SO₂, 再通过品红溶液, 若不褪色则确认 SO₂ 已除干净, 最后用酸性 KMnO₄ 溶液检验乙烯。(4) 装置 A 用来检验 SO₂, 试管中品红溶液褪色, 说明含有 SO₂。(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 KMnO₄ 溶液褪色。

答案: (1) 分液漏斗 防止暴沸

(2) CH₃CH₂OH $\xrightarrow[170\text{ }^{\circ}\text{C}]{\text{浓硫酸}}$ CH₂=CH₂ ↑ + H₂O

(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 KMnO₄ 溶液褪色

任务总结

乙醇的消去反应

- (1) 将浓硫酸缓慢加入盛有乙醇的烧杯中, 不断搅拌散热
- (2) 浓硫酸的作用: 作催化剂和脱水剂
- (3) 温度计水银球要插入反应混合液中, 不能触及烧瓶的内壁
- (4) 加热时要迅速升温到 170 °C, 防止在 140 °C 时分子间脱水生成醚
- (5) 烧瓶中液体变黑, 是由于浓硫酸氧化乙醇生成碳单质

醇的消去反应

- (1) 反应条件: 浓硫酸、加热
- (2) 分子结构: 醇分子中, 连有—OH 的碳原子的相邻碳原子上必须有氢原子
- (3) 若醇分子中与—OH 相连的碳原子无邻位碳原子或邻位碳原子上无氢原子, 均不能发生消去反应, 如 CH₃OH、(CH₃)₃CCH₂OH 等

任务三 乙醇的催化氧化反应

[探究活动]

某研究性小组设计如下实验装置, 探究乙醇的催化氧化反应:

课后素养评价(七)

A组 学习·理解

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. 相对分子质量相近的醇和烷烃相比, 醇的沸点远高于烷烃, 部分醇和烷烃的数据如表所示, 下列说法错误的是 ()

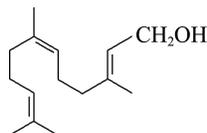
化合物(相对分子质量)	沸点/ $^{\circ}C$	化合物(相对分子质量)	沸点/ $^{\circ}C$
甲醇(32)	65	乙烷(30)	-89
乙醇(46)	78	丙烷(44)	-42
正丙醇(60)	97	正丁烷(58)	-0.5
正丁醇(74)	118	正戊烷(72)	36

- A. 醇分子之间的作用力只存在氢键
 B. 相同类型的化合物, 相对分子质量越大, 物质的熔、沸点越高
 C. 烷烃分子之间的作用力主要是范德华力
 D. 氢键作用力比范德华力大, 故相对分子质量相近的醇和烷烃相比, 醇的沸点远高于烷烃

A 解析: 醇分子间存在范德华力, 不只存在氢键, A 错误; 相同类型的化合物, 相对分子质量越大, 熔、沸点越高, B 正确; 范德华力是普遍存在的一种分子间作用力, 烷烃分子之间的作用力主要是范德华力, C 正确; 醇可以形成氢键, 氢键作用力比范德

华力大, 故相对分子质量相近的醇和烷烃相比, 醇的沸点远高于烷烃, D 正确。

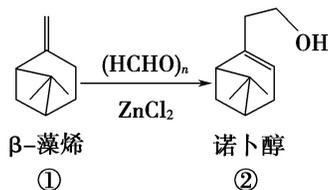
3. 金合欢醇主要用作铃兰、丁香、玫瑰、紫罗兰、橙花、仙客来等具有花香香韵的香精调合料, 其结构简式如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. 金合欢醇分子的分子式为 $C_{15} H_{26} O$
 B. 金合欢醇可发生加成反应、取代反应、氧化反应
 C. 1 mol 金合欢醇和足量 Na 反应生成 0.5 mol H_2
 D. 金合欢醇有芳香族类的同分异构体

D 解析: 根据该有机物的结构简式知, 其分子式为 $C_{15} H_{26} O$, A 正确; 该有机物含有碳碳双键, 可发生加成反应、氧化反应, 含有羟基, 可发生取代反应、氧化反应, B 正确; 金合欢醇分子中含有 1 个羟基, 1 mol 金合欢醇与足量 Na 反应生成 0.5 mol H_2 , C 正确; 该有机物的分子含有 3 个碳碳双键, 其同分异构体不可能含有苯环, 金合欢醇的同分异构体中不可能有芳香族类, D 错误。

4. 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:



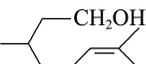
下列说法正确的是 ()

- A. β -藻烯的分子式为 $C_{10} H_{16}$
 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

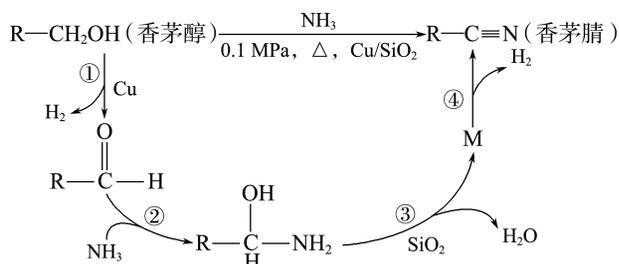
C 解析: A 项, β -藻烯的分子式为 $C_{10} H_{16}$, 错误; B

项,β-萜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 H₂,错误;C项,β-萜烯和诺卜醇都含有碳碳双键,都能使酸性 KMnO₄ 溶液褪色,正确;D项,β-萜烯和诺卜醇都含有碳碳双键,都能与 Br₂ 的 CCl₄ 溶液反应,不能用该溶液检验诺卜醇中是否混有 β-萜烯,错误。

B组 应用·实践

5.用 Cu/SiO₂ 催化香茅醇()制取香料香茅腈的反应及机理如图所示(反应机理中香茅醇分子的部分烃基用—R表示)。下列说法正确的是

()



- A. 香茅醇存在顺反异构体
 B. ①为氧化反应,②为取代反应
 C. 中间体 M 的结构简式为 R—CH=NH



C 解析:香茅醇中有碳碳双键,但右侧碳原子连接两个甲基,不存在顺反异构体,A错误;反应①为香茅醇在铜作催化剂条件下脱氢生成醛,是氧化反应,第②步 R—C(=O)—H 与氨气发生加成反应生成

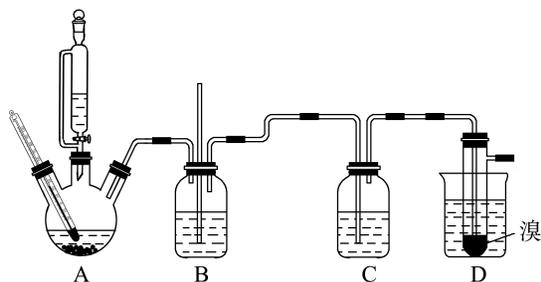
$\text{R}-\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{C}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{H} \end{array}$, B 错误; 中间体 M 是由

$\text{R}-\begin{array}{c} \text{OH} \\ | \\ \text{C}-\text{NH}_2 \\ | \\ \text{H} \end{array}$ 脱水发生消去反应得到的,结构简式为 R—CH=NH, C 正确; R—C(=O)—NH₂ 中存在



手性碳原子,存在对映异构体,D错误。

6.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:

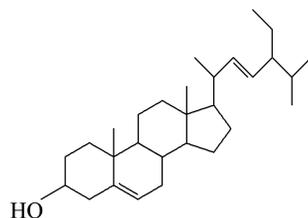


下列说法不正确的是 ()

- 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 °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 CH₂=CH₂,为了减少副反应的发生,应迅速升温到 170 °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。

7.豆甾醇是中药半夏中含有的一种天然物质,其分子结构如图所示。关于豆甾醇,下列说法正确的是

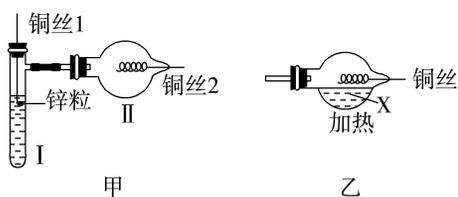


- A. 属于芳香族化合物

- B.含有平面环状结构
C.可发生取代反应和加成反应
D.不能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

C 解析:该有机物分子中不含苯环,不属于芳香族化合物,A 错误;该有机物碳环均含有多个饱和碳原子,不可能为平面环状结构,B 错误;该有机物分子中含有羟基,可发生取代反应,含有碳碳双键,可发生加成反应,C 正确;该有机物分子中的羟基和碳碳双键均能被酸性高锰酸钾溶液氧化而使溶液褪色,D 错误。

- 8.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)

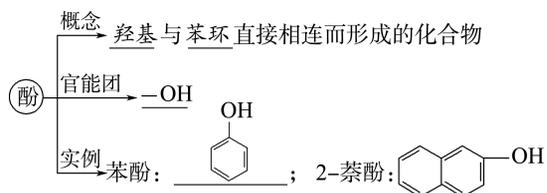
第 2 课时 酚

学习任务目标

- 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。
- 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。

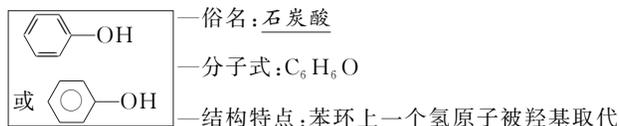
问题式预习

一、酚类

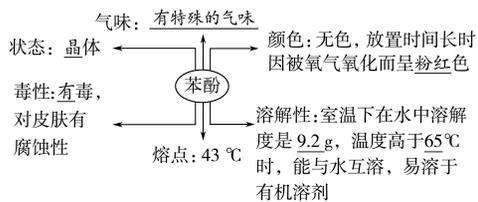


二、苯酚

1. 分子组成与结构



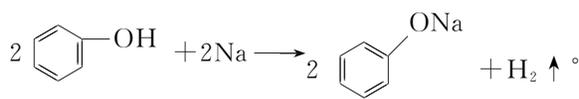
2. 物理性质



3. 化学性质

(1) 弱酸性——苯环影响羟基

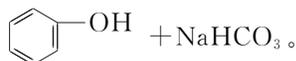
① 与 Na 反应



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



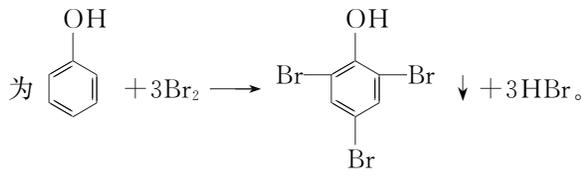
由此可知, 酸性: $\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} > \text{HCO}_3^-$ 。

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

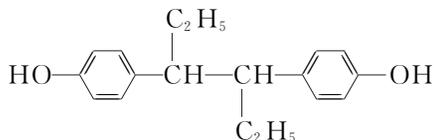
含酚类物质的废水对生物体具有毒害作用, 排放前必须经过处理。

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?

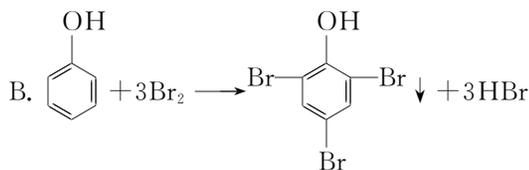
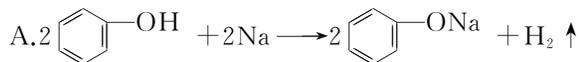
提示: 4 mol。是羟基对苯环的影响。

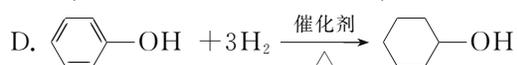
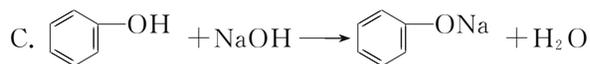
活动 3 己烷雌酚的什么性质可以说明苯环对羟基产生了影响?

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 ()





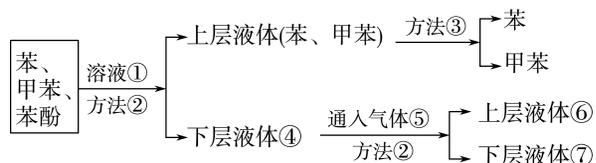
B 解析:羟基影响苯环的结果是使苯环上的氢原子的活泼性增强,更易发生取代反应。苯环与 H_2 的加成反应是苯本来就有的性质,不能说明羟基对苯环有影响。

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 _____。

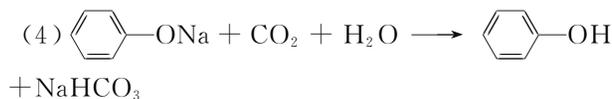
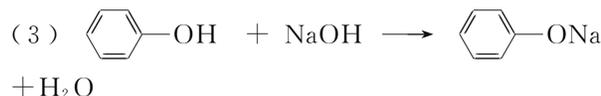
(4) 下层液体④通入气体⑤,反应的化学方程式为 _____。

(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 CO_2 ,可以将苯酚复原,苯酚在下层。

答案:(1) NaOH CO_2

(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:

(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。

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

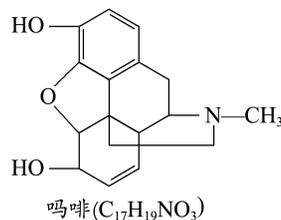
任务二 酚与苯环类物质的全面辨析

[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 $C_{15}H_{10}O_7$ 。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?

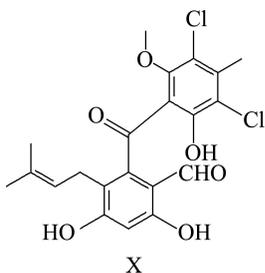
提示:与 CaO 反应,表现弱酸性。酚羟基具有弱酸性,能与金属钠反应,且醇羟基也能与金属钠反应。

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]

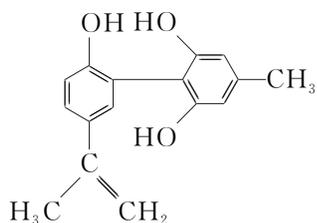
1.(2024·河北卷)化合物 X 是由细菌与真菌共培养得到的一种天然产物,结构简式如图所示。下列关于 X 的表述错误的是 ()



- A. 可与 Br_2 发生加成反应和取代反应
- B. 可与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应
- C. 含有 4 种含氧官能团
- D. 存在顺反异构

D 解析:化合物 X 中存在碳碳双键,能和 Br_2 发生加成反应,下方苯环上羟基的邻位碳原子上有氢原子,则 X 可与 Br_2 发生取代反应,遇 $FeCl_3$ 溶液会发生显色反应,A、B 正确;该化合物含有羟基、醛基、羰基、醚键 4 种含氧官能团,C 正确;该化合物中只有一个碳碳双键,其中一个双键碳原子连接的 2 个原子团都是甲基,不存在顺反异构,D 错误。

2.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

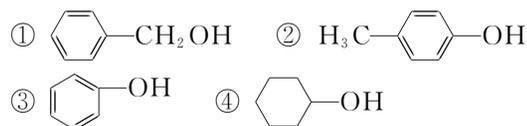
B. 滴入 $KMnO_4(H^+)$ 溶液,观察到紫色褪去,能证明结构中存在碳碳双键

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 $KMnO_4(H^+)$ 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。

3.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。

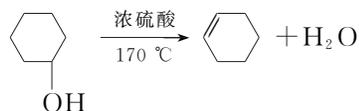
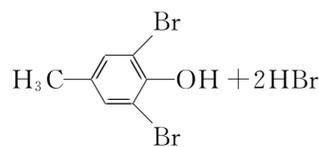
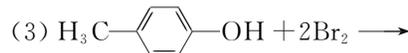
② _____;

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



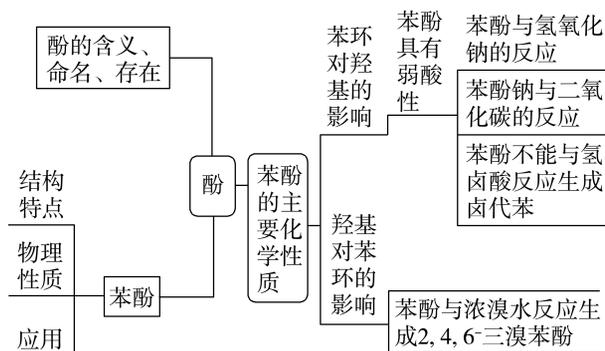
(4)可加入氯化铁溶液,呈紫色的为②,无变化的为①

任务总结

苯酚、苯、苯的同系物与 Br₂ 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



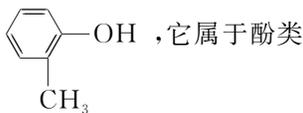
课后素养评价(八)

A组 学习·理解

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



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. 下列与苯酚有关的说法正确的是 ()

A. 苯酚俗称石炭酸, 酸性比碳酸弱

B. 苯酚易溶于 NaOH 水溶液, 故苯酚沾到皮肤上可用 NaOH 溶液冲洗

C. 常温下苯酚能与水混溶

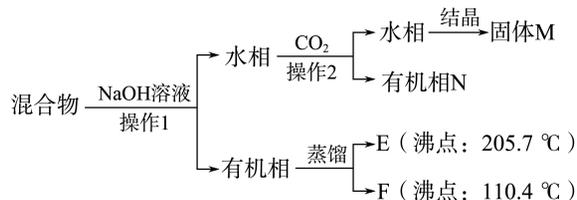
D. 纯净的苯酚是粉红色的有特殊气味的晶体

A 解析: 苯酚俗称石炭酸, 酸性比碳酸弱, A 正确; NaOH 溶液具有强腐蚀性, 不能用于冲洗沾到皮肤上的苯酚, B 错误; 纯净的苯酚是无色晶体, 但放置较长时间会变为粉红色, 温度高于 65 °C 能与水混溶, C、D 错误。

知识点 2 酚的化学性质

3. 苯甲醇微溶于水, 苯酚微溶于冷水, 易溶于热水。

一种分离苯甲醇、苯酚、甲苯的简易流程如下:



下列说法正确的是 ()

A. 操作 1 为分液, 需要使用长颈漏斗

B. 通入 CO₂ 的量的多少不会影响主要反应产物

C. 固体 M 主要是 Na₂CO₃ · 10H₂O

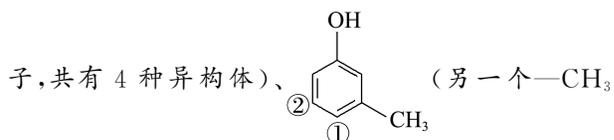
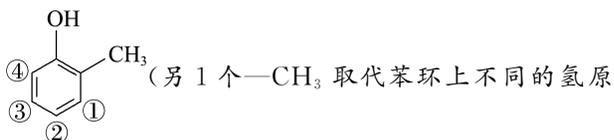
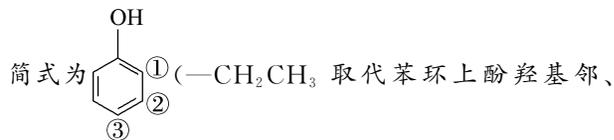
D. F 为苯甲醇

B 解析: 苯甲醇、苯酚、甲苯的混合物中加入 NaOH 溶液, 苯酚与 NaOH 反应生成的苯酚钠溶于水, 则水相中为苯酚钠, 有机相中为苯甲醇、甲苯, 有机相经过蒸馏将甲苯和苯甲醇分离, 苯甲醇的沸点高, E 为苯甲醇, F 为甲苯; 苯酚钠中通入 CO₂, 生成苯酚和 NaHCO₃, 有机相 N 为苯酚, 水相经过结晶得到的固体为 NaHCO₃。操作 1 为分液, 需要使用分液漏斗, A 错误; 苯酚钠中通入 CO₂ 生成苯酚和 NaHCO₃, 通入 CO₂ 的量的多少不影响主要反应产物, B 正确; 固体 M 为 NaHCO₃, C 错误; F 为甲苯, D 错误。

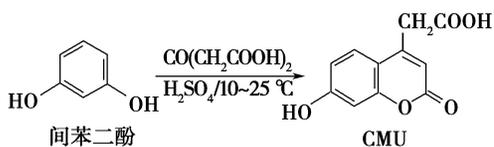
4. 分子式为 C₈H₁₀O 的芳香族化合物 R 可与金属钠反应且能与 FeCl₃ 溶液发生显色反应。符合条件的 R 的结构(不考虑立体异构)有 ()

- A.9 种 B.8 种
C.7 种 D.6 种

A 解析:分子式为 $C_8H_{10}O$ 的芳香族化合物 R 可与金属钠反应且能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,则该有机物分子中含有苯环、酚羟基,则可能的结构



5. CMU 是一种荧光指示剂,可通过下列反应制备:

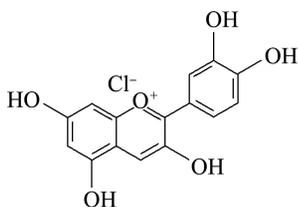


下列说法正确的是 ()

- 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. 矢车菊色素的结构如图所示。下列有关该物质的说法正确的是 ()



A.分子式为 $C_{15}H_9O_6Cl$

B.与苯酚互为同系物

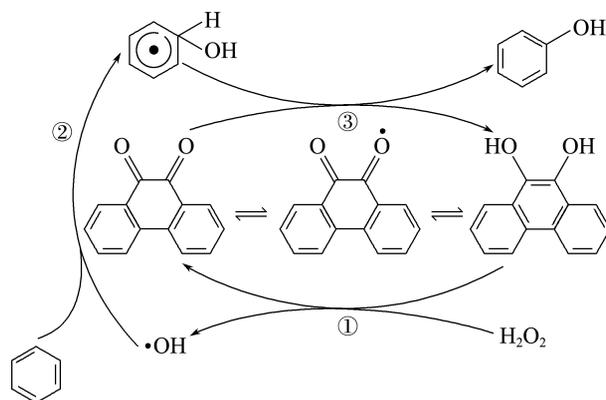
C.能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应

D.能发生氧化反应、取代反应和消去反应

C 解析:该有机物的分子式为 $C_{15}H_{11}O_6Cl$,A 错误;该有机物和苯酚的结构不相似,不互为同系物,B 错误;该有机物中含有酚羟基,可以与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应,C 正确;该有机物中含有酚羟基,可发生氧化反应和取代反应,羟基在苯环上,不能发生消去反应,D 错误。

B组 应用·实践

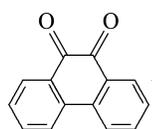
7. 下图是活性炭中的含氧基团催化过氧化氢氧化苯制苯酚的反应历程,下列说法正确的是 ()

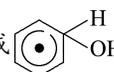


- A. $HO\cdot$ 有 7 个 e^-
B.反应③中苯酚是氧化产物
C.反应②中没有元素化合价变化
D.已知 O_2 中的氧氧键的键长比 H_2O_2 中的氧氧键短,则 O_2 氧化苯制苯酚比 H_2O_2 容易

B 解析: $HO\cdot$ 含有的电子数为 $8+1=9$,A 错误;有机反应中加氢或去氧的反应为还原反应,反应③

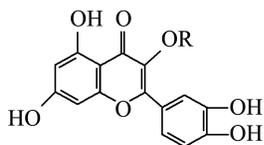


 是氧化剂,生成的苯酚为氧化产物,B

正确;反应②中由  生成 ,反应中加氧为氧化反应,有元素化合价变化,C 错误; O_2 中的氧氧键的键长短,键能大,不易断裂,因此不易发生反应,D 错误。

8. 维生素 P(结构如图所示)存在于槐树花蕾中,它是

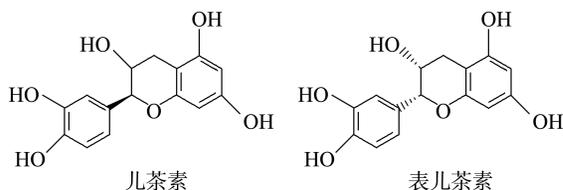
一种营养增补剂。关于维生素 P 的叙述正确的是 ()



- A. 若 R 为甲基, 则该物质的分子式可以表示为 $C_{16}H_{10}O_7$
- 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 $C_{16}H_{12}O_7$, 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。

9. 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。

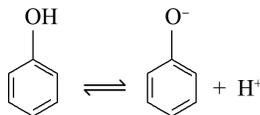
(3) 儿茶素和表儿茶素 _____ (填字母序号)。

- 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 $Fe^{3+} + 6 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightleftharpoons [Fe(O-C_6H_5)_6]^{3-} + 6H^+$, 下列说法不正确的是 _____ (填字母序号)。

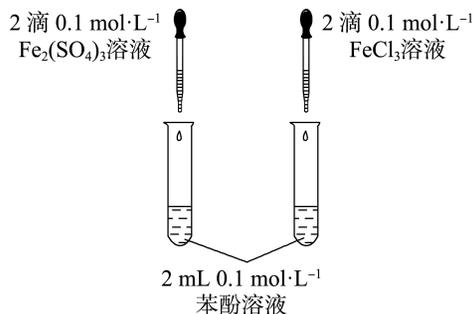
A. 苯酚的电离方程式是



B. 紫色物质的生成与 $c(Fe^{3+})$ 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响



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 $C_{15}H_{14}O_6$, 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

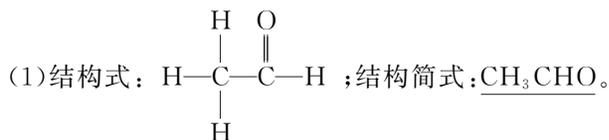
学习任务目标

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

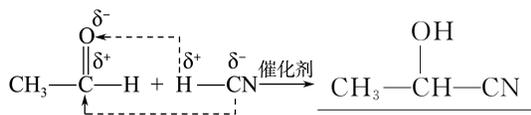
(1) 加成反应

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

① 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	①中: $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow (\text{白色}) + \text{NH}_4\text{NO}_3$, $\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$ ③中: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Ag} \downarrow + \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
---------	--

② 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	①中: $2\text{NaOH} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ③中: $\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONa} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

③ 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



④ 燃烧反应



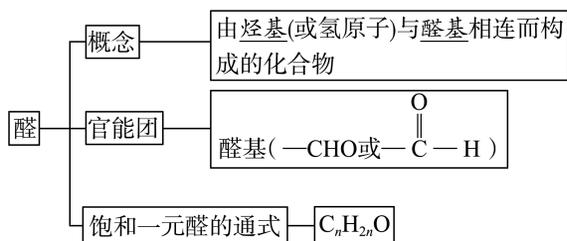
总结: 醛类物质既有氧化性又有还原性,其氧化还

原关系: $\text{醇} \xrightarrow[\text{还原}]{\text{氧化}} \text{醛} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{羧酸}$

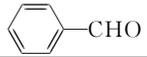
续表

二、醛类

1. 醛的结构



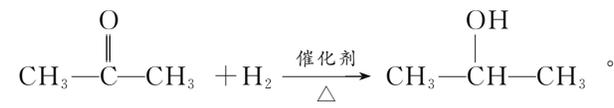
2. 甲醛和苯甲醛

物质		甲醛	苯甲醛
俗称		蚁醛	苦杏仁油
分子式		CH ₂ O	C ₇ H ₆ O
结构简式		HCHO	
物理性质	颜色	无色	无色
	气味	有强烈刺激性气味	有苦杏仁气味
	状态	气体	液体
	溶解性	易溶于水, 35%~40%的甲醛水溶液又称福尔马林	微溶于水; 与乙醇等有机溶剂互溶

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。

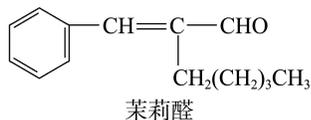
2. 官能团: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$ 。3. 结构表示式: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R—C—R}' \end{array}$ 。4. 丙酮: 结构简式为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \end{array}$, 不能被银氨溶液、新制的 Cu(OH)₂ 等弱氧化剂氧化。在催化剂存在的条件下, 丙酮能与氢气发生加成反应。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 KMnO₄ 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 KMnO₄ 溶液, 若溴水或酸性 KMnO₄ 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]

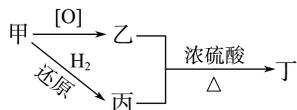
1. 下列实验设计和操作合理的是 ()

- A. 含有醛基的物质可使 FeCl₃ 溶液变为紫色, 该性质可用来检验醛基
 B. 银氨溶液具有弱氧化性, 可用于制银镜
 C. 用乙醛作萃取剂萃取溴水中的溴
 D. 用酸性高锰酸钾溶液鉴别丙醛和己烯

B 解析: 含有醛基的物质不能使 FeCl₃ 溶液变为紫色, 含有酚羟基的物质能使 FeCl₃ 溶液变为紫色, A 错误; 银氨溶液具有弱氧化性, 可以和醛基发

生反应析出银, B 正确; 乙醛溶于水, 且会和溴水反应, 不能作萃取剂萃取溴水中的溴, C 错误; 丙醛和乙烯都能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, D 错误。

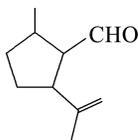
2. 已知如下图所示的转化关系, 其中甲、乙、丁均能发生银镜反应, 则甲为 ()



- 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. 有机物 M 是合成二氢荆芥内酯的重要原料, 其结构简式如图所示。下列检验 M 中官能团的试剂和添加顺序正确的是 ()



- A. 先加酸性高锰酸钾溶液, 后加银氨溶液, 微热
B. 先加溴水, 后加酸性高锰酸钾溶液
C. 先加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 加热至沸腾, 酸化后再加溴水
D. 先加银氨溶液, 微热, 再加溴水

C 解析: 先加酸性高锰酸钾溶液时, 碳碳双键、 $-\text{CHO}$ 均被氧化, 不能检验, A 不符合题意; 先加溴水, 碳碳双键发生加成反应, $-\text{CHO}$ 被氧化为 $-\text{COOH}$, 都使溴水褪色, 不能检验, B 不符合题意; 先加新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 加热至沸腾, $-\text{CHO}$ 被氧化, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 被还原为 Cu_2O 砖红色沉淀, 因此可检验 $-\text{CHO}$, 当酸化后再加入溴水时, Br_2 可与碳碳双键发生加成反应而使溴水褪色, 能够检验碳碳双键, C 符合题意; 先加入银氨溶液水浴加热, $-\text{CHO}$ 被氧化为 $-\text{COOH}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 被还原产生 Ag 单质, 即产生银镜, 可检验 $-\text{CHO}$, 但由于该溶液显碱性, 没有酸化, 所以当再加入溴水时, Br_2 会先与碱反应, 不能检验碳碳双键, D 不符合题意。

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 _____。

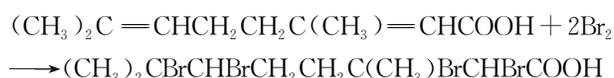
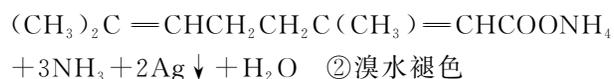
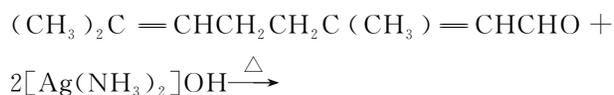
②依据现象是 _____, 反应的化学方程式是 _____。

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** → $60 \sim 70^\circ\text{C}$,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,再用蒸馏水洗涤

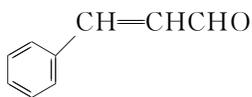
(2) 醛基与新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 反应的注意事项

- ① 所用的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 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

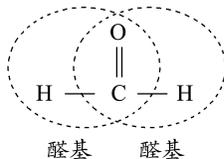
[探究活动]

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。



醛基 醛基

活动 1 请推测肉桂醛侧链上可能发生反应的类型有哪些?

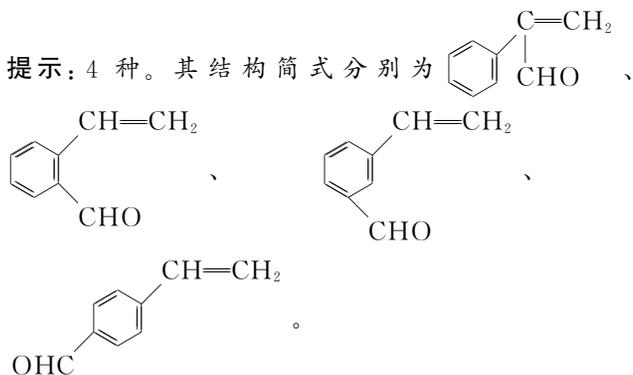
提示: 由于肉桂醛的侧链上含有碳碳双键,故可发生加成、加聚、还原和氧化反应;又含有醛基,所以可发生加成、氧化和还原反应。

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。

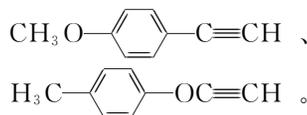
① 分子中含醛基;② 含有苯环;③ 能与溴水发生加成反应。



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 $\text{HCCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}$ 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)

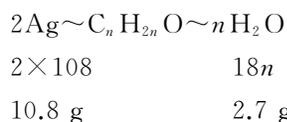
- ()
A. $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ B. $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$
C. $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Br}$ D. $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br}$

B 解析: 一溴代烷的水解产物为 $\text{R}-\text{CH}_2\text{OH}$ 的结构才能被催化氧化为醛,最多可生成 4 种醛,则 $-\text{R}$ 有 4 种结构。 $-\text{C}_3\text{H}_7$ 有 2 种结构,A 错误; $-\text{C}_4\text{H}_9$ 有 4 种不同的结构,B 正确; $-\text{C}_5\text{H}_{11}$ 有 8 种不同的结构,C 错误; $-\text{C}_6\text{H}_{13}$ 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:



$\frac{2 \times 108}{10.8 \text{ g}} = \frac{18n}{2.7 \text{ g}}$, $n=3$, 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.某饱和一元醛发生银镜反应,可得21.6 g银,等物质的量的该醛完全燃烧时生成7.2 g水,则该醛可能是 ()

- A.乙醛 B.丙醛
C.甲醛 D.丁醛

D 解析:21.6 g银的物质的量 $n(\text{Ag}) = \frac{21.6 \text{ g}}{108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.2 \text{ mol}$,根据醛发生银镜反应时物质的量关系 $\text{R}-\text{CHO} \sim 2\text{Ag}$ 可知,反应产生0.2 mol Ag,则饱和一元醛的物质的量为0.1 mol。醛完全燃烧时,生成水的质量为7.2 g, $n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{7.2 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.4 \text{ mol}$,则其中含H 0.8 mol,根据饱和一元醛通式 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ 得, $2n=8$,解得 $n=4$,则

该醛为丁醛。

任务总结

(1)醛的同分异构体

①碳架异构

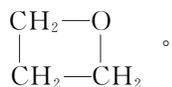
由于醛基只能连在碳链的末端,所以烃基有几种碳链异构,醛的同分异构体就有几种。

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。

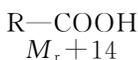
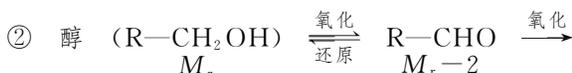
例如, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的同分异构体中,属于醛的有

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$,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 $\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_2}{\text{CH}}-\text{OH}$ 。属于环氧烷的有

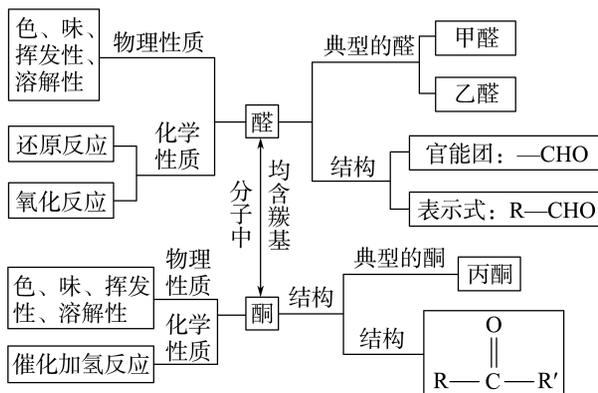


(2)醛反应的规律

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)

A组 学习·理解

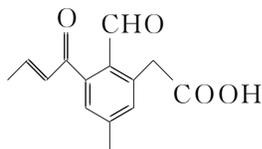
知识点 1 醛的结构

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. 某药物的合成中间体结构如图所示。下列有关该有机物的说法正确的是 ()



- A. 可用溴水检验该物质中是否含有碳碳双键
- B. 该物质不能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
- C. 1 mol 该有机物和氢气发生加成反应最多消耗 7 mol H_2

D. 该物质能发生银镜反应

D 解析: 碳碳双键、醛基均可使溴水褪色, A 错误; 该物质含有醛基、碳碳双键, 能被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化而使酸性高锰酸钾溶液褪色, B 错误; 该有机物中能与 H_2 发生加成反应的结构是碳碳双键、羰基、醛基、苯环, 1 mol 该有机物最多能与 6 mol H_2 发生加成反应, C 错误; 该物质含有醛基, 能发生银镜反应, D 正确。

3. 下列有关乙醛的银镜反应实验和乙醛与新制 $Cu(OH)_2$ 反应的实验的说法正确的是 ()
- A. 实验前, 试管应先用热的烧碱溶液洗涤, 然后用蒸馏水洗涤
- B. 向 2% 的稀氨水中滴入 2% 的 $AgNO_3$ 溶液, 配得银氨溶液
- C. 将乙醛滴入银氨溶液中, 用酒精灯直接加热煮沸制银镜

D. 2 mL $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ CuSO}_4$ 溶液和 4 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液混合后加入 0.5 mL 40% 的乙醛溶液, 加热, 产生砖红色沉淀

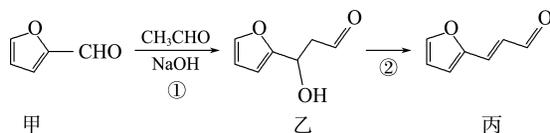
A 解析: 做银镜反应实验时试管要洁净, 实验前用热的烧碱溶液洗涤是为了将试管内壁上的油污洗净, A 正确; 配制银氨溶液时, 应向 $AgNO_3$ 溶液中滴加稀氨水至最初产生的沉淀恰好溶解, 滴加顺序不能颠倒, B 错误; 制取光亮的银镜必须用水浴加热, C 错误; 乙醛与新制的 $Cu(OH)_2$ 的反应要在碱性条件下进行, 根据题给 $CuSO_4$ 溶液和 $NaOH$ 溶液的量的知, $CuSO_4$ 过量, 因此不能产生砖红色沉淀, D 错误。

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。

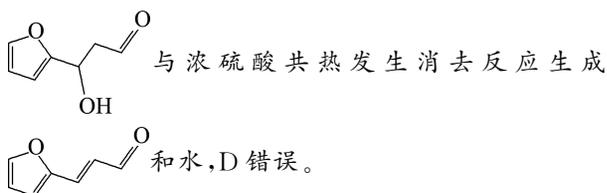
5. α -呋喃丙烯醛(丙)为常用的优良溶剂, 也是有机合成的重要原料, 其合成路线如下。下列说法错误的是 ()



- A. 甲既能使溴水褪色, 又能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- B. 1 mol 乙能与 1 mol Na 反应, 生成 0.5 mol H_2
- C. 1 mol 丙能与 4 mol H_2 发生加成反应
- D. 反应②的条件: $NaOH$ 醇溶液、加热

D 解析: 反应①为 $\text{呋喃}-CHO$ 与乙醛发生加成反应生成 $\text{呋喃}-CH(OH)-CH_2-CH_3$, 反应②为 $\text{呋喃}-CH(OH)-CH_2-CH_3$ 与浓硫酸共热发生消去反应生成 $\text{呋喃}-CH=CH_2$, 甲分子中含有的碳碳双键、醛基均能与溴水、酸性高锰酸钾溶液反应使溶液褪色, A 正确; 乙分子中含有的羟基能与金属钠反应, 则 1 mol 乙能与 1 mol 金属钠反应生成 0.5 mol 氢气, B 正确; 丙分子中含有的碳碳

双键和醛基在一定条件下能与 H_2 发生加成反应, 则 1 mol 丙最多消耗 4 mol 氢气, C 正确; 反应②为



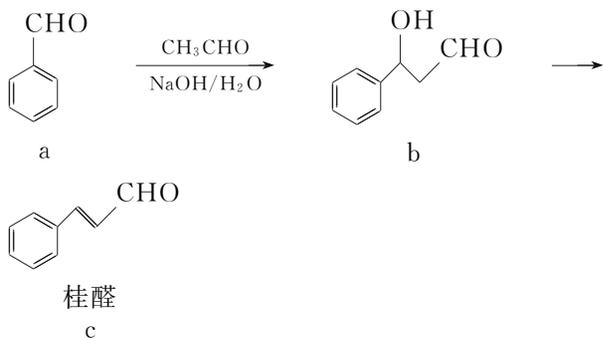
知识点 3 酮的性质

6. 下列关于常见醛和酮的说法中, 不正确的是 ()
- 甲醛和乙醛都是有刺激性气味的无色液体
 - 丙酮是结构最简单的酮, 可以发生加氢还原反应
 - 丙酮易溶于水, 是常用的有机溶剂
 - 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。

B组 应用·实践

7. 一种食品添加剂桂醛的化学名称是 3-苯基丙烯醛, 可由苯甲醛经以下方法合成。下列有关说法正确的是 ()

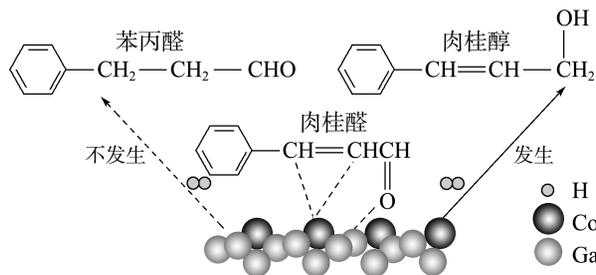


- b 分子中有 2 个手性碳原子
- a, c 分子中所有原子都可能处于同一平面
- 合成路线中: a \rightarrow b 为取代反应, b \rightarrow c 为消去反应
- a, b, c 三种物质可用溴水或酸性 $KMnO_4$ 溶液鉴别

B 解析: b 分子中只有与羟基相连的碳原子为手性碳原子, A 错误; a 分子中的苯环和醛基均为平面结构, a 中所有原子可以都处于同一个平面, c 中直接与双键碳原子相连的原子团为苯环和醛基, 都是平面结构, c 分子中所有原子也可能共平面, B 正确; a \rightarrow b 反应过程中碳氧双键断裂, 为加成反应, b \rightarrow c 反应过程中生成碳碳双键, 为消去反应, C 错误; a, b, c 三种物质中均有醛基, 均可以使溴水和酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色, 故无法用这两种试剂鉴别, 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:



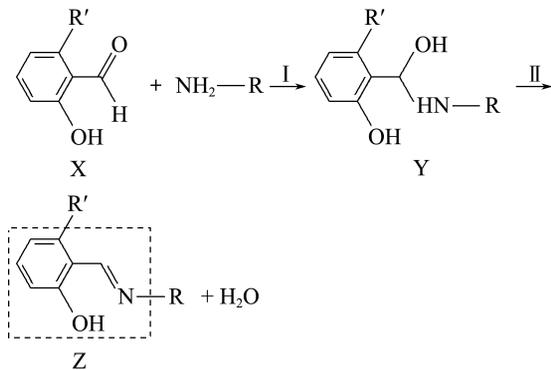
下列说法错误的是 ()

- 苯丙醛分子中有 6 种不同化学环境的氢原子
- 肉桂醛分子中存在顺反异构现象
- 还原反应过程只发生了非极性键的断裂
- 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: $6 \begin{matrix} 5 & 4 \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_2 & \text{CH}_2 & \text{CHO} \end{matrix}$, 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. 药物 X 与病毒蛋白对接的原理如图所示。下列说法错误的是 ()

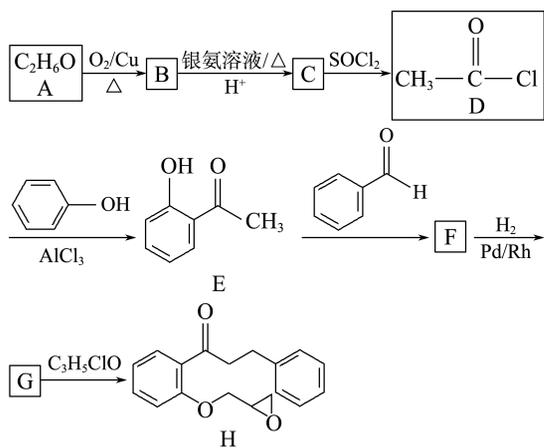


- I 为加成反应
- X 中参与反应的官能团为醛基
- Y 无手性碳原子
- Z 中虚线框内所有原子可能共平面

C 解析: 对比 X、Y 的结构简式, X 中醛基与 H_2N-R 发生加成反应, X 中参与反应的官能团为醛基, A、B 正确; Y 中羟基所连碳原子为手性碳原子, C 错误; 苯环为平面结构, $C=N$ 也为平面结构, 因此虚线框中所有原子可能共平面, D 正确。

10. 普罗帕酮为广谱高效膜抑制性抗心律失常药。化

合物 H 是合成普罗帕酮的前驱体,其合成路线如图示:

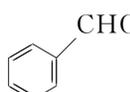
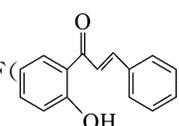


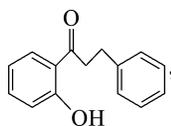
已知: $\text{CH}_3\text{COCH}_3 + \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{一定条件}} \text{CH}_3\text{COCH}=\text{CHCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

回答下列问题:

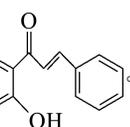
- (1) H 的分子式为 _____; 化合物 E 中含有的官能团名称是 _____。
- (2) G 生成 H 的反应类型是 _____。
- (3) F 的结构简式为 _____。
- (4) B 与银氨溶液反应的化学方程式为 _____。

解析: A 的分子式为 C₂H₆O, 且能在 Cu 作催化剂时被 O₂ 氧化, 则 A 的结构简式为 CH₃CH₂OH, B 的结构简式为 CH₃CHO, B 被银氨溶液氧化, 酸化后得到 C(CH₃COOH); 由题目中已知信息可得, E

与  生成 F ()。F 与 H₂ 发生加成反应生成 G, G 的结构简式为

。由 G 与 C₃H₅ClO 反应生成 H 可知, 反应产物还有 HCl 分子, 故该反应为取代反应。

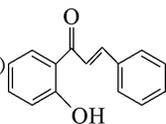
(1) 由流程图中 H 的结构简式可知, 其分子式为 C₁₈H₁₈O₃, 由 E 的结构简式可知, E 所含有的官能团是(酚)羟基、羰基。(2) 由分析可知, G 生成 H 的反应类型是取代反应。(3) 由分析可知, F 的

结构简式为 。(4) 由分析可知, B 的

结构简式为 CH₃CHO, 与银氨溶液反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

答案: (1) C₁₈H₁₈O₃ (酚)羟基、羰基

(2) 取代反应

(3) 

(4) $\text{CH}_3\text{CHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag}\downarrow + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

第四节 羧酸 羧酸衍生物

第1课时 羧酸

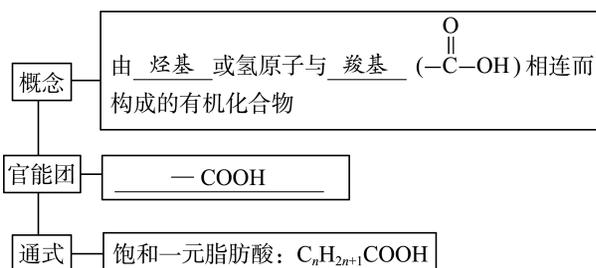
学习任务目标

- 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

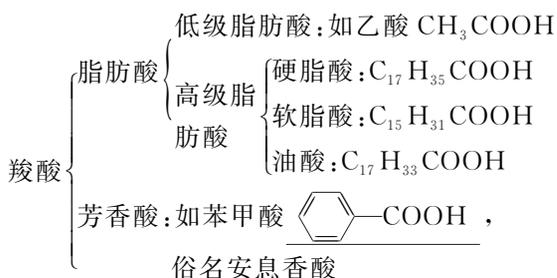
一、羧酸

1.概念及分子结构

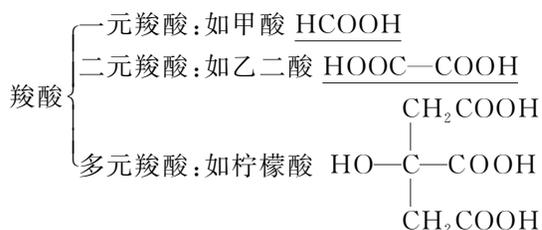


2.分类

(1)按分子中烃基的结构分



(2)按分子中羧基的数目分

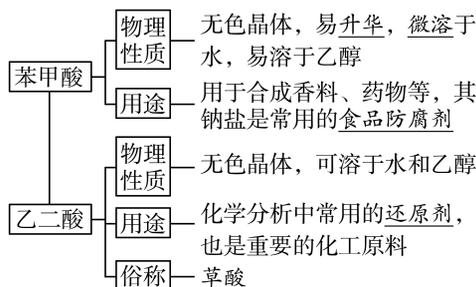


3.几种羧酸的比较

(1)甲酸

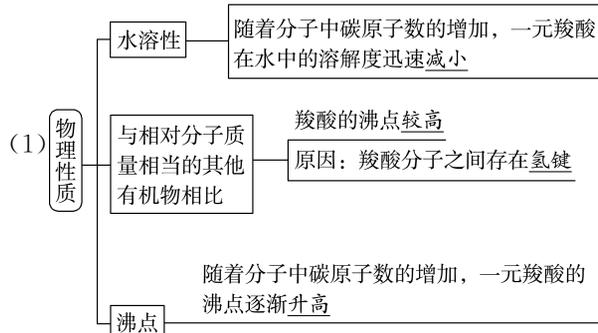
俗称	物理性质	结构	官能团	性质	用途
蚁酸	无色、有刺激性气味的液体,能与水、乙醇等互溶		—COOH , —CHO	有腐蚀性,呈酸性,与银氨溶液反应	用作还原剂,是合成医药、农药和染料等的原料

(2)苯甲酸和乙二酸



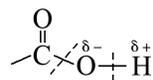
4.羧酸的性质

甲酸、乙酸等分子中碳原子数较少的羧酸能与水互溶



(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。

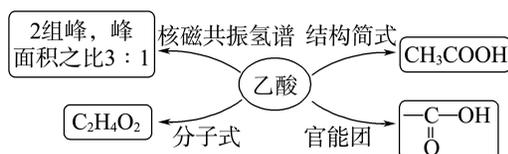


① O—H 断裂时,会解离出 H^+ ,使羧酸表现出酸性;

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



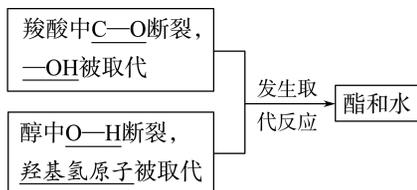
2. 化学性质

(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



② CH_3COOH 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 发生酯化反应的
化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 。

任务型课堂

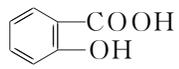
任务一 羟基氢原子活泼性的比较

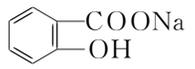
[探究活动]

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 →  + 2H₂O。

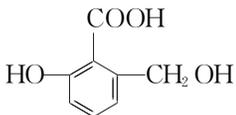
活动2 由水杨酸制备 , 应选择什么试剂?

提示: NaHCO₃。

活动3 1 mol 苹果酸与足量 Na 反应生成多少升的 H₂(标准状况下)? 1 mol 苹果酸可与多少摩尔的 Na₂CO₃ 反应生成 CO₂ 和有机物?

提示: 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 H₂(标准状况下), 可与 1 mol Na₂CO₃ 反应生成 CO₂ 和有机物。

[评价活动]

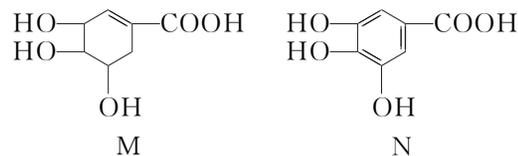
1. 有机物 A 的结构简式是 。下列

有关 A 的性质的叙述错误的是 ()

- A. A 与金属钠完全反应时, 两者的物质的量之比是 1 : 3
B. A 与氢氧化钠完全反应时, 两者的物质的量之比是 1 : 3
C. A 能与碳酸钠溶液反应
D. A 既能与羧酸反应, 又能与醇反应

B 解析: A 中有醇羟基、酚羟基、羧基, 三者均能与钠反应, 故 1 mol A 能与 3 mol Na 反应, A 正确; A 中的酚羟基、羧基能与氢氧化钠反应, 故 1 mol A 能与 2 mol 氢氧化钠反应, B 错误; A 中的酚羟基、羧基均能与碳酸钠溶液反应, C 正确; A 中含醇羟基, 能与羧酸发生酯化反应, A 中含羧基, 能与醇发生酯化反应, D 正确。

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 ()

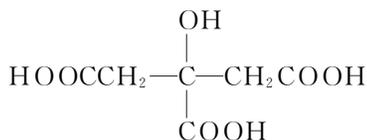


- A. 两种羧酸都能与溴水发生反应
B. 1 mol N、1 mol M 分别与 Na、NaHCO₃ 恰好完全反应, 消耗 Na、NaHCO₃ 的量不同
C. 足量的 M 分别与等物质的量的 NaHCO₃、Na₂CO₃ 反应得到的气体的物质的量相同
D. 等物质的量的两种羧酸与足量 NaOH 溶液反应时, 消耗 NaOH 的物质的量不同

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、NaHCO₃ 恰好完全反应, 消耗 Na、

NaHCO₃ 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 NaHCO₃、Na₂CO₃ 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 NaHCO₃、Na₂CO₃ 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 NaHCO₃ 溶液反应, 最多可消耗 3 mol NaHCO₃
- 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 α-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 NaHCO₃ 反应, 1 mol 柠檬酸最多可消耗 3 mol NaHCO₃, D 项正确。

任务总结

羟基氢原子活泼性的比较

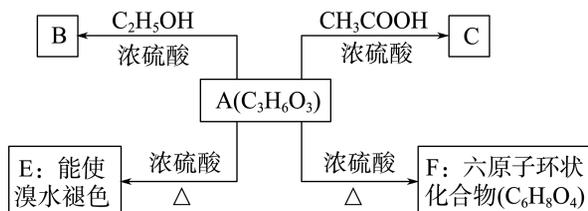
有机物	乙醇	水	苯酚	碳酸	乙酸
分子结构	C ₂ H ₅ OH	H—OH			CH ₃ COOH
与石蕊溶液反应	不变红	不变红	不变红	变浅红	变红
与 Na 反应	产生 H ₂	产生 H ₂	产生 H ₂	产生 H ₂	产生 H ₂
与 NaOH 反应	不反应	不反应	反应	反应	反应
与 NaHCO ₃ 反应	不反应	HCO ₃ ⁻ 部分水解 (溶液呈碱性)	不反应	不反应	产生 CO ₂
羟基氢的活泼性强弱	CH ₃ COOH > H ₂ CO ₃ > C ₆ H ₅ OH > H ₂ O > C ₂ H ₅ OH				

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 CH₃COOH、C₂H₅OH 均发生酯化反应, 分别生成 C、B, 故 A 中含有 —COOH 和 —OH。结合 A 的分子式为 C₃H₆O₃, 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: $\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ 、

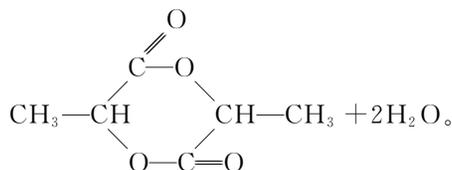
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$ 。再根据两分子 A 形成的 F 为六原子环状化合物, 知 A 的结构简式为 $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array}$, 其他物质即可依次推出。

活动 2 反应 A→E、A→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 A→E、A→F 反应的化学方程式。

提示: $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_2 = \text{CHCOOH} + \text{H}_2\text{O}$, $2\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}}$



活动 4 按照 A→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: $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COO} - \text{CH} - \text{COOH} \\ | \quad \quad \quad | \\ \text{OH} \quad \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$ 。

[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 ()

A. $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{CH}_3 - \text{C} - {}^{18}\text{OH} \end{array}$ 和 CH₃CH₂OH

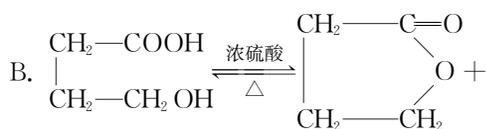


B 解析: A 项反应生成 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 88; B 项反应生成 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 90; C 项反应生成 $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{O}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 92; D 项反应生成 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$, 相对分子质量为 88。

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

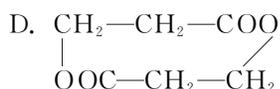
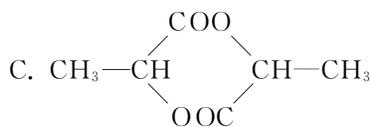


D. 多元羧酸和多元醇不能通过酯化反应生成高分子

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: _____。

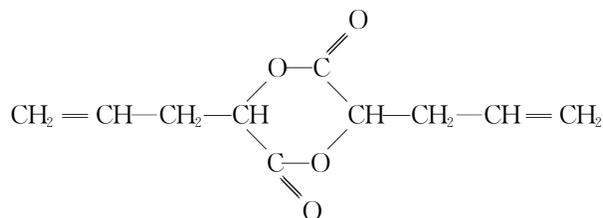
(4) 写出 2 mol 该有机物形成环状结构酯的化学方程式: _____。

_____。

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 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\text{C}}=$ 。



答案: (1) 消去反应、酯化反应、取代反应、氧化反应



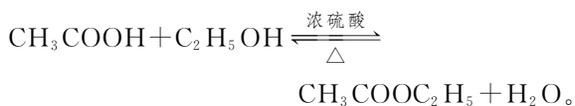
+2 H_2O

任务总结

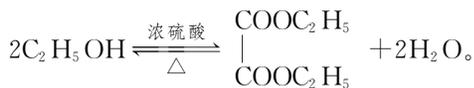
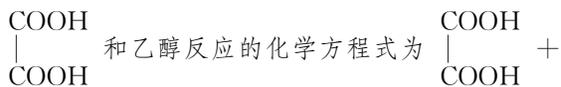
酯化反应的类型

(1) 一元醇与一元羧酸之间的酯化反应

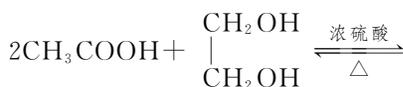
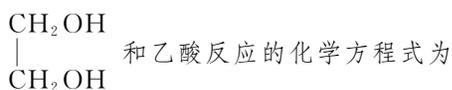
乙酸和乙醇反应的化学方程式为



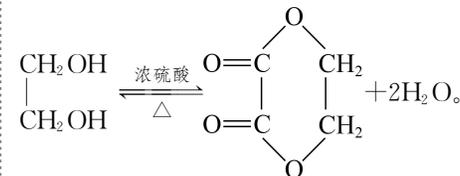
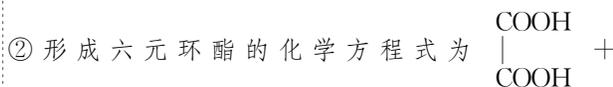
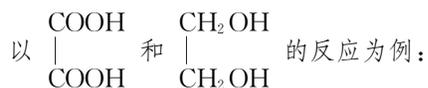
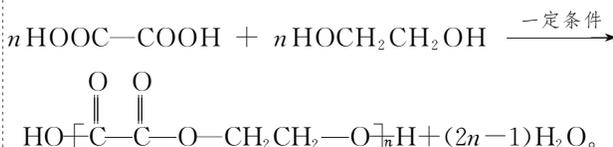
(2) 多元羧酸与一元醇之间的酯化反应



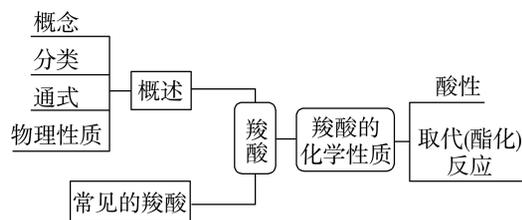
(3) 一元羧酸与多元醇之间的酯化反应



(4) 多元羧酸与多元醇之间的酯化反应


 $\textcircled{3}$ 生成聚酯的化学方程式为


提质归纳



课后素养评价(十)

A组 学习·理解

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 ()

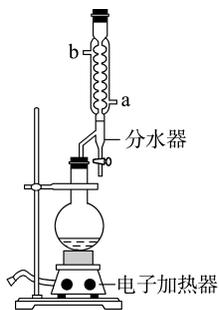
- A. 醋酸不小心滴到大理石桌面上,桌面失去光泽
 B. 熏醋一定程度上可以防止流行性感冒
 C. 醉酒后,饮用适量的食醋可解酒
 D. 烹饪鱼时加醋和料酒,可增加鱼的香味

A 解析: 醋酸可与 CaCO_3 反应: $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$, 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. 如图所示装置可用于酯化反应,烧瓶中加入乙醇、浓硫酸和乙酸。下列说法不正确的是 ()

- A. 烧瓶中需加入沸石
 B. 冷凝管的作用是冷凝回流,冷水应从 a 口进, b 口出
 C. 分水器可及时分离出水,提高转化率
 D. 为避免乙酸乙酯流出,实验过程中分水器的活塞须始终保持关闭

D 解析: 液体加热需加入沸石防止暴沸, A 正确;为保证冷凝管外管充满冷水,冷凝水需从下口进、上口出, B 正确;水冷凝后流入分水器,使水及时分离出来,平衡向正反应方向移动,从而提高转化率, C 正确;酯化反应是可逆反应,及时分离出水能促进



进平衡正向移动,当分水器内下层水面接近支管口时,应打开活塞放出一部分水,避免水进入烧瓶,D 错误。

知识点 2 羧酸的性质

3. 下列有关常见羧酸的说法正确的是 ()

A. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$ 用系统命名法命名为 2-甲基丁酸

B. 乙酸的沸点低于丙醇,高于乙醇

C. 苯甲酸与 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 互为同系物

D. 乙二酸具有还原性,可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色

D 解析: 给羧酸命名时从距离羧基最近的一端编号, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$ 的名称为 3-甲基丁酸, A 错误; 乙酸和丙醇的相对分子质量相等, 乙酸分子中的羰基氧原子和羟基均可形成氢键, 丙醇分子中只有羟基可以形成氢键, 相同物质的量的乙酸形成的氢键的数目多于丙醇, 故乙酸的沸点高于丙醇, B 错误; 苯甲酸与 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 结构不相似, 前者有一个羧基, 后者有两个羧基, 两者不互为同系物, C 错误; 乙二酸中碳元素为 +3 价, 乙二酸具有还原性, 可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色, D 正确。

4. 某同学在学习了乙酸的性质后, 根据甲酸的结构

$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \end{array}$ 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. 用 ^{18}O 标记的 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 与乙酸反应制取乙酸乙酯, 当反应达到平衡时, 下列说法正确的是 ()

A. ^{18}O 只存在于乙酸乙酯中

B. ^{18}O 存在于水、乙酸、乙醇以及乙酸乙酯中

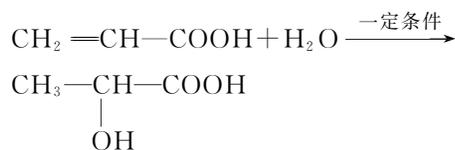
C. ^{18}O 存在于乙酸乙酯、乙醇中

D. 有的乙醇分子可能不含 ^{18}O

C 解析: 乙酸与乙醇反应时“酸脱羟基醇脱氢”, 生成水和乙酸乙酯, 所以 $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 与乙酸反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH} \xrightleftharpoons[\Delta]{\text{浓硫酸}}$

$\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, 因为酯化反应是可逆反应, 所以 ^{18}O 存在于乙醇和乙酸乙酯中。

6. 丙烯酸可与水反应生成乳酸, 化学方程式如下。下列说法正确的是 ()



A. 该反应为加成反应, 没有副产物生成

B. 丙烯酸与乳酸都属于有机酸, 两者不发生反应

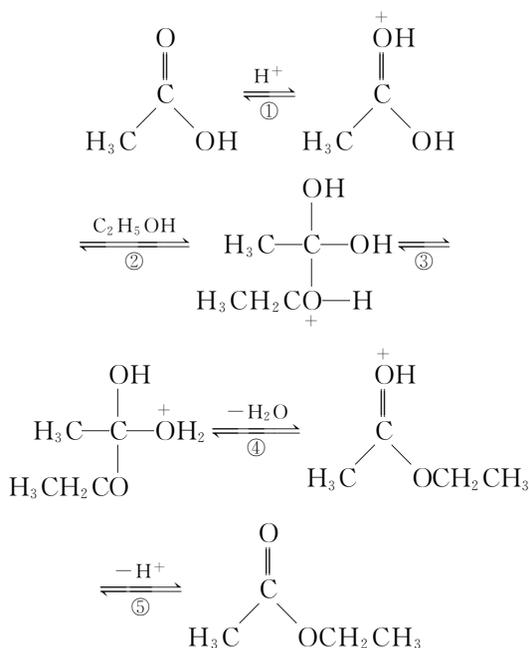
C. 1 mol 乳酸分别与足量 Na 、 NaOH 、 NaHCO_3 反应, 消耗三者物质的量之比为 2 : 2 : 1

D. 可用 Br_2 的 CCl_4 溶液鉴别丙烯酸和乳酸

D 解析: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ 的碳碳双键两边不对称, $\text{H}-\text{OH}$ 也不对称, 加成时会生成副产物 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, A 错误; 丙烯酸含有 $-\text{COOH}$, 乳酸含有 $-\text{OH}$, 二者可发生酯化反应, B 错误; 乳酸中的 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 与 Na 按物质的量之比 1 : 1 反应, 而 $-\text{COOH}$ 与 NaOH 、 NaHCO_3 按物质的量之比 1 : 1 反应, 则 1 mol 乳酸分别与足量 Na 、 NaOH 、 NaHCO_3 反应, 消耗三者物质的量之比为 2 : 1 : 1, C 错误; 丙烯酸的碳碳双键能与溴发生加成反应使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色, 乳酸不能和 Br_2 的 CCl_4 溶液反应, 可用 Br_2 的 CCl_4 溶液鉴别丙烯酸和乳酸, D 正确。

B组 应用·实践

7. 乙醇和乙酸发生酯化反应的机理如下:



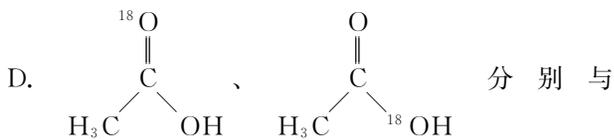
已知步骤①是该反应的决速步骤, 下列说法不正确

的是 ()

A. 乙酸分子中氧原子的电子云密度: O(羰基) > O(羟基)

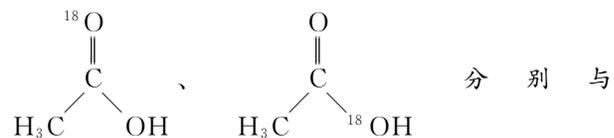
B. H^+ 是该反应的催化剂, 减少体系中的 H_2O 能促进平衡正向移动

C. 根据反应机理分析, 按乙酸、浓硫酸、乙醇的顺序添加试剂, 可能更有助于酯化反应的进行



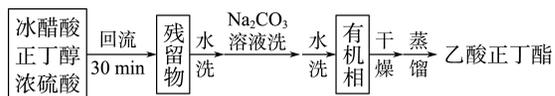
CH_3CH_2OH 反应, 仅后者的混合体系中能检测到 $H_2^{18}O$

D 解析: 羰基是碳氧双键, 羟基是碳氧单键, 氧元素的电负性比碳元素强, 乙酸分子中氧原子的电子云密度: O(羰基) > O(羟基), A 正确; 反应①消耗 H^+ , 反应⑤生成 H^+ , 且数目相同, 促进了反应的发生, 则 H^+ 为反应的催化剂, H_2O 是该反应的生成物, 减少体系中的 H_2O , 能促进平衡正向移动, B 正确; 根据反应机理分析, 乙酸与 H^+ 结合之后与乙醇发生反应, 按乙酸、浓硫酸、乙醇的顺序添加试剂, 可能更有助于酯化反应的进行, C 正确;



CH_3CH_2OH 反应, 根据第②步反应的机理, 羰基氧原子也生成羟基, 在第③步中也可能产生水, 故二者的混合体系中均能检测到 $H_2^{18}O$, D 错误。

8. 乙酸正丁酯 [$CH_3COO(CH_2)_3CH_3$] 是一种优良的有机溶剂, 常用作抗生素的萃取剂。实验室用冰醋酸和正丁醇在浓硫酸催化作用下反应制备乙酸正丁酯的过程如图所示。



已知: 乙酸正丁酯为无色液体, 密度为 $0.88 g \cdot mL^{-1}$, 沸点为 $126^\circ C$, 难溶于水, 易溶于有机溶剂。下列说法正确的是 ()

A. 回流时忘记加沸石, 应立即补加

B. 洗涤操作在分液漏斗中进行, 有机相应从分液漏斗的下口放出

C. 第二次水洗主要是为了除去可溶性的钠盐

D. 干燥时可选择 CaO 作干燥剂

C 解析: 冰醋酸和正丁醇与浓硫酸在回流过程中生成乙酸正丁酯, 经水洗、 Na_2CO_3 溶液洗、水洗后分液得到有机相, 有机相经干燥、蒸馏得到较为纯净的乙酸正丁酯, 回流时忘记加沸石, 应冷却后补

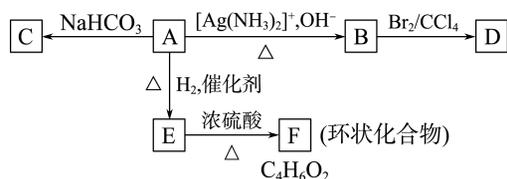
加, 不应立即补加, A 错误; 由于乙酸正丁酯的密度比水小在上层, 则分液时应从分液漏斗的上口倒出, B 错误; 加入 Na_2CO_3 后会生成醋酸钠, 还有过量的 Na_2CO_3 , 第二次水洗主要是为了除去可溶性的钠盐, C 正确; CaO 溶于水显碱性, 能促进乙酸正丁酯的水解, 不能作干燥剂, D 错误。

9. 分子式为 $C_9H_8O_2$ 的芳香族化合物中能与溴水反应, 并能与 $NaHCO_3$ 溶液反应的同分异构体有 (不考虑立体异构) ()

A. 4 种 B. 5 种 C. 6 种 D. 7 种

B 解析: 分子式为 $C_9H_8O_2$ 的芳香族化合物能与溴水反应, 说明含有碳碳双键, 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应, 说明含有 $-COOH$, 苯环上分别连接 $-CH=CHCOOH$ 、 $-C(COOH)=CH_2$ 各有一种, 苯环上连接 $-CH=CH_2$ 和 $-COOH$, 有邻、间、对 3 种, 共 5 种, B 正确。

10. 已知 A 的分子式为 $C_4H_4O_3$ 。根据图示内容填空:



(1) 化合物 A 含有的官能团为 _____。

(2) $1 mol A$ 与 $2 mol H_2$ 反应生成 $1 mol E$, 反应的化学方程式为 _____。

(3) 与 A 具有相同官能团的 A 的同分异构体的结构简式是 _____ (不考虑顺反异构)。

(4) B 在酸性条件下与 Br_2 反应得到 D, D 的碳链不含支链, 其结构简式是 _____。

(5) F 的结构简式是 _____; $E \rightarrow F$ 的反应类型是 _____。

解析: A 能与 $NaHCO_3$ 反应, 说明 A 的结构中存在羧基, A 能与银氨溶液反应, 说明 A 的结构中存在醛基, A 能与 H_2 发生加成反应, 结合 A 的分子式可推断 A 的结构中存在碳碳双键; A 发生银镜反应得到的 B 在酸性条件下与 Br_2 反应得到 D, D 的碳链不含支链, 则 A 的结构简式为 $OHC-CH=CH-COOH$ 。(1) 根据上述分析可知, 化合物 A 含有的官能团为羧基、醛基和碳碳双键。(2) $1 mol A$ 与 $2 mol H_2$ 发生加成反应生成的 E 为 $HOCH_2CH_2CH_2COOH$, 反应的化学方程式为 $OHC-CH=CH-COOH + 2H_2$

$\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} HO-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$ 。(3) A 中的官能团为醛基、羧基、碳碳双键, 根据官能团的位置异构可知与 A 具有相同官能团的 A 的同

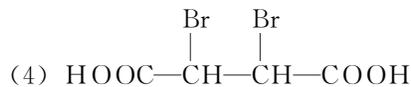
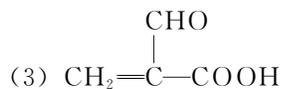
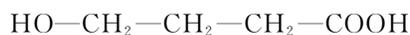
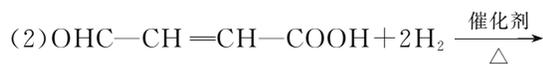
分异构体为 $\text{CH}_2=\overset{\text{CHO}}{\text{C}}-\text{COOH}$ 。(4)A 发生银镜反应生成的 B 在酸性条件下与 Br_2 反应得到 D, D 的碳链不含支链, 则 D 的结构简式为

$\text{HOOC}-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}-\overset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{COOH}$ 。(5)E 的结构简式为 $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$, 在加热条件下发生酯化反应, 可生成环状化合物 F, 则 F 的

结构简式为 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{C}=\text{O} \\ | \quad | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2 \end{array}$, E→F 的反应类型为酯

化反应或取代反应。

答案:(1)碳碳双键、醛基、羧基



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

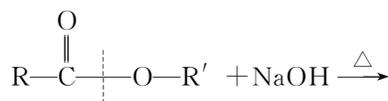
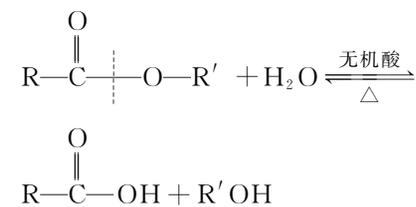
酯是羧酸分子羧基中的 $-\text{OH}$ 被 $-\text{OR}'$ 取代后的产物, 可简称为 RCOOR' , 其中 R 和 R' 可以相同, 也可以不同, 其官能团的名称为 酯基。饱和一元羧酸和饱和一元醇形成的酯的分子通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ ($n \geq 2$)。

2. 性质

(1) 酯的物理性质

低级酯——具有芳香气味的液体
酯——密度一般比水小
酯——水中 难溶, 有机溶剂中 易溶

(2) 酯的化学性质



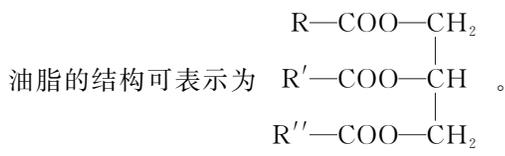
二、油脂

1. 组成、结构及分类

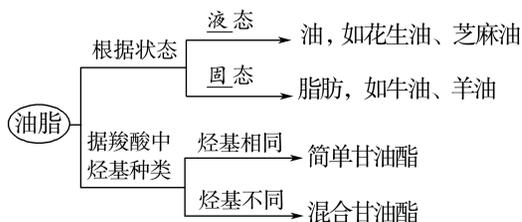
(1) 组成

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	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$

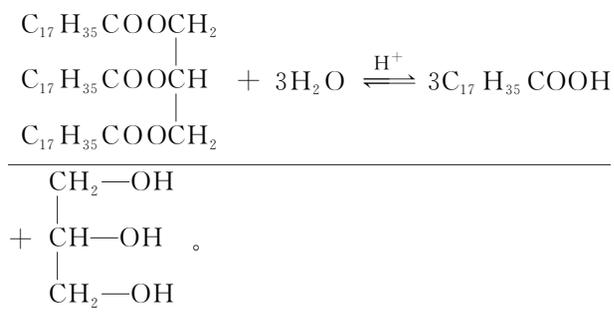
2. 物理性质

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。

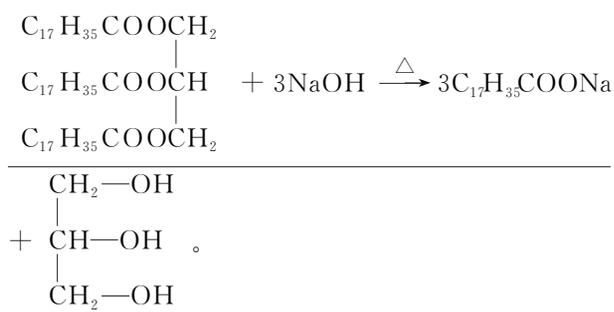
3. 化学性质

(1) 水解反应 (以硬脂酸甘油酯为例)

① 酸性条件下



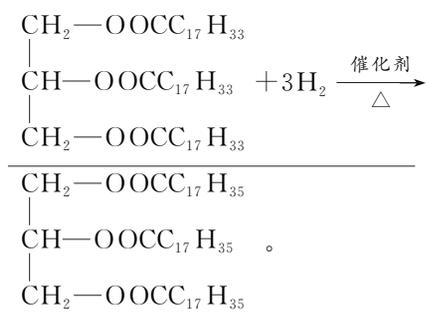
② 碱性条件下——皂化反应



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)

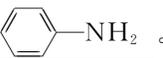
油酸甘油酯与 H_2 反应的化学方程式为



三、酰胺

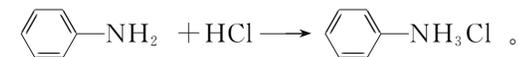
1. 胺

(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。

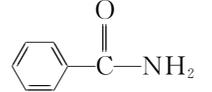
2. 酰胺

(1) 组成

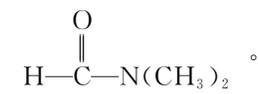
酰胺是羧酸分子中羟基被氨基取代得到的化合物。

其结构一般表示为 $\text{R—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$, 其中的 $\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—}$ 叫做酰基, $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$ 叫做酰胺基。

乙酰胺的结构简式为 $\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—NH}_2$,

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 酯的水解反应机理及规律

[探究活动]

某化学兴趣小组设计如下实验探究乙酸乙酯在不同条件下的水解反应。

实验 1: 酸碱性对酯的水解的影响	
实验步骤	步骤 1. 分别取 6 滴乙酸乙酯加入 3 支试管中, 然后向 3 支试管中分别加入等体积的水、稀硫酸、氢氧化钠溶液; 步骤 2. 振荡均匀后, 把 3 支试管都放入 70~80 °C 的水浴里加热
实验现象	① 加水的试管中酯层基本不变; ② 酯层消失时间: 加入稀硫酸的试管大于加入氢氧化钠溶液的试管

实验 2: 温度对酯的水解的影响	
实验步骤	步骤 1. 分别取 6 滴乙酸乙酯加入 2 支试管中, 然后向 2 支试管中分别加入等量的氢氧化钠溶液; 步骤 2. 振荡均匀后, 把 2 支试管分别放入 50~60 °C、70~80 °C 的水浴里加热
实验现象	温度高的试管中酯层消失得更快

活动 1 通过两个实验的现象能分别得出什么结论?

提示: 乙酸乙酯在酸性和碱性条件下均发生水解, 在碱性条件下水解得更快、更彻底; 温度越高, 乙酸乙酯的水解速率越大。

活动 2 根据化学平衡移动原理, 解释乙酸乙酯在碱性条件下发生的水解反应是不可逆的原因。

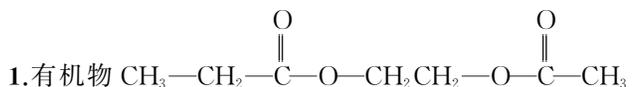
提示: 乙酸乙酯的水解为可逆反应, 在碱性条件下, 碱与水解得到的乙酸反应生成乙酸钠, 降低了生成物乙酸的浓度, 从而促进水解平衡向水解方向移动, 使水解程度增大, 反应完全。

活动 3 乙酸乙酯在酸性条件下的水解反应与制备乙酸乙酯的酯化反应加热方式是否相同? 酯化反应用浓硫酸, 酯的水解反应用稀硫酸, 两类反应中硫酸的作用有什么不同?

提示: 不同, 制备乙酸乙酯的酯化反应用酒精灯火焰加热, 乙酸乙酯在酸性条件下的水解反应用热水浴加热; 酯化反应用浓硫酸, 浓硫酸作催化剂和吸水剂, 吸水促使酯化反应向右移动, 提高产率。酯水解用稀硫

酸, 硫酸只起催化剂作用, 若用浓硫酸, 酯的水解反应程度变小。

[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。

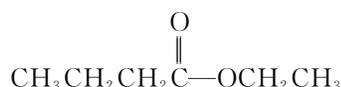
2. 某羧酸酯的分子式为 $\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_5$, 1 mol 该酯完全水解可得到 1 mol 羧酸和 2 mol 乙醇, 该羧酸的分子式为 ()

- 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



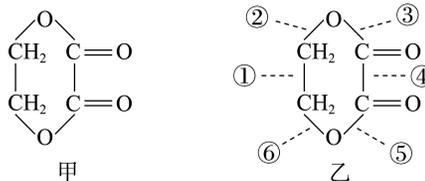
- B. 它是由乙酸和丁醇发生酯化反应得到的
C. 它在碱性条件下水解比在酸性条件下水解更彻底
D. 它与乙酸乙酯互为同系物

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. 有机物甲的结构简式如图所示, 其在一定条件下能发生水解反应生成两种有机物, 图乙中用①~⑥标出该有机物分子中不同的化学键, 则该有机物在水解时, 断裂的键是 ()



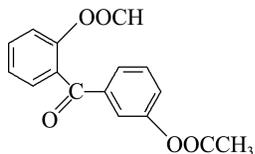
- A. ①④ B. ③⑤ C. ②⑥ D. ②

B 解析: 该有机物中含有酯基, “酸脱羟基醇脱氢”

形成酯, 所以酯水解是 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—}\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}\text{—}$ 从虚线处断裂,

羰基结合羟基形成羧基, 氧原子结合氢原子形成醇羟基, 综上所述, 该有机物水解时从③⑤处断裂化学键, B项符合题意。

5. 化合物 X 是一种医药中间体, 其结构简式如图所示。下列说法错误的是 ()



- A. 化合物 X 的分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_5$
 B. 化合物 X 在酸性条件下水解, 水解产物有 3 种
 C. 该物质与银氨溶液水浴加热能出现银镜
 D. 1 mol 化合物 X 最多能与 5 mol NaOH 反应

D 解析: 由 X 的结构简式可知, 其分子式为 $\text{C}_{16}\text{H}_{12}\text{O}_5$, 故 A 正确; X 在酸性条件下水解, 可得到

甲酸、乙酸、 3 种物质, 故 B 正确;

该物质中含有甲酸酯基结构, 即存在 $-\text{CHO}$, 能与银氨溶液发生银镜反应, 故 C 正确; 1 mol 该物质中存在的 2 mol 酯基消耗 2 mol NaOH, 水解产物中存在 2 mol 酚羟基又能消耗 2 mol NaOH, 总共消耗 4 mol NaOH, 故 D 错误。

任务总结

酯化反应与酯的水解反应的比较

项目	酯化反应	酯的水解反应
反应关系	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH} + \text{H}-^{18}\text{OR}' \xrightleftharpoons[\text{水解}]{\text{酯化}} \text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-^{18}\text{OR}' + \text{H}_2\text{O}$	
催化剂	浓硫酸	稀硫酸或 NaOH 溶液
催化剂的其他作用	吸水, 提高羧酸和醇的转化率	NaOH 能中和酯水解生成的羧酸, 提高酯的水解率
加热方式	酒精灯火焰加热	热水浴加热
反应类型	酯化反应、取代反应	水解反应、取代反应

注意: (1) 酯化反应和酯在酸性条件下的水解是可逆反应, 酯在酸性条件下水解不完全, 化学方程式中用“ \rightleftharpoons ”。

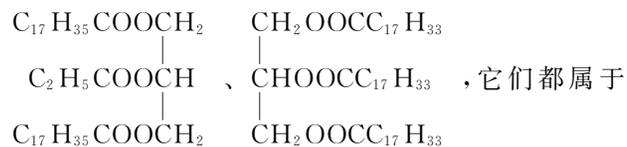
(2) 在碱性条件下, 由于生成的酸与碱反应, 促使酯完全水解, 化学方程式中用“ \longrightarrow ”。

任务二 油脂的结构与性质

[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 有两种有机物, 它们的结构简式分别为



油脂吗?

提示: 后者属于油脂, 前者不是, 因为 $-\text{C}_2\text{H}_5$ 不是高级脂肪酸的烃基, 因此前者不是。

活动 2 油脂在酸性或碱性条件下均可水解, 产物是否相同? 油脂在碱性条件下发生水解的反应称为皂化反应, 那乙酸乙酯在碱性条件下发生的水解反应是否属于皂化反应?

提示: 否, 油脂在碱性条件下发生水解, 生成的是高级脂肪酸盐和甘油, 在酸性条件下水解得到高级脂肪酸和甘油; 否, 皂化反应为油脂在碱性条件下的水解反应, 生成肥皂的主要成分, 即高级脂肪酸盐。

活动 3 油脂与矿物油(石油产品如煤油、汽油等)所属类别相同吗? 为什么? 如何利用化学方法鉴别“地

沟油”和矿物油?

提示:不相同,油脂是酯类,矿物油为烃类;“地沟油”属于油脂,在碱性条件下水解,矿物油的主要成分为烃类,不与碱反应,故取少量液体,滴加含有酚酞的NaOH溶液,加热,若不分层且溶液颜色变浅或褪色,为“地沟油”,若分层且溶液颜色无变化的为矿物油。

[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

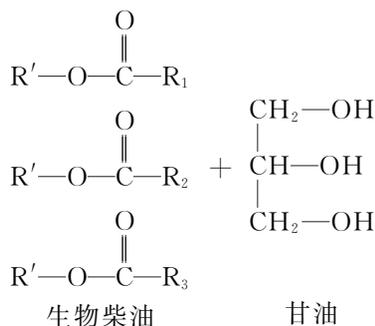
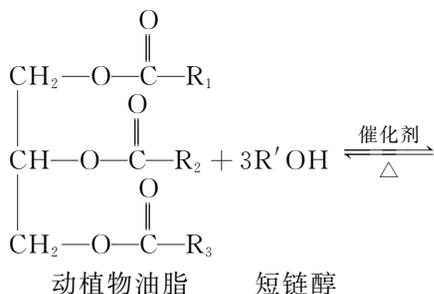
D 解析:油和脂肪均为高级脂肪酸甘油酯,有简单甘油酯和混合甘油酯之分,天然油脂多为混合甘油酯,其中油是由不饱和高级脂肪酸形成的,脂肪是由饱和高级脂肪酸形成的,天然油脂均为混合物,故A、B、C正确;矿物油与氢氧化钠溶液不反应,溶液颜色无明显变化,故D不正确。

2. 低级酯类化合物是具有芳香气味的液体,下列有关叙述利用的是酯的某种化学性质的是

- ()
- A. 用酒精可以提取某些花中的酯类香精,制成香水
 B. 炒菜时加一些料酒和食醋,使菜更香
 C. 用热水洗涤碗筷去除油污
 D. 不同水果具有不同的香味是因为其中含有不同的酯

C 解析:用酒精提取某些花中的酯类香精制成香水,利用的是酯类的溶解性,属于物理性质,A错误;炒菜时加一些料酒和食醋使菜更香是利用乙醇和乙酸反应生成乙酸乙酯,乙酸乙酯具有香味,是酯的物理性质,B错误;用热水洗涤碗筷去除油污,原理是在一定范围内升高温度油脂的水解速率增大,属于酯的化学性质,C正确;不同水果具有不同的香味是因为其中含有的酯的气味不同,利用的是酯的物理性质,D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. $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}_2$ 能发生的反应有

$$\begin{array}{c}
 \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH} \\
 | \\
 \text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COO}-\text{CH}_2
 \end{array}$$

()

- 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

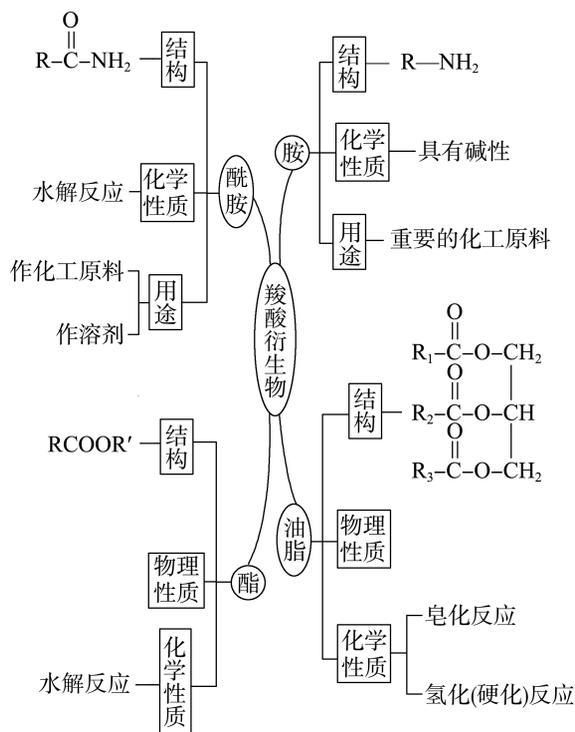
1. 油脂的官能团与化学性质

官能团	一定含有	可能含有
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}-\text{R} \end{array}$	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$
化学性质	能发生水解反应。酸性条件下水解产物是高级脂肪酸和甘油,碱性条件下水解产物是高级脂肪酸盐和甘油	能与氢气发生加成反应,能使溴水、酸性 KMnO_4 溶液褪色

2. 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	不饱和高级脂肪酸的甘油酯	饱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)

A组 学习·理解

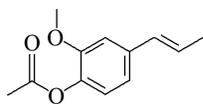
知识点 1 酯的结构与性质

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. 乙酸异丁香酚酯是一种食用香料,其结构简式如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该化合物易溶于水
 B. 1 mol 该化合物用足量 H_2 还原后,最多消耗 5 mol H_2
 C. 该化合物与 Br_2 能发生加成反应、取代反应

D. 1 mol 该化合物与足量 NaOH 溶液反应,最多可消耗 3 mol NaOH

C 解析: 该化合物中没有 $-OH$ 或 $-COOH$ 等亲水基团,该化合物不易溶于水,A 错误;该化合物分子含 1 个苯环、1 个碳碳双键,1 mol 该化合物用足量 H_2 还原后,最多消耗 4 mol H_2 ,B 错误;该化合物中含有甲基、苯环和碳碳双键,与 Br_2 能发生加成反应、取代反应,C 正确;该化合物中含有酯基且水解后产生 1 个酚羟基,则 1 mol 该化合物与足量 NaOH 溶液反应,最多可消耗 2 mol NaOH,D 错误。

知识点 2 油脂的结构与性质

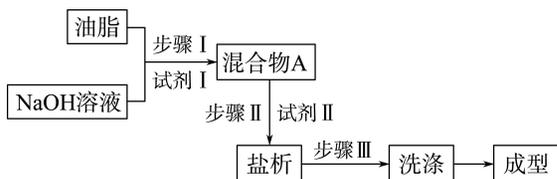
3. “油”在生活、生产中应用广泛。下列有关“油”的说法正确的是 ()

- A. 食用油的主要成分是不饱和高级脂肪酸的甘油酯,属于天然有机高分子
 B. 汽油、煤油、生物柴油等均来源于石油,主要成分都是烃类
 C. 甘油是丙三醇的俗称,既可以作护肤品,又可以制作炸药
 D. 天然奶油、黄油等是从牛奶或羊奶中提取出的半固态物质,属于蛋白质

C 解析: 油脂都是高级脂肪酸的甘油酯,相对分子

质量没有成千上万,不属于有机高分子,A 错误;汽油、煤油均来源于石油,主要成分都是烃类,生物柴油的主要成分是硬脂酸甲酯,属于酯类,不是烃类,也不来源于石油,B 错误;甘油是丙三醇的俗称,具有很强的保湿功能,可作护肤品,其与硝酸、浓硫酸反应生成的三硝酸甘油酯是一种烈性炸药,C 正确;天然奶油、黄油等是从牛奶或羊奶中提取出的半固态物质,是油脂,不属于蛋白质,D 错误。

4. 为了自制肥皂,某化学兴趣小组设计方案如下所示,下列说法错误的是 ()



- A. 步骤 I 中,试剂 I 可以为乙醇,作用是提供均相溶剂
 B. 用玻璃棒蘸取混合物 A,滴入装有冷水的试管中,观察有无液滴浮在液面上,以此判断油脂是否完全水解
 C. 步骤 II 中,试剂 II 为饱和食盐水,目的是降低高级脂肪酸钠的溶解度,使其析出
 D. 步骤 III 中,可用多组纱布进行过滤操作

B 解析: 油脂在 NaOH 溶液中发生水解反应生成甘油和高级脂肪酸钠,随后加入试剂 II 进行盐析,步骤 III 为过滤得到高级脂肪酸钠,最后经过洗涤成型。油脂和 NaOH 溶液都溶于乙醇,试剂 I 可以为乙醇,乙醇的作用是提供均相溶剂,A 正确;检验油脂是否完全水解,应该用玻璃棒蘸取混合物 A,滴入装有热水的试管中,若用冷水,则反应的平衡会逆向移动,会见到油水分层从而得出错误的结论,B 错误;盐析过程中,试剂 II 为饱和食盐水,目的是降低高级脂肪酸钠的溶解度,从而促使其析出,C 正确;步骤 III 中,为使得高级脂肪酸钠与液体充分分离同时减少高级脂肪酸钠的损失,可用多组纱布进行过滤操作,D 正确。

知识点 3 酰胺的结构和性质

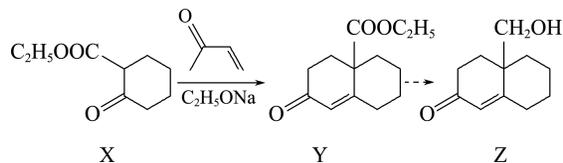
5. 下列有关乙酰胺($\text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—NH}_2$)的说法错误的是 ()

- 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。

B组 应用·实践

6. 化合物 Z 是一种药物的重要中间体,部分合成路线如下:

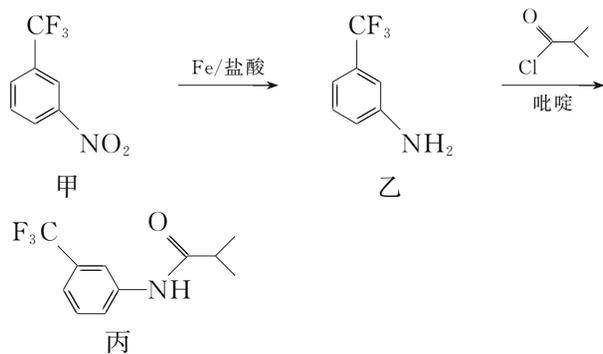


下列说法正确的是 ()

- A. X 分子中所有碳原子共平面
 B. 1 mol Y 最多能与 1 mol H_2 发生加成反应
 C. Z 不能与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应
 D. Y、Z 均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色

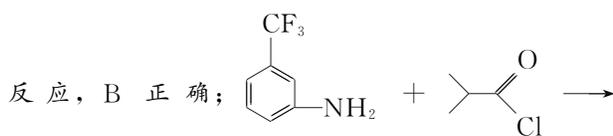
D 解析: X 中饱和碳原子具有类似甲烷的四面体结构,所有碳原子不可能共平面,A 错误;Y 中含有 1 个羰基和 1 个碳碳双键,可与 H_2 加成,1 mol Y 最多能与 2 mol H_2 发生加成反应,B 错误;Z 中含有碳碳双键,可以与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应,C 错误;Y、Z 中均含有碳碳双键,可以使酸性 KMnO_4 溶液褪色,D 正确。

7. 合成抗肿瘤药物氟他胺的部分流程如下。已知吡啶是一种有机碱。下列说法不正确的是 ()



- A. 甲不属于芳香烃
 B. 乙和丙都能与盐酸反应
 C. 吡啶的主要作用是作催化剂
 D. 甲生成乙发生了还原反应

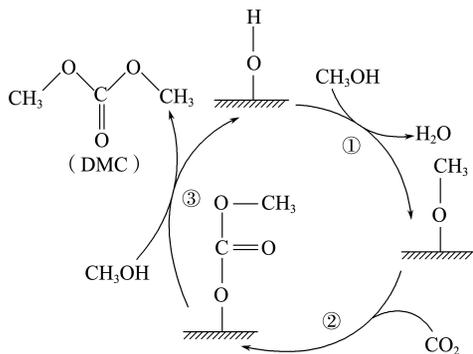
C 解析: 甲中含 C、H、N、O、F 元素,不属于烃,A 正确;乙和丙分别含有氨基和酰胺基,都能与盐酸



反应, B 正确; 吡啶为有机碱,吸收 HCl,促使反应向正反应方向进行,有利于提高反应物的转化率,不是催化剂,C 错误;甲生成乙的过程中去氧加氢,发生了还原反应,D 正确。

8. 有科研人员认为 CeO_2 催化合成 DMC 需经历三步

反应(如图所示)。下列说法正确的是 ()



注: // 表示催化剂

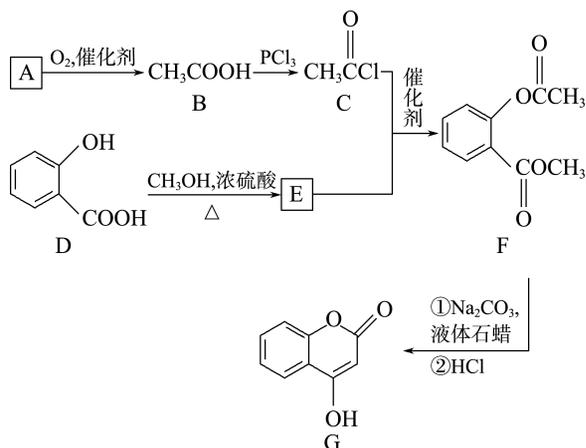
- A. DMC 是乙酸乙酯的同系物
 B. CH_3OH 和 CO_2 生成 DMC 的原子利用率为 100%
 C. CO_2 中 $\text{O}-\text{C}-\text{O}$ 的键角没被催化剂 CeO_2 改变
 D. 1 mol DMC 在碱性条件下完全水解消耗 NaOH 的物质的量为 2 mol

D 解析: DMC 与乙酸乙酯结构不相似, 分子组成上不相差若干个“ CH_2 ”, 不是乙酸乙酯的同系物, A 错误; 由图可知, 总反应为甲醇和 CO_2 反应生成 DMC 和 H_2O , 原子利用率不为 100%, B 错误; CO_2 为直线形分子, 其中的键角为 180° , CO_2 中碳原子

在催化剂 CeO_2 表面生成 $\text{C}=\text{O}$, 为平面三角形结构, 键角发生改变, C 错误; 1 个 DMC 分子可以看作含有 2 个酯基, 则 1 mol DMC 在碱性条件下完全水解消耗 2 mol NaOH , D 正确。

9. 酚酯的合成方法之一是由酚与酰卤 ($\text{R}-\text{C}(=\text{O})-\text{X}$) 反应制得。

是一种医药中间体, 常用来制备抗凝血药, 可通过下列路线合成:



(1) A 与银氨溶液反应有银镜生成, 则 A 的结构简

式是 _____。

(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应类型是 _____。

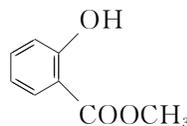
(3) E 的结构简式是 _____。

(4) 写出 F 与过量 NaOH 溶液共热时发生反应的化学方程式: _____。

(5) 下列关于 G 的说法正确的是 _____ (填字母序号)。

- a. 能与溴单质反应
 b. 能与金属钠反应
 c. 1 mol G 最多能和 3 mol H_2 反应
 d. 分子式是 $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_3$

解析: (1) A 与银氨溶液反应有银镜生成, 则 A 中存在醛基, 由流程可知, A 与氧气反应可以生成乙酸, 则 A 为 CH_3CHO 。(2) 由 B 和 C 的结构简式可以看出, 乙酸分子中的羟基被氯原子取代, 发生了取代反应。(3) D 与甲醇在浓硫酸、加热条件下发生酯化反应生成 E, 则 E 的结构简式为



(4) 由 F 的结构简式可知, F 分

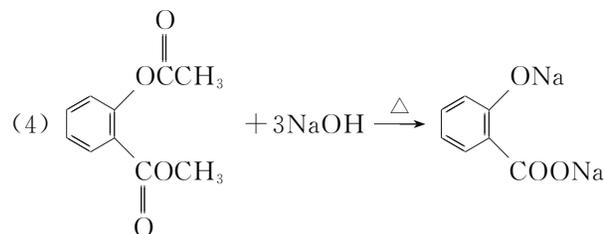
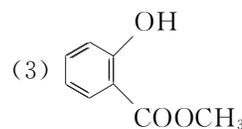
子中含一个酚酯基和一个醇酯基, 在碱液中发生水解反应时, 1 mol 醇酯基消耗 1 mol NaOH , 1 mol 酚酯基消耗 2 mol NaOH , 故 1 mol F 最多消耗 3 mol NaOH , 故 F 与过量 NaOH 溶液反应的化学

方程式为



(5) G 分子结构中存在苯环、酯基、羟基、碳碳双键, 所以能够与溴单质发生加成反应或者取代反应, 能够与金属钠反应产生氢气, a、b 正确; 1 mol G 中含 1 mol 碳碳双键和 1 mol 苯环, 所以最多能与 4 mol H_2 反应, c 错误; G 的分子式为 $\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_3$, d 正确。

答案: (1) CH_3CHO (2) 取代反应



+ $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ (5) abd

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

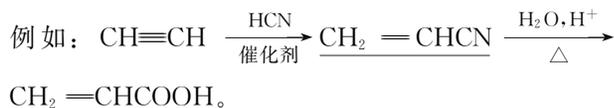
1. 概念

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。

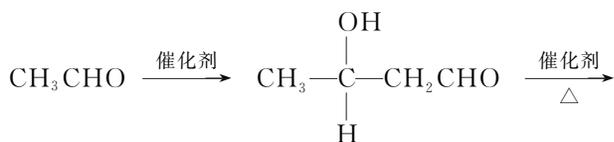
2. 构建碳骨架

(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。

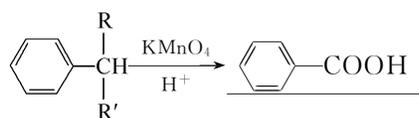
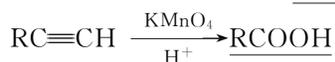
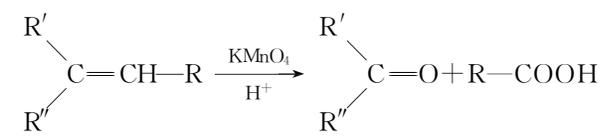


② 羟醛缩合反应。例如: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H} +$



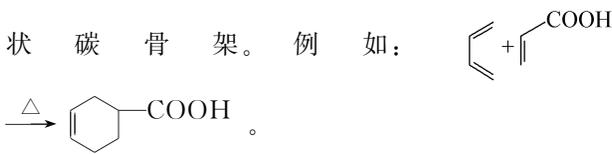
(2) 碳链的缩短

氧化反应可使碳链缩短,炔烃、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

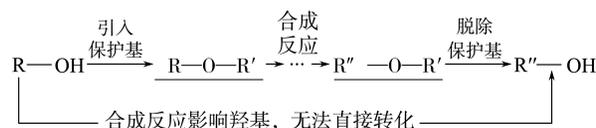
有选择地通过取代、加成、消去、氧化、还原等有机化学反应,可以实现有机化合物类别的转化,并引入目标官能团。

(1) 引入—OH生成醇的反应有烯与H₂O加成,卤代烃水解,酯水解,酮、醛与H₂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。

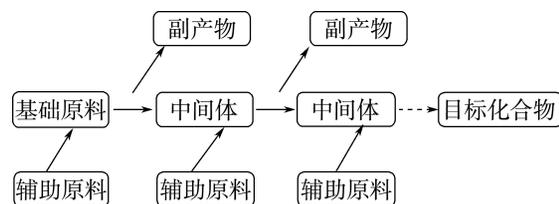
4. 官能团的保护

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

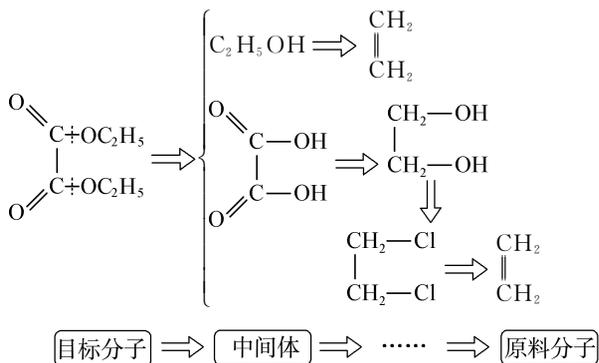
1. 有机合成的过程



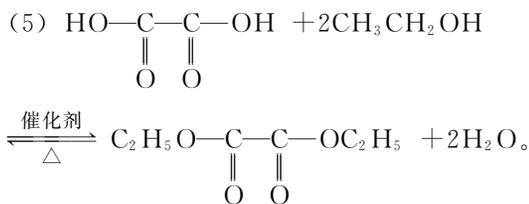
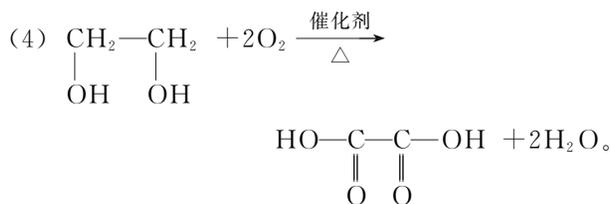
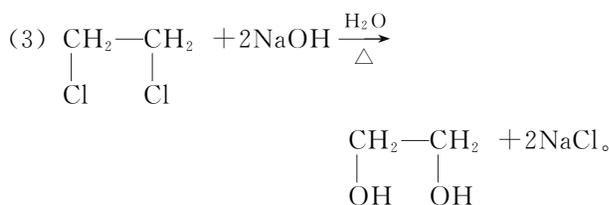
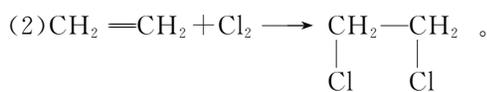
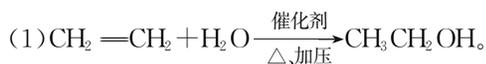
2. 逆合成分析法

逆合成分析的思维过程(以乙二酸二乙酯的合成

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。

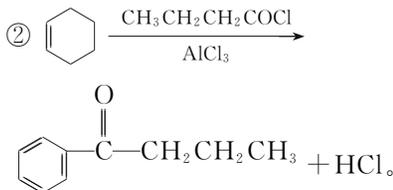
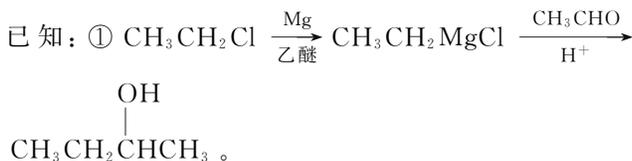
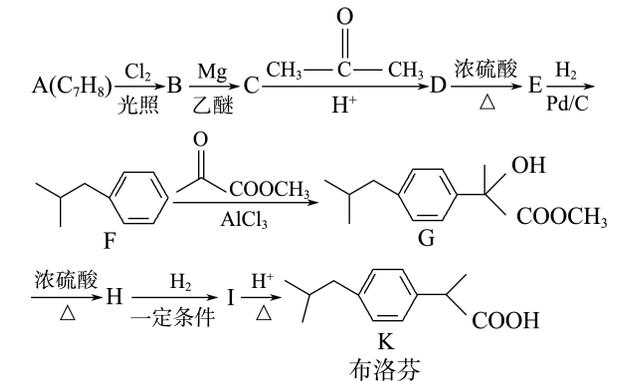
任务型课堂

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?

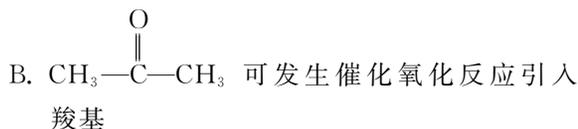
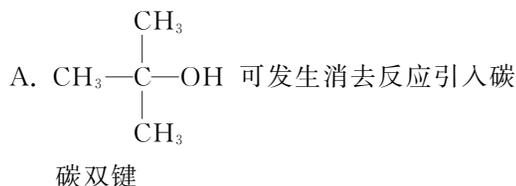
提示: 羧基。醇、醛的氧化, 酯、酰卤、肽键的水解等。

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. 下列关于官能团的引入和碳骨架构建的说法不正确的是 ()



C. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 可发生取代反应引入羟基

D.  与 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 可发生加成反应引入环

B 解析: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$ 中 $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 上无氢原子,故不能发生催化氧化反应生成羧酸,B 不正确。

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

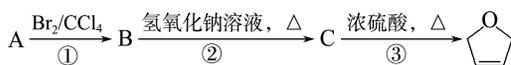
B. 乙苯和酸性 KMnO_4 溶液反应

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 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$

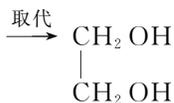
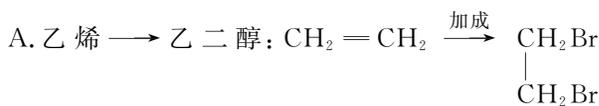
B. B 中的官能团有碳溴键、碳碳双键

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. 在有机合成中, 常需要消除或增加官能团, 且要求过程科学、简捷。下列相关过程不合理的是 ()



B 解析: 乙醇可以与氢溴酸发生取代反应生成溴乙烷, 不需要先消去, 再加成。

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
	卤代烃与氯化钠或钠的反应
	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)

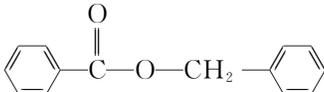
(3) 有机物分子中官能团的消除

- ① 消除不饱和双键或三键, 可通过加成反应。
- ② 经过酯化、氧化、与氢卤酸取代、消去等反应, 都可以消除羟基。
- ③ 通过加成、氧化反应可消除醛基。
- ④ 通过水解反应可消除酯基。

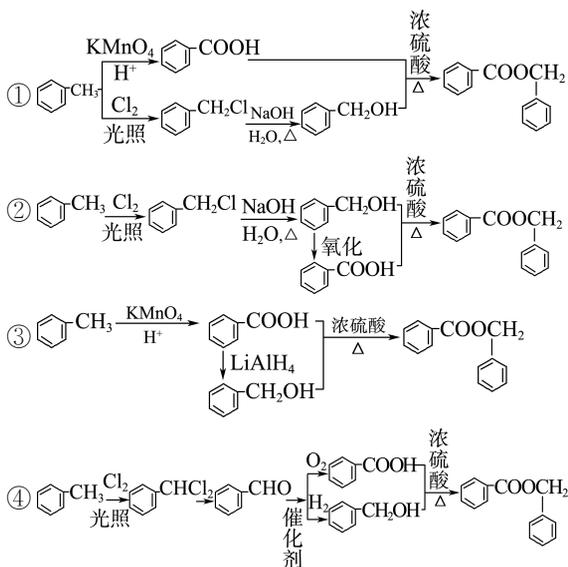
任务二 有机合成路线的设计

[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: PdCl_2)存在的条件下, 与氧气发生反应生成。

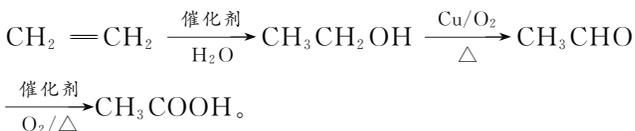
材料 2  (苯甲酸苯甲酯) 存在于多种植物香精中, 如在水仙花中就含有它, 它可用作香料、食品添加剂及一些香料的溶剂, 还可用于塑料、涂料的增塑剂。此外, 它在医疗上也有很多应用。

以甲苯为原料合成苯甲酸苯甲酯的 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苯甲酯的 4 条路线。

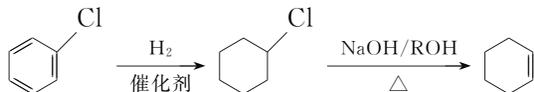
提示: 路线①中由甲苯制取苯甲酸和苯甲醇, 较合理。路线②④中制备苯甲酸步骤多、成本高。路线③的步骤虽然少, 但使用了价格昂贵的催化剂 LiAlH_4 和要

求无水操作, 成本较高, 条件比较苛刻。

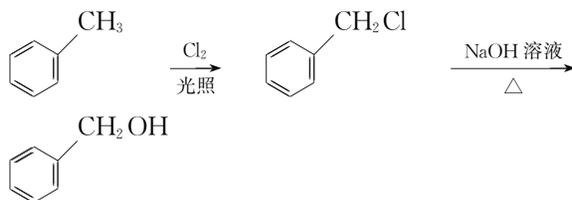
[评价活动]

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 ()

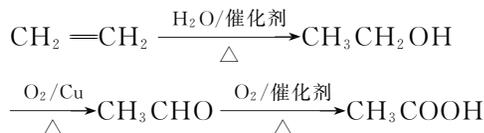
A. 用氯苯合成环己烯:



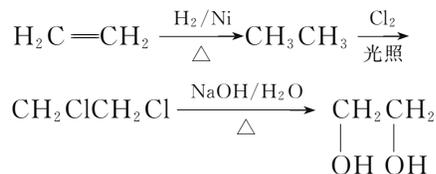
B. 用甲苯合成苯甲醇:



C. 用乙烯合成乙酸:

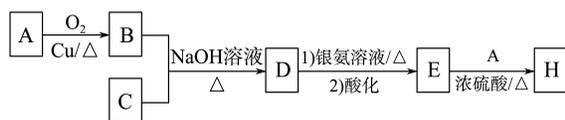


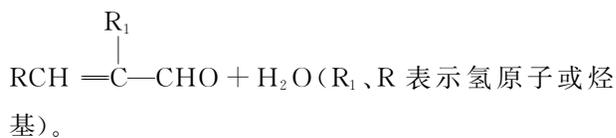
D. 用乙烯合成乙二醇:



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 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ 在氢氧化钠水溶液、加热条件下发生取代反应生成 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$, 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; 乙烯与氢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。



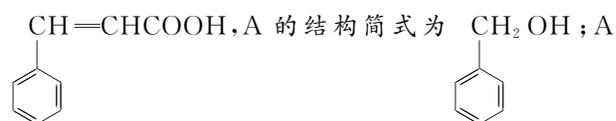


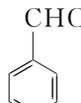
回答下列问题:

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:

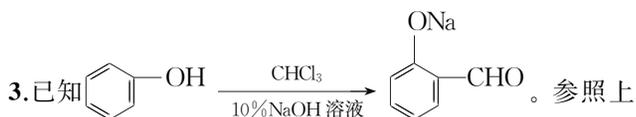
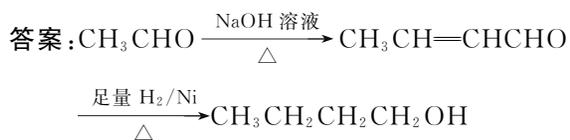
_____ (其他试剂自选)。

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



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 。



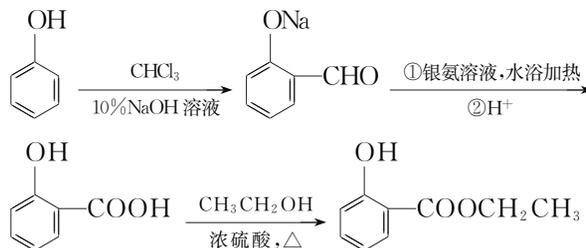
述合成路线,以苯酚和含 1~2 个碳原子的有机物为原料(无机试剂任选),设计制备



解析:对比原料及目标产物的结构简式可知,合成路线中要考虑碳链的增长及官能团转化(-CHO

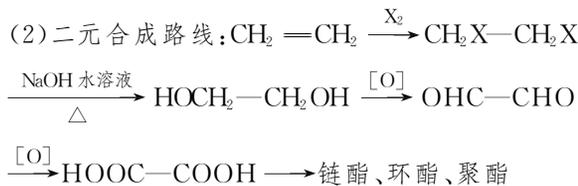
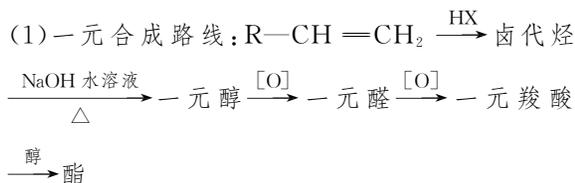
$\rightarrow -\text{COOH} \rightarrow -\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}$), 第一步在苯环上引入 -CHO; 第二步为 -CHO 的氧化, 第三步为酯化反应。

答案:

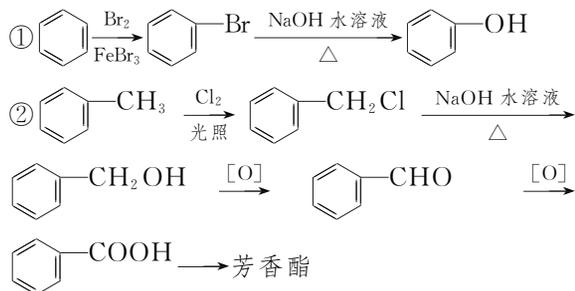


任务总结

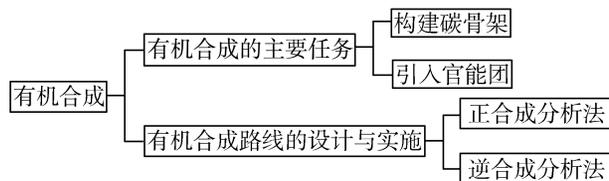
几种典型合成路线



(3) 芳香族化合物合成路线:



► 提质归纳

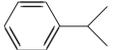


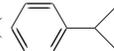
课后素养评价(十二)

A组 学习·理解

知识点1 有机合成中官能团的引入

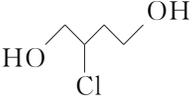
1. 下列反应中,不能在有机化合物中引入羧基的是 ()

- A. 异丙醇与酸性高锰酸钾溶液反应
 B. 异丙苯()与酸性 KMnO_4 溶液反应
 C. 乙醛在有催化剂并加热的条件下与氧气反应
 D. 乙酸乙酯在稀硫酸催化并加热的条件下反应

A 解析: 异丙醇与酸性 KMnO_4 溶液反应引入羧基生成丙酮, A 符合题意; 异丙苯()与酸性 KMnO_4 溶液反应生成苯甲酸, 引入羧基, B 不符合题意; 乙醛在有催化剂并加热的条件下与氧气反应, 生成乙酸, 引入羧基, C 不符合题意; 乙酸乙酯在稀硫酸催化并加热的条件下反应, 生成乙酸和乙醇, 引入羧基和羟基, D 不符合题意。

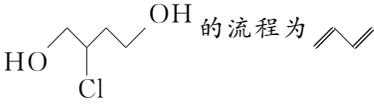
2. 在有机合成中官能团的引入或改变是极为重要的, 下列说法正确的是 ()

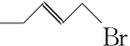
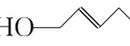
- A. 甲苯在光照下与 Cl_2 反应, 主反应为苯环上引入氯原子
 B. 引入羟基的方法常有卤代烃和酯的水解、烯烃的加成、醛类的还原
 C. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$ 与酸性 KMnO_4 溶液反应即可得到 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$

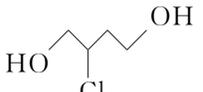
D. 1,3-丁二烯转化为  时, 先与 HCl

发生 1,2-加成反应再水解

B 解析: 甲苯与 Cl_2 在光照条件下反应, 取代 $-\text{CH}_3$ 上的氢原子, A 错误; 卤代烃和酯的水解均可得到醇, 引入羟基, 烯烃与水加成可引入羟基, 醛类与 H_2 发生还原反应可引入羟基, B 正确; 酸性 KMnO_4 溶液既可氧化碳碳双键, 又可氧化 $-\text{CH}_2\text{OH}$, 得不到 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$, C 错误;

1,3-丁二烯转化为  的流程为 

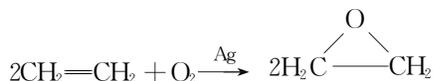
与溴水发生 1,4-加成反应得到 , 再水解得到 , 再与 HCl 加成反应得到

, D 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

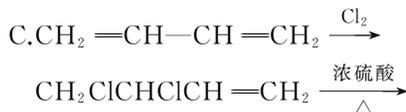
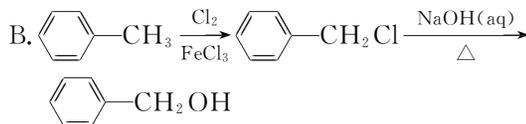
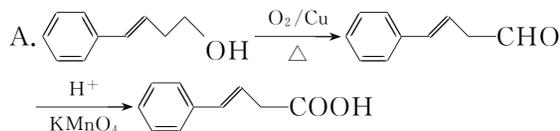
D 解析: 以“原料分子中原子全部转变成所需产物”为解题依据进行分析, 乙烷与氯气发生取代反应, 产物有一氯乙烷、二氯乙烷、三氯乙烷等, 原子不能全部转化为所需产物, 不符合要求; 乙醇在浓硫酸作用下, 生成乙烯、水及其他副产物, 也不符合要求; 而①④中反应物的原子可以完全转化为产物, 符合要求。

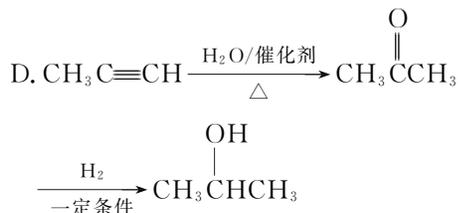
4. 格林尼亚试剂简称“格氏试剂”, 它是卤代烃与金属镁在无水乙醚中作用得到的, 如 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{Mg} \xrightarrow{\text{乙醚}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgBr}$, 它可与羰基发生加成反应, 其中的“ $-\text{MgBr}$ ”加到羰基的氧上, 所得产物经水解可得醇。通过上述反应合成 2-丙醇, 选用的有机原料正确的一组是 ()

- 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 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OMgCl})\text{CH}_3$ 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. 下列有机合成路线设计合理的是 ()

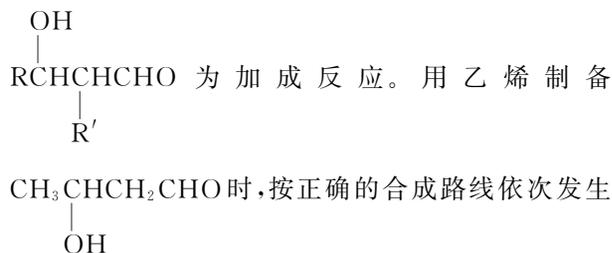




D 解析:酸性 KMnO_4 溶液有强氧化性,氧化醛基的同时也会氧化碳碳双键,A 错误;苯环侧链上的氢原子在光照条件下被取代,B 错误;卤代烃的消去反应是在 NaOH 的醇溶液、加热条件下进行的,C 错误;丙炔与水发生加成反应生成的烯醇不稳定转化为丙酮,丙酮与氢气加成得到 2-丙醇,D 正确。

B 组 应用·实践

6. 已知反应 $\text{RCHO} + \text{R}'\text{CH}_2\text{CHO} \xrightarrow{\text{催化剂}}$



为加成反应。用乙烯制备

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

A 解析:若想要得到 $\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\mid}\text{CHCH}_2\text{CHO}$, 需要得到

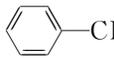
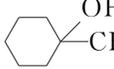
CH_3CHO , 乙醛可通过乙醇氧化得到, 乙醇可通过

乙烯与水加成得到, 由乙烯到 $\text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\mid}\text{CHCH}_2\text{CHO}$, 依次经过以下反应: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 \xrightarrow{\text{加成}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{CH}_3\text{CHO} \xrightarrow{\text{加成}} \text{CH}_3\overset{\text{OH}}{\mid}\text{CHCH}_2\text{CHO}$, 选 A。

7. 下列有机合成路线的设计及所涉及反应类型有错误的是 ()

- A. 由丙醛制 1,2-丙二醇: 第一步还原, 第二步消去, 第三步加成, 第四步取代
B. 由 1-溴丁烷制 1,3-丁二烯: 第一步消去, 第二步加成, 第三步消去

C. 由苯合成苯酚: 第一步取代, 第二步水解, 第三步中和

D. 由  制 : 第一步加成, 第二步消去, 第三步加成, 第四步取代

B 解析: 由丙醛制 1,2-丙二醇: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} \xrightarrow{\text{加氢}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{消去反应}} \text{CH}_3\text{CH} = \text{CH}_2$

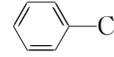
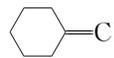
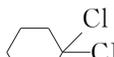
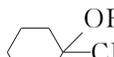
$\xrightarrow{\text{与 Br}_2 \text{ 加成}} \text{CH}_3\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow{\text{水解反应}} 1,2\text{-丙二醇}$, A 正确;

由 1-溴丁烷制 1,3-丁二烯: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow{\text{消去反应}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH} = \text{CH}_2$

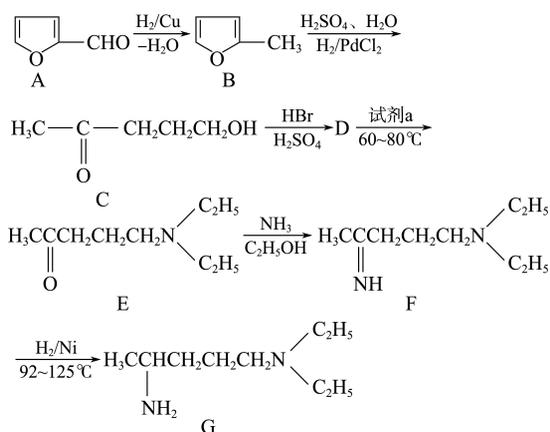
$\xrightarrow{\text{与 HBr 加成}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHBrCH}_3 \xrightarrow{\text{消去反应}} \text{CH}_3\text{CH} = \text{CHCH}_3$

$\xrightarrow{\text{与 Br}_2 \text{ 加成}} \text{CH}_3\text{CHBrCHBrCH}_3 \xrightarrow{\text{消去反应}} 1,3\text{-丁二烯}$, B 错误;

由苯合成苯酚: 第一步取代制取溴苯, 第二步水解得到苯酚钠, 第三步中和得到苯酚, C 正确;

由  制 : 第一步加成制得 , 第二步消去生成 , 第三步加成得到 , 第四步取代制得 , D 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 $\text{R}-\text{Br} + \text{R}'-\text{NH}_2 \xrightarrow{60-80^\circ\text{C}} \text{RNHR}' + \text{HBr}$ 。

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_____。

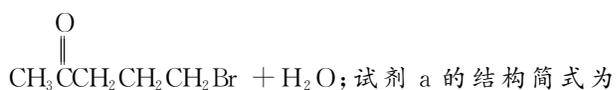
(4)参照题中所给信息,请设计以



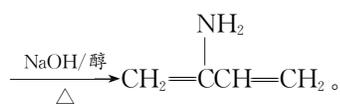
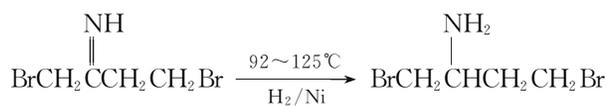
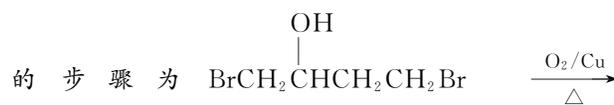
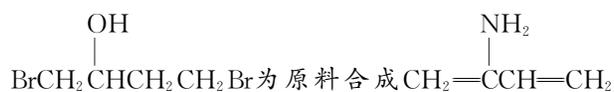
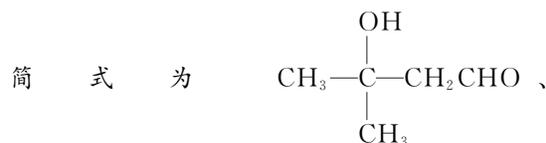
成 $\text{CH}_2=\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{C}}}\text{H}=\text{CH}_2$ 的路线。

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 $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}$;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。

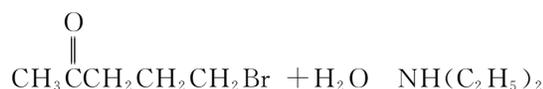
(2)由分析可知,由 C 生成 D 的化学方程式为



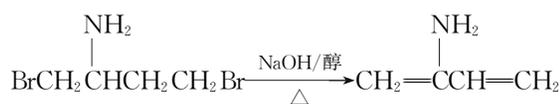
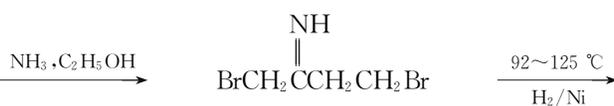
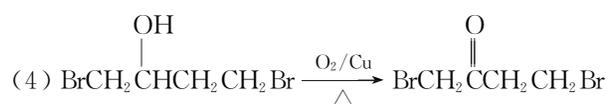
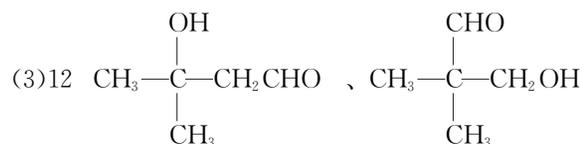
试剂 a 的结构简式为 $\text{NH}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$;F 生成 G 的反应是在镍作催化剂条件下与氢气共热发生加成(或还原)反应。(3)C 的同分异构体 H 能发生银镜反应,1 mol H 与足量金属钠反应产生 0.5 mol 氢气,说明 H 分子中含有羟基和醛基,共有 12 种结构。其中核磁共振氢谱有 4 组峰,且峰面积之比为 6 : 2 : 1 : 1 的物质的结构



答案:(1)醛基、醚键 $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}$ 溴的四氯化碳溶液



加成反应(或还原反应)



迁 · 移 · 应 · 用

学习目标

1. 知道烃的衍生物的官能团及其代表物的结构简式。
2. 会分析烃的衍生物的重要反应并书写相应的反应式。
3. 能基于官能团、化学键的特点与反应规律分析和推断烃的衍生物的化学性质。

活动一 烃的衍生物的结构

任务探究

消毒剂中的醇类是常见的烃的衍生物,在消毒剂领域应用广泛,市面上常见的免洗手消毒凝胶通常含有乙醇和正丙醇。75%的乙醇溶液可有效灭活病毒,丙醇包括正丙醇和异丙醇,杀菌效果与乙醇处于同一水平,对个别微生物甚至有更好的灭活效果。例如,异丙醇对乙型肝炎病毒的灭活效果比乙醇更强。

探究思考

1. 若用铜作催化剂,将正丙醇氧化为有机物 X,再向有机物 X 中加入酸性 KMnO_4 溶液,在此过程中,有机物的官能团是如何转化的?

提示:羟基转化为醛基,再转化为羧基。

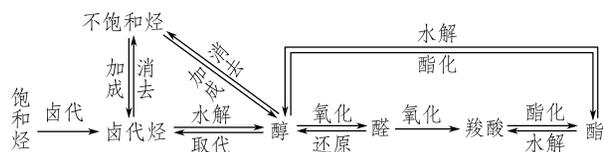
2. 用铜作催化剂,将异丙醇氧化,得到的有机物含哪种官能团?

提示:羰基。

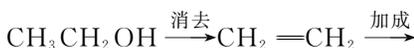
学习总结

官能团的转化可以通过取代、消去、加成、氧化、还原等反应来实现。常用方法有以下三种。

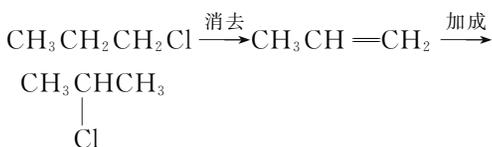
第一种:利用官能团的衍生关系进行转化。



第二种:通过某种化学途径使分子中某种官能团的数量增加。



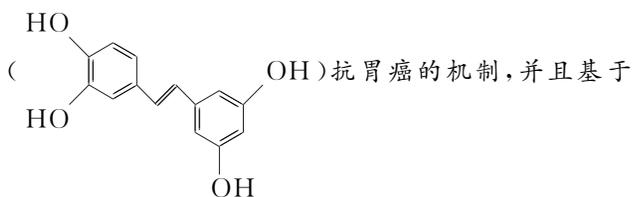
第三种:通过某种方法改变官能团的位置。



活动二 烃的衍生物的性质

任务探究

某课题组发表的研究论文揭示了白皮杉醇



网络药理学层面探讨新型药物联合治疗策略,对发现新的天然小分子药物及胃癌治疗靶点具有重要的意义。

探究思考

1. 白皮杉醇分子是否存在顺反异构现象?

提示:白皮杉醇分子中碳碳双键的 2 个碳原子均连接 2 个不同的原子或原子团,存在顺反异构。

2. 1 mol 白皮杉醇与浓溴水反应,最多消耗 Br_2 的物质的量是多少?

提示:苯环上酚羟基的邻位、对位碳原子上的氢原子能被溴原子取代,碳碳双键能与溴水发生加成反应,1 mol 白皮杉醇与浓溴水反应,6 mol 溴单质发生取代反应,1 mol 溴单质发生加成反应,最多消耗

7 mol Br₂。

3. 白皮杉醇分子在空气中能否稳定存在?

提示:白皮杉醇分子中酚羟基易被氧化,所以白皮杉醇分子在空气中不能稳定存在。

► 学习总结

有机化合物分子内原子或原子团的相互影响

1. 苯基对其他基团的影响

(1)水、醇、苯酚提供氢离子的能力大小:



(2)烷烃和苯均不能使酸性高锰酸钾溶液褪色,侧链烃基中与苯环直接相连的碳原子上有氢原子的苯的同系物可使酸性高锰酸钾溶液褪色。

2. 羟基对其他基团的影响

(1)羟基对 C—H 的影响:使和羟基相连的碳原子上的 C—H 更不稳定。

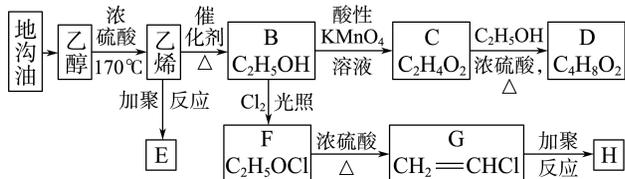
(2)羟基对苯环的影响:使苯环邻、对位碳原子上的氢原子更易被取代。

☆ 活动三 有机化合物的合成

► 任务探究

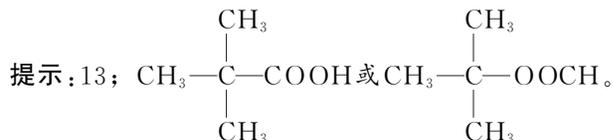
地沟油泛指在生活中存在的各类劣质油。地沟油严重危害人体健康,使用地沟油烹饪食物违反《中华人民共和国食品安全法》。地沟油根据其来源可分为三类:一是狭义的地沟油,即将下水道中的油腻漂浮物或者将宾馆、酒楼的剩饭剩菜(统称泔水)经过简单加工、提炼出的油;二是劣质猪肉、猪皮、猪内脏经加工以及提炼后产出的油;三是用于油炸食品的油,使用超过一定次数后,再被重复使用或者往其中添加一些新油后而重新使用的油。

工业上可利用“地沟油”制备乙醇,乙醇再加工可制备多种化工原料,相关转化如图所示。



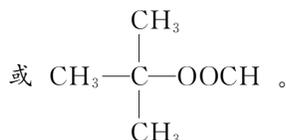
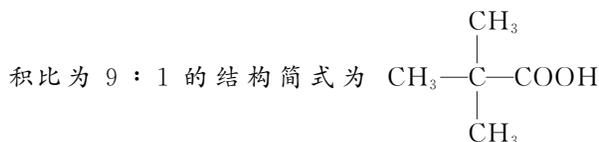
► 探究思考

1. W 是分子式比 D 多一个 CH₂ 原子团的有机化合物, W 的同分异构体中是链状化合物且能与 NaOH 溶液反应的有机物有几种? 写出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。

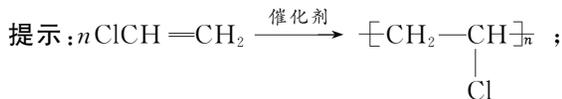


W 是分子式比 D 多一个 CH₂ 原子团的有机化合物, W 的分子式为 C₅H₁₀O₂, 是链状化合物且能与 NaOH 溶液反应的 W 的同分异构体含有羧基或酯基。若含羧基, 则结构为 C₄H₉-COOH, -C₄H₉ 有 4 种结构, 则属于羧酸的 W 的同分异构

体有 4 种; 若含酯基, 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



2. 写出反应 G→H、B→F 的化学方程式。



3. 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什么?

提示: 聚乙烯。

► 学习总结

分碳法判断酯类同分异构体数目

1. 将酯分成 RCOO—和—R' 两部分, 确定—R 和—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. C₄H₈O₂ 属于酯的同分异构体数目: HCOOC₃H₇ (丙基 2 种): 1×2=2 种;

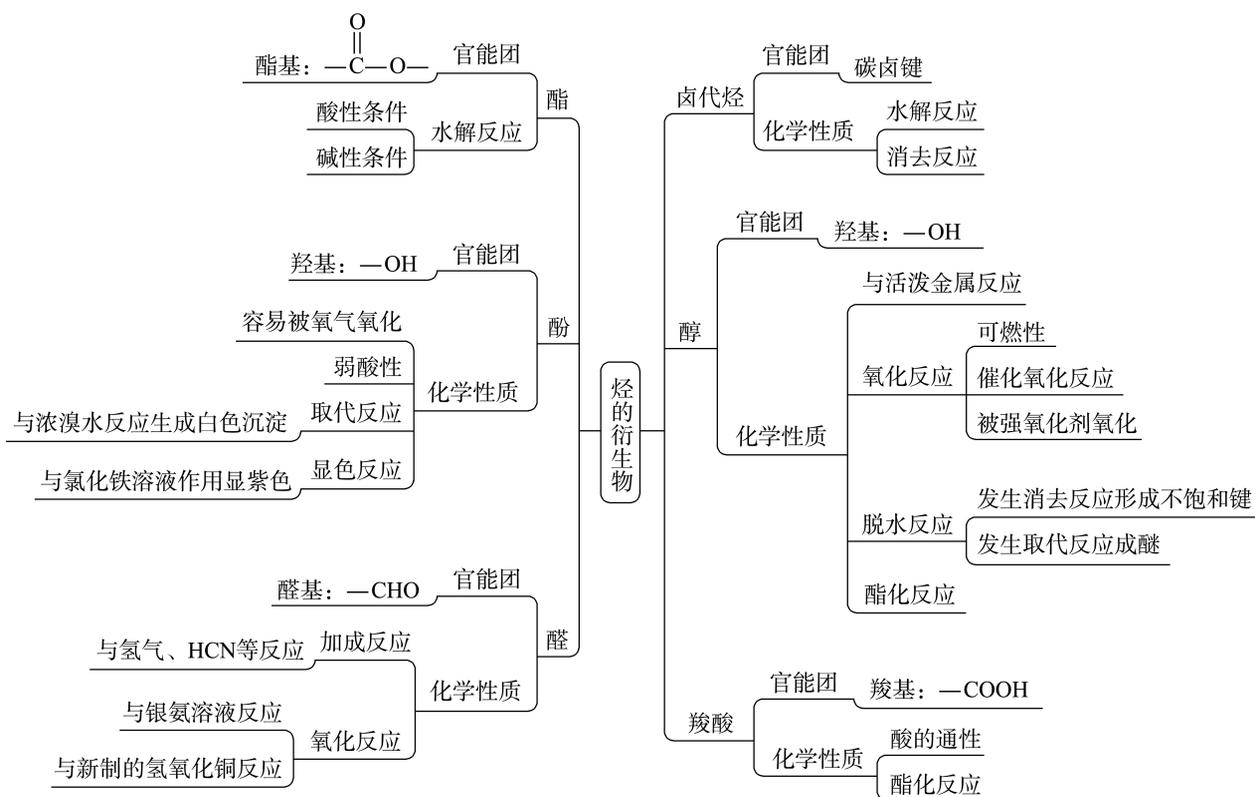
CH₃COOC₂H₅ (甲基 1 种, 乙基 1 种): 1×1=1 种;

C₂H₅COOCH₃ (乙基 1 种, 甲基 1 种): 1×1=1 种;

则得出 C₄H₈O₂ 属于酯的同分异构体有 4 种。

重 · 构 · 拓 · 展

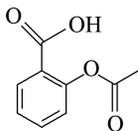
● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

阿司匹林的制备

阿司匹林(结构简式如下,分子式为 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$)又名乙酰水杨酸,是一种有机化合物,为白色结晶性粉末,溶于乙醇、乙醚,微溶于水,主要用于解热镇痛,还可用作非甾体抗炎药、抗血小板聚集药。



近百年的临床应用证明阿司匹林对缓解轻度或中度疼痛效果较好,如牙痛、头痛、神经痛、肌肉酸痛

及痛经,亦能用于感冒、流感等发热疾病的退热,治疗风湿痛等,能阻止血栓形成。

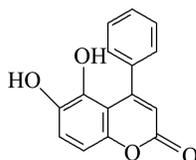
[交流研讨]阿司匹林分子中的官能团有哪些?阿司匹林的水溶液有没有酸性?

单元测试卷(三)

(考查范围:第三章 时间:90分钟 分值: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.某大学科研团队发现了一种“小分子胶水”,能助力自噬细胞吞没致病蛋白,其结构如图所示。下列有关该物质的说法正确的是 ()



- A. 该物质的分子式为 $C_{14}H_{10}O_4$
 B. 分子中苯环上的一氯代物只有4种
 C. 1 mol 该物质与 $NaOH$ 反应最多消耗 3 mol $NaOH$
 D. 该物质可发生取代反应、加成反应、氧化反应、加聚反应

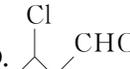
D 解析: 该有机物分子中含有15个碳原子、4个氧原子、10个氢原子,故该物质的分子式为 $C_{15}H_{10}O_4$,故A错误;苯环上含有5种不同化学环境的氢原子,则苯环上的一氯代物有5种,故B错误;分子中含有2个酚羟基和1个酚酯基,所以1 mol 该物质最多消耗4 mol $NaOH$,故C错误;酚羟基和碳碳双键能发生氧化反应,碳碳双键能发生加成反应、加聚反应,酚羟基能发生取代反应,故D正确。

2. 下列说法正确的是 ()

- A. $CH_3CH(CH_3)CH_2COOH$ 用系统命名法命名为 2-甲基丁酸
 B. 醛基具有较强的极性,其中碳氧双键中的电荷分



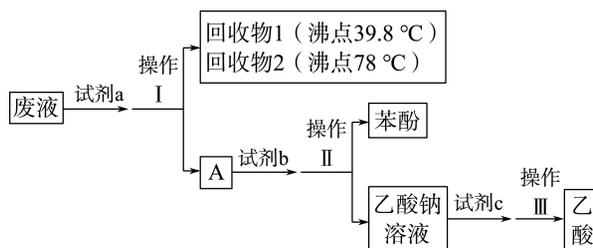
C. $CH_3(CH_2)_2C(CH_2CH_3)OHCH_3$ 的名称是 2-乙基-2-戊醇

D.  的化学名称为 2-氯丁醛

B 解析: A项,由物质的结构简式可知,其名称为 3-甲基丁酸,错误;B项,氧元素的电负性大于碳元素,醛基的碳氧双键中共用电子对偏向氧原子一方,氧原子带负电荷,碳原子带正电荷,正确;C项,该物质正确的命名应为 3-甲基-3-己醇,错误;D项,

该物质中醛基为主官能团,Cl位于3号碳原子上,其化学名称为 3-氯丁醛,错误。

3. 某化工厂的废液中含有乙醇、苯酚、乙酸和二氯甲烷,该工厂设计回收方案如下。下列说法错误的是 ()



- A. 试剂 a 选择 Na_2CO_3 溶液比 $NaOH$ 溶液更合适
 B. 回收物 1、2 分别是二氯甲烷、乙醇
 C. 试剂 b 为 CO_2 , 试剂 c 为稀硫酸
 D. 操作 I、II、III 均为蒸馏

D 解析: 加入 Na_2CO_3 后,废液中的苯酚、乙酸转化为盐,通过蒸馏分离出沸点不同的馏分乙醇、二氯甲烷,向盐溶液中通入 CO_2 , CO_2 和苯酚钠反应生成苯酚,分液分离,向乙酸钠溶液中加入稀硫酸,然后蒸馏出乙酸。 $NaOH$ 碱性太强,加热可能导致二氯甲烷水解,选择 Na_2CO_3 溶液比 $NaOH$ 溶液更合适,A正确;乙醇沸点高于二氯甲烷,回收物 1、2 分别是二氯甲烷、乙醇,B正确;试剂 b 为 CO_2 , 试剂 c 为稀硫酸,C正确;操作 II 为分液,D错误。

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. CH_3COOCH_3

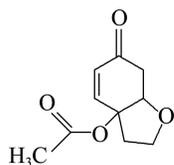
B. $CH_2=CH-COOH$

C. $CH_2=CH-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$

D. $CH_2=CH-CHO$

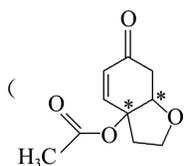
C 解析: 含酯基能发生水解反应,含碳碳双键能发生加成反应,仅 C 项符合题意。

5. 某天然活性有机物结构简式如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 该物质的分子含有 2 个手性碳原子
 B. 1 mol 该物质最多可以和 1 mol H_2 发生加成反应
 C. 该物质能发生取代、加成、消去反应
 D. 该物质的分子式为 $C_{10}H_{10}O_4$

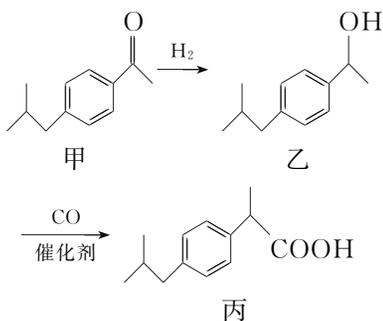
A 解析: 该物质的分子含有 2 个手性碳原子



(), A 正确; 1 mol 该物质中含有

1 mol 碳碳双键和 1 mol 羰基, 最多可以和 2 mol H_2 发生加成反应, B 错误; 该物质含有酯基, 能发生水解反应, 即取代反应, 含有碳碳双键和羰基, 能发生加成反应, 不能发生消去反应, C 错误; 该物质的分子式为 $C_{10}H_{12}O_4$, D 错误。

6. 布洛芬() 的一种合成路线片段如下所示。下列有关说法不正确的是 ()



- A. 布洛芬属于羧酸, 与乙酸不互为同系物
 B. 乙、丙均能发生酯化反应, 均能使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色
 C. 可以用 $NaHCO_3$ 溶液鉴别乙和丙
 D. 甲分子中所有碳原子有可能共平面

D 解析: 布洛芬含有羧基, 属于羧酸, 含有苯环, 与乙酸不互为同系物, A 正确; 乙含羟基, 丙含羧基, 都能发生酯化反应, 乙、丙中苯环所连烃基均可被酸性 $KMnO_4$ 溶液氧化, B 正确; 丙含有羧基, 具有弱酸性, 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应产生 CO_2 , 乙不含羧基, 不能和 $NaHCO_3$ 溶液反应, 可以用 $NaHCO_3$ 溶液鉴别乙和丙, C 正确; 甲分子中含有多个饱和

碳原子, 所有碳原子不可能共平面, D 错误。

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。

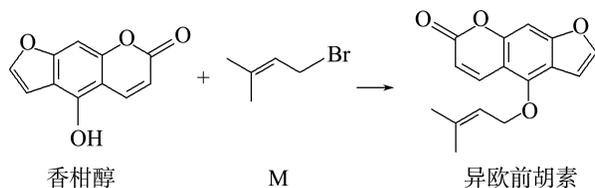
8. 某些芳香烃衍生物与 互为同分异构体, 其中与 $FeCl_3$ 溶液混合后显色和不显色的种类分别有 ()

- 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 C_7H_8O , 它与甲基

苯酚 ()、
 苯甲醇 ()、
 苯甲醚 () 互为同分异构体, 前三者遇 $FeCl_3$ 溶液均发生显色反应。

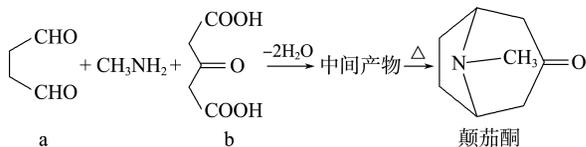
9. 异欧前胡素是中药白芷根的提取物, 有显著的镇痛、抗炎、抗菌药理作用, 其合成路线如图所示。下列说法正确的是 ()



- A. 1 mol 香柑醇最多可以消耗溴水中 3 mol Br₂
 B. 分子 M 存在顺反异构现象
 C. 异欧前胡素中碳原子均为 sp² 杂化
 D. 可用酸性 KMnO₄ 溶液检验异欧前胡素中是否存在香柑醇

A 解析: 香柑醇分子中有 2 个碳碳双键可与溴水发生加成反应, 酚羟基对位上碳原子的氢原子能被溴原子取代, 1 mol 香柑醇最多可以消耗溴水中 3 mol Br₂, A 正确; M 分子碳碳双键的一个碳原子上连有 2 个甲基, 不可能存在顺反异构现象, B 错误; 异欧前胡素中含有饱和碳原子, 饱和碳原子的杂化方式为 sp³ 杂化, C 错误; 异欧前胡素中存在碳碳双键, 也能使酸性高锰酸钾溶液褪色, D 错误。

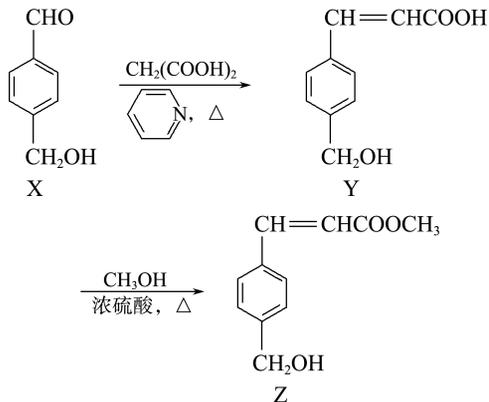
10. 颠茄酮的合成方法如图所示。下列关于该合成方法所涉及的物质的说法不正确的是 ()



- A. 化合物 a 中所有原子一定共面
 B. 化合物 b 的分子式为 C₅H₆O₅
 C. 颠茄酮中的氮原子能与 H⁺ 形成配位键
 D. 化合物 a 和化合物 b 均可与 H₂ 发生加成反应

A 解析: 化合物 a 中含有 2 个饱和碳原子, 所有原子不可能共面, A 错误; 由化合物 b 的结构简式可知, 其分子式为 C₅H₆O₅, B 正确; 颠茄酮中的氮原子含有孤电子对, H⁺ 含有空轨道, 颠茄酮中的氮原子能与 H⁺ 形成配位键, C 正确; 化合物 a 中含有醛基, 化合物 b 中含有羧基, 均可与 H₂ 发生加成反应, D 正确。

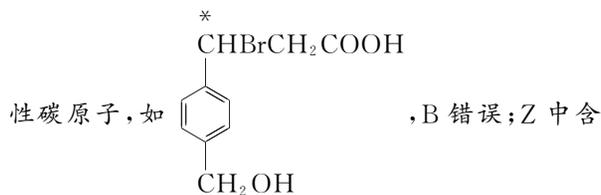
11. 化合物 Z 是合成抗多发性骨髓瘤药物帕比司他的重要中间体, 可由下列反应制得。



- 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

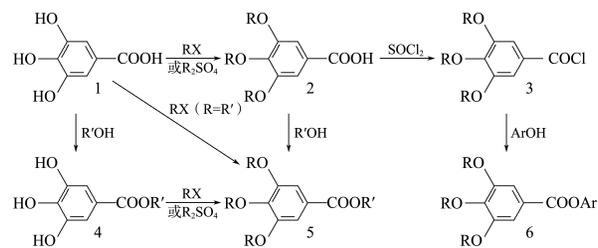
D 解析: 1 mol X 中含有 1 mol 碳氧双键, A 错误; Y 与足量 HBr 反应生成的有机化合物中含手



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. 3,4,5-三羟基苯甲酸又名没食子酸, 是一种重要的中药原料, 具有抗氧化、抗炎、抗菌、抗病毒等多种功能, 以没食子酸为原料可以合成多种化合物。下列说法错误的是 ()

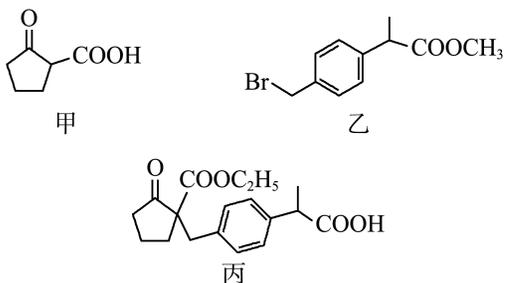


- A. 3,4,5-三羟基苯甲酸能溶于水
 B. 反应 2→5 属于酯化反应
 C. 可以用 FeCl₃ 溶液鉴别化合物 3 和 4
 D. 1 mol 3,4,5-三羟基苯甲酸可与 3 mol Br₂ 发生取代反应

D 解析: 3,4,5-三羟基苯甲酸含羧基与羟基, 可以与水形成氢键, 能溶于水, A 正确; 2→5 发生酯化反应生成酯, B 正确; 化合物 3 中没有酚羟基, 4 中含有酚羟基, 与 FeCl₃ 溶液作用显紫色, 可用 FeCl₃ 溶液鉴别化合物 3 和 4, C 正确; 1 mol 3,4,5-三羟基苯甲酸可与 2 mol Br₂ 发生取代反应, 即苯环上剩余两个碳原子上的氢原子被 Br 取代, D 错误。

13. 有机化合物甲、乙、丙均为合成非甾体抗炎药洛那

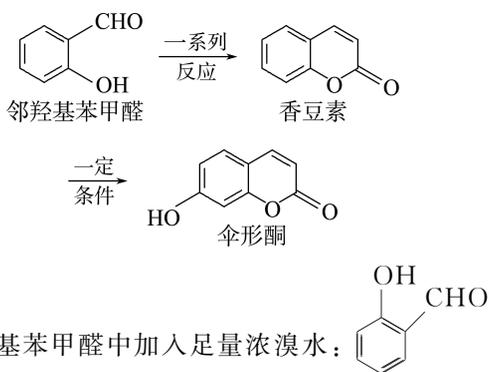
的底物或中间体。人们将连有四个不同原子或基团的碳原子形象地称为手性碳原子。下列关于甲、乙、丙的说法正确的是 ()



- 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. 伞形酮的医学和生理作用一直受到人们的重视, 其可用邻羟基苯甲醛经一系列反应制得, 转化过程如图所示。下列说法正确的是 ()

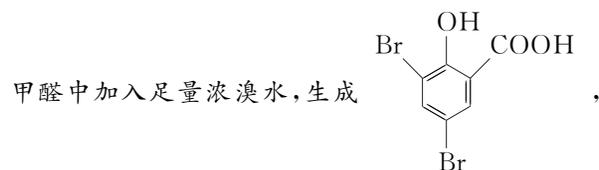


- A. 邻羟基苯甲醛中加入足量浓溴水:
-
- B. 邻羟基苯甲醛分子内氢键示意图:
-

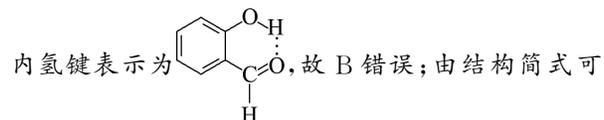
C. 香豆素可以发生加成反应、氧化反应、还原反应和取代反应

D. 伞形酮分子中所有原子一定共平面

C 解析: 醛基具有还原性, 能被溴氧化, 邻羟基苯

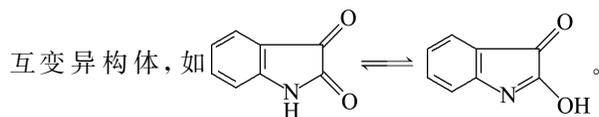


故 A 错误; 邻羟基苯甲醛可形成分子内氢键, 分子



知, 香豆素的分子中含有碳碳双键和酯基, 一定条件下碳碳双键可以发生加成反应、氧化反应、还原反应, 酯基可以发生取代反应, 故 C 正确; 由单键可以旋转可知, 伞形酮分子中所有原子不一定共平面, 故 D 错误。

15. 科学家发现某些化合物中氮原子上的孤电子对与相邻的碳氧(氮)双键形成了 p-π 共轭, 导致氮原子上的孤电子对发生了离域而形成了可相互共存的互变异构体, 如



根据上述原理判断, 下列说法错误的是 ()

A. 的红外光谱中, 会出现羰基的吸峰

B. 不可能发生银镜反应

C. 存在 的转化

D. 工业上制得的 中可能存在 中可能存在

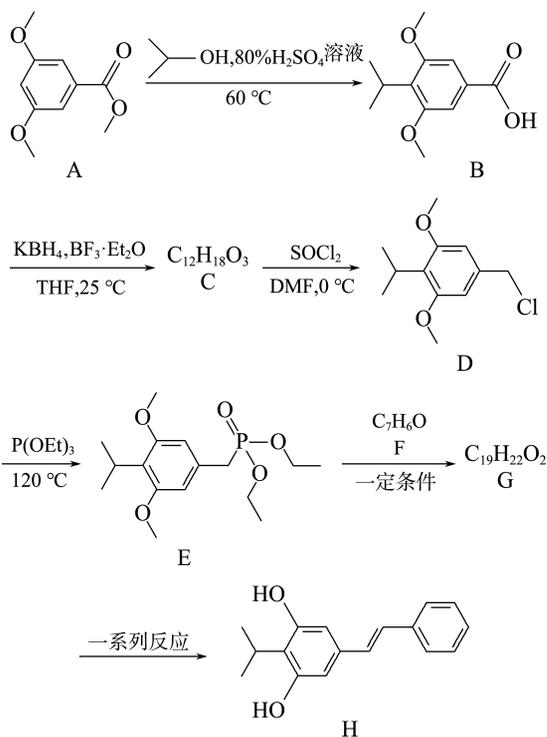
B 解析: 的红外光谱中存在羰基的吸峰, A 正确;

存在互变异构体 含有醛基, 能发生银镜反应, B 错误; 可发生互变异构现

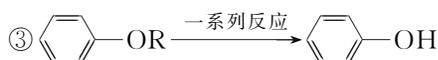
象, C 正确;  存在互变异构体, D 正确。

正确。二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

16. (14 分) 本维莫德(H)乳膏主要用于治疗成人轻度至中度稳定性寻常型银屑病。其合成路线如下(部分试剂和反应条件已略去):



已知: ① F 中含有苯环;



(1) A 中官能团的名称为 _____, F 的化学名称是 _____。

(2) B \rightarrow C 的反应类型为 _____。

(3) G 的结构简式为 _____。

(4) 写出 A 生成 B 的化学方程式: _____。

(5) 下列说法正确的是 _____ (填字母序号)。

- A. 化合物 B 分子中最多有 8 个碳原子共平面
- B. 化合物 D 分子中发生 sp^2 杂化与 sp^3 杂化的碳原子个数比为 1 : 1
- C. 化合物 E 分子中无手性碳原子
- D. 1 mol 化合物 H 与溴水反应最多能消耗 3 mol Br_2

(6) 已知芳香族化合物 M 比 B 的分子组成少 4 个 CH_2 , 且符合下列条件(不考虑立体异构):

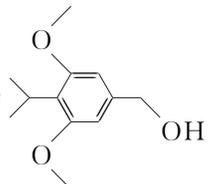
- ① 苯环上只有 3 个取代基
- ② 不含有一 COOH

结构

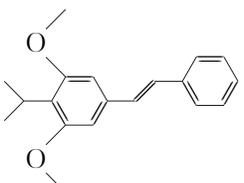
③ 能与 NaHCO_3 溶液反应产生 CO_2 ④ 能使 FeCl_3 溶液显紫色

请写出其中核磁共振氢谱图中峰面积之比为 1 : 2 : 2 : 2 : 1 的 M 的所有结构简式: _____。

解析: A 和 -OH 在 80% 硫酸、60 $^\circ\text{C}$ 条件下生成 B, 根据 B 生成 C 的条件以及 D 的结构简式, 可推

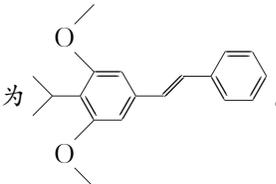
测 C 为 , D 生成 E 后, 根据已知 ③

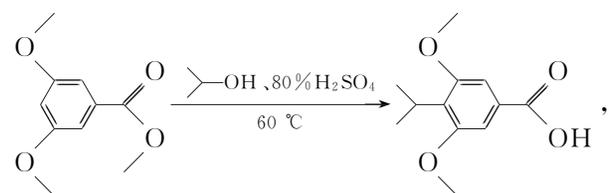
和 H 的结构简式, 可推测 G 为

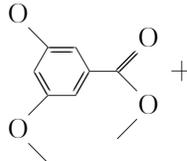
。(1) 由 A 的结构简式可知, A 中官能团为酯基和醚键, F 的分子式为 $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$, 且 F 中含有苯环, F 的化学名称是苯甲醛。

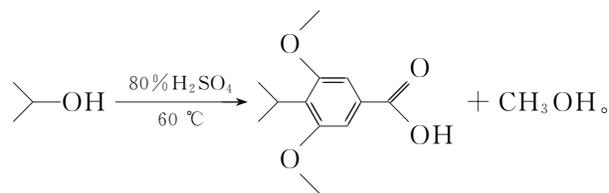
(2) B \rightarrow C 是羧基转化为羟基的还原反应。

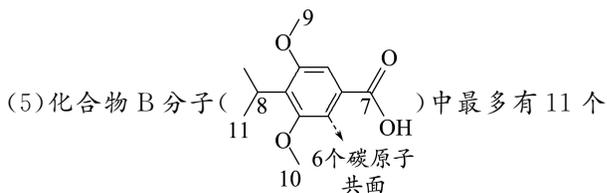
(3) 根据 E 和 H 的结构和已知反应 ③ 的机理, 推测 G 的结构简式

为 。(4) A 生成 B 的变化为

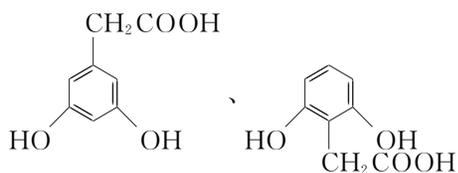


根据原子守恒得化学方程式为 

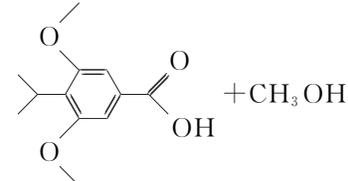
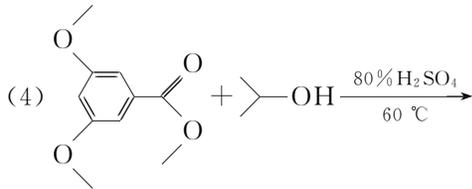
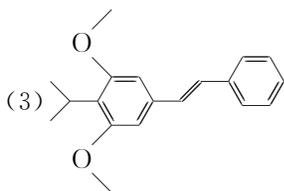




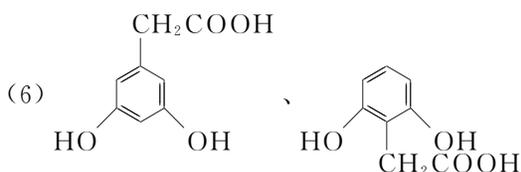
(6) 已知芳香族化合物 M 比 B (分子式为 $C_{12}H_{16}O_4$) 的分子组成少 4 个 CH_2 , 则 M 的分子式为 $C_8H_8O_4$, 苯环上只有 3 个取代基, 含 $-COOH$ 和酚羟基, M 分子中含苯环、 $-OH$ 、 $-COOH$, 根据分子式判断还含有 1 个 $-CH_2-$, 其中核磁共振氢谱图中峰面积之比为 1:2:2:2:1 的 M 的结构简式为



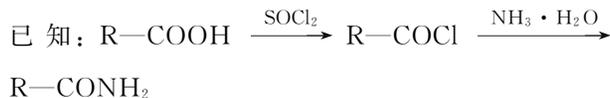
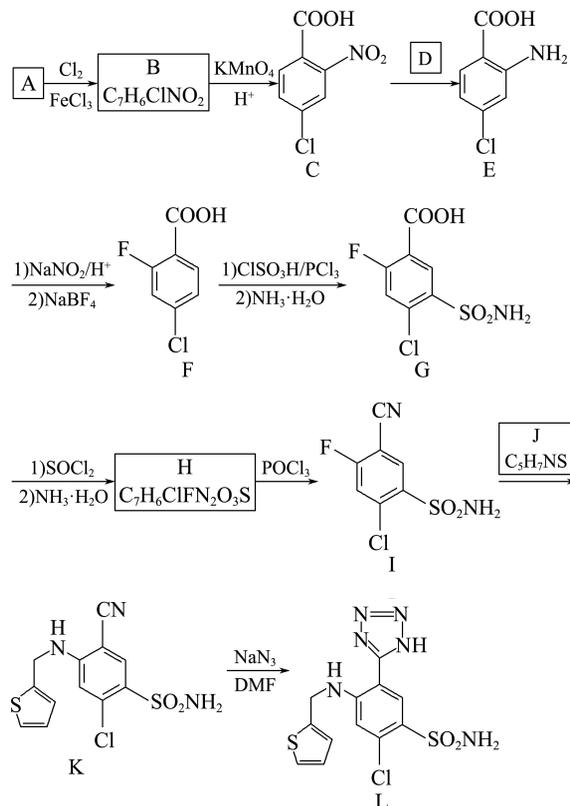
答案: (1) 酯基、醚键 苯甲醛 (2) 还原反应



(5) BCD



17. (14 分) 阿佐塞米 (化合物 L) 是一种可用于治疗水肿的药物。L 的一种合成路线如图所示 (部分试剂和条件略去)。



回答下列问题:

(1) A 的化学名称是_____。

(2) 由 A 生成 B 的化学方程式为_____。

(3) 反应试剂 D 应选择_____ (填字母序号)。

a. HNO_3/H_2SO_4

b. Fe/HCl

c. $NaOH/C_2H_5OH$

d. $AgNO_3/NH_3$

(4) F 中含氧官能团的名称是_____。

(5) H 生成 I 的反应类型为_____。

(6) 化合物 J 的结构简式为_____。

(7) 具有相同官能团的 B 的芳香族同分异构体还有_____ (不考虑立体异构, 填字母序号) 种。

a. 10

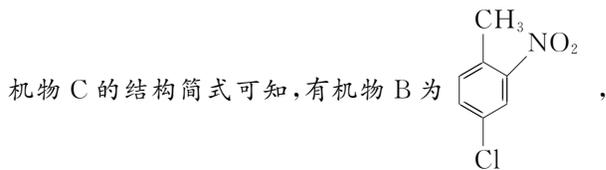
b. 12

c. 14

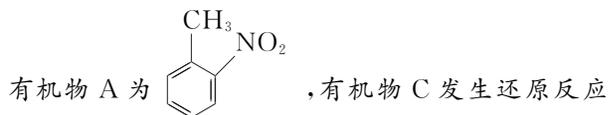
d. 16

其中, 核磁共振氢谱显示 4 组峰, 且峰面积比为 2:2:1:1 的同分异构体的结构简式为_____。

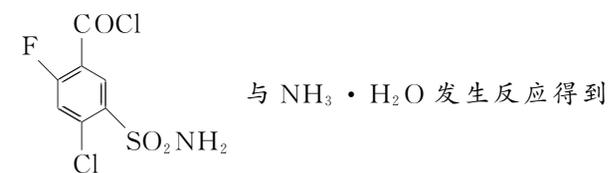
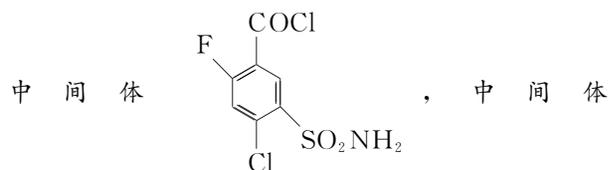
解析:有机物 B 被酸性高锰酸钾氧化为 C,根据有



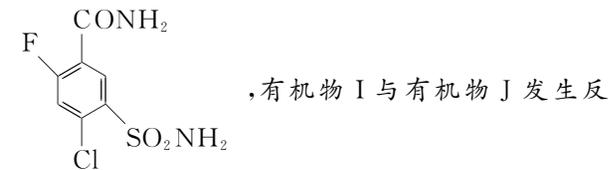
有机物 B 由有机物 A 与 Cl₂ 发生取代反应得到,则



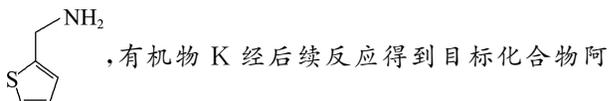
得到有机物 E,有机物 E 经一系列反应得到有机物 G,根据已知条件,有机物 G 发生两步反应得到有机物 H,有机物 G 与 SOCl₂ 发生第一步反应得到



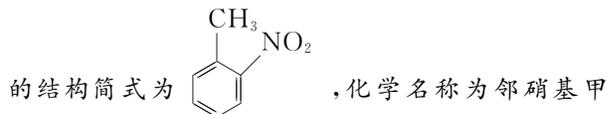
有机物 H,则有机物 H 的结构简式为



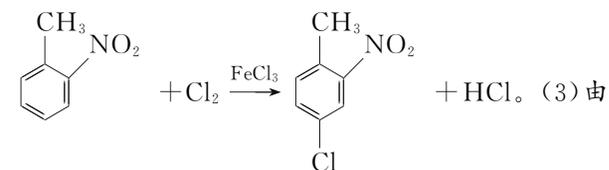
应得到有机物 K,根据有机物 I、K 的结构简式和有机物 J 的分子式可知,有机物 J 的结构简式为



佐塞米(有机物 L),据此分析解题。(1)有机物 A



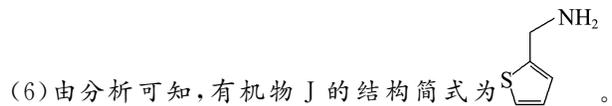
苯(或 2-硝基甲苯)。(2)由有机物 A 生成有机物 B 的反应为取代反应,反应的化学方程式为



有机物 C 生成有机物 E 的反应为还原反应,该反

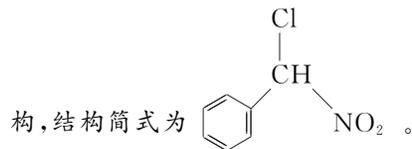
应为加氢反应,因此该反应的反应试剂 D 应为 Fe/HCl,a 一般为硝化反应(取代反应)的反应条件,c 一般为卤代烃的消去反应的反应条件,d 一般为醛基的鉴别反应(银镜反应)的反应条件。(4)有

有机物 F 中的含氧官能团为—COOH,名称为羧基。

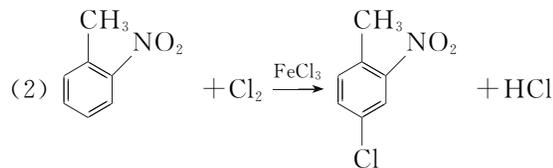


(7)具有相同官能团的 B 的同分异构体中含有苯环,—NO₂、—Cl,还有 1 个碳原子。当苯环上含有一个支链(—CH—NO₂)时,结构有 1 种;当苯环

上有 2 个支链(—CH₂—NO₂、—Cl 或 —CH₂Cl、—NO₂)时,结构有 6 种;当苯环上有 3 个支链(—CH₃、—NO₂、—Cl)时,结构有 10 种,共 17 种,除有机物 B 外,还有 16 种;核磁共振氢谱显示 4 组峰且峰面积比为 2:2:1:1,说明其结构中有 4 种不同化学环境的氢原子,该分子应为一种对称结



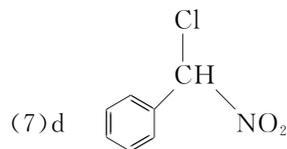
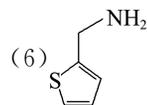
答案:(1)邻硝基甲苯(或 2-硝基甲苯)



(3)b

(4)羧基

(5)消去反应

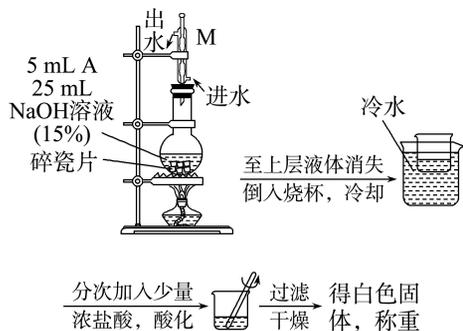


18.(14 分)A 是一种取代芳香烃衍生物,相对分子质量为 136,分子中只含碳、氢、氧,其中氧的含量为 23.5%。实验表明:A 的苯环侧链上只含一个官能

团；A 和 NaOH 溶液反应后酸化可以得到 E (C₇H₆O₂) 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 _____。

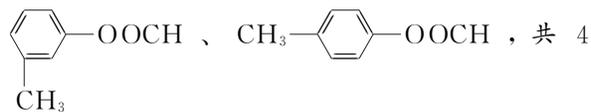
(3) A 有多种同分异构体，符合下列条件的结构共有 _____ 种。

- 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

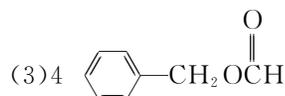
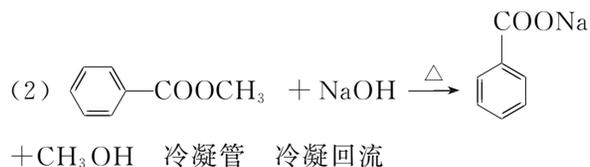
请写出其中核磁共振氢谱有 5 组吸收峰的 A 的同分异构体的结构简式：_____。

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)。

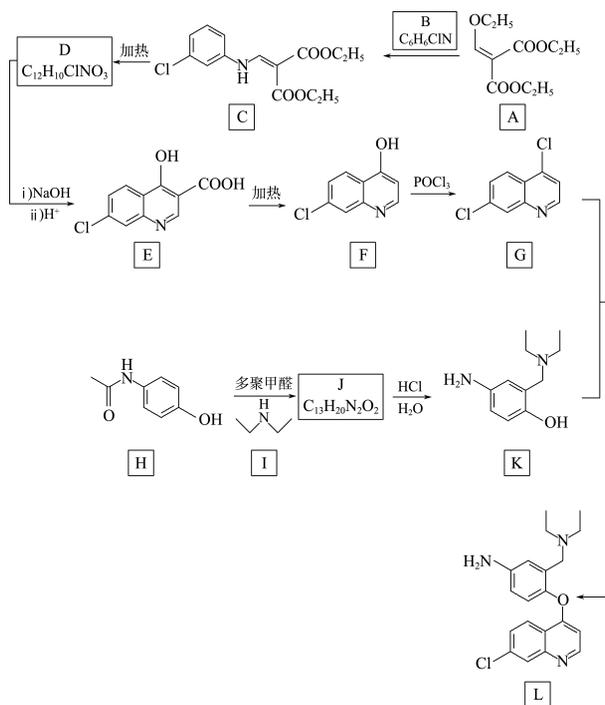
(2) 根据酯在碱性条件下水解为羧酸盐和醇可知，反应为 C6H5COOCH3 + NaOH -> C6H5COONa + CH3OH；装置中 M 的名称是冷凝管，作用是冷凝回流。(3) 同时符合 4 个条件的只能是甲酸酯，分别是：



种；其中核磁共振氢谱有 5 组吸收峰的 A 的同分



19. (13 分) 抗疟疾药物阿莫地喹的合成路线如图所示。

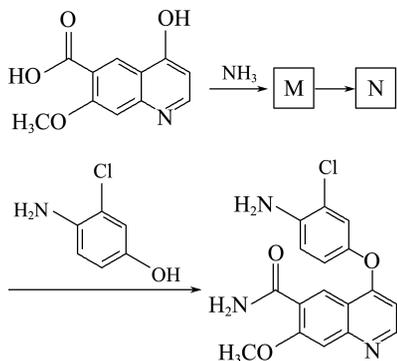


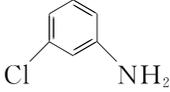
回答下列问题：

- (1) A 中含氧官能团的名称为 _____ 和 _____。
- (2) 由 A 和 B 生成 C 的反应类型为 _____。
- (3) D 的结构简式为 _____。
- (4) 多聚甲醛可以用甲醛代替，则 H、I 和甲醛反应生成 J 的化学方程式为 _____。
- (5) H 的同分异构体中，含羧基、苯环但不含氨基

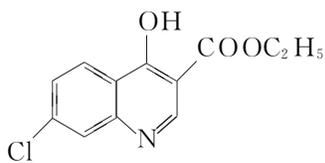
($-\text{NH}_2$)的有_____种(不考虑立体异构)。

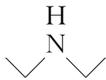
(6)抗癌药物乐伐替尼中间体的合成路线如图所示(部分反应条件已略去),其中M和N的结构简式分别为_____和_____。



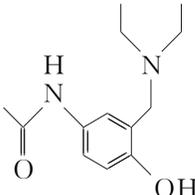
解析:(1)A中含氧官能团为酯基和醚键。(2)A和B发生取代反应生成C,还生成 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。(3)据A、C的结构简式和B的分子式,得B的结构简式为,

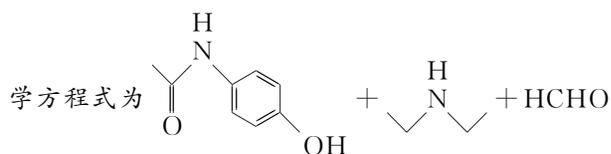
C加热得到D,D在碱性环境中水解再酸化得到E,结合E和C的结构简式及D的分子式推知D的结构简式为



和 POCl_3 发生取代反应生成G,另外H、

和多聚甲醛发生取代反应生成J,J发生水解反应生成K,结合K的结构简式和J的分子式可以推知J

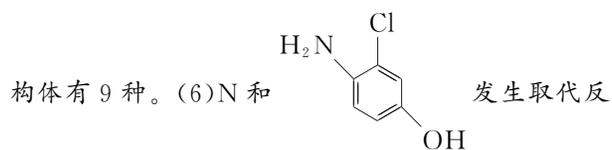
为。H、I和甲醛反应生成J的化学方程式为



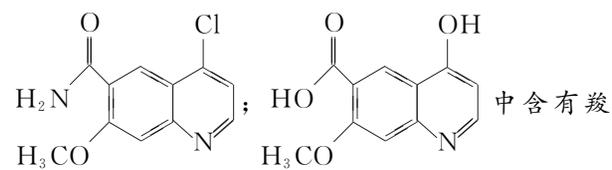
(5)H的同分异构

体中含羧基、苯环,但不含氨基($-\text{NH}_2$),若苯环上只有1个取代基,则取代基有 $-\text{CH}_2\text{NHCOOH}$ 、 $-\text{NHCH}_2\text{COOH}$ 、

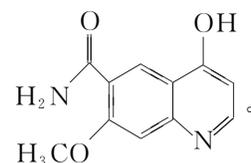
$-\text{N}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ 3种情况;若苯环上有2个取代基($-\text{COOH}$ 、 $-\text{NHCH}_3$ 或 $-\text{NHCOOH}$ 、 $-\text{CH}_3$),则共有6种情况(邻、间、对),故满足条件的同分异构体有9种。(6)N和



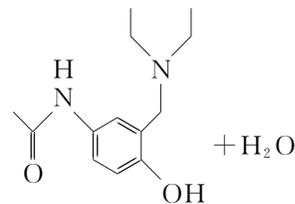
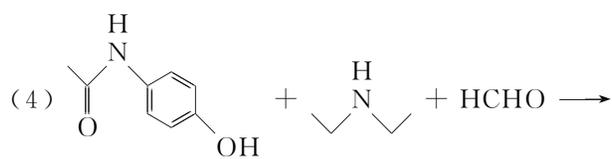
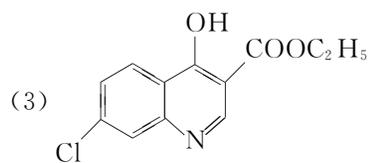
发生取代反应生成抗癌药物乐伐替尼中间体,根据题干中 $\text{G} + \text{K} \rightarrow \text{L}$ 的反应原理得N的结构简式为



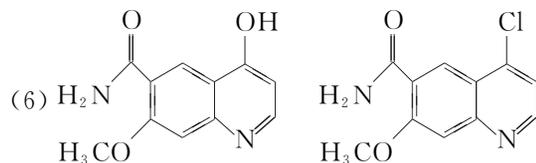
中含有羧基,和 NH_3 反应生成的M的结构简式为



答案:(1)酯基 醚键 (2)取代反应



(5)9



第四章

生物大分子

单元概览

学习导航

生物体中普遍存在蛋白质、核酸、多糖等生物大分子。生物大分子的结构很复杂,但其基本的结构单元并不复杂。

在本章中,我们将学习以下内容:

1.与有机小分子相比,相对分子质量较大的生物大分子往往具有更复杂的结构,大多数生物大分子是由结构简单的有机小分子脱水缩合而成的。

2.多糖是由单糖脱水缩合而成的,蛋白质的基本结构单位是氨基酸。分析生物大分子的组成与结构特点,揭示单体和链节与聚合物结构的关系。

3.核酸是生物体遗传信息的载体。DNA 分子上的基因决定了生物体的一系列性状,同时还指挥着蛋白质的合成、细胞的分裂,RNA 主要负责传递、翻译和表达 DNA 所携带的遗传信息。

本章我们将从“宏观辨识与微观探析”“科学探究与创新意识”等视角,探究生物大分子的组成、结构和性质,认识人工合成多肽、蛋白质、核酸等的意义,体会化学学科在生命科学发展中的重要作用。

学习目标

- 1.知道糖类、蛋白质、核酸的组成、结构特点、主要化学性质和应用。
- 2.了解糖类、蛋白质、核酸在生命过程中的作用,了解脱氧核糖核酸、核糖核酸的生物功能。
- 3.通过单糖、二糖、多糖、蛋白质的探究实验,进一步体验探究化学物质的过程。
- 4.学会运用比较、分类、归纳、概括等方法对所得信息进行加工。

核心概念

生物体中普遍存在的有机化合物是生命活动的物质基础。从官能团角度理解生物大分子的组成、结构,并在此基础上认识其性质与应用,体会化学学科在生命科学发展中的重要作用。

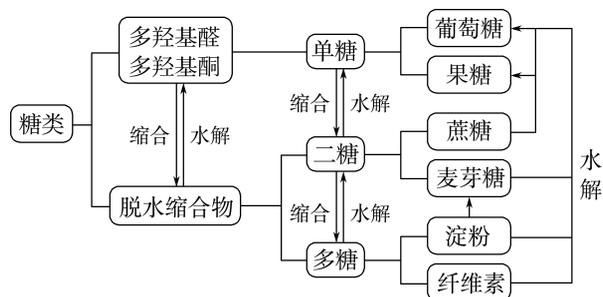
学法指导

1.理论联系实际。在学习生物大分子时,要将理论知识与实际生活相结合,如了解蛋白质在食物中的营养价值,通过实际例子加深对生物大分子的理解和记忆。

2.通过实验探究认识生物大分子的性质。通过实验探究糖类、蛋白质和核酸的性质,在实验中要学会观察现象、记录数据,并进行分析推理,形成结论。

3.学会对比、归纳。对糖类、蛋白质和核酸进行对比、归纳,找出它们的相似点和不同点,有助于系统地掌握生物大分子的知识。

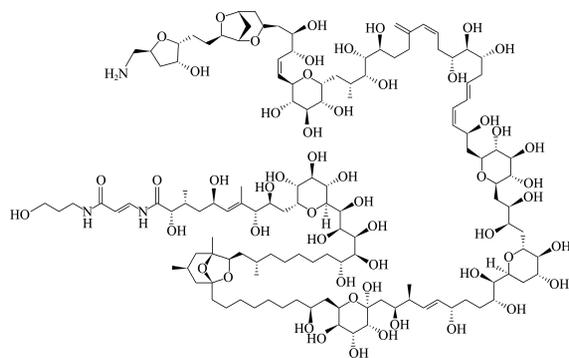
4.构建知识网络。在学习过程中,要构建生物大分子的知识网络,将各个知识点有机地联系起来。可以通过绘制思维导图、制作图表等方式,梳理相关内容,加深对知识的理解和记忆,提高学习效率。糖类的分类及转化关系可建构以下知识网络:



单元任务

沙海葵毒素

沙海葵毒素是一种非蛋白毒素,是已知非蛋白毒素中毒性最强烈的毒素之一,但其具有抗癌活性。其结构简式如图所示:



请思考以下问题并与同学交流讨论:

- 1.沙海葵毒素分子中含哪些官能团?
- 2.该化合物可以发生哪些类型的反应?

探·究·构·建

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

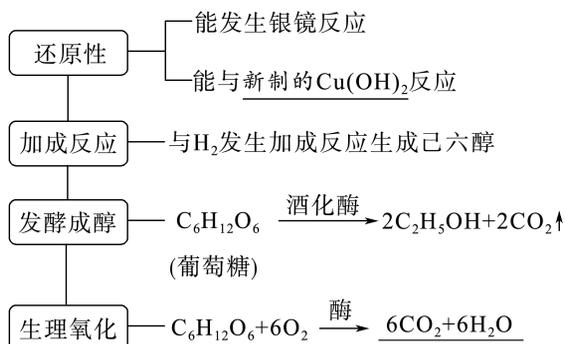
1. 分子组成和结构特点

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	无色晶体	有	易溶于水,稍溶于乙醇,不溶于乙醚
果糖	无色晶体	有	在水、乙醇、乙醚中均易溶

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	都是无色晶体,易溶于水,有甜味	
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,水解生成葡萄糖和果糖	还原糖,水解生成葡萄糖

同系物,C 错误;葡萄糖属于单糖,不能发生水解反应,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 $Cu(OH)_2$
D. $[Ag(NH_3)_2]OH$ 溶液

A 解析:新制的 $Cu(OH)_2$ 、 $[Ag(NH_3)_2]OH$ 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 $Cu(OH)_2$,观察产生的现象
B. 取样,加 H_2SO_4 中和碱,再加入新制的 $Cu(OH)_2$,观察产生的现象
C. 取样,加入新制的 $Cu(OH)_2$,煮沸,观察产生的现象
D. 取样,加入 $Cu(OH)_2$,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 $Cu(OH)_2$ 共热,会产生砖红色(Cu_2O)沉淀,此性质可用于尿糖的检验。

4.葡萄糖 $[CH_2OH(CHOH)_4CHO]$ 和核糖 $(CH_2OH-CHOH-CHOH-CHO)$ 都是人类生命活动不可缺少的物质。根据二者的结构,下列有关葡萄糖和核糖的说法不正确的是 ()

- A. 二者互为同系物
B. 二者都是还原糖,都可以和银氨溶液反应形成银镜
C. 二者都可以和乙酸发生反应
D. 等物质的量的葡萄糖和核糖分别和足量的金属钠反应,生成氢气的物质的量之比为 5:4

A 解析:二者在分子组成上相差一个 $CHOH$ 原子团,不是相差一个 CH_2 原子团,故二者不互为同系物,A 错误;二者都含有醛基,都为还原糖,可以被弱氧化剂[如银氨溶液、新制的 $Cu(OH)_2$]氧化,B 正确;二者都含有羟基,可以和乙酸发生反应,C 正确;1 个葡萄糖分子中含 5 个羟基,1 个核糖分子中含 4 个羟基,和足量钠反应生成氢气的物质的量之比为 5:4,D 正确。

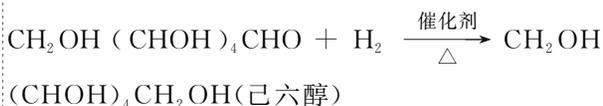
任务总结

(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 $CH_2OH(CHOH)_4CHO$ 。因此,葡萄糖具有醛和醇的化学性质。

(2)葡萄糖的性质

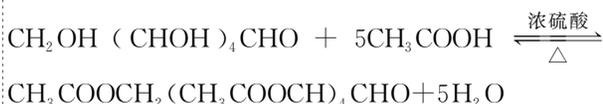
①被还原成醇



②被氧化

- a. 被银氨溶液氧化。
b. 被新制的 $Cu(OH)_2$ 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 $\begin{cases} \xrightarrow{\text{碘水}} \text{溶液变蓝} \\ \xrightarrow{\text{氢氧化钠溶液}} \text{中和液} \xrightarrow[\text{水浴加热}]{\text{银氨溶液}} \text{有银镜生成} \end{cases}$

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.(2024·山东卷)中国美食享誉世界,东坡诗句“芽姜紫醋炙银鱼”描述了古人烹饪时对食醋的妙用。食醋风味形成的关键是发酵,包括淀粉水解、发酵制醇和发酵制酸等阶段。下列说法错误的是

- ()
- A.淀粉水解阶段有葡萄糖产生
 B.发酵制醇阶段有 CO_2 产生
 C.发酵制酸阶段有酯类物质产生
 D.上述三个阶段均应在无氧条件下进行

D 解析:淀粉属于多糖,淀粉水解的最终产物为葡萄糖, A 正确;发酵制醇阶段的主要反应为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (葡萄糖) $\xrightarrow{\text{酶}}$ $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$, 有 CO_2 产生, B 正确;发酵制酸阶段的主要反应为 $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ $2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}}$ $2\text{CH}_3\text{COOH}$, CH_3COOH 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 会发生酯化反应生成 $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$, C 正确;发酵制酸阶段, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 发生氧化反应生成 CH_3COOH , 应在有氧条件下进行, D 错误。

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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 共热后,生成砖红色的 Cu_2O 沉淀。

3.通过实验来验证纤维素水解后生成葡萄糖,其实验包括下列一些操作过程,这些操作过程的正确排列顺序是

- ()
- ①取小团棉花或几小片滤纸 ②小火微热,得到亮棕色溶液 ③加入 90% 的浓硫酸,用玻璃棒把棉花

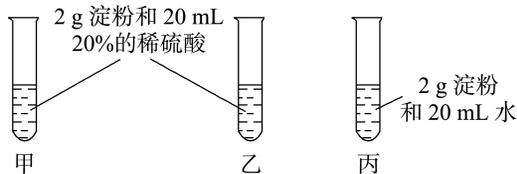
或滤纸捣成糊状 ④稍冷却,加入过量 NaOH 溶液,并滴入几滴 CuSO_4 溶液,至出现 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊物

⑤加热煮沸

- A.①②③④⑤ B.①③②④⑤
 C.①③②⑤④ D.①②③⑤④

B 解析:纤维素水解的条件是在纤维素中加入浓硫酸并加热,而证明水解产物是葡萄糖,无论用新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 还是用银氨溶液都必须在碱性条件下才能进行,所以加鉴别试剂时必须先用过量 NaOH 溶液中和硫酸。

4.为检验淀粉水解的情况,进行如图所示的实验,试管甲和丙均用 $60\sim 80\text{ }^\circ\text{C}$ 的水浴加热 $5\sim 6\text{ min}$, 试管乙不加热。待试管甲中的溶液冷却后再进行后续实验。



实验1:取少量甲中溶液,加入新制的氢氧化铜,加热,没有砖红色沉淀出现。

实验2:取少量乙中溶液,滴加几滴碘水,溶液变为蓝色,但取少量甲中溶液做此实验时,溶液不变蓝。

实验3:取少量丙中溶液,加入 NaOH 溶液调节至碱性,再滴加碘水,溶液颜色无明显变化。

- (1)淀粉水解的最终产物为_____。
 (2)设计甲和乙是为了探究_____对淀粉水解的影响,设计甲和丙是为了探究_____对淀粉水解的影响。
 (3)实验1失败的原因是_____。

(4)下列结论合理的是_____ (填字母序号)。

- a.淀粉水解需要在催化剂和一定温度下进行
 b.欲检验淀粉是否完全水解,最好取冷却后的水解液直接加碘
 c.若用唾液代替稀硫酸,则实验1可能出现预期的现象

(5)实验3中溶液的颜色无明显变化的原因为_____。

解析:(1)淀粉在酸性条件下最终水解生成葡萄糖。

(2)甲与乙中的反应物均相同,但甲加热,乙未加热,所以甲、乙是探究温度对淀粉水解的影响;甲中有稀硫酸,而丙中无稀硫酸,所以甲、丙是探究催化剂对淀粉水解的影响。(3)淀粉水解的催化剂是稀硫酸,而加入新制的氢氧化铜产生砖红色沉淀应在碱性条件下,所以应先加入 NaOH 中和酸后,再加

入新制的氢氧化铜,所以实验 1 无现象。(4)根据实验可知淀粉水解需要在催化剂和一定温度下进行, a 正确;因为碘易升华,所以冷却后加入碘,可判断淀粉是否完全水解, b 正确;唾液中含有淀粉酶,且为中性,淀粉在淀粉酶的作用下水解为葡萄糖,所以若用唾液代替稀硫酸进行实验 1,可出现预期的现象, c 正确。(5)加入的碘与 NaOH 反应,导致碘无法与淀粉反应,所以溶液颜色无明显变化。

答案:(1)葡萄糖 (2)温度 催化剂

(3)没有加入碱中和作为催化剂的稀硫酸

(4)abc (5)NaOH 与碘反应

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

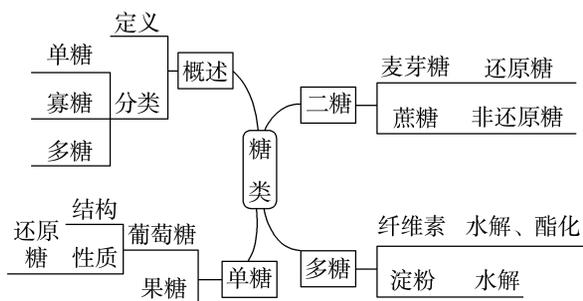
a.蔗糖:稀硫酸作催化剂,水浴加热。

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)

A组 学习·理解

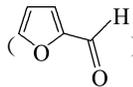
知识点 1 葡萄糖的结构与化学性质

1. 下列关于糖类的说法正确的是 ()

- A. 葡萄糖为多羟基酮,能发生加成反应
- B. 向蔗糖与稀硫酸共热后的溶液中,滴加银氨溶液,可检验产物中是否含有葡萄糖
- C. 在葡萄糖溶液中,存在着链状葡萄糖和环状葡萄糖之间的平衡,且以环状葡萄糖为主
- D. 人摄入蔬菜、粗粮等主要是利用纤维素水解为葡萄糖来提供能量

C 解析:葡萄糖为多羟基醛,能发生加成反应, A 错误;在蔗糖与稀硫酸共热后的溶液中,先加碱将溶液调成碱性,再加银氨溶液,以检验产物是否含有葡萄糖, B 错误;葡萄糖分子存在链状和环状两种结构,且两种结构之间能相互转化,以环状结构为主, C 正确;纤维素在人体中不能被水解, D 错误。

2. 木糖的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$,与葡萄糖的结构类似。木糖在一定条件下脱水缩合生成的糠醛



()是一种重要的化工原料,可用于药物、

合成材料等的生产。下列叙述不正确的是 ()

A. 木糖的结构简式是

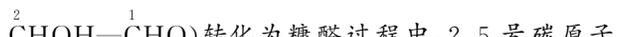


- B. 木糖经催化加氢得到的木糖醇易溶于水
- C. 木糖生成糠醛的过程中涉及的反应类型有取代反应和消去反应
- D. 糠醛与木糖都属于糖类

D 解析:木糖的分子式为 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$,与葡萄糖的结构类似,说明木糖为多羟基醛,结构简式是



木糖催化加氢后得到木糖醇,多羟基物质易溶于水, B 正确;



转化为糠醛过程中,2、5号碳原子上羟基脱水成醚是取代反应,3、4号碳原子上羟基消去后生成碳碳双键, C 正确;糠醛不是多羟基醛或多羟基酮,不属于糖类, D 错误。

知识点 2 淀粉与纤维素的组成与性质

3. 下列有关基本营养物质的说法中,正确的是 ()

- A. 可发生水解的糖不一定是多糖
- B. 纤维素能被 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等氧化剂氧化,属于还原糖
- C. 纤维素在人体内最终水解为葡萄糖

D.淀粉遇 KI 溶液变蓝

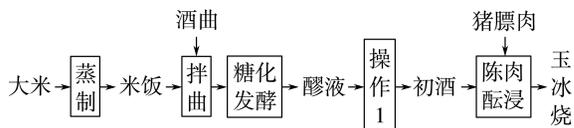
A 解析:蔗糖和麦芽糖都能水解,但属于二糖,A 正确;纤维素是天然有机高分子,纤维素分子中不含醛基,不能够被 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 等氧化剂氧化,不是还原糖,B 错误;人体内无纤维素酶,无法使纤维素水解,C 错误;淀粉遇 I_2 变蓝,KI 与淀粉不反应,不能用来检验淀粉,D 错误。

4.中国科学院以 CO_2 与 H_2 为原料合成淀粉。下列关于淀粉的说法不正确的是 ()

- A.淀粉是一种多糖,水解可以得到葡萄糖
 B.淀粉是重要的工业原料,也是人类重要的能量来源
 C.淀粉和纤维素的化学式都是 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$,二者不互为同分异构体
 D.科学家利用催化剂使 CO_2 和 H_2 转化为淀粉,改良催化剂可以提高合成转化率

D 解析:淀粉是一种多糖,水解的最终产物是葡萄糖,A 正确;淀粉可以生产葡萄糖、酿酒等,是重要的工业原料,同时也可以用于制作各种食品,是人类重要的能量来源,B 正确;淀粉和纤维素的化学式都是 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$,但 n 值不同,二者不互为同分异构体,C 正确;科学家利用催化剂使 CO_2 和 H_2 转化为淀粉,催化剂只能增大反应速率,不能提高合成转化率,D 错误。

5.广东名酒“玉冰烧”具有独特的风味。下图为“玉冰烧”的简要酿造流程,其中说法错误的是 ()



- A.糖化发酵过程中,淀粉是分步水解为单糖的
 B.酒化过程的反应原理为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2 \uparrow$
 C.操作 1 为过滤
 D.猪膘肉中溶出的酯类化合物可使酒的香气、口感更丰富

C 解析:糖化发酵过程中,淀粉首先水解成二糖,再水解为单糖,A 正确;酒化过程中葡萄糖在酒化酶作用下生成 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 和 CO_2 ,B 正确;操作 1 是从醪液中得到初酒,从溶液中得到乙醇应采用蒸馏的方法,C 错误;将猪膘肉中溶出的酯类化合物溶于乙醇中,可改善酒的香气和口感,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。

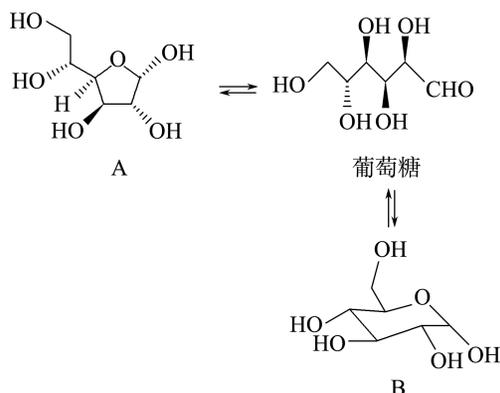
7.有下列物质:①碘水;②银氨溶液;③ NaOH 溶液;④稀硫酸;⑤浓硫酸。在进行淀粉的水解实验(包括检验水解产物及水解是否完全)时,除淀粉外,还需使用上述试剂或其中一部分试剂,判断使用的试剂及其先后顺序为 ()

- 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。

B组 应用·实践

8.葡萄糖在生物体内会发生分子内反应形成葡萄糖的半缩醛(如图所示),物质 A 和 B 分别为两种葡萄糖半缩醛,下列说法正确的是 ()



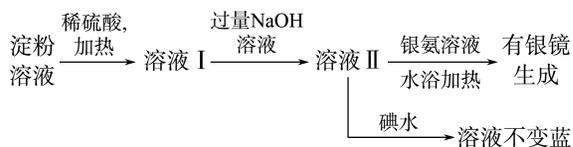
- A.葡萄糖不能发生银镜反应
 B.葡萄糖半缩醛的形成可看作羟基与醛基发生了加成反应

C.物质 A 的分子不具有手性

D.葡萄糖半缩醛 A 和 B 的分子式均为 $C_6H_{10}O_5$

B 解析:葡萄糖中的醛基具有还原性,能发生银镜反应,A 错误;根据 A 和 B 的结构简式知,葡萄糖半缩醛的形成可看作羟基与醛基发生了加成反应,B 正确;连接四种不同的原子或原子团的碳原子是手性碳原子,A 分子含有 5 个手性碳原子,具有手性,C 错误;葡萄糖半缩醛 A 和 B 的分子式均为 $C_6H_{12}O_6$,D 错误。

9.淀粉是食物的重要组成部分,具有补充能量、提味增鲜等功效,在一定条件下可以水解生成葡萄糖。某小组同学设计了如下实验方案用以检验淀粉水解的情况。回答下列问题:



(1)实验中加过量 NaOH 溶液的作用是_____。

(2)写出溶液 II 与银氨溶液反应的化学方程式:

_____。

(3)银镜反应中,温度对实验的影响较大,水浴温度一般在 $50\sim 70\text{ }^\circ\text{C}$,若温度过高,可能造成的结果是_____。

有同学没有得到光亮的银镜,可能的原因是_____ (任写两条)。

(4)另一小组同学称取 9 g 淀粉溶于水按上述流程做实验,将溶液 II 分成两等份,一份滴加碘水后,溶液变蓝,另一份加入足量的银氨溶液并用水浴加热,测得析出 2.16 g 单质沉淀。淀粉的水解百分率为_____。

(5)乳酸($CH_3CHCOOH$)与葡萄糖最简式相同,

$$\begin{array}{c} | \\ OH \end{array}$$

1 mol 乳酸分别与足量 Na、 $NaHCO_3$ 反应,消耗二者的物质的量之比为_____。某有机物与乳酸互为同分异构体,分子中碳原子与氧原子分别有两种,氢原子只有一种,且与金属 Na 不反应,写出该有机物的结构简式:_____。

解析:(1)淀粉在稀硫酸作用下,加热水解生成葡萄

糖的化学方程式为 $(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \xrightarrow[\Delta]{\text{稀硫酸}} nC_6H_{12}O_6$ (葡萄糖),加入过量 NaOH 溶

液,中和稀硫酸,防止加入银氨溶液时对实验产生干扰。(2)葡萄糖分子中含有醛基,与银氨溶液反应的化学方程式为 $CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{\Delta} CH_2OH(CHOH)_4COONH_4 + H_2O + 2Ag\downarrow + 3NH_3$ 。(3)银镜反应中,如果温度过高,可能会导致 $[Ag(NH_3)_2]^+$ 与 OH^- 反应得到氨,而不与醛基反应,从而影响反应的进行和产物的生成;有同学没有得到光亮的银镜,可能的原因是试管内壁不干净,有油污或银氨溶液配制的时间过长等。(4)2.16 g 单质 Ag 为 0.02 mol,据方程式可知,水解生成 0.01 mol 葡萄糖,根据 $(C_6H_{10}O_5)_n \sim nC_6H_{12}O_6$,其中一份水解的

淀粉为 $\frac{0.01}{n}$ mol,9 g 淀粉中水解的淀粉为 $\frac{0.02}{n}$ mol,质量为 $\frac{0.02}{n} \text{ mol} \times 162n \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3.24 \text{ g}$,故淀粉

的水解百分率为 $\frac{3.24 \text{ g}}{9 \text{ g}} \times 100\% = 36\%$ 。(5)乳酸分

子中羧基和羟基都能和金属钠反应,但只有羧基能和 $NaHCO_3$ 反应,消耗二者的物质的量之比为 2 : 1;乳酸的分子式为 $C_3H_6O_3$,该有机物含有 3 个 C、3 个 O,分子中碳原子与氧原子分别有两种,氢原子只有一种,说明其结构对称,且不与金属钠反应,说明没有羟基、羧基等官能团,满足条件的有机物的

结构简式为 $CH_3-O-\overset{O}{\parallel}{C}-O-CH_3$ 。

答案:(1)将稀硫酸完全中和,防止加入银氨溶液时对实验产生干扰

(2) $CH_2OH(CHOH)_4CHO + 2[Ag(NH_3)_2]OH \xrightarrow{\Delta} CH_2OH(CHOH)_4COONH_4 + H_2O + 2Ag\downarrow + 3NH_3$

(3) $[Ag(NH_3)_2]^+$ 与 OH^- 反应得到氨,而不与醛基反应 试管内壁不干净,有油污;银氨溶液配制的时间过长

(4)36%

(5)2 : 1 $CH_3-O-\overset{O}{\parallel}{C}-O-CH_3$

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

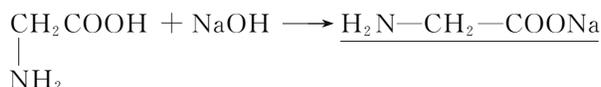
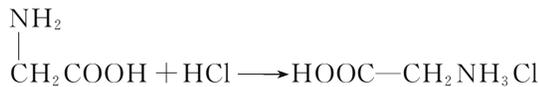
(1) 物理性质

氨基酸 $\begin{array}{l} \xrightarrow{\text{颜色、熔点、稳定性}} \text{天然氨基酸均为无色晶体,熔点较高,多在} 200\sim 300\text{ }^\circ\text{C} \text{ 熔化时分解} \\ \xrightarrow{\text{溶解性}} \text{一般能溶于水,而难溶于乙醇、乙醚等有机溶剂} \end{array}$

(2) 化学性质

① 两性

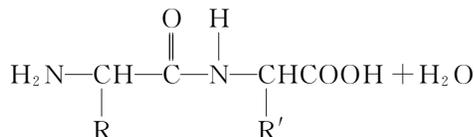
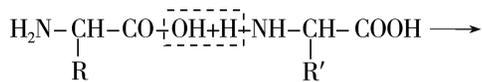
氨基酸分子中既含有酸性基团 $-\text{COOH}$,又含有碱性基团 $-\text{NH}_2$,因此,氨基酸是两性化合物。



+ H_2O

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去水,形成含肽键的化合物叫做成肽反应。



其中 $\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \\ \parallel \quad | \\ \text{C}-\text{N} \end{array}$ 叫肽键。

二、蛋白质

1. 结构

(1) 组成

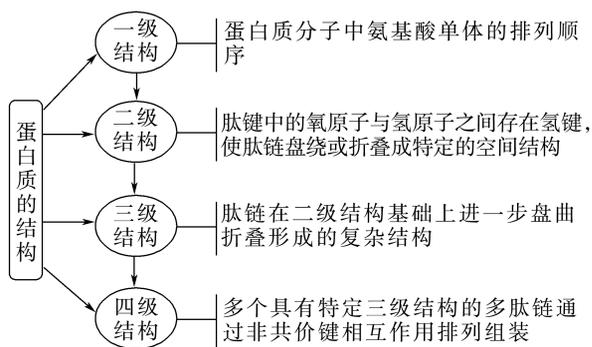
① 蛋白质是由多种氨基酸通过肽键等相互连接形

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。

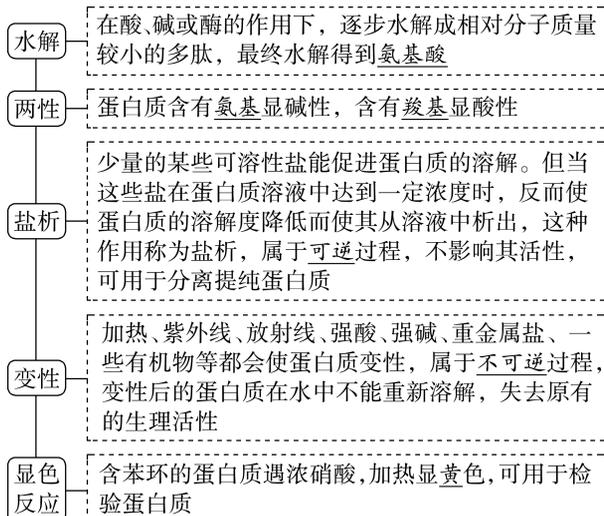
②蛋白质主要由 C、H、O、N、S 等元素组成,有些蛋白质还含有 P、Fe、Zn、Cu 等元素。

(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



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

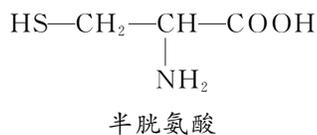


任务型课堂

任务一 氨基酸和蛋白质的结构和性质

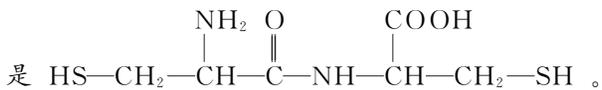
[探究活动]

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?

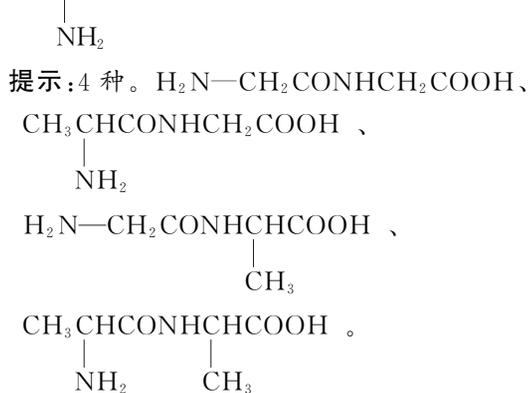
提示:不是。几肽是按合成化合物的氨基酸的个数确

定的。

活动 4 $\text{HS}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COONH}_4$ 可与 NaOH 溶液反应放出 NH_3 吗?为什么?

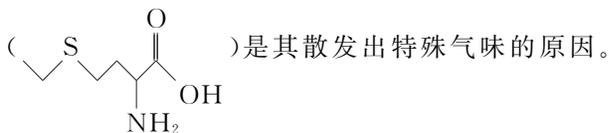
提示:可以。因 $\text{HS}-\text{CH}_2-\overset{\text{NH}_2}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{COONH}_4$ 可电离产生 NH_4^+ ,故其与碱共热时会放出 NH_3 。

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?



[评价活动]

1. 某研究所的一项新研究表明, 榴梿中的“乙硫氨酸”

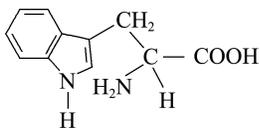


下列有关该物质的说法错误的是 ()

- A. 能与盐酸反应
- B. 在一定条件下能生成二肽
- C. 分子式为 $C_6H_{12}NSO_2$
- D. 1 mol 该物质与 $NaHCO_3$ 溶液充分反应得到 44 g CO_2

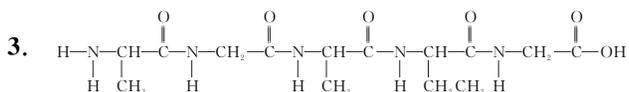
C 解析: 该物质中含有氨基, 氨基显碱性, 能与盐酸反应, A 正确; 该分子中含有氨基、羧基, 可发生分子间取代反应生成二肽, B 正确; 该物质的分子式为 $C_6H_{13}NSO_2$, C 错误; 1 mol 该物质中含有 1 mol $-COOH$, 能消耗 1 mol $NaHCO_3$, 生成 1 mol CO_2 即 44 g, D 正确。

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 $C_{11}H_{10}N_2O_2$

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 $C_{11}H_{12}N_2O_2$, 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. $CH_3-CH(NH_2)-COOH$
- B. $CH_3-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
- C. H_2N-CH_2-COOH
- D. $CH_3-CH(NH_2)-CH_2-COOH$

D 解析: 蛋白质水解时是从肽键($\begin{matrix} O & H \\ || & | \\ -C & -N- \end{matrix}$)处

断裂而生成氨基酸, 该五肽水解生成的 α -氨基酸分别为 $CH_3-CH(NH_2)-COOH$ 、 $CH_2-CH(NH_2)-COOH$ 、



4. 对于反应 $\begin{matrix} NH_3^+ \\ | \\ CH_2-COOH \end{matrix} \xrightleftharpoons[H^+]{OH^-} \begin{matrix} NH_3^+ \\ | \\ CH_2-COO^- \end{matrix} \xrightleftharpoons[H^+]{OH^-}$

$\begin{matrix} NH_2 \\ | \\ H_2C-COO^- \end{matrix}$, 下列说法正确的是 ()

- A. 固态甘氨酸以内盐形式存在, 易溶于有机溶剂
- B. 在强碱性溶液中氨基酸主要以阳离子形式存在
- C. 甘氨酸是两性化合物, 既能与酸反应, 又能与碱反应
- D. 当甘氨酸以两性离子的形态存在时, 其在水中的溶解度最大

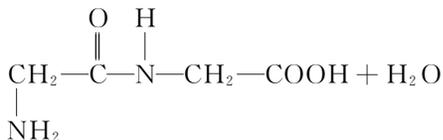
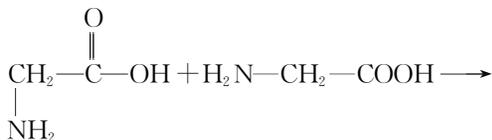
C 解析: 固态甘氨酸中的氨基与羧基反应生成内盐, 易溶于水, 难溶于有机溶剂, A 错误; 由转化关系可知, 在强碱性溶液中氨基酸主要以阴离子形式存在, B 错误; 甘氨酸分子中含有能与酸反应的氨基和能与碱反应的羧基, 是典型的两性化合物, C 正确; 当甘氨酸以两性离子的形态存在时, 两性离子间相互吸引力最大, 在水中的溶解度最小, D 错误。

任务总结

氨基酸的缩合反应

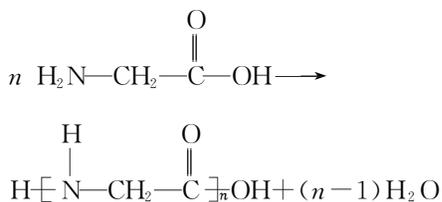
(1) 分子间脱水形成肽

例如,甘氨酸生成二肽:



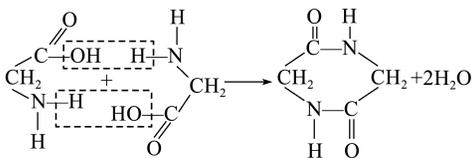
(2) 分子间脱水形成蛋白质

例如,甘氨酸缩聚形成高分子:

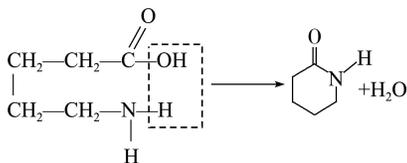


(3) 成环反应

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+} 会使蛋白质变性从而引起中毒。

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

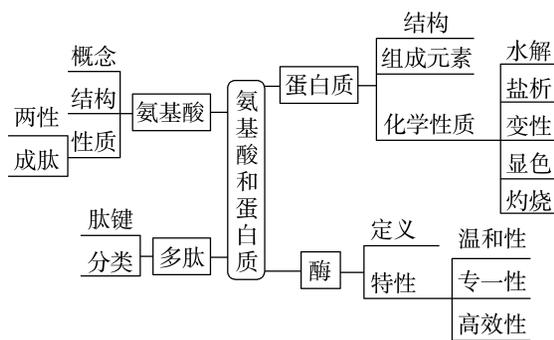
殊气味, D 正确。

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 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 Na_2SO_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
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

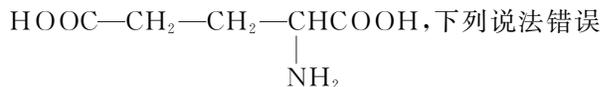


课后素养评价(十四)

A组 学习·理解

知识点 1 氨基酸的化学性质

1. 已知谷氨酸的结构为

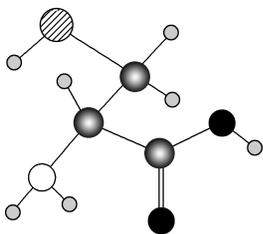


的是 ()

- 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. 硒代半胱氨酸(含 C、H、N、O、³⁴Se 五种元素)是一种氨基酸, 其分子的空间结构如图所示。下列说法不正确的是 ()



- A. Se 位于元素周期表中第四周期第 VI A 族
 B. 图中最大的球代表 Se
 C. 硒代半胱氨酸能与强碱反应
 D. 硒代半胱氨酸难溶于水, 易溶于苯

D 解析: 硒元素的原子序数为 34, 位于元素周期表中第四周期第 VI A 族, A 正确; 硒代半胱氨酸中硒原子的电子层数最多, 原子半径最大, 图中最大的球代表 Se, B 正确; 硒代半胱氨酸分子中的羧基能与强碱反应, C 正确; 硒代半胱氨酸分子中含有

亲水基—NH₂ 和—COOH, 硒代半胱氨酸易溶于水, D 错误。

知识点 2 蛋白质的结构与性质

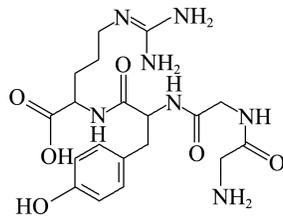
3. 下列对氨基酸和蛋白质的描述不正确的是 ()

- 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。

B组 应用·实践

4. 某酶的结构简式如图所示, 下列说法不正确的是 ()

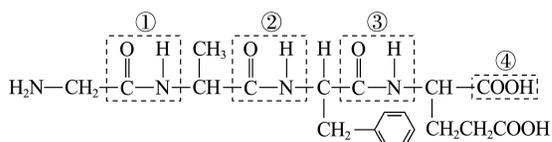


- A. 该酶属于烃
 B. 该酶的分子式为 C₁₉H₂₉N₇O₆
 C. 该酶能发生水解反应、加成反应

D.该酶能与碳酸钠反应生成 CO_2 气体

A 解析:该酶中含有 O、N 元素,不属于烃,A 错误;根据酶的结构简式可知其分子式为 $\text{C}_{19}\text{H}_{29}\text{N}_7\text{O}_6$,B 正确;该酶中含有肽键能发生水解反应,含有苯环能发生加成反应,C 正确;该酶中含有羧基,能与碳酸钠反应生成二氧化碳气体,D 正确。

5.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。

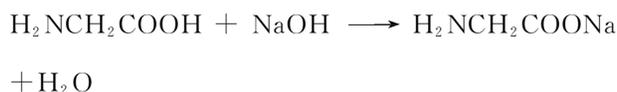
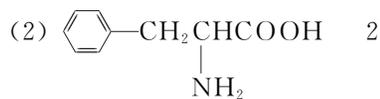
(2)该化合物水解时,生成的芳香烃衍生物 B 的结构简式为 _____,组成中含有④的水解产物若发生分子内成肽反应,则可得到 _____ 种

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 $\text{HOOCC}(\text{H})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$,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

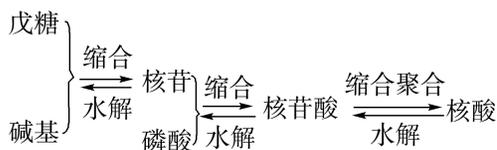
一、核酸的组成

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。



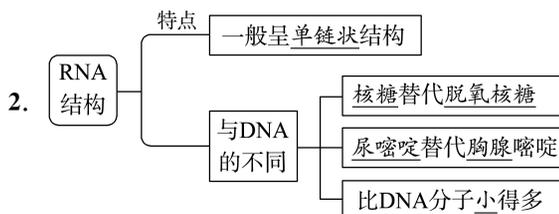
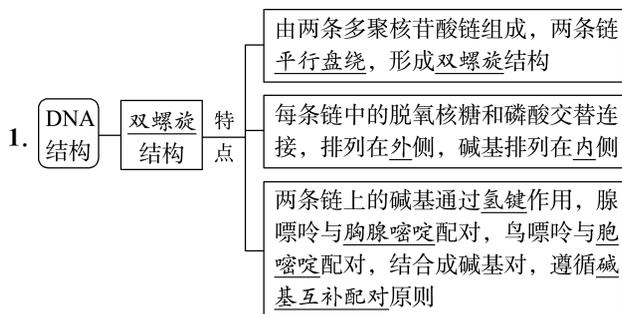
(2)核糖和脱氧核糖对应的核酸分别是核糖核酸(RNA)和脱氧核糖核酸(DNA)。

(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



三、核酸的生物功能

核酸是生物体遗传信息的载体。

1. 基因:有一定碱基排列顺序的DNA片段含有特定的遗传信息。

2. DNA 和 RNA 在遗传中的作用

(1)DNA 分子上有许多基因,决定了生物体的一系列性状。在细胞增殖过程中,会发生DNA分子的复制。

(2)RNA 参与遗传信息的传递过程。

四、核酸研究的成果和意义

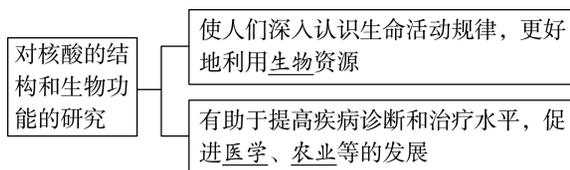
1. 我国核酸研究的成果

(1)1981年,我国人工合成了具有生物活性的核酸分子——酵母丙氨酸转移核糖核酸。

(2)1999年,我国作为唯一的发展中国家,参与了人类基因组计划。

(3)2002年,我国科学家完成了水稻基因组图谱的绘制。

2. 核酸研究的意义



任务型课堂

任务 核酸的结构和功能

[探究活动]

活动1 核酸是高分子吗?

提示:是。

活动2 DNA分子是什么结构?分子中的脱氧核糖、碱基的位置在哪?

提示:双螺旋结构。脱氧核糖在双螺旋结构的外侧,碱基在内侧。

活动3 DNA分子中的碱基通过什么作用形成双链?碱基如何配对?

提示:通过氢键作用形成双链。腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)配对,鸟嘌呤(G)与胞嘧啶(C)配对。

活动4 DNA分子中的碱基有怎样的定量关系?

提示:腺嘌呤(A)与胸腺嘧啶(T)数目相等;鸟嘌呤(G)与胞嘧啶(C)数目相等。

活动5 蛋白质具有多样性,核酸是否也具有多样性?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.核酸检测是确认病毒种类的有效手段。脱氧核糖核酸(DNA)的结构片段如图1所示,其碱基中胞嘧啶的结构如图2所示。下列说法正确的是 ()

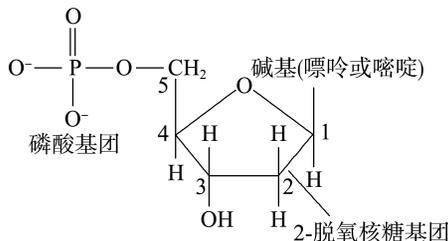


图1

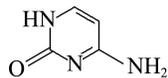
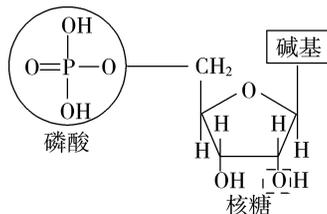


图2

- A. 脱氧核糖核酸中含有的化学键都是不同原子形成的极性共价键
 B. 2-脱氧核糖($C_5H_{10}O_4$)与葡萄糖互为同系物,都能发生银镜反应
 C. 胞嘧啶的分子式为 $C_4H_6N_3O$,能使酸性高锰酸钾溶液褪色
 D. 脱氧核糖核酸由磷酸、2-脱氧核糖和碱基通过一定方式结合而成

D 解析:根据脱氧核糖核酸的结构可知,其中含有的化学键既有不同原子形成的极性共价键,也有碳原子之间形成的非极性共价键,A错误;2-脱氧核糖($C_5H_{10}O_4$)无醛基,不能发生银镜反应,且与葡萄糖不互为同系物,B错误;胞嘧啶的分子式为 $C_4H_5N_3O$,分子中含有碳碳双键,能使酸性高锰酸钾溶液褪色,C错误;由图1可知,脱氧核糖核酸由磷酸、2-脱氧核糖和碱基通过一定方式结合而成,D正确。

3.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苷酸,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

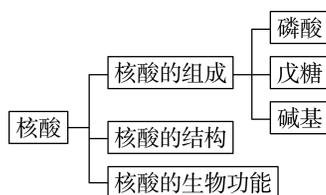
(2)脱氧核苷酸 DNA 鸟嘌呤、腺嘌呤、胞嘧啶、胸腺嘧啶 腺嘌呤脱氧核苷酸

任务总结

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	两条脱氧核苷酸链	一条核糖核苷酸链

► 提质归纳



课后素养评价(十五)

A组 学习·理解

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 的基本单元是脱氧核苷酸

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 的基本单元是脱氧核苷酸,D 错误。

知识点 2 核酸的生物功能

3.DNA 指纹法在案件侦破工作中有着重要作用,从案发现场提取 DNA 样品,可为案件侦破提供证据,其中的生物学原理是 ()

- A.不同人体内的 DNA 所含的碱基种类不同
- B.不同人体内的 DNA 所含的戊糖和磷酸不同
- C.不同人体内的 DNA 的空间结构不同
- D.不同人体内的 DNA 所含的脱氧核糖核苷酸排列顺序不同

D 解析:DNA 是由 4 种脱氧核糖核苷酸构成的,DNA 所含的脱氧核糖核苷酸排列顺序就是遗传信息,不同人体内的遗传信息不同。

B组 应用·实践

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

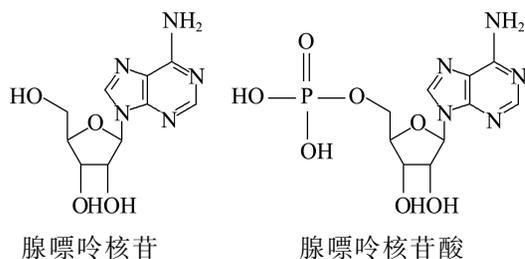
B.核糖与腺嘌呤

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。



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

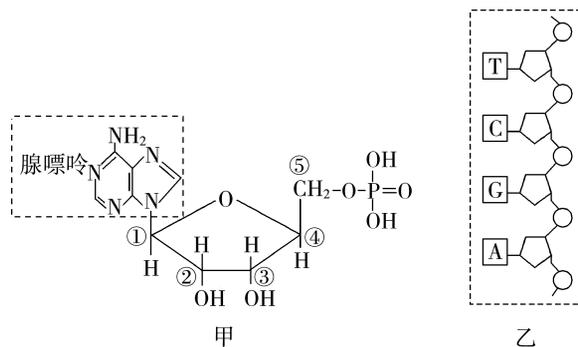
C.腺嘌呤核苷酸只能与 NaOH 溶液反应,不能与盐酸反应

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

迁·移·应·用

学习目标

1. 认识糖类和氨基酸的组成、结构特点、主要化学性质及应用。
2. 学会运用比较、分类、归纳、概括等方法对所得信息进行加工。
3. 体会糖类、氨基酸在生命活动中的作用。

活动一 糖的结构与性质

任务探究

葡萄糖酸锌可用于治疗缺锌引起的营养不良、厌食症、异食癖、口腔溃疡等病症。

探究思考

1. 在葡萄糖氧化酶的作用下, O_2 可选择性氧化葡萄糖中的一CHO 生成葡萄糖酸, 请写出该反应的化学方程式。

提示: $2CH_2OH(CHOH)_4CHO + O_2 \longrightarrow 2CH_2OH(CHOH)_4COOH$ 。

2. 写出葡萄糖酸与锌反应生成葡萄糖酸锌的化学方程式, 该反应中葡萄糖酸表现哪些性质?

提示: 葡萄糖酸可以和活泼金属锌反应生成盐和氢气, 化学方程式为 $2CH_2OH(CHOH)_4COOH + Zn$

$\longrightarrow Zn[CH_2OH(CHOH)_4COO]_2 + H_2 \uparrow$, 葡萄糖酸既表现酸性又表现氧化性。

3. 请结合糖类的性质, 推测急救患者补充能量时, 一般使用葡萄糖溶液, 而不选择其他糖类溶液的原因。

提示: 葡萄糖具有还原性, 易被氧化, 放出能量, 同时葡萄糖在消化道中比其他糖类更容易被直接吸收。

学习总结

糖类水解产物中葡萄糖的检验方法

(1) 水解条件

- ① 蔗糖: 稀硫酸作催化剂, 水浴加热。
- ② 纤维素: 90% 的浓硫酸作催化剂, 小火微热。
- ③ 淀粉: 稀硫酸(水浴加热)或酶作催化剂。

(2) 水解产物中葡萄糖的检验: 欲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 $Cu(OH)_2$ 进行检验。

活动二 氨基酸的结构与性质

任务探究

醋的主要成分是醋酸, 还含有少量的氨基酸、乳酸、矿物质等。我国传统酿醋工艺主要包括以下过程:

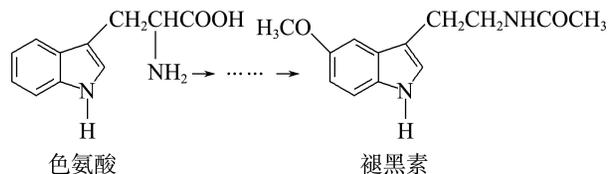
①“蒸”: 将大米、高粱、小米等原料蒸熟后放至冷却;

②“酵”: 拌曲入坛发酵, 使淀粉经糖化发酵生成乙醇, 然后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。

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。



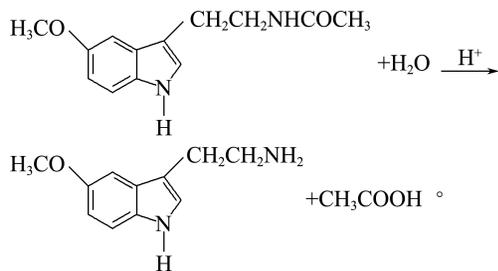
探究思考

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。

2. 写出褪黑素在酸性条件下发生水解反应的化学方程式。

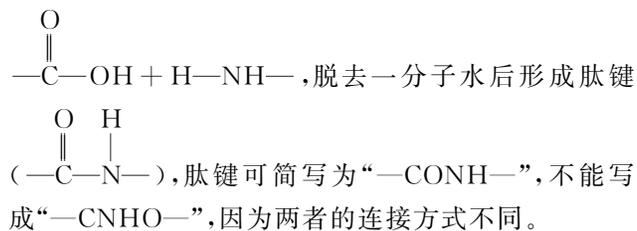
提示: 褪黑素中含有酰胺基, 可发生水解反应:



▶ 学习总结

氨基酸的缩合机理

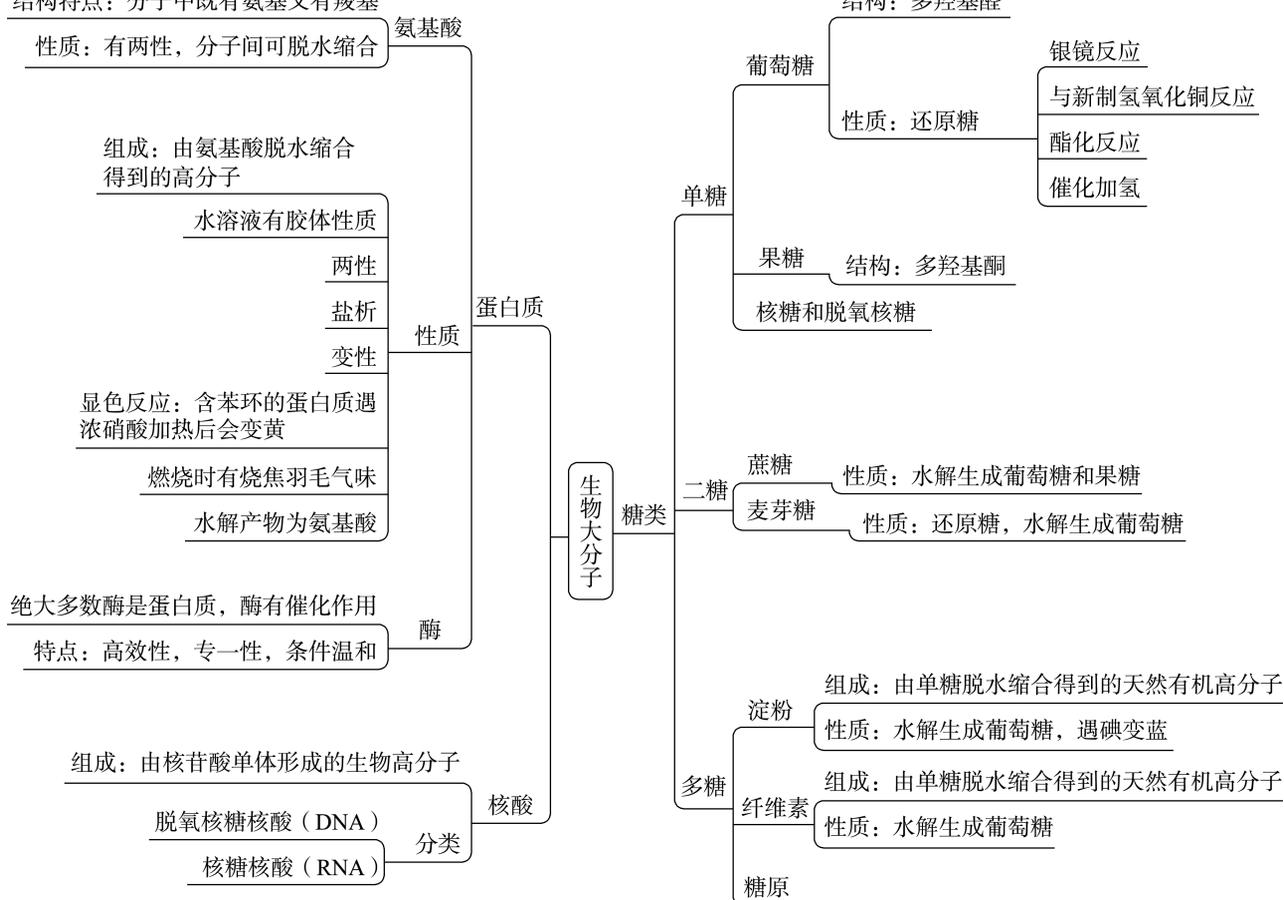
氨基酸的成肽反应原理是由氨基提供的氢原子与羧基提供的羟基结合生成水, 即



重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●

结构特点: 分子中既有氨基又有羧基



● 学科视野拓展 ●

一、病毒的结构

病毒是一种非细胞生命形态,它由核酸长链和蛋白质外壳构成。

病毒的复制、转录和翻译过程都在宿主细胞中进行,当它进入宿主细胞后,它就可以利用细胞中的物质和能量完成生命活动,按照它自己的核酸所包含的遗传信息产生和它一样的新一代病毒。

[交流研讨]蛋白质和核酸的结构各有什么特点?

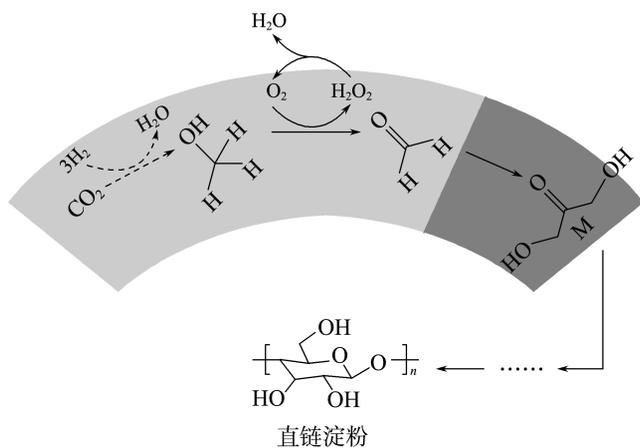
[交流研讨]根据以上材料,回答下列问题:

1.直链淀粉是否溶于水?能否通过氢键形成支链淀粉?

2.图示中 M 分子的 3 个碳原子与 3 个氧原子是否一定共平面?

二、二氧化碳合成淀粉技术

我国某研究团队在全球范围内首次利用二氧化碳合成了淀粉,这一成就将为全球粮食安全问题带来突破性的解决方案。该成就的简要合成路线如图所示(部分步骤省略)。



这一影响世界的重大颠覆性技术成果,不仅使淀粉生产的传统农业种植模式向工业车间生产模式转变成为可能,而且为以二氧化碳为原料合成复杂分子开辟了新的技术路线。

单元测试卷(四)

(考查范围:第四章 时间:90分钟 分值: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.探讨生物大分子的组成与结构,认识其性质与应用,有助于我们体会化学在生命科学发展中所起的重要作用。下列说法错误的是 ()

- A.蛋白质的一级结构是蛋白质高级结构的基础,其形成与氢键有关
 B.煮鸡蛋时,蛋白质的空间结构发生变化,引起其生物活性的变化,发生蛋白质变性
 C.通过研究DNA晶体X射线衍射数据,科学家提出了DNA分子的双螺旋结构模型
 D.很多单糖以及寡糖和多糖中的单糖单元多以环状结构的形式存在

A 解析:蛋白质的一级结构是蛋白质高级结构的基础,其形成与氢键无关,故A错误;加热会引起蛋白质的空间结构发生变化,使其失去生物活性,发生蛋白质变性,故B正确;通过研究DNA晶体X射线衍射数据,科学家提出了DNA分子的双螺旋结构模型,故C正确;很多单糖以及寡糖和多糖中的单糖单元多以环状结构的形式存在,故D正确。

2.化学与社会生产、生活、环境等密切相关,下列说法错误的是 ()

- A.丝绸的主要成分是蛋白质,蛋白质属于高分子
 B.牛胰岛素彻底水解的产物是纯净物
 C.一种毛绒玩具所用的材料是以羊毛为原料的绒线,其主要成分为蛋白质
 D.蘑菇等菌类是植物性蛋白质的来源之一

B 解析:丝绸的主要成分是蛋白质,蛋白质属于高分子,A正确;胰岛素属于蛋白质,水解后得到多种氨基酸,水解产物为混合物,B错误;以羊毛为原料的绒线,其主要成分为蛋白质,C正确;蘑菇等菌类是植物性蛋白质的来源之一,D正确。

3.下列关于糖类、油脂、蛋白质的说法错误的是 ()

- A.食物中的糖类均能被人体吸收

- 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.油脂除了能为人体提供能量外,还有助于某些维生素的吸收

A 解析:人体内没有消化纤维素的酶,纤维素不能被人体吸收,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;油脂氧化放出的热量高,能为人体提供能量,同时油脂还有助于某些维生素的吸收,如维生素A、维生素D,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 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$
 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。

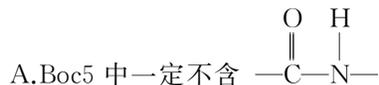
5.下列关于蛋白质的说法正确的是 ()

- A.蛋白质是一种纯净物,主要由C、H、N、O等元素组成
 B.蛋白质在蛋白酶的作用下能发生水解反应,最终生成氨基酸
 C.蛋白质在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中变性,在 CuSO_4 溶液中发生盐析
 D.氨基酸和蛋白质都只能与碱溶液发生反应

B 解析:蛋白质属于高分子,是混合物,含有C、H、O、N等元素,A错误;蛋白质在蛋白酶的作用下能发生水解反应,最终生成氨基酸,B正确;蛋白质在

CuSO_4 溶液中发生变性,在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中发生盐析,C 错误;氨基酸和蛋白质均显两性,既能与酸反应,又能与碱反应,D 错误。

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 ()



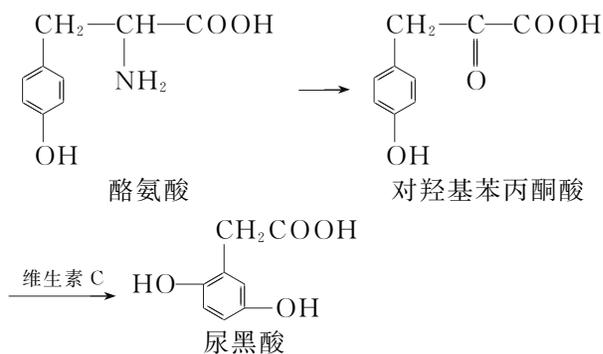
B. 葡萄糖、麦芽糖、蔗糖均能与新制氢氧化铜反应生成 Cu_2O

C. Boc5 是高分子

D. 糖类均满足通式 $(\text{CH}_2\text{O})_n$

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

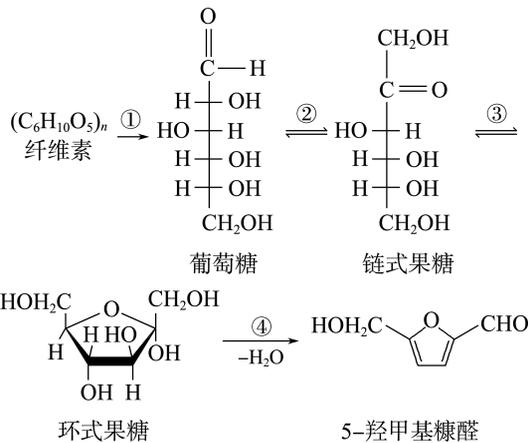
C. 1 mol 对羟基苯丙酮酸最多可与 4 mol H_2 反应

D. 1 mol 尿黑酸最多可与 3 mol Br_2 反应

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. 5-羟甲基糠醛的一种合成路线如下图所示,下列说法错误的是 ()



已知: $\text{RCH}=\text{C}(\text{OH})-\text{H} \rightleftharpoons \text{RCH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{H}$

A. 反应①是水解反应

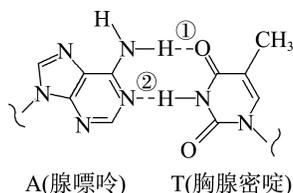
B. 一定条件下链式果糖也能发生银镜反应

C. ④中生成 5-羟甲基糠醛与 H_2O 的物质的量之比为 1 : 2

D. 葡萄糖、链式果糖和环式果糖互为同分异构体

解析: 在催化剂作用下纤维素发生水解反应生成葡萄糖,葡萄糖发生构型转化生成链式果糖,链式果糖发生分子内加成反应生成环式果糖,环式果糖脱水生成 5-羟甲基糠醛。反应①为在催化剂作用下纤维素发生水解反应生成葡萄糖,A 正确;葡萄糖发生构型转化生成链式果糖的反应是可逆反应,一定条件下链式果糖可能转化为葡萄糖,能发生银镜反应,B 正确;环式果糖的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,5-羟甲基糠醛的分子式为 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3$,由质量守恒定律可知,反应④中生成 5-羟甲基糠醛与水的物质的量之比为 1 : 3,C 错误;葡萄糖、链式果糖和环式果糖的分子式都为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,结构不同,互为同分异构体,D 正确。

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

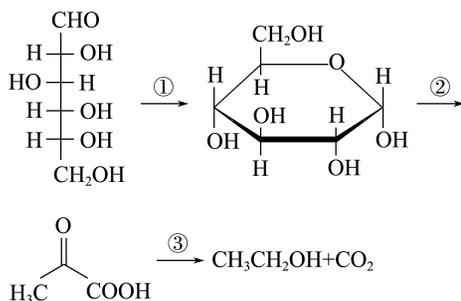
B. 胸腺嘧啶与酸或碱溶液均可反应生成盐

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.D-葡萄糖的醇化过程如图所示,过程①是可逆互变过程。下列说法正确的是 ()



- A.两种葡萄糖分子中都只存在 4 个手性碳原子
 B.要实现过程③的变化需加入氧化剂
 C.1 mol 丙酮酸最多能与 2 mol H_2 加成
 D.等质量的葡萄糖和丙酮酸分别完全燃烧时,葡萄糖的耗氧量更大

D 解析:连接 4 个不同的原子或原子团的碳原子为手性碳原子,葡萄糖链状结构中有 4 个手性碳

原子,如图所示:

原子,环状结构中有 5 个手

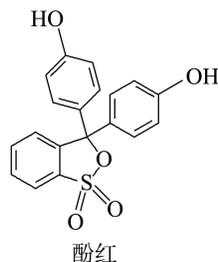
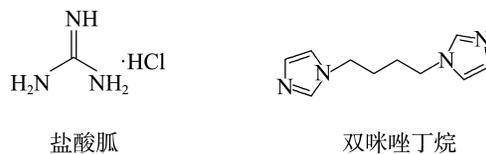
性碳原子,

,A 错误;过程③的变

化为将丙酮酸先脱羧变成乙醛,乙醛再还原成乙醇,故需要加入还原剂,B 错误;丙酮酸中羧基不能和 H_2 反应,羰基能和 H_2 发生加成反应,1 mol 丙酮酸最多能与 1 mol H_2 加成,C 错误;葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,可以视作 2 个 $C_3H_6O_3$ 分子组合,丙酮酸的分子式为 $C_3H_4O_3$,则等质量的葡萄糖和丙酮酸中,葡萄糖的氢元素含量更高,分别完全燃烧时,葡萄糖的耗氧量更大,D 正确。

11.核酸采样管里的红色液体叫病毒核酸保存液,其

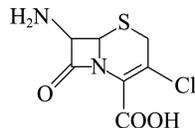
主要成分是胍盐和少量的双咪唑烷类,并添加了一种酸碱指示剂酚红,酚红在中性环境中显红色,如果保存液被污染,pH 降低,就会由红色变为黄色。盐酸胍、双咪唑丁烷和酚红的分子结构如图所示。以下说法不正确的是 ()



- A.盐酸胍的化学式为 CH_6N_3Cl ,属于盐类
 B.双咪唑丁烷可以与羧酸反应生成酰胺
 C.双咪唑丁烷常用作配体,其配位原子是 N
 D.酚红中的苯环上的一氯代物有 6 种

B 解析:根据盐酸胍的结构可知,其化学式为 CH_6N_3Cl ,属于盐类,A 正确;双咪唑丁烷属于烃的衍生物,不含氨基或亚氨基,不可以与羧酸反应生成酰胺,B 错误;双咪唑丁烷中的氮原子含有孤电子对,常用作配体,配位原子是 N,C 正确;根据酚红的结构简式可知,其苯环上有 6 种不同化学环境的氢原子,则苯环上的一氯代物有 6 种,D 正确。

12.有机物 A 的结构如图所示。下列关于该有机物的说法正确的是 ()



- A.该化合物的分子式为 $C_6H_6N_2O_3SCl$
 B.分子中有 5 种不同化学环境的氢原子
 C.分子中含有 3 个手性碳原子
 D.不存在分子中含有苯环的同分异构体

B 解析:该物质的分子式为 $C_7H_7N_2O_3SCl$,A 错误;该分子为不对称分子,有 5 种不同化学环境的氢原子,B 正确;手性碳原子的特点是连接四个不同的原子或原子团,该分子中有 2 个手性碳原子,

如图标记黑点:

,C 错误;该分子的

不饱和度为 5, 存在含有苯环的同分异构体, D 错误。

13. 环六糊精(D-吡喃葡萄糖缩合物)具有空腔结构, 腔内极性较小, 腔外极性较大, 可包含某些分子形成超分子。下列说法错误的是 ()

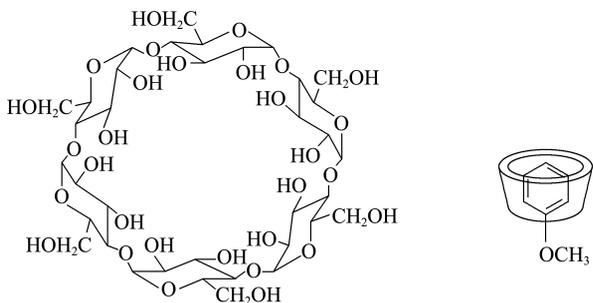


图1 环六糊精的结构

图2 超分子示意图

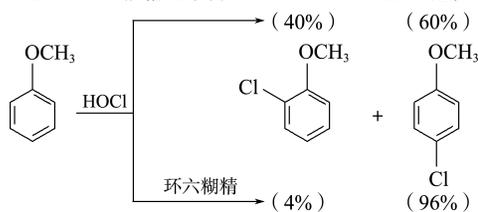
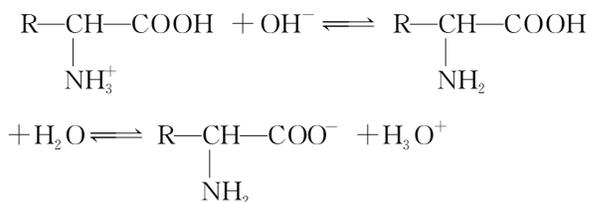


图3 应用

- A. 环六糊精属于寡糖
B. 非极性分子均可被环六糊精包合形成超分子
C. 图 2 中甲氧基的对位暴露在反应环境中
D. 可用萃取法分离环六糊精和氯代苯甲醚

B 解析: 1 mol 糖水水解后能产生 2~10 mol 单糖的糖称为寡糖或者低聚糖, 环六糊精是葡萄糖的缩合物, 属于寡糖, A 正确; 要和环六糊精形成超分子, 该分子的直径必须要匹配环六糊精的空腔尺寸, 不是所有的非极性分子都可以被环六糊精包合形成超分子, B 错误; 由于环六糊精腔内极性小, 将苯环包合在其中, 腔外极性大, 故将极性基团甲氧基暴露在反应环境中, 由图 3 反应可知, 甲氧基对位也暴露在反应环境中, C 正确; 环六糊精空腔外有多个羟基, 可和水形成分子间氢键, 故环六糊精能溶解在水中, 而氯代苯甲醚不溶于水, 选择水作为萃取剂分离环六糊精和氯代苯甲醚, 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, $\text{R}-\text{CH}-\text{COO}^-$ 浓度减小



B. 降低溶液的 pH, $\text{R}-\text{CH}-\text{COOH}$ 浓度减小



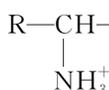
C. 如溶液的 pH 适当, 两种氨基酸离子的浓度可能相同

D. pH 改变, 对电离方式没有影响

C 解析: 增大溶液的 pH, $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ 减小, 平衡正向移动, $\text{R}-\text{CH}-\text{COO}^-$ 浓度增大, 故 A 错误;

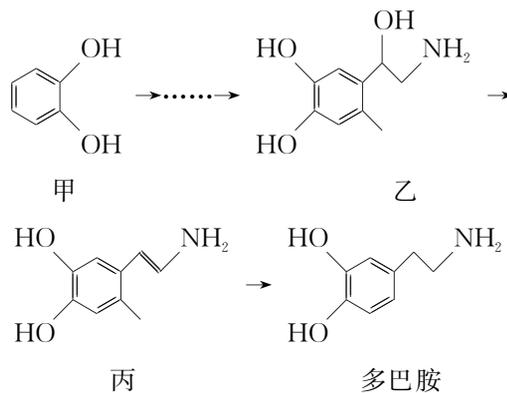


降低溶液的 pH, $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ 增大, 平衡逆向移动,



$\text{R}-\text{CH}-\text{COOH}$ 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 ()

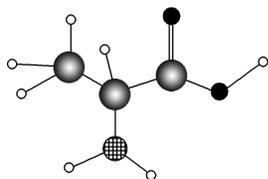


- A. 原料甲与苯酚互为同系物
B. 中间产物乙、丙和多巴胺都具有两性
C. 多巴胺不存在氨基酸类同分异构体
D. 1 mol 甲最多可以和 2 mol Br_2 发生取代反应

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 4 小题, 共 55 分。

16. (10 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。

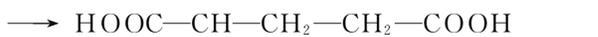
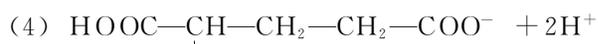
谷氨酸钠和盐酸:_____。

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。

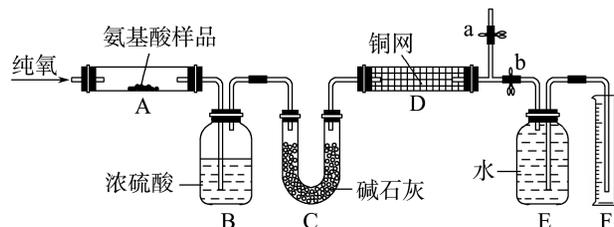
答案:(1) $\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$

(2)蛋白质



17. (17 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:

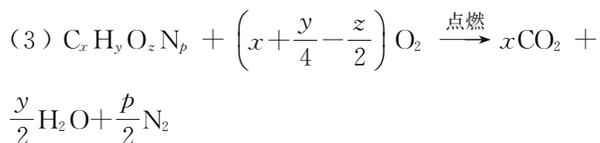
- (1) 实验开始时,首先打开止水夹 a,关闭止水夹 b,通一段时间的纯氧,这样做的目的是_____;之后则需关闭止水夹_____,打开止水夹_____。
- (2) 实验中需要加热的装置有_____ (填装置序号,下同),操作时应先点燃_____处的酒精灯。
- (3) 装置 A 中发生反应的化学方程式为_____。
- (4) 装置 D 的作用是_____。
- (5) 为将 N_2 所排出水的体积测准,反应前应将连接 E 和 F 装置的玻璃导管中充满_____ (填“水”“空气”或“氧气”),简述理由:_____。
- (6) 读取 N_2 所排出水的体积时,要注意:
 - ①_____;
 - 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 CO_2 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 N_2 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 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z\text{N}_p + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} x\text{CO}_2 + \frac{y}{2}\text{H}_2\text{O} + \frac{p}{2}\text{N}_2$ 。(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 N_2 。(5)为将 N_2 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 CO_2 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 H_2O 和 CO_2 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 N_2 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 N_2

(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 H_2O 和 CO_2 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

18.(12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

$-CH_2-$ 、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

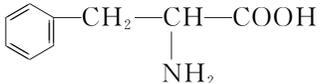
D.水解反应

(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 $C_{18}H_{18}O_2N_2$)的化学方程式(有机物写结构简式):_____

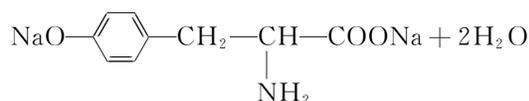
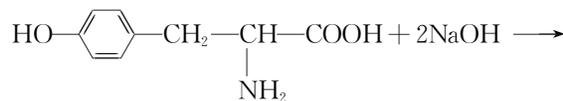
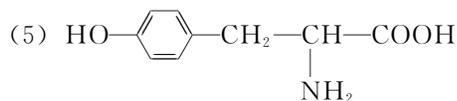
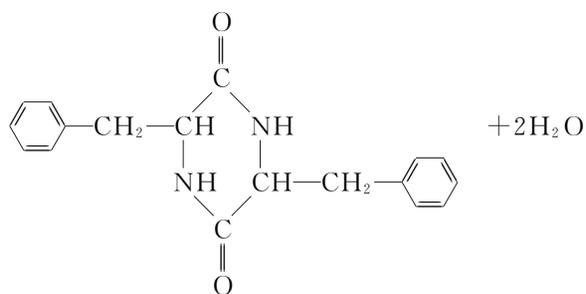
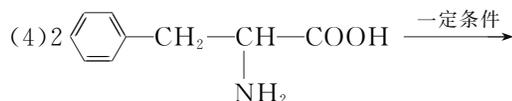
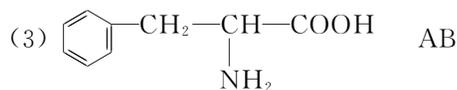
(5)X 在肝脏中经一种酶作用可转化为酪氨酸(为 α -氨基酸),即 $X \rightarrow$ 酪氨酸($C_9H_{11}NO_3$),酪氨酸遇 $FeCl_3$ 溶液显紫色,且苯环上的一溴代物有两种,则酪氨酸的结构简式为_____, 写出酪氨酸与 $NaOH$ 溶液反应的化学方程式:_____

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 $C_9H_{11}NO_2$ 。(3)X 是 α -氨基酸, $-NH_2$ 与 $-COOH$ 连在一个碳原子上,有一个侧

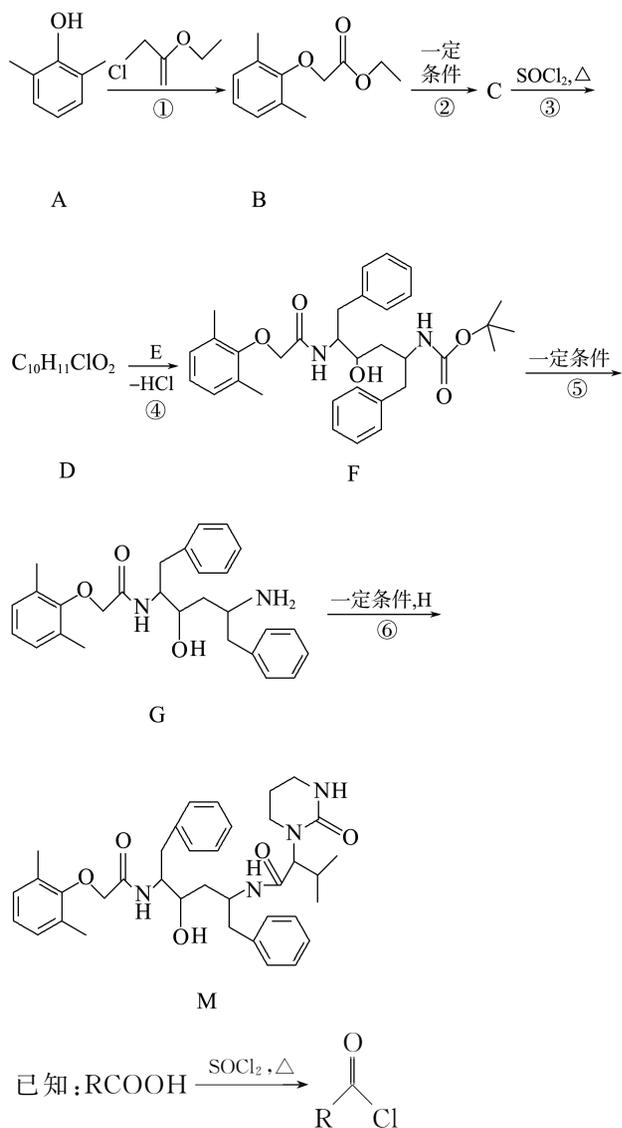
链,且含有一个 $-CH_2-$ 、一个 $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C- \end{array}$, 则 X 的结构简式为 , X 分子结

构中含有一个苯环,能发生加成反应,含有 $-COOH$,能发生酯化反应。

答案:(1) $C_9H_{11}NO_2$ (2)羧基、氨基



19.(16分)有机物 M 的一种合成路线如图所示。



(1) A 的化学名称为 _____, B 中的官能团名称为 _____。

(2) 反应②的反应条件为 _____, E 的结构简式为 _____。

(3) H 可以和 NaHCO_3 反应, 请补充反应⑥的化学方程式: $\text{G} + \text{H} \longrightarrow \text{M} + \text{H}_2\text{O}$ 。

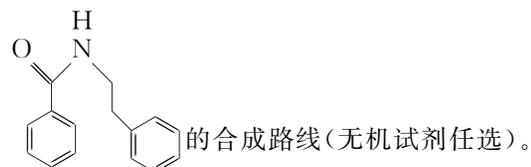
(4) 在有机物 A~H 中能发生消去反应的物质有 _____。

(5) N 是有机物 C 的一种同分异构体, 则满足下列条件的 N 的结构有 _____ 种 (不考虑立体异构), 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 且峰面积比为 6:2:2:1:1 的 N 的结构简式为 _____。

① 分子中含有苯环, 且苯环上只有两个取代基

② 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应

③ 能发生水解反应, 且水解产物可以发生银镜反应
(6) 根据已知信息设计以乙苯和苯乙胺为原料制备

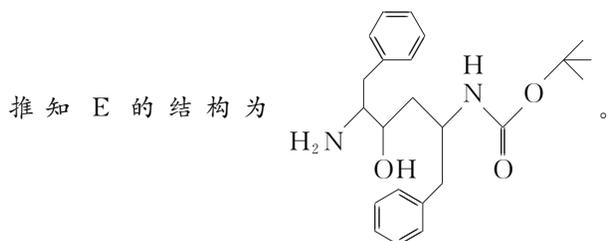


解析: A 中含酚羟基, 发生取代反应生成 B, B 发生

酯的水解反应生成 C ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2\text{COOH}$), C 发生取

代反应生成 D ($\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2\text{COCl}$)。 (1) A 的化学名

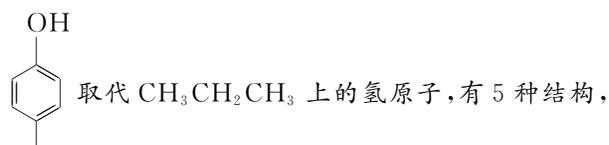
称为 2,6-二甲基苯酚, B 中的官能团名称为醚键、酯基。 (2) 反应②为酸性条件下酯的水解 (或碱性条件下水解, 再酸化), 反应条件为稀硫酸, 加热 (或 NaOH 溶液, 加热后, 再酸化); 由 D 与 F 的结构可



(3) 反应⑥为取代反应, 官能团变化为羧基和氨基

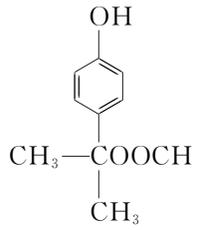


(4) 根据消去反应的条件可知在有机物 A~H 中能发生消去反应的物质有 E、F、G。 (5) 由于 N 能发生显色反应和水解反应, 且水解产物可以发生银镜反应, 说明 N 含有 $\text{HCOO}-$ 和酚羟基, 除苯环外还有 3 个碳原子, 相当于 $\text{HCOO}-$ 和



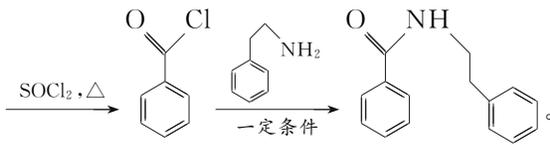
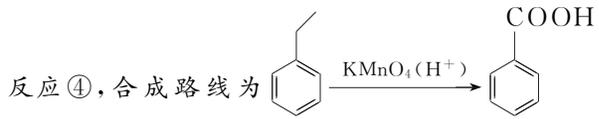
苯环上的两种取代基还可以处于邻位和间位, 共 $5 \times 3 = 15$ 种, 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 且峰

面积比为 6 : 2 : 2 : 1 : 1 的 N 的结构简式为



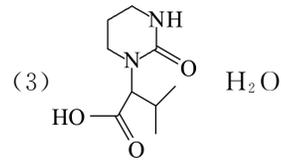
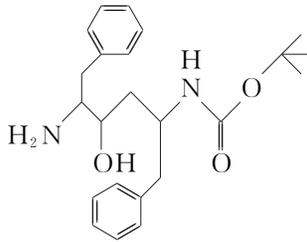
。(6)乙苯被酸性高锰酸钾溶液氧

化生成苯甲酸,与 SOCl_2 反应后,再与苯乙胺发生

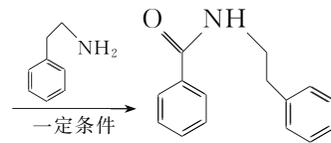
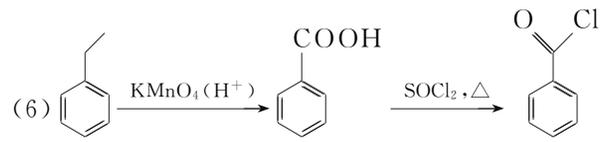
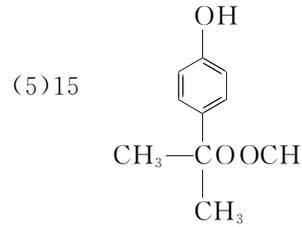


答案:(1)2,6-二甲基苯酚 醚键、酯基

(2)稀硫酸,加热(或 NaOH 溶液,加热后,再酸化)



(4)EFG



第五章

合成高分子

单元概览

学习导航

随着科技的发展,高分子合成材料已经成为现代工业中不可或缺的一部分,这类材料具有很多特性,比如质轻、坚韧、耐腐蚀等,因此在许多领域都得到了广泛的应用。

高分子的合成是利用有机化合物相互反应生成高分子,在本章中,我们将运用合成高分子的基本方法探究高聚物的结构,体会合成高分子材料在各个领域的重要作用,认识到在工业生产中为满足不同的制品性能,常需要采用不同的聚合方法。

在本章中,我们将学习以下内容:

1.合成高分子的单体、高聚物、链节和聚合度等基本概念,通过它们之间的关系,揭示合成高分子的合成方法和反应特点。

2.加聚反应和缩聚反应是合成高分子的两种主要方法,它们在单体结构、反应特点、产物性质等方面存在明显差异。

3.合成高分子在高新技术领域应用广泛,对推动社会经济的发展和提高人们的生活质量起着重要的作用。

本章将从“宏观辨识与微观探析”“科学态度与社会责任”等视角,认识高分子材料对社会发展的重大贡献,通过分析高分子材料的利弊,培养可持续发展意识和绿色化学观念。

学习目标

1.根据合成高分子的组成与结构特点,准确判断合成高分子的链节和单体。

2.依据加聚反应和缩聚反应的含义,正确书写合成高分子反应的化学方程式。

3.能根据信息设计高分子的合成路线。

核心概念

高分子的组成和结构特点决定了高分子的性质,是确定高分子合成方法及应用领域的基础。现代高分子材料正向功能化、智能化、精细化的方向发展。聚合反应是大量小分子以化学键相互结合形成大分子的过程。加聚反应和缩聚反应是合成高分子的两种主要方法。

◦ 学法指导

1. 形成“结构决定性质”的观念。从官能团角度认识高分子的组成、结构、性质。
2. 构建高分子合成路线的基本模型。对单体和高分子进行互相推断,分析高分子的合成路线,构建高分子合成路线的基本模型,运用模型解决实际问题,书写典型的加聚反应和缩聚反应的化学方程式。
3. 对比学习。加聚反应和缩聚反应是合成高分子的两种主要方法,它们在单体结构、反应特点、产物性质等方面存在明显差异,通过对比两种聚合反应类型的异同,加深对两种反应的理解,避免混淆。
4. 巧用图表。可以通过绘制流程图、反应式等方式,将合成高分子的反应过程直观地展示出来,帮助我们记忆和理解合成高分子的反应过程。

◦ 单元任务

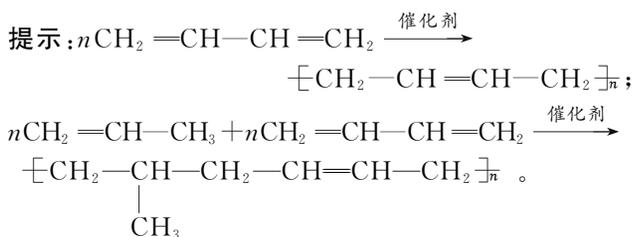
高分子材料的应用前景

新型高分子材料在医疗健康、建筑、航空航天等领域作出了巨大的贡献。由聚乳酸制作的血管支架可被人体代谢降解,无须手术取出;“水立方”表面的膜材料为乙烯—四氟乙烯共聚物,其透光性好,且具有自清洁功能,是理想的建筑材料;嫦娥五号上的五星红旗,在极端的月球气温和紫外线环境中色彩依然鲜艳,正是由于该五星红旗采用了耐高温、耐辐射的聚酰亚胺材料。

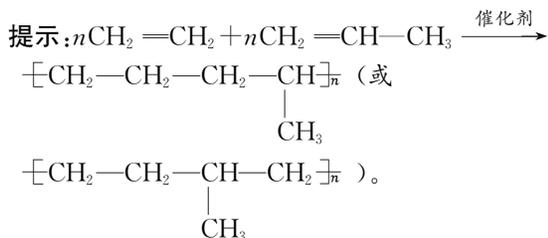
请思考以下问题并与同学交流讨论:

1. 聚乳酸可以用于制作血管支架,聚乳酸是如何合成的?
2. “水立方”表面是由很多个“ETFE膜”气枕组成的,这些气枕充上气就会形成“水泡”。ETFE是乙烯—四氟乙烯共聚物,由乙烯和四氟乙烯如何合成ETFE膜?

身为单体发生加聚反应,也可以与丙烯共同发生加聚反应,写出这两个加聚反应的化学方程式。

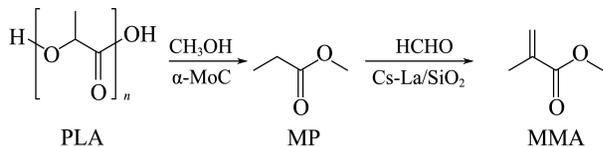


活动3 请写出乙烯与丙烯按照物质的量之比1:1发生加聚反应的化学方程式。



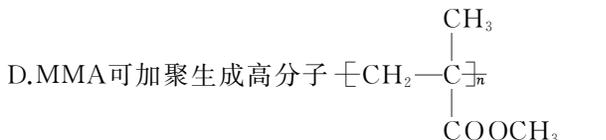
[评价活动]

1. (2024·全国甲卷)我国化学工作者开发了一种回收利用聚乳酸(PLA)高分子材料的方法,其转化路线如下所示。

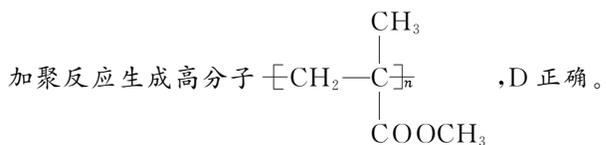


下列叙述错误的是

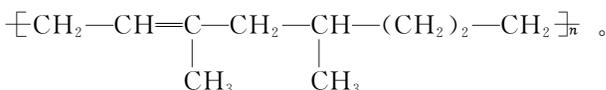
- A. PLA在碱性条件下可发生降解反应
 B. MP的化学名称是丙酸甲酯
 C. MP的同分异构体中含羧基的有3种



C 解析:根据PLA的结构简式可知,其含有酯基,在碱性条件下可发生降解反应,A正确;MP为丙酸和甲醇发生酯化反应得到的丙酸甲酯,B正确;MP的同分异构体中,含有羧基的有正丁酸和异丁酸2种,C错误;MMA中含有碳碳双键,可以发生



2. 某高聚物可表示为



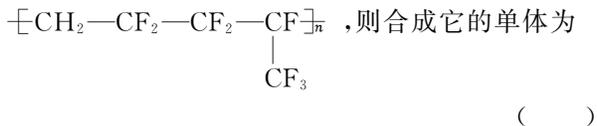
下列有关说法不正确的是 ()

- 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 H_2 加成,生成不含碳碳双键的物质
 D. 该高聚物能被酸性 KMnO_4 溶液氧化

C 解析: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 该高聚物分子结构中含 n mol 碳碳双键,能与 n mol H_2 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 KMnO_4 溶液氧化,D正确。

3. 维通氟橡胶可用于飞机结构密封件、电气涂层和护套、海绵衬垫等,其结构简式为



A. $\text{CH}_2=\text{CF}=\text{CF}=\text{CF}-\text{CF}_3$

B. $\text{CH}_3-\text{CF}=\text{CF}-\text{CF}_2-\text{CF}_3$

C. $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ 和 $\text{CF}=\text{CF}_3$

D. $\text{CH}_2=\text{CF}_2$ 和 $\text{CF}_2=\text{CF}-\text{CF}_3$

D 解析:根据加聚反应的特点可知,高聚物 $\text{[-CH}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\underset{\text{CF}_3}{\text{CF}}\text{]}_n$ 的单体是 $\text{CH}_2=\text{CF}_2$

和 $\text{CF}_2=\text{CF}-\text{CF}_3$,故选D。

任务总结

巧记加聚反应产物的书写方法

- (1) 单烯加聚双改单,链节主链两个碳,其他部分连原碳,写成支链不改变。
- (2) 共轭双键(两个双键之间间隔一个碳碳单键)要加聚,链节四碳要牢记,两端双键变单键,中间单键变双键,其他部分连原碳,写成支链不改变。
- (3) 共聚链节灵活写,规律总结两方面,开环加聚成长链,断开之处前后连,链节再加方括号,聚合度 n 跟后面。

任务二 缩聚反应化学方程式的书写与缩聚物单体的判断

[探究活动]

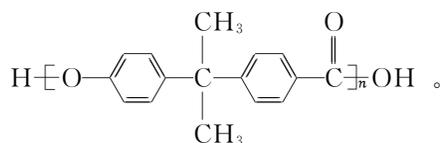
材料1 有三组有机化合物:①乙二醇($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)与乙二酸(COOH),②己二胺



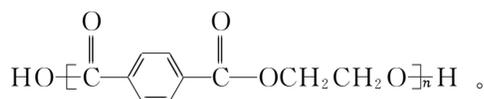
$[\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2]$ 与己二酸 $[\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}]$,③甘氨酸($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$)。它们通常可以通过缩聚反应合成高分子。

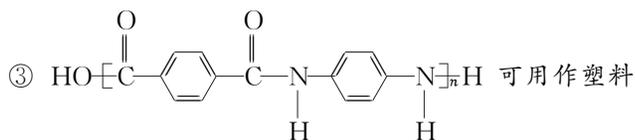
材料2 有以下三种高分子:

①聚碳酸酯,它是一种塑料,结构简式为



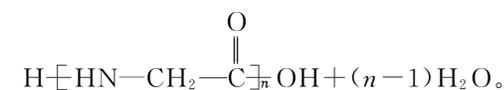
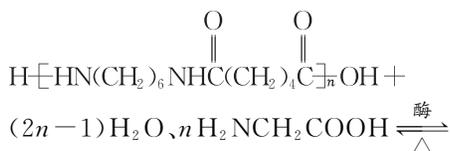
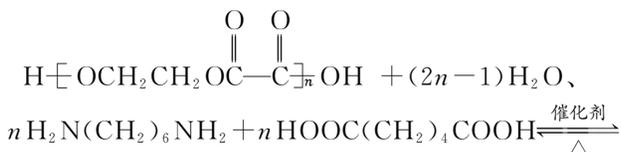
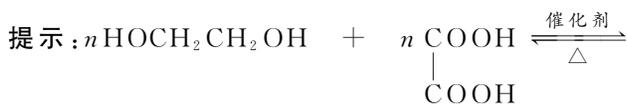
②聚对苯二甲酸乙二醇酯可用于医疗、包装、电子领域,其结构简式为



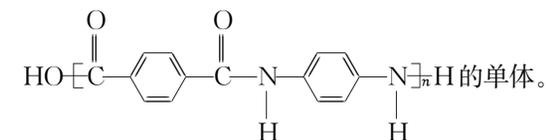


增强材料,如航天材料和导弹壳体材料等。

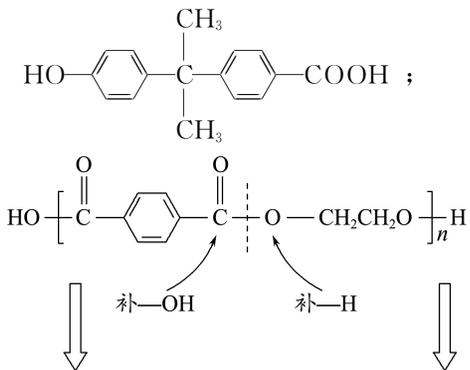
活动 1 分别写出乙二醇与乙二酸、己二胺与己二酸在催化剂、加热条件下以及甘氨酸在酶催化、加热条件下发生缩聚反应的化学方程式。



活动 2 判断聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、

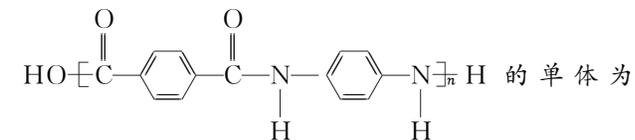


提示:根据聚碳酸酯的结构(链节不含酯基),由缩聚反应的原理,逆推(去掉 $[\]_n$)得聚碳酸酯的单体是



$\text{HOOC} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{COOH}$ 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 因此聚对苯二甲酸乙二醇酯的单体为

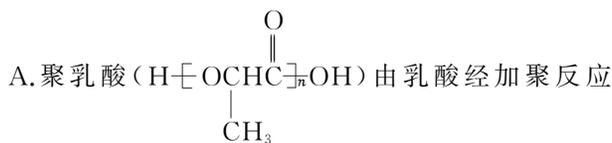
$\text{HOOC} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{COOH}$ 和 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$; 与分析聚对苯二甲酸乙二醇酯的单体方法类似,



$\text{HOOC} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{COOH}$ 和 $\text{H}_2\text{N} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_4 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{array} \text{NH}_2$ 。

[评价活动]

1. 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

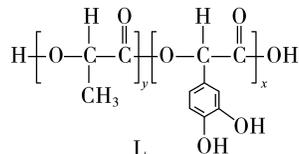
C. 尼龙-66 ($\text{H} \left[\text{NH}(\text{CH}_2)_6\text{NH} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} (\text{CH}_2)_4 \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \right]_n \text{OH}$) 由己胺和己酸经缩聚反应制备

D. 聚乙烯醇 ($\left[\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{OH} \\ | \end{array} \right]_n$) 由聚乙酸乙烯酯 ($\left[\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{OCOCH}_3 \\ | \end{array} \right]_n$) 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 ($\left[\text{CH}_2-\text{CH} \begin{array}{c} \text{OCOCH}_3 \\ | \end{array} \right]_n$) 经水解反应(或取代反应)制

备, D 项错误。

2. 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, 结构简式如图所示。下列关于高聚物 L 的说法不正确的是 ()



A. 单体之一为 $\text{HO} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_3 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_3 \end{array} \text{CHCOOH}$

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, 单体是 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ 与 $\text{HO} \begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_3 \\ | \\ \text{C}_6\text{H}_3 \end{array} \text{CHCOOH}$,

A 项正确; 根据 L 的结构简式可知, L 中含有酯基, 因此其在一定条件下可以发生水解反应, 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。

3. 下列化合物中:

- a. $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$
 b. $\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$
 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 _____。

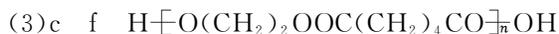
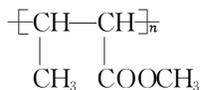
(3) 不同种分子间可发生缩聚反应的化合物是 _____ 和 _____ (填字母序号), 所得缩聚物的结构简式为 _____。

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 $[\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2]_n$



任务总结

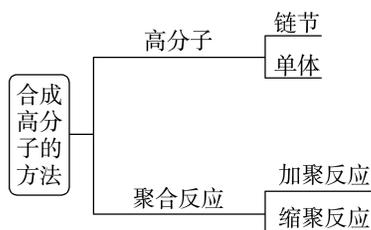
1. 缩聚反应的特点

单体	具有双官能团(如—OH、—COOH、—NH ₂ 及活泼氢原子等)或多官能团的小分子
产物	生成聚合物的同时,还有小分子副产物(如H ₂ O、NH ₃ 、HCl等)生成
链节	聚合物链节的化学组成与单体的化学组成不同
产物书写	要在缩聚物的结构简式方括号外侧写出链节余下的端基原子或原子团

2. 由缩聚物推断单体的方法

类型	在聚酯分子中断开羰基与氧原子间的共价键, 羰基连羟基, 氧原子连氢原子	在蛋白质分子中断开羰基与氮原子间的共价键(肽键), 羰基连羟基, 氮原子连氢原子
实例	高聚物	$\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{H}$ 和 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}(=\text{O})-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$
	单体	$\text{HOOC}-\text{COOH}$ $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

► 提质归纳



课后素养评价(十六)

A组 学习·理解

知识点1 有机高分子

1. “冰墩墩”“雪容融”摆件玩具由 PVC、PC、ABS 和亚克力等材料制成。下列说法正确的是 ()

A. PVC ($[\text{CH}_2-\underset{\text{Cl}}{\text{CH}}]_n$) 的相对分子质量为 62.5

B. PC ($[\text{H}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{O}-\text{C}(=\text{O})]_n-\text{OH}$) 是加聚反应生成的高聚物

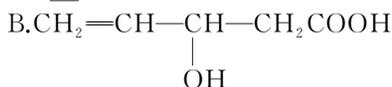
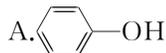
C. 苯乙烯是合成 ABS 的原料之一, 其分子中的所有原子可能共面

D. 亚克力 ($[\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2]_n$) 含有两种官能团

解析: PVC 的相对分子质量为 62.5n, A 错误; PC 属于聚酯, 是缩聚反应生成的高聚物, B 错误; 苯环和碳碳双键均为平面结构, 则苯乙烯分子中的所有原子可能共面, C 正确; 亚克力只含有酯基一种官能团, D 错误。

知识点2 加聚反应、缩聚反应

2. 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 ()

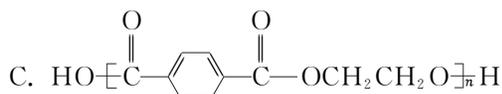
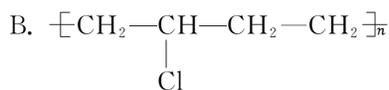
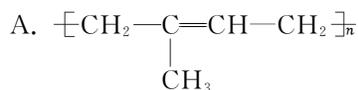


- C. $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
 D. $\text{HOCH}_2\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OCH}_3$

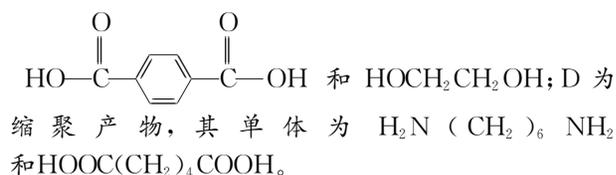
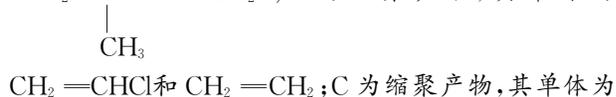
B 解析: 有机化合物能发生加成反应和加聚反应, 应含有不饱和键; 有机化合物还能发生自身的缩聚反应, 还应含有两个或两个以上的官能团(如 $-\text{OH}$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{NH}_2$ 等)。

知识点 3 高分子单体的判断

3. 下列高分子的单体为一种的是 ()



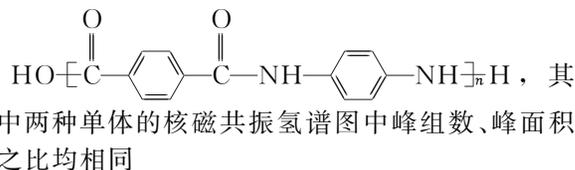
A 解析: A 为加聚产物, 其单体为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$; B 为加聚产物, 其单体为



B组 应用·实践

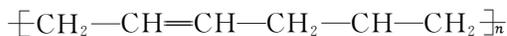
4. 化学在国防领域发挥着重要作用。关于下列装备涉及材料的说法不正确的是 ()

A. 防弹衣的主要材料是



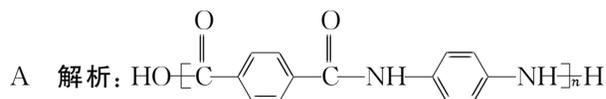
B. 隐形飞机的微波吸收材料是 $\left[\text{HC}=\text{CH} \right]_n$, 其单体能使溴水褪色

C. 潜艇的消声瓦材料是

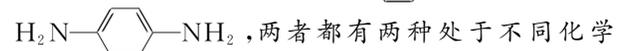


, 其可由 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 和 $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2$ 合成

D. 航天服中隔热层使用的聚酰亚胺薄膜属于高分子材料

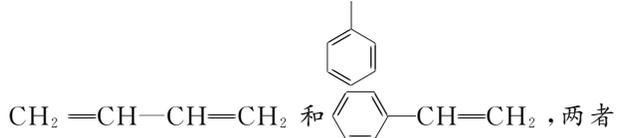


的单体为 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ 和

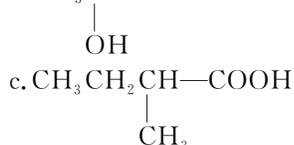
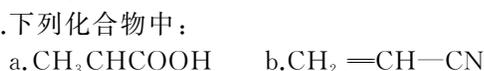


$\text{H}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}_2$ 中处于不同化学环境的氢原子个数比为 1:1, A 错误; $\left[\text{HC}=\text{CH} \right]_n$ 的单体为乙炔, 含碳碳三键, 能使溴水褪色, B 正确;

$\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}}-\text{CH}_2 \right]_n$ 的单体为



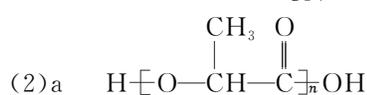
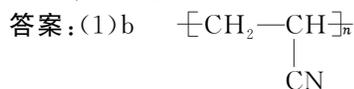
5. 下列化合物中:



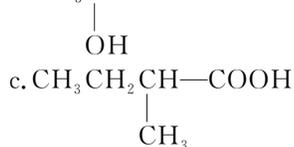
(1) 可发生加聚反应的是 _____ (填字母序号), 加聚物的结构简式为 _____。

(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, 同种分子间可发生缩聚反应。



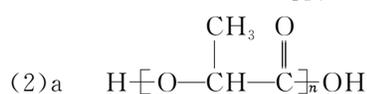
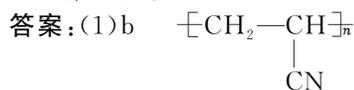
5. 下列化合物中:



(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。



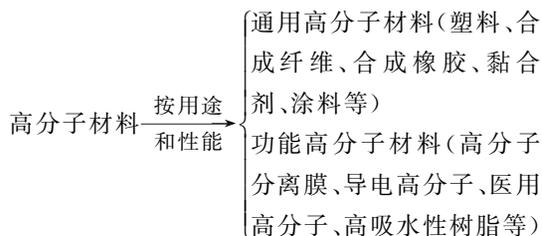
第二节 高分子材料

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



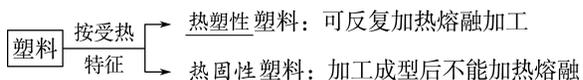
二、通用高分子材料

1. 塑料

(1) 成分

塑料的主要成分是合成树脂。

(2) 分类



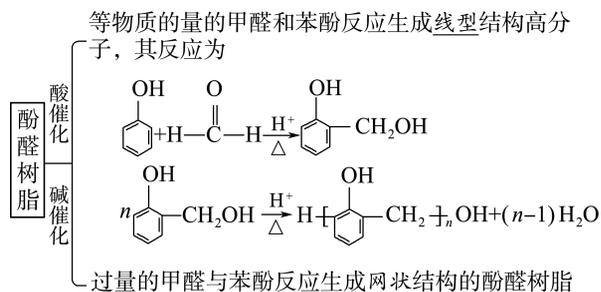
(3) 几种常见的塑料

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

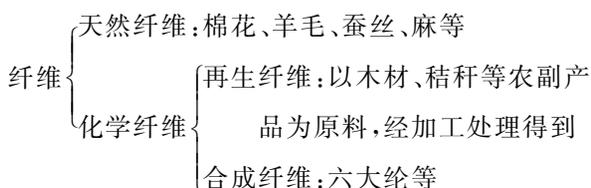
② 酚醛树脂

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。



2. 合成纤维

(1) 纤维分类

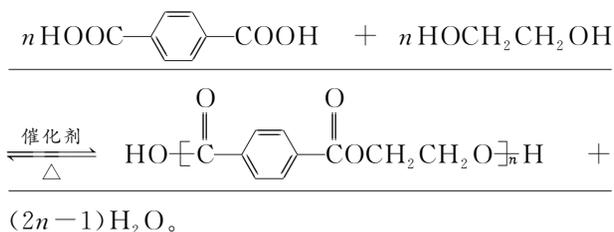


(2) 性能

“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

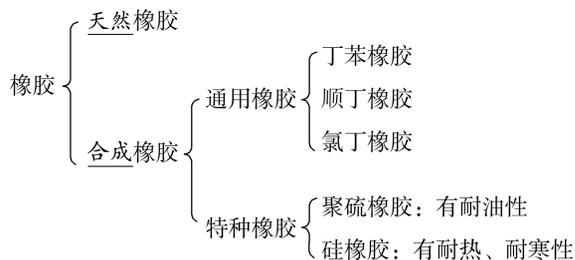
合成纤维除了满足人们的穿着需求外, 还被广泛用于工农业生产和高科技的各个领域。例如, 工业用的隔音、隔热、绝缘材料, 渔业用的渔网、缆绳, 医疗用的缝合线、止血棉, 航空航天用的降落伞、航天服等。

(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

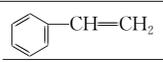
(1) 橡胶分类



(2) 合成橡胶的制备、性能和用途

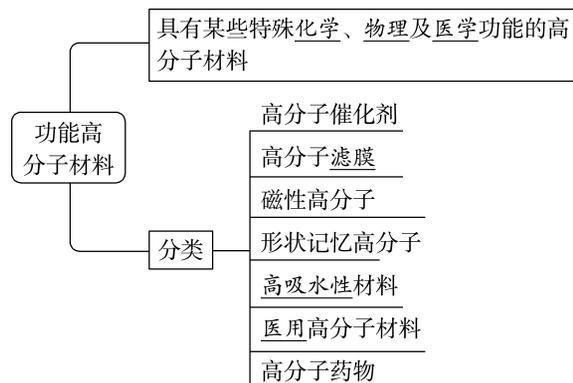
制备	合成橡胶是以石油、天然气为原料,以烯烃和二烯烃等为单体,经聚合反应而生成的
性能	合成橡胶具有高弹性、绝缘性、气密性、耐磨性、耐油性、耐寒性、耐燃性、耐腐蚀性和耐老化等性能
用途	广泛应用于工业、农业、国防、交通和日常生活中

(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. 功能高分子材料的概念与分类



2. 高吸水性树脂

(1) 合成方法

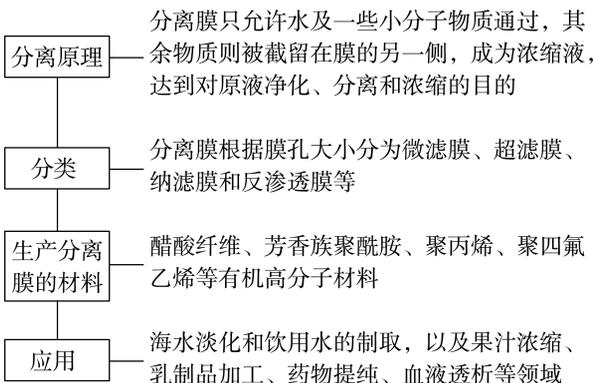
①对淀粉、纤维素等天然吸水材料进行改性,在它们的主链上再接上带有强亲水基团的支链,以提高它们的吸水能力。

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。

3. 高分子分离膜



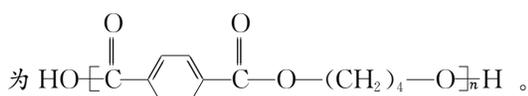
任务型课堂

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?



网状结构,交联过程中有甲醇生成,故 B 正确,C 错误;该网状结构聚合物含有酯基,在一定条件下能水解生成乙二醇,可以实现交联剂 b(乙二醇)的回收再利用,故 D 正确。

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 $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_{10}\text{NHCO}(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$
- 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 $\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH} = \text{C}} - \text{CH}_2 \right]_n$ 。

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. 下列关于功能高分子材料的说法错误的是 ()

- A. 医用高分子材料、高分子催化剂、磁性高分子材料等属于功能高分子材料
 B. 高分子分离膜可用于淡化海水、浓缩天然果汁等
 C. 用于制造 CPU 芯片的良好半导体材料单晶硅属于功能高分子材料
 D. 在淀粉、纤维素的主链上再接入带有强亲水基团的支链,可提高它们的吸水能力

C 解析: 医用高分子材料、高分子催化剂、磁性高分子材料等属于功能高分子材料, A 正确; 高分子分离膜有选择地使粒子通过, 所以可用于淡化海水和浓缩天然果汁等, B 正确; 半导体材料单晶硅属于新型无机非金属材料, C 错误; 易与水结合的基团称为亲水基团(如 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COOH}$ 、 $-\text{OH}$), 在淀粉、纤维素的主链上再接入带有强亲水基团的支链, 可以提高它们的吸水能力, D 正确。

2. 高分子分离膜可以让某些物质有选择地通过, 从而将物质分离, 下列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、加工乳制品和酿酒
 C. 将化学能转化成电能, 将热能转化成电能
 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掉。应用范围: ①处理生活污水、工业废水等, 并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、加工乳制品、酿酒等。

3. 下列有关线型高分子和网状高分子的说法错误的是 ()

- A. 线型高分子是由许多链节相互连接成链状, 通常不具有或很少具有支链, 而网状高分子则是长链跟长链之间产生交联
 B. 线型高分子通常具有热塑性, 而网状高分子通常具有热固性
 C. 线型高分子可在适当的有机溶剂中溶解, 而网状高分子通常不溶于任何溶剂
 D. 网状高分子的相对分子质量一定比线型高分子的相对分子质量大

D 解析: 线型高分子可能含有支链, 也可能不含支链, 网状高分子是由高分子链间形成化学键而交联成空间网状结构, A 正确; 线型高分子通常具有热塑性, 而网状高分子通常具有热固性, B 正确; 线型高分子可溶解在适当的有机溶剂中, 但溶解很缓

慢, 最后形成均匀的高分子溶液, 网状高分子通常不溶于任何溶剂, C 正确; 网状高分子的相对分子质量不一定比线型高分子大, D 错误。

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

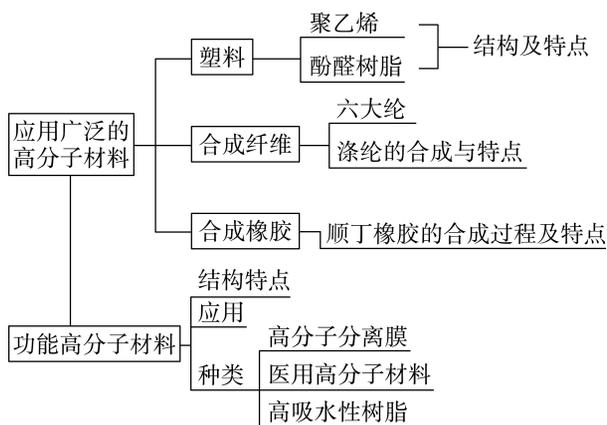
C 解析: 新型聚乙烯醇是高吸水性高分子, 具有吸收水分形成溶胶的特性, 就像蔬菜、水果含水 80%~90%, 而外表不湿, 所以称为“尿不湿”。

任务总结 ■■■■■

功能高分子材料与通用高分子材料的联系与区别

比较	分类	
	功能高分子材料	通用高分子材料
联系	都是由 C、H、O、N、S 等元素组成	
	都是由单体经加聚反应或缩聚反应形成	
	都有线型结构、网状结构	
区别	在功能上, 与通用高分子材料相比, 功能高分子材料具有特殊功能	

► 提质归纳



课后素养评价(十七)

A组 学习·理解

知识点 1 塑料

1. 下列说法正确的是 ()
- A. 高压法聚乙烯的支链较少, 软化温度和密度都比低压法聚乙烯的高
- B. 在碱催化条件下, 等物质的量的苯酚与甲醛反应可生成网状结构的酚醛树脂
- C. 高压法聚乙烯可用于制作绝缘材料
- D. 聚乙烯是热固性塑料, 性质稳定, 故不易造成污染

C 解析: 低压法聚乙烯的支链较少, 软化温度和密度比高压法聚乙烯的高, A 项错误; 在碱催化条件下, 苯酚与过量的甲醛反应可生成网状结构的酚醛树脂, B 项错误; 聚乙烯是热塑性塑料, 也是“白色污染”的主要来源, D 项错误。

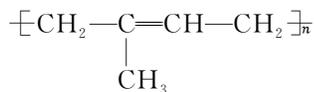
知识点 2 合成纤维

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 $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$, 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。

B组 应用·实践

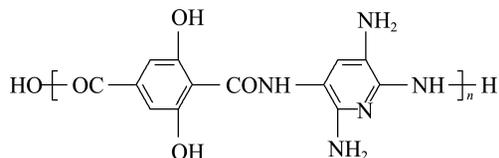
5. 某团队曾首创用 CO_2 合成可降解塑料聚二氧化碳



- ()。下列相关说法合理的是 ()
- 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”

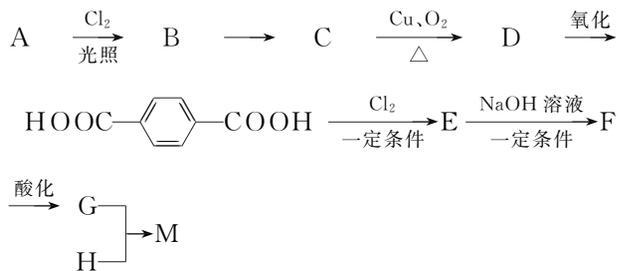
A 解析: $n \text{O}=\text{C}=\text{O} \xrightarrow{\text{催化剂}} \left[\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C—O—} \right]_n$ 为加聚反应, A 正确; 同素异形体指单质, B 错误; 高分子材料均属于混合物, C 错误; 聚二氧化碳塑料可降解, D 错误。

6. 我国航天员的航天服采用了很多新型超高性能复合材料, 其中聚酰胺纤维 M 就是一种新型超高性能纤维, 它的防热和防火性能十分出色。聚酰胺纤维 M 的结构简式为



下面是聚酰胺纤维 M 的一种合成路线(部分反应未

注明条件):



请回答下列问题。

(1) 写出反应类型:

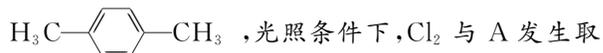
A→B: _____,

G+H→M: _____。

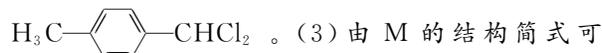
(2) 生成 B 的同时可能生成 B 的一种同分异构体, 其结构简式为 _____。

(3) 写出 E→F 的化学方程式: _____。

解析: (1) 结合对苯二甲酸的结构简式和 A→B→C→D 间的转化条件, 可推知 A 为

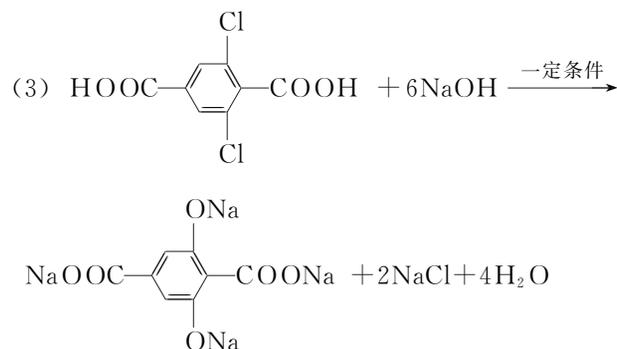
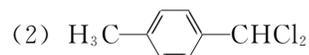


代反应; M 是高分子, 结合 M 的结构简式可知, G+H→M 为缩聚反应。(2) A→B 的转化过程中 Cl_2 有可能与同一个甲基上的氢原子发生二取代, 故 B 的同分异构体的结构简式为



知, E 为 $\text{HOOC}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{Cl})_2-\text{COOH}$ 。

答案: (1) 取代反应 缩聚反应



迁·移·应·用

学习目标

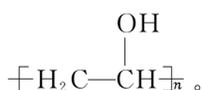
1. 知道合成高分子的组成与结构特点,能依据简单合成高分子的结构分析其链节和单体。
2. 了解加聚反应和缩聚反应的含义。

活动一 合成高分子的方法

任务探究

聚乙烯醇(PVA)树脂产品为白色固体,外形分絮状、颗粒状、粉状三种;无毒无味、无污染,可在80~90℃水中溶解。

聚乙烯醇水溶液有很好的黏结性和成膜性。用PVA包裹的 Fe_3O_4 -MNPs是纳米级抗癌药物载体,具有良好的水溶性和靶向性,PVA的结构简式为



探究思考

1. 聚乙烯醇的单体是哪种物质?合成聚乙烯醇的反应类型是加聚反应还是缩聚反应?

提示:乙烯醇(或 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{OH}$);加聚反应。

2. PVA在人体内能否发生水解反应?

提示:PVA是聚乙烯醇,没有可以发生水解的官能团,在人体内不发生水解反应。

3. 用PVA包裹的 Fe_3O_4 -MNPs是纳米级抗癌药物载体,其分散于水中能否形成胶体?

提示:纳米级抗癌药物载体分散于水中,刚好作为分散质分散于水中形成胶体。

学习总结

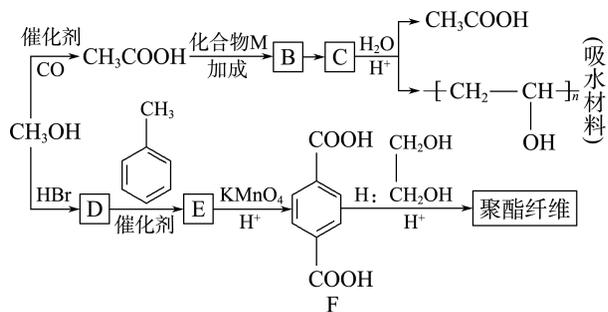
加聚物的单体推断方法

- (1) 先去掉加聚物两端的“ $[-]$ ”“ $]$ ”。
- (2) 再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) 再从左到右检查高分子链节中各碳原子的价键,把碳原子的价键超过4价的碳原子找出来。
- (4) 去掉不符合4价的碳原子间的价键(一般为双键),即得合成该加聚物的单体。

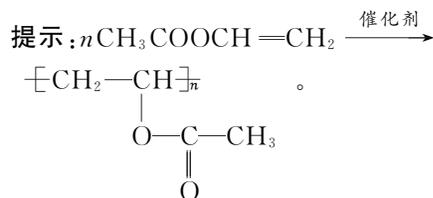
活动二 聚合反应化学方程式的书写

任务探究

甲醇最早在干馏木材中被发现,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,其合成路线如图所示:

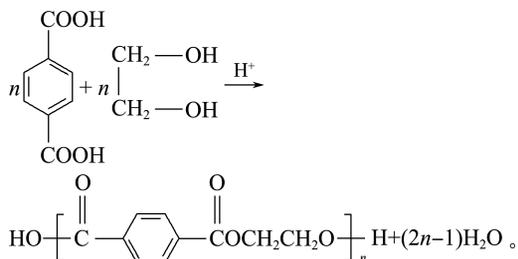


1. 写出 B→C 的化学方程式。



2. 写出 F 与 H 生成聚酯纤维的化学方程式。

提示:



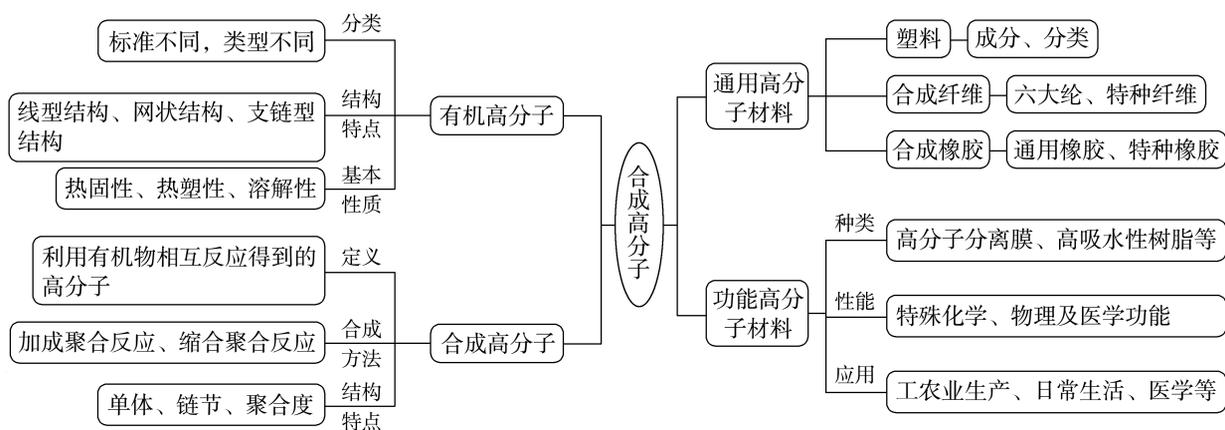
学习总结

缩聚反应化学方程式的书写规律

- (1) 单体的物质的量与缩聚物的结构简式的小角标要一致。
- (2) 一般由一种单体进行的缩聚反应,生成的小分子的物质的量为 $(n-1)$,由两种单体进行的缩聚反应,生成的小分子的物质的量为 $(2n-1)$ 。

重 · 构 · 拓 · 展

● 多维体系构建 ●



● 学科视野拓展 ●

一、奥运会中的高分子材料

2024年巴黎奥运会上,中国企业生产的体育器材出现在多个项目的赛场上。运动员的跑鞋使用了聚氨酯材料,其具有高弹性、耐磨性,是一种力学性能优异的有机高分子材料。网球拍使用的材料主要是碳纤维。足球内胆使用了生物基橡胶材料。这些使用高分子材料生产的体育器材凭借过硬的质量、创新的产品形态,展现了我国科技创新的成果。

[交流研讨] ABS 塑料是由丙烯腈、丁二烯和苯乙烯三种单体通过什么反应合成的?

二、航天员的航天服

航天服是保障航天员的生命活动的个人密闭装备,可防止太空的真空、高温、低温、太阳辐射和微流星等对人体造成伤害。

航天服采用了很多新型超高性能复合材料,其中聚酰胺纤维(PPTA)就是一种新型超高性能纤维,其化学名称是聚对苯二甲酰对苯二胺。

[交流研讨] PPTA 能否发生水解反应?

单元测试卷(五)

(考查范围:第五章 时间:90分钟 分值: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.近年来我国科技研究取得重大成就,科技创新离不开化学。下列相关说法错误的是 ()

- A.聚氯乙烯中不含碳碳双键,耐化学腐蚀,不耐高温
 B.脲醛塑料由尿素和甲醛缩聚合成,耐酸且绝缘性好
 C.硫化橡胶具有网状结构,具有良好的弹性和化学稳定性
 D.可再生生物降解餐具的成分为聚乳酸(PLA),属于有机高分子材料

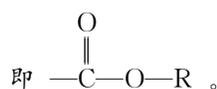
B 解析:聚氯乙烯是氯乙烯发生加聚反应生成的,不含碳碳双键,耐化学腐蚀,不耐高温,A正确;合成脲醛塑料的单体是尿素(H_2NCONH_2)与甲醛,绝缘性好,含 $-\text{NH}-$,不耐酸,B错误;线型结构的橡胶经过硫化后,具有更好的强度、韧性,C正确;PLA为乳酸缩聚产物,为有机合成物质,属于有机高分子材料,D正确。

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 ()

- ① $-\text{OH}$ ② $\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$ ③ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$
 ④ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{O}- \end{array}$ ⑤ $-\text{R}$ ⑥ $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$

- 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.下列有关高分子材料的说法错误的是 ()

A. $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ 的单体的名称为2-甲基-1,3-丁二烯

B.合成 $\text{H}-\left[\text{NH}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array}-\text{NH}-\text{CH}_2 \right]_n-\text{OH}$ 的单体为 H_2NCONH_2 和 CH_3OH

C. $\text{H}-\left[\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array}-\text{C}_6\text{H}_4-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \right]_n-\text{OH}$ 由对苯二胺和对苯二甲酸经缩聚反应制备

D. $\left[\text{CH}_2-\underset{\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\underset{\text{O}}{\text{CH}} \right]_n$ 可由

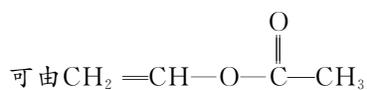
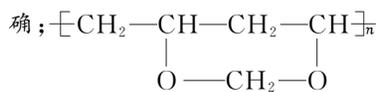
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array}-\text{CH}_3$ 先加聚、水解,再与甲醛缩合制备

B 解析: $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{CH}_2 \quad \text{H} \end{array} \right]_n$ 的单体为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$,名称为2-甲基-1,3-丁二烯,故A正确;

$\text{H}-\left[\text{NH}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array}-\text{NH}-\text{CH}_2 \right]_n-\text{OH}$ 含酰胺基,水解后的单体分别为 H_2NCOOH 和 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{OH}$,故B错误;

$\text{H}-\left[\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array}-\text{C}_6\text{H}_4-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \right]_n-\text{OH}$ 水解

后的单体分别为对苯二胺和对苯二甲酸,故 C 正



先加聚、水解生成 $\left[\text{H}_2\text{C} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$, 再与甲醛缩合

制备,故 D 正确。

4. 下列有关化学材料的说法正确的是 ()

A. PC ($\left[\text{H} - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH} \right]_n$) 中所有碳原子均可共面

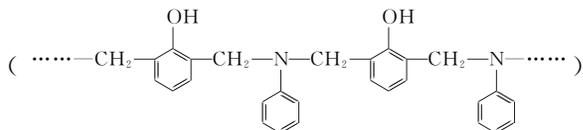
B. 聚丙烯酸 ($\left[\text{CH}_2 - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}} \right]_n$) 是由

$\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$ 经加聚反应生成的纯净物

C. 生物材料 PEF ($\left[\text{HO} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{C}_5\text{H}_4\text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n \text{H}$)

是缩聚物

D. 电绝缘树脂



由邻羟基苯甲醛和苯胺缩聚而成

C 解析: $\left[\text{H} - \text{O} - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(\text{CH}_3)_2 - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH} \right]_n$ 中两个苯环之

间的碳原子为饱和碳原子,所有碳原子不可共面,A 错误;聚丙烯酸是由 $\text{CH}_2 = \text{CHCOOH}$ 经加聚反应

生成的混合物, B 错误;生物材料 PEF

($\left[\text{HO} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{C}_5\text{H}_4\text{O} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n \text{H}$) 是缩聚反应的产

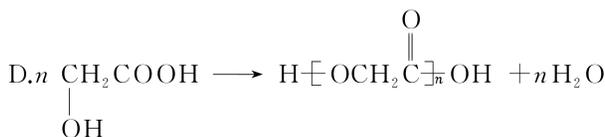
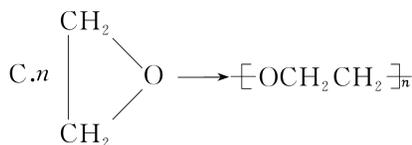
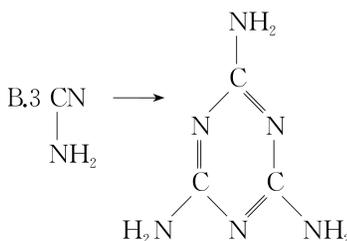
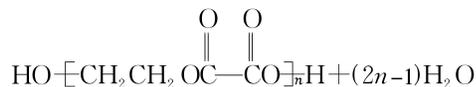
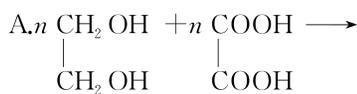
物, C 正确;电绝缘树脂

($\cdots - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_3(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{N}(\text{C}_6\text{H}_5) - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_3(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{N}(\text{C}_6\text{H}_5) - \cdots$) 由

$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 、 HCHO 和 $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ 缩聚而成, D

错误。

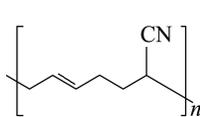
5. 以下聚合反应的化学方程式书写规范、正确的是 (反应条件略) ()



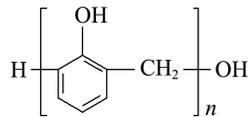
C 解析: A 项中高聚物应为 $\text{H} - \left[\text{OCH}_2\text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} \right]_n \text{OH}$, 错误; B 项中没有生成

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。

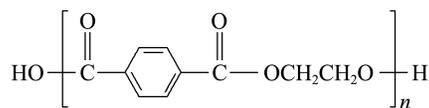
6. 三种高分子材料的结构如图所示。下列说法错误的是 ()



丁腈橡胶



酚醛树脂



涤纶

A. 丁腈橡胶没有固定的熔点

B. 丁腈橡胶的链节中只含两种官能团,由两种单体

经加聚反应得到

C. 此酚醛树脂受热不能熔融,可用于生产宇宙飞船外壳的烧蚀材料

D. 涤纶是对苯二甲酸与乙二醇在催化剂作用下发生缩聚反应生产的

C 解析: 高分子属于混合物,没有固定的熔点,故 A 正确;丁腈橡胶的链节中含有碳碳双键和氰基,丁腈橡胶的链节中主碳链为 6 个碳原子,且含有碳碳双键结构,丁腈橡胶由两种单体经加聚反应得到(即含有一个碳碳双键的有机物和二烯烃),单体分别为 1,3-丁二烯、丙烯腈,故 B 正确;网状的酚醛树脂具有热固性,受热后不能软化或熔融,可用于生产宇宙飞船外壳的烧蚀材料,此酚醛树脂是线型结构,故 C 错误;对苯二甲酸与乙二醇发生缩聚反应

生成涤纶 $\text{HO} \left[\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n \text{H}$, 反应的

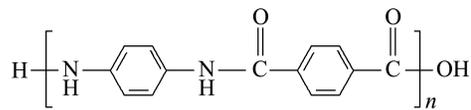
的化学方程式为 $n \text{HOOC} \text{---} \text{C}_6\text{H}_4 \text{---} \text{COOH}$

$+ n \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{催化剂}}$

$\text{HO} \left[\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \parallel \\ \text{C} \end{array} \text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O} \right]_n \text{H} + (2n-1)\text{H}_2\text{O}$, 故

D 正确。

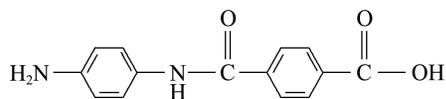
7. 用芳纶纤维 PPTA (结构如图所示) 制成的军用防护服具有耐用、轻便、防弹、阻燃以及良好的环境适应性和伪装性等特点。下列说法正确的是 ()



A. PPTA 中含有两种官能团

B. PPTA 在一定条件下能发生水解反应

C. PPTA 的单体一定为



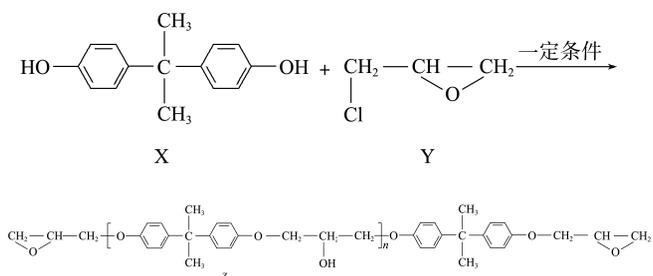
D. PPTA 能与 NaHCO_3 反应,不能与盐酸反应

B 解析: PPTA 中含有氨基、羧基、酰胺基三种官能团, A 错误; PPTA 中的酰胺基在一定条件下能发生水解反应, B 正确; PPTA 的单体为



C 错误; PPTA 中含有氨基、羧基、酰胺基,羧基可以和 NaHCO_3 反应,氨基可以和盐酸反应, D 错误。

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

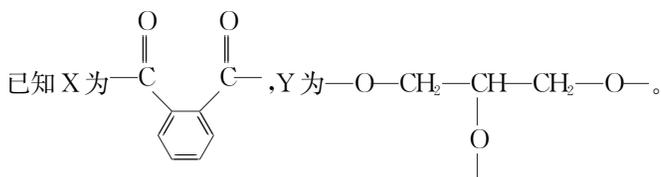
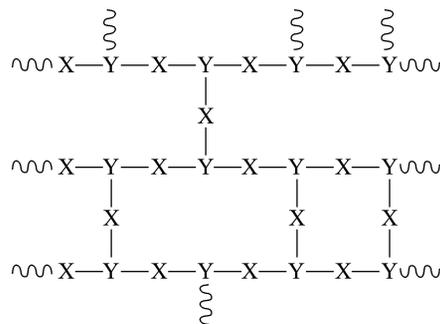
B. 生成 1 mol Z 的同时生成 $(n+1)$ mol HCl

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 $\sim\sim\sim$ 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。

- 10.一种自修复高分子材料在外力破坏后能够复原, 其结构简式和修复原理分别如图 1 和图 2 所示。下列说法错误的是 ()

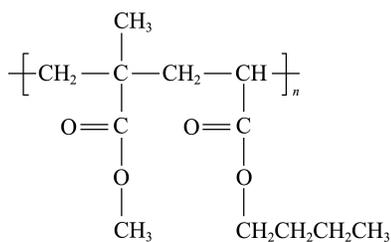


图1

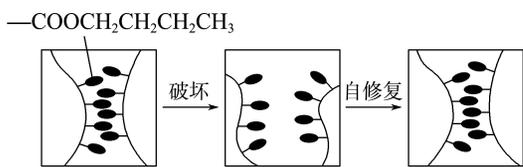


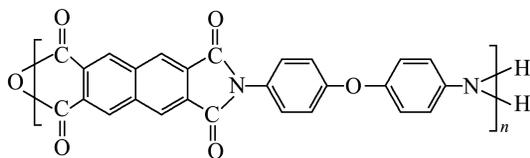
图2

- A.该高分子中碳原子的杂化方式为 sp^2 和 sp^3 杂化
 B.合成该高分子的两种单体互为同系物
 C.使用该材料时应避免接触强酸或强碱
 D.图示高分子材料的破坏及自修复过程涉及氢键的断裂和生成

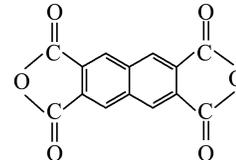
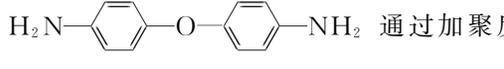
D 解析:双键碳原子采用 sp^2 杂化、饱和碳原子采用 sp^3 杂化, A 正确; 合成该高分子的单体分别为 $CH_2=C(CH_3)COOCH_3$ 、 $CH_2=CHCOOCH_2CH_2CH_2CH_3$, 两种单体的结

构相似, 相差 2 个 CH_2 原子团, 互为同系物, B 正确; 该高分子中含有酯基, 在强酸或强碱的作用下能发生水解反应, 则使用该材料时应避免接触强酸或强碱, 防止发生水解反应, C 正确; 当分子中存在 H—F、H—O 或 H—N 时, 分子间或分子内才会存在氢键, 此分子中无氢键, 故图示高分子材料的破坏及自修复过程不涉及氢键的断裂和生成, D 错误。

- 11.国产大飞机具有省油、乘坐舒适的特点, 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 ()

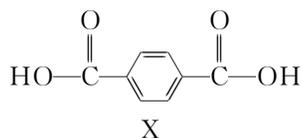


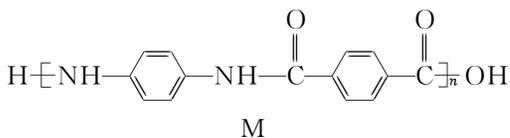
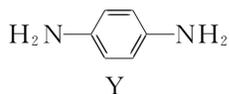
- A.碳纤维复合材料中, 碳纤维是增强材料, 树脂是基体
 B.复合材料是未来材料发展的趋势, 因此应该停止对金属材料的研究
 C.该树脂中所有原子可能共平面

- D.该树脂可以由单体  和  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.有机物 M 可由 X 和 Y 在一定条件下反应制得, 相应结构简式如下。下列说法正确的是 ()



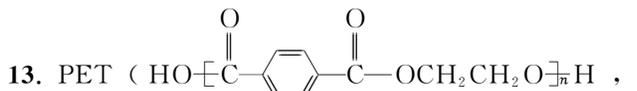


- A. X 与苯甲酸互为同系物
 B. Y 分子中最多有 14 个原子共平面
 C. X 的苯环上二溴代物有 2 种
 D. X 与 Y 经加聚反应制得 M

B 解析: X 与苯甲酸的结构不相似, 不互为同系物, A 错误; 苯环上有 6 个碳原子共面, 与苯环直接相连的 6 个原子共面, $-\text{NH}_2$ 中单键可以旋转, 故 Y 分子中最多有 14 个原子共平面, B 正确; X 的

苯环上二溴代物有 3 种: (1, 2, 3 表示另一个溴原子所在位置), C 错误; X 与 Y

生成 M 的过程中还生成小分子, 故 X 与 Y 经缩聚反应制得 M, D 错误。



$M_{\text{链节}} = 192 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) 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 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 的醇溶液滴定 $m \text{ g}$ PET 至终点, 消耗 NaOH 的醇溶液 $V \text{ mL}$ 。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

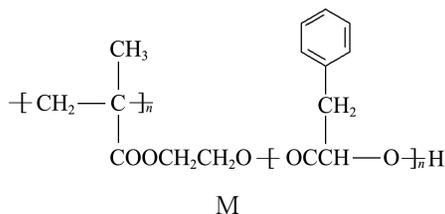
误; $m \text{ g}$ PET 的物质的量 $n(\text{PET}) = \frac{m}{192n} \text{ mol}$,

达到滴定终点时消耗 NaOH 的物质的量 $n(\text{NaOH}) = 0.001cV \text{ mol}$, 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。

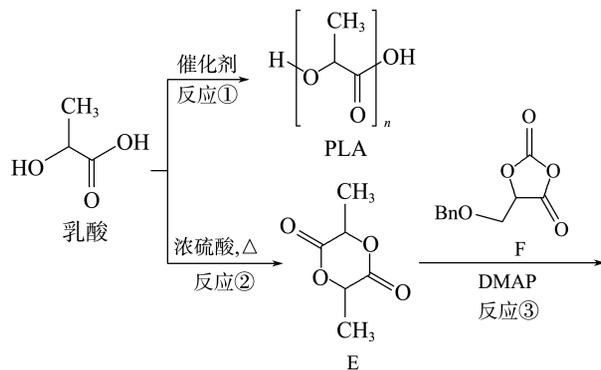
14. 高分子 M 是一种兼具有机和无机物性质、热稳定性好的高分子材料, 下列有关 M 的说法正确的是 ()

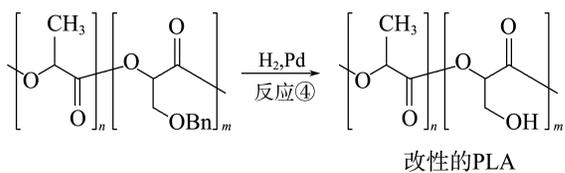


- A. M 的一种单体的分子式可能为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$
 B. M 完全水解后的产物均为小分子有机物
 C. 可以通过加聚反应和缩聚反应合成 M
 D. 碱性条件下, 1 mol M 完全水解消耗 NaOH 的物质的量为 2 mol

C 解析: M 没有分子式为 $\text{C}_9\text{H}_{10}\text{O}_2$ 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. 聚乳酸(PLA)是最具潜力的可降解高分子材料之一, 对其进行基团修饰可进行材料的改性, 从而拓展 PLA 的应用范围。PLA 和某改性的 PLA 的合成路线如图所示。下列说法不正确的是 ()



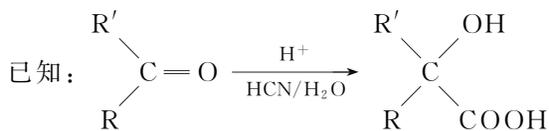
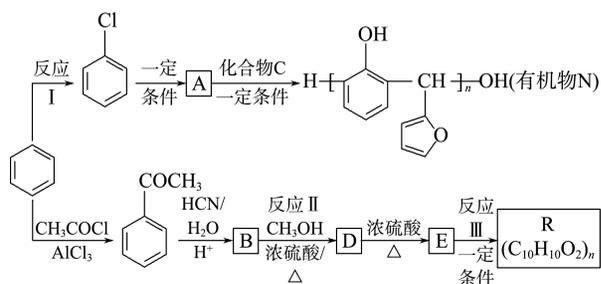


- A. 乳酸含手性碳原子, 可以发生取代、消去、氧化反应
- B. 反应①是缩聚反应, 反应②是取代反应
- C. 反应③中, 参与聚合的化合物 F 和 E 的物质的量之比是 $2m : n$
- D. 要增强改性 PLA 的水溶性, 可减小 $m : n$ 的比值

D 解析: 乳酸中连接—OH 和—CH₃ 的碳原子是手性碳原子, 分子中含有—COOH 和羟基, 可以发生取代反应, 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, 与羟基相连的碳原子上有氢原子, 能够发生氧化反应, A 正确; 反应①是缩聚反应, 反应②是酯化反应即取代反应, B 正确; 由题干转化信息并结合质量守恒定律可知, 反应③中参与聚合的化合物 F 和 E 的物质的量之比是 $2m : n$, C 正确; PLA 中含有羟基数目越多, 与水分子间能形成的氢键数目越多, 水溶性越好, 要增强改性 PLA 的水溶性, 可增大 $m : n$ 的比值, D 错误。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

16. (12 分) 有机物 N 和 R 为高分子材料, 其制取流程如图所示。



(1) 反应 I 的反应条件是 _____; 化合物 C 的结构简式为 _____; 生成 N 的反应类型是 _____。

(2) 下列说法正确的是 _____ (填字母序号)。

- a. A 可与 NaOH 溶液反应
- b. 室温下, A 易溶于水
- c. 化合物 C 可使酸性高锰酸钾溶液褪色
- d. E 存在顺反异构体

(3) B 中含氧官能团的名称为 _____。

(4) 反应 II 的化学方程式为 _____。

(5) 符合下列条件的 B 的同分异构体有 _____ 种。

- a. 能与饱和溴水反应生成白色沉淀
- b. 属于酯类
- c. 苯环上只有两个取代基
- d. 苯环上的一氯代物有 2 种

解析: 苯与氯气反应生成氯苯, 氯苯在一定条件下反应得到 A, A 与 C 反应得到 N, 结合 N 的结构简式可知, A 是苯酚 (), C 是 。通

过已知条件可知, 在一定条件下

生成 B, B 的结构简式为 , 结合 B

→D 的反应条件可知, B 与 CH₃OH 发生了酯化反

应, 则 D 的结构简式为 , 结合 D

→E 的反应条件及 R 是高分子材料可知, D→E 是

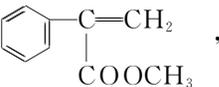
消去反应, 则 E 的结构简式为 。

(1) 反应 I 是苯和氯气反应制取氯苯, 参照溴苯的制取条件可知, 用 FeCl₃ 作催化剂; A 与 C 反应得到 N, 根据 A、N 的结构简式可知, A 与 C 的反应是

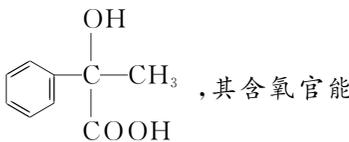
缩聚反应, C 的结构简式为 。(2) A 是苯酚

(), 可与 NaOH 溶液反应, 故 a 正确; 室温下, 苯酚在水中的溶解度是 9.2 g, 当温度高于

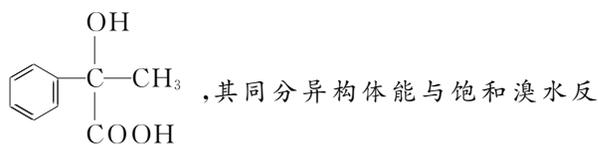
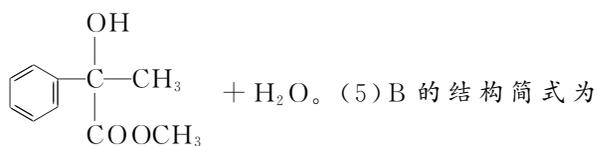
65 °C 时, 能跟水互溶, 故 b 错误; 化合物 C ()

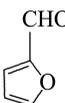
中含有碳碳双键和醛基,可使酸性高锰酸钾溶液褪色,故 c 正确;E 的结构简式为 

由于碳碳双键中的一个碳原子连有两个相同的氢原子,则 E 不存在顺反异构体,故 d 错误。(3)经分

析,B 的结构简式为 

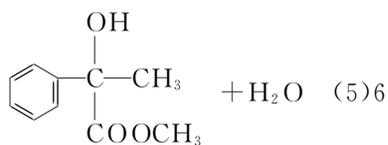
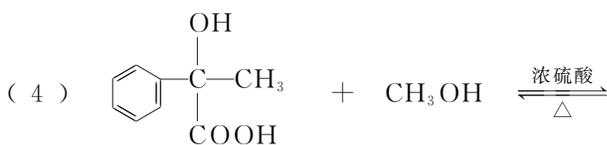
析,其含氧官能团的名称为羟基、羧基。(4)反应 II 为 B 和 CH_3OH 的酯化反应,则化学方程式为



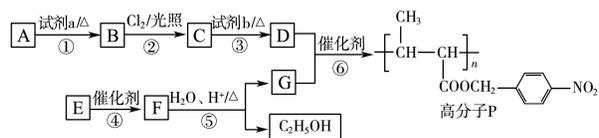
答案:(1) FeCl_3 作催化剂  缩聚反应

(2)ac

(3)羟基、羧基



17.(14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 _____。

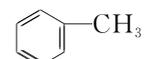
(4)E 的分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_2$ 。E 中含有的官能团是 _____。

(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): _____。

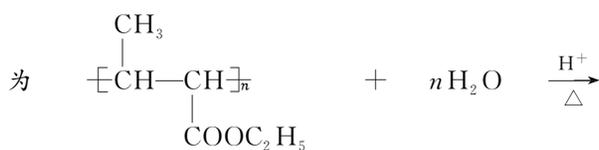
解析:根据高分子 P 的结构和 A 的分子式为 C_7H_8 , 可以推出 D 为对硝基苯甲醇,那么 A 应该为甲苯, B 为对硝基甲苯, C 为对硝基一氯甲基苯。

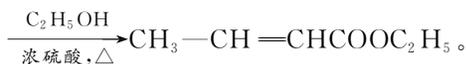
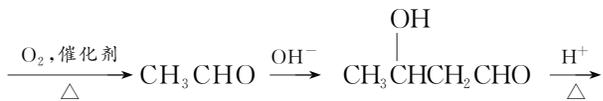
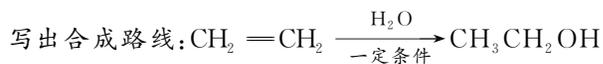
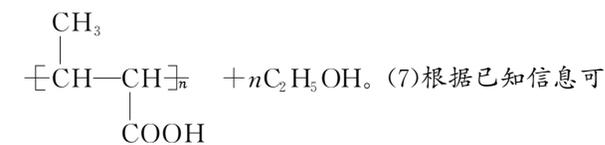
(1)A 的结构简式为 。(2)甲苯和浓硝酸在浓硫酸催化作用下生成对硝基甲苯,所以试剂 a 为浓硫酸和浓硝酸。(3)反应③是对硝基一氯甲基苯在氢氧化钠的水溶液中发生取代反应生成对硝基苯甲醇,反应的化学方程式为

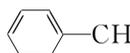


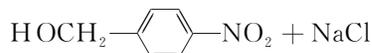
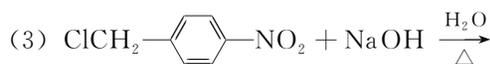
(4)E 的结构简式为 $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCOOC}_2\text{H}_5$ 。E 中含有碳碳双键和酯基。

(5)反应④为加聚反应。(6)反应⑤的化学方程式

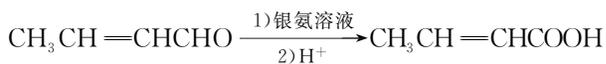
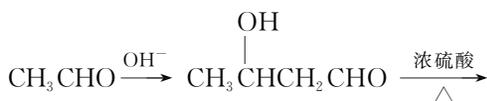
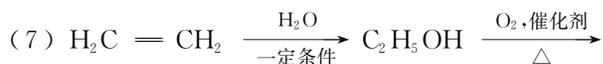
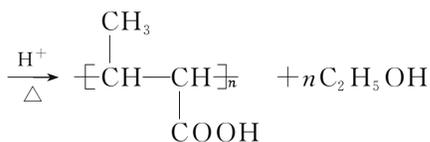
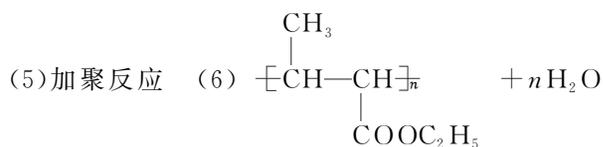




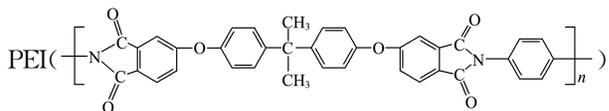
答案: (1)  (2) 浓硝酸和浓硫酸



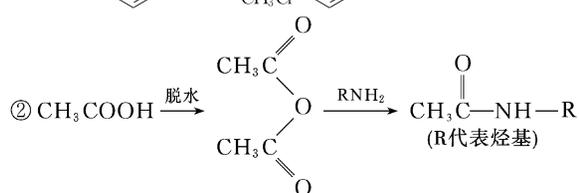
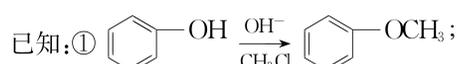
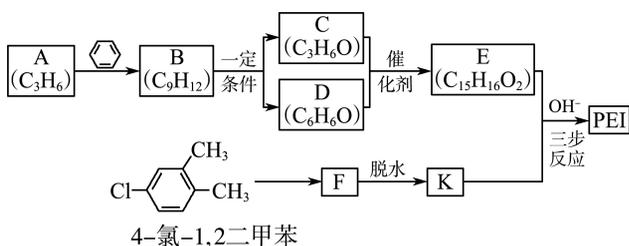
(4) 碳碳双键、酯基



18. (14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)。

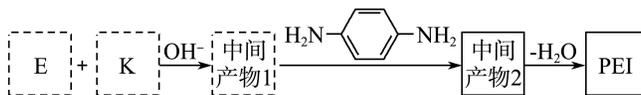
a. 不存在碳碳双键 b. 可作聚合物的单体

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 _____。

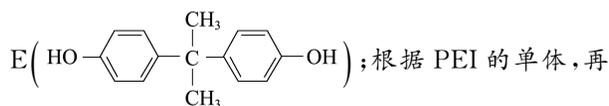
(5) C 的核磁共振氢谱中, 只有一组吸收峰。仅以 2-溴丙烷为有机原料, 选用必要的无机试剂也能合成 C。写出有关化学方程式: _____

(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: _____。

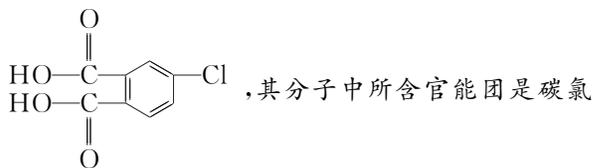
解析: 由题中信息可知, A 为链状烃, 则 A 只能为丙烯, A 与苯在一定条件下反应会生成丙苯, 故 B 为丙苯, 丙苯继续反应, 根据分子式可推知 C 为丙酮, D 为苯酚, 丙酮与苯酚在催化剂作用下会生成



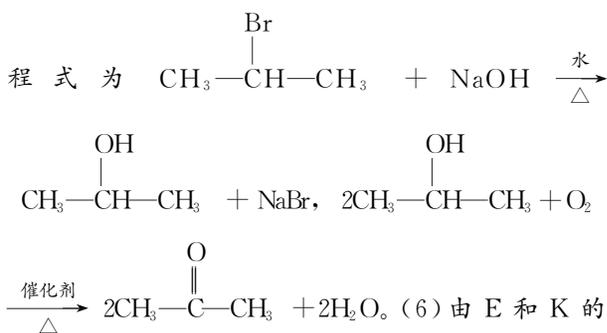
结合题意, 采用逆合成分析法可推知 F 为



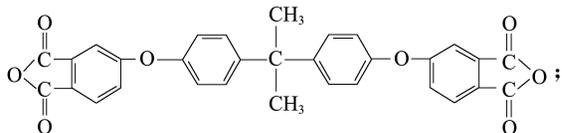
判断, A 只能是丙烯。(2) A→B 为丙烯与苯反应生成丙苯的过程, 其反应类型为加成反应。(3) 根据相似相容原理可知, 苯酚常温下在水中的溶解度不大, 其分子中不存在碳碳双键, 可以与甲醛发生缩聚反应。(4) 由上述分析知 F 的结构简式为



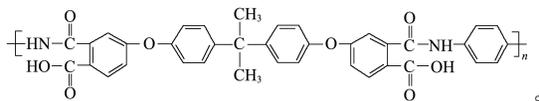
(5) 仅以 2-溴丙烷为有机原料, 先在氢氧化钠水溶液中水解生成 2-丙醇, 然后 2-丙醇催化氧化生成丙酮, 有关反应的化学方程式为



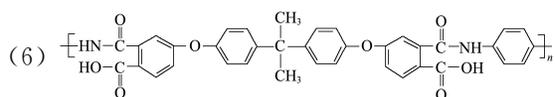
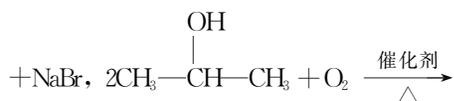
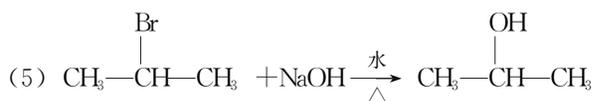
(6) 由 E 和 K 的结构及题中信息①可知, 中间产物 1 为



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

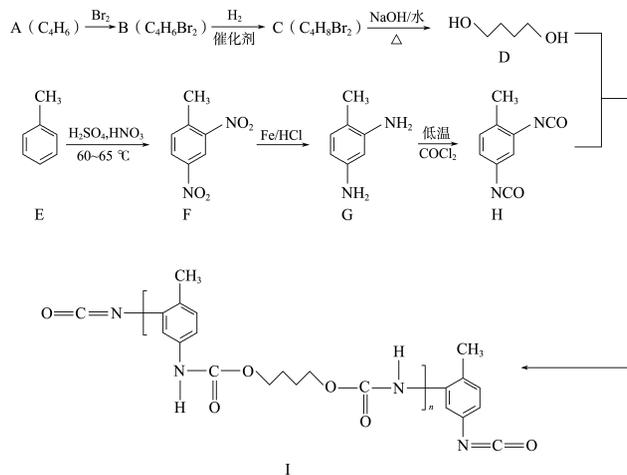


答案: (1) 丙烯 (2) 加成反应 (3) ab (4) 羧基



19. (15 分) 聚氨酯材料是一种新兴的有机高分子材

料, 被誉为“第五大塑料”, 其因性能卓越而被广泛应用于众多领域。I 是工业合成聚氨酯的初级反应中得到的一种低聚物, 如图为合成 I 的一种路线。



(1) A 的名称是 _____, C 生成 D 的反应类型为 _____。

(2) B 中所含官能团的名称是 _____、_____。

(3) 写出 A 转化为 B 时生成的反式结构产物的结构简式: _____。

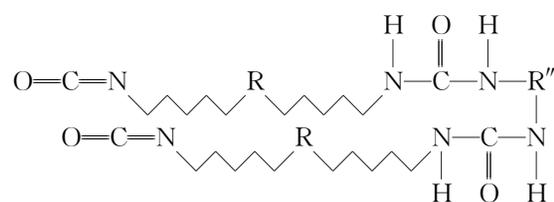
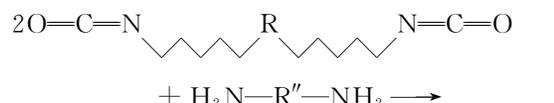
(4) 写出生成 I 的化学方程式: _____。

(5) E 与浓硝酸、浓硫酸反应时还会生成 J (C₇H₇O₂N), J 有多种同分异构体, 同时满足下列条件的有 _____ 种。

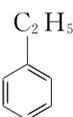
① 含有一个苯环 ② 能发生银镜反应 ③ 红外光谱显示该物质没有氮氧键

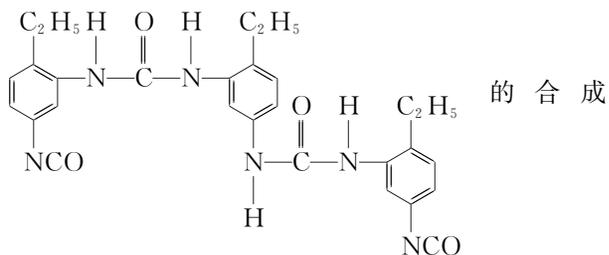
其中核磁共振氢谱有四组峰且峰面积之比为 2 : 2 : 2 : 1 的结构简式为 _____。

(6) 合成聚氨酯的反应比较复杂, 包括初级反应和次级反应。初级反应包括预聚反应和扩链反应。预聚反应得到低聚物 I, 扩链反应生成取代脲基, 可表示如下:

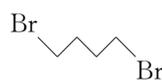


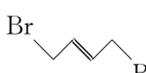
取代脲基

请设计以  为原料(无机物任选)合成

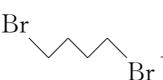
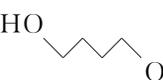


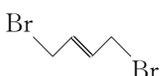
路线。

解析:(1)由D可推知,C为  ,由B的

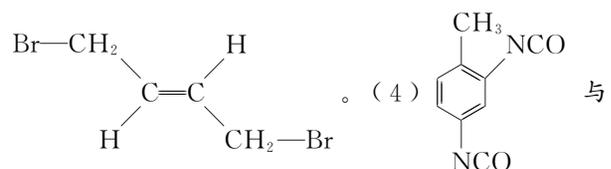
分子式及C的结构可推知,B为  ,则

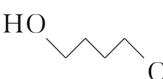
A为  。A的名称为1,3-丁二烯;

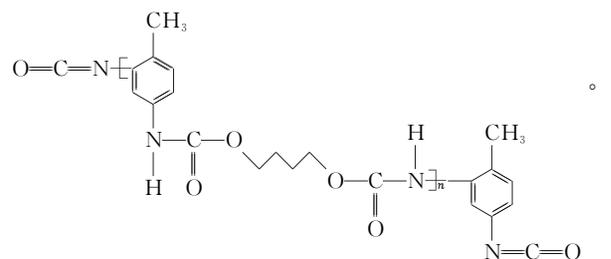
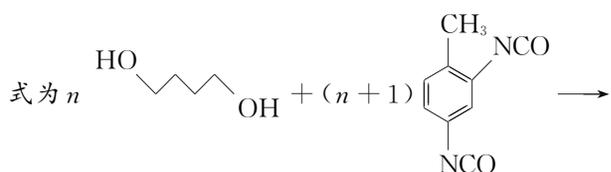
 \rightarrow  为取代反应或水

解反应。(2)B为  ,所含官能团的名称是碳溴键、碳碳双键。

(3)B的反式结构为两个相同官能团在双键两侧,即



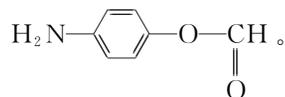
 发生聚合反应,该反应的化学方程



(5)E与浓硝酸、浓硫酸反应时,发生硝化反应,生成产物J($C_7H_7O_2N$),根据分子式知J中含有 $-NO_2$,J有多种同分异构体,同时满足下列条件:

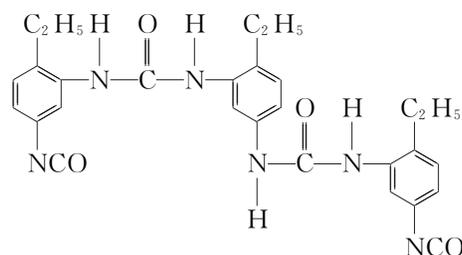
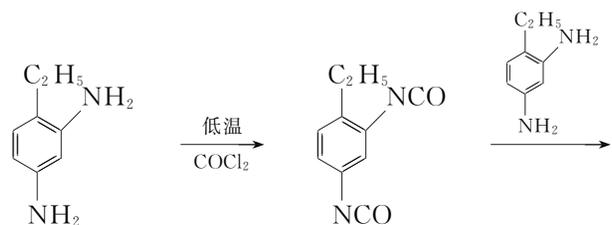
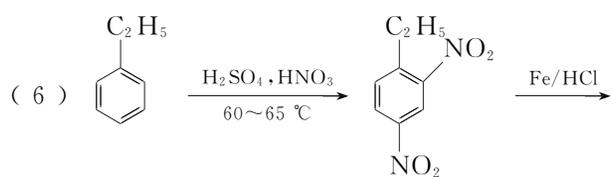
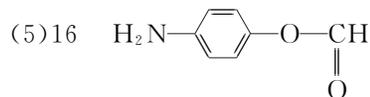
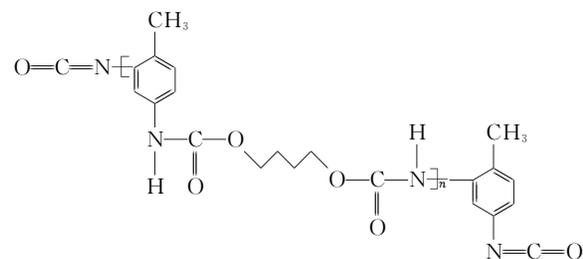
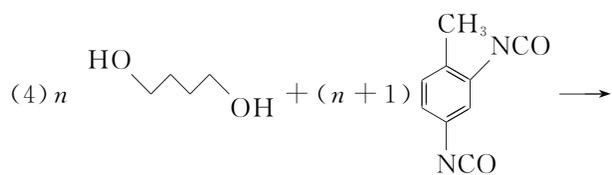
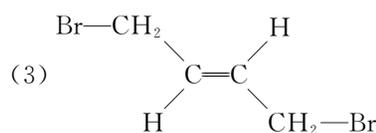
①含有一个苯环,②能发生银镜反应,说明有

$-CHO$,③红外光谱显示该物质没有氮氧键,若苯环上有2个取代基($-OOCH$ 、 $-NH_2$ 或 $-OH$ 、 $-NH-CHO$)时,有邻、间、对,共6种结构,苯环上有3个取代基($-CHO$ 、 $-OH$ 、 $-NH_2$)时共有10种结构,共16种,其中核磁共振氢谱有四组峰且峰面积之比为2:2:2:1的结构简式为



答案:(1)1,3-丁二烯 取代反应(或水解反应)

(2)碳溴键 碳碳双键



期末测试卷

(时间:90分钟 分值:100分)

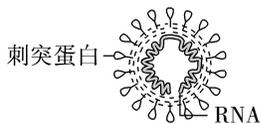
一、选择题:本题共15小题,每小题3分,共45分,每小题只有一个选项符合题目要求。

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;

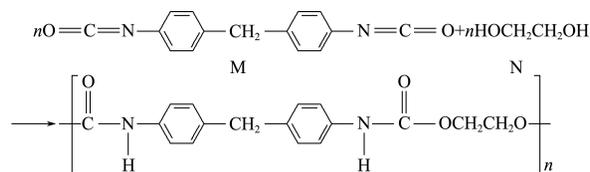
五碳醛糖中核糖的分子式为 $C_5H_{10}O_5$,葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$,二者不互为同分异构体,C项错误;NaClO等含氯消毒剂具有氧化性,能使蛋白质变性,可杀死病毒,D项正确。

3.(2024·北京卷)下列说法不正确的是 ()

- A.葡萄糖氧化生成 CO_2 和 H_2O 的反应是放热反应
B.核酸可看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子
C.由氨基酸形成的二肽中存在两个氨基和两个羧基
D.向饱和的NaCl溶液中加入少量鸡蛋清溶液会发生盐析

C 解析:葡萄糖氧化生成 CO_2 和 H_2O 是放热反应,在人体内葡萄糖缓慢氧化生成 CO_2 和 H_2O ,为人体提供能量,A正确;核苷酸水解得到磷酸和核苷,核苷进一步水解得到戊糖和碱基,故核酸可看作磷酸、戊糖和碱基通过一定方式结合而成的生物大分子,B正确;氨基酸的结构简式为 H_2NCH_2COOH ,形成的二肽的结构简式为 $H_2NCH_2CONHCH_2COOH$,该二肽中含1个氨基、1个羧基和1个肽键,C错误;NaCl溶液属于轻金属盐溶液,向饱和NaCl溶液中加入少量鸡蛋清溶液,蛋白质发生盐析,D正确。

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; 聚氨酯中含有酰胺基, 在一定条件下可发生水解反应, D 错误。

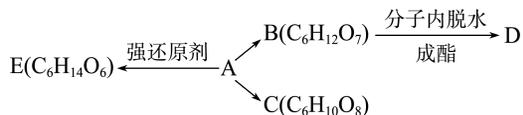
5. 根据下列实验操作与现象所得的结论正确的是 ()

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碱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。

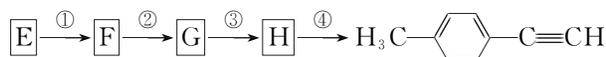
6. 纤维素水解的最终产物 A 可发生如下反应, 下列说法错误的是 ()



- A. 化合物 A 是一种重要的营养物质
 B. 化合物 B 含有 3 种官能团
 C. 强还原剂可用 $NaBH_4$
 D. 化合物 E 易溶于水

B 解析: 纤维素水解的最终产物 A 为葡萄糖, 其结构简式为 $CH_2OH(CHOH)_4CHO$, 是一种重要的营养物质, A 正确; 葡萄糖发生氧化反应时, 生成的 B 物质为 $HOCH_2(CHOH)_4COOH$, 含有 2 种官能团, B 错误; 强还原剂可用 $NaBH_4$, 将葡萄糖中的醛基还原成羟基, 得到 E(己六醇), 己六醇易溶于水, C、D 正确。

7. 由 E ($H_3C-C_6H_4-CH_2CHO$) 转化为对甲基苯乙炔 ($H_3C-C_6H_4-C\equiv CH$) 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 $H_3C-C_6H_4-CH=CH_2$
 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 $-CH_2CHO$ 转化成 $-CH=CH_2$, 最终转化成 $-C\equiv CH$ 的过程。具体过程为 E ($H_3C-C_6H_4-CH_2CHO$) 与氢气在催化剂、加热条件下发生加成反应, 生成

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ (F), F 在浓硫酸、加热

条件下发生消去反应,生成

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}=\text{CH}_2$ (G), G 与溴单质发生加

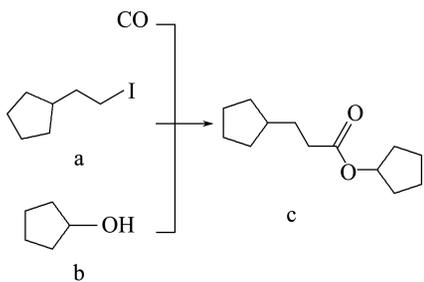
成反应生成 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2}$ (H), H 在

NaOH 醇溶液中加热发生消去反应生成

$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}\equiv\text{CH}$ 。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. 如图所示,利用可见光催化合成技术可以 CO、碘代烃、醇类为原料进行有机合成。下列有关说法错误的是 ()



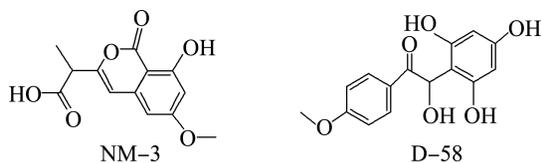
- A. 化合物 a 和 b 均能发生消去反应得到含顺反异构体的烯烃
 B. 化合物 a 在一定条件下反应可得到 b 的同系物
 C. 化合物 b 的同分异构体(不考虑立体异构和烯醇式)中,能发生银镜反应的有 4 种
 D. 化合物 c 的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{22}\text{O}_2$

解析: 化合物 a 和 b 均能发生消去反应,但都得不到含顺反异构体的烯烃, A 错误; 化合物 a 在一定条件下反应可得到 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, 是 b 的同系物, B

正确; 能发生银镜反应, 说明有 $-\text{CHO}$, 此外还有四个碳原子形成丁基, 丁基有四种结构, 分别和 $-\text{CHO}$ 相连, 则符合条件的 b 的同分异构体有 4

种, C 正确; 化合物 c 的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{22}\text{O}_2$, D 正确。

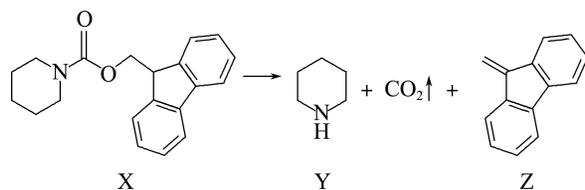
9. NM-3 和 D-58 是正处于临床试验阶段的小分子抗癌药物, 结构如图所示, 下列关于 NM-3 和 D-58 的叙述错误的是 ()



- 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。

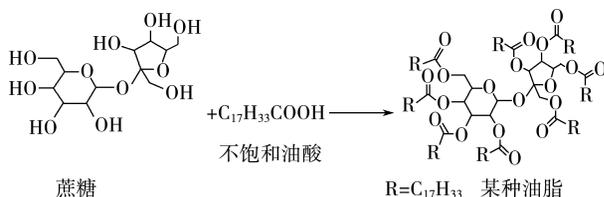
10. (2024 · 吉林卷) 如下图所示的自催化反应中 Y 作催化剂。下列说法正确的是 ()



- A. X 不能发生水解反应
 B. Y 与盐酸反应的产物不溶于水
 C. Z 中碳原子均采用 sp^2 杂化
 D. 随 c(Y) 增大, 该反应的速率不断增大

C 解析: X 的结构中含有酯基和酰胺基, 可发生水解反应, A 错误; 有机物 Y 中含有一NH—, 与盐酸发生反应生成的盐溶于水, B 错误; Z 中含有苯环和碳碳双键, 无饱和碳原子, 所有的碳原子均为 sp^2 杂化, C 正确; Y 在反应中起催化作用, 随着体系中 $c(Y)$ 增大, 反应初始阶段反应速率会增大, 但随着反应的不进行, $c(X)$ 不断减小, 且浓度的减小占主要因素, 反应速率又逐渐减小, 即该反应速率不会一直增大, D 错误。

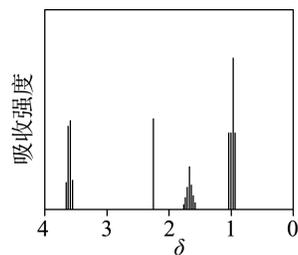
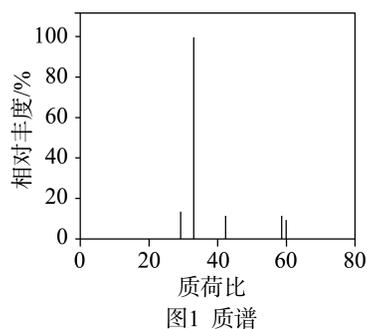
11. 链状的不饱和油酸($C_{17}H_{33}COOH$)与蔗糖反应可以制得某种油脂, 其反应过程如图所示(图中的反应式不完整)。下列说法正确的是 ()



- 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。

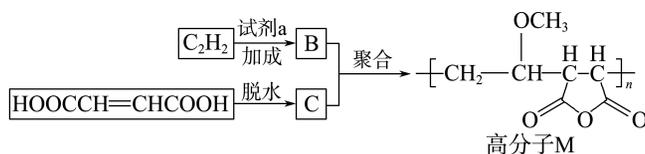
12. (2024·浙江6月卷) 有机物 A 经元素分析仪测得只含碳、氢、氧 3 种元素, 红外光谱显示 A 分子中没有醚键, 质谱和核磁共振氢谱如图所示。下列关于 A 的说法正确的是 ()



- A. 能发生水解反应
 B. 能与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成 CO_2
 C. 能与 O_2 反应生成丙酮
 D. 能与 Na 反应生成 H_2

D 解析: 由质谱图知, 有机物 A 的相对分子质量为 60, A 只含 C、H、O 三种元素, 则 A 的分子式为 C_3H_8O 或 $C_2H_4O_2$, 由核磁共振氢谱知, A 有 4 种等效氢原子, 个数比等于峰面积之比, 为 3 : 2 : 2 : 1, 则 A 为 $CH_3CH_2CH_2OH$, 不能发生水解反应, 不能与 $NaHCO_3$ 溶液反应生成 CO_2 , A、B 错误; $CH_3CH_2CH_2OH$ 的羟基位于末端 C 上, 与 O_2 反应生成丙醛, 无法生成丙酮, C 错误; $CH_3CH_2CH_2OH$ 中含有羟基, 能与 Na 反应生成 H_2 , D 正确。

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 ()

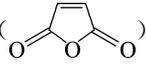


- A. 试剂 a 是甲醇
 B. 化合物 B 不存在顺反异构体

C. 化合物 C 的核磁共振氢谱有一组峰

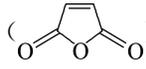
D. 合成 M 的聚合反应是缩聚反应

D 解析: 由 M 的结构式可知, M 的单体为 B

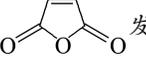
($\text{CH}_2=\text{CHOCH}_3$) 和 C () , 则试剂 a 为

CH_3OH , 名称是甲醇, A 正确; 化合物 B

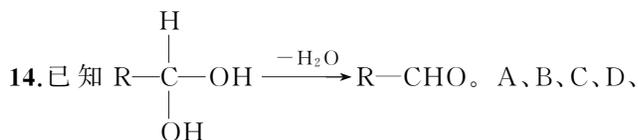
($\text{CH}_2=\text{CHOCH}_3$) 中一个双键碳上连接的两个原子相同, 不存在顺反异构体, B 正确; 化合物 C

() 结构对称, 只含有一种氢原子, 则核

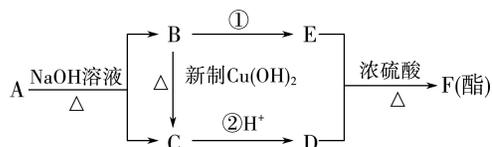
磁共振氢谱有一组峰, C 正确; 聚合物 M 是由

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_3$ 和  发生加成聚合

反应得到的, 不是缩聚反应, D 错误。



E、F 六种有机物有如下转化关系, 其中 A 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ 。下列判断正确的是 ()



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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 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 CH_3CHO , C

为 CH_3COONa , 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

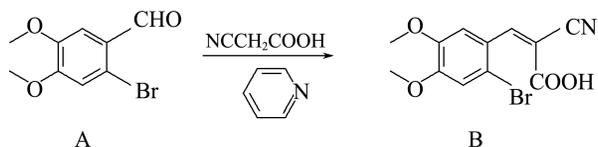
①为醛的还原反应, B 项错误; D 为 CH_3COOH ,

与 CH_3CHO 的最简式不同, C 项错误; E 为

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, D 项正确。

15. 化合物 B 是合成一种用于减慢心率的药物的中间体, 可由下列反应制得。下列说法不正确的是

()



A. 化合物 B 在一定条件下能发生水解反应

B. 该反应历程经历加成反应、消去反应两步

C. 等物质的量的 A、B 分别与足量 H_2 加成, 消耗的氢气量不相等

D. 可用银氨溶液或酸性 KMnO_4 溶液检验 B 中是否含有 A

D 解析: 化合物 B 含有 $-\text{Br}$, 在一定条件下能发生

水解反应, A 正确; 物质 A 中 $-\text{CHO}$ 先与

NCCH_2COOH 加成得到醇羟基, 再发生醇的消去

反应得到 B, 该反应历程经历加成反应、消去反应

两步, B 正确; 物质 A 中的醛基、苯环能与 H_2 发生

加成反应, 1 mol A 消耗 4 mol H_2 , 物质 B 中的苯

环、碳碳双键、 $-\text{CN}$ 都能与 H_2 发生加成反应, 1

mol B 消耗 6 mol H_2 , C 正确; 物质 B 中含碳碳双

键, 能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 物质 A 含醛基,

也能使其褪色, 则不能用酸性 KMnO_4 溶液检验 B

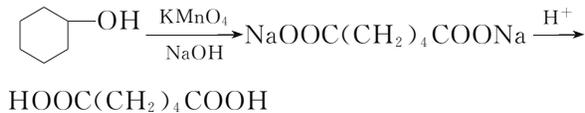
中是否含有 A, D 错误。

二、非选择题: 本题共 4 小题, 共 55 分。

16. (10 分) 己二酸是工业上具有重要意义的二元羧

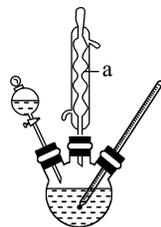
酸, 在化工生产、有机合成工业、医药合成等方面

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：

- (1) 写出仪器 a 的名称：_____。
- (2) 分离提纯过程中滴加浓盐酸的作用是_____。
- (3) 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
- (4) 步骤 II 中洗涤滤渣的目的是_____。
- (5) 若制得纯己二酸的质量为 1.5 g，则己二酸的产率为_____。

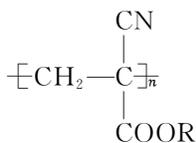
解析：(1) 由实验装置图可知，图中仪器 a 的名称是球形冷凝管(或冷凝管)。(2) 盐酸是强酸，酸性强于己二酸，分离提纯过程中滴加浓盐酸可将己二酸钠转化为己二酸。(3) 温度较低时己二酸会从溶液中析出，所以将己二酸粗品提纯的方法是重结晶，故 C 项正确。(4) 步骤 II 中滤渣中含有己二酸钠，洗涤滤渣可减少己二酸钠的损失，提高己二酸的产量。(5) 根据原子守恒可知，理论上生成

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 $\frac{1.5 \text{ g}}{2.19 \text{ g}} \times 100\% \approx 68.5\%$ 。

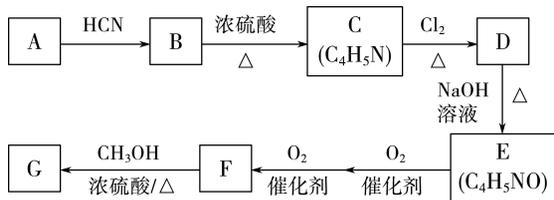
答案：(1) 球形冷凝管(或冷凝管) (2) 将己二酸钠转化为己二酸 (3) C (4) 减少己二酸钠的损

失，提高己二酸的产量 (5) 68.5%

17. (14 分) 氰基丙烯酸酯在一定条件下能快速聚合为



路线如下：

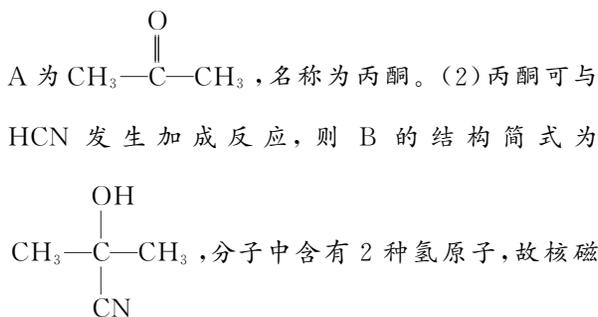


已知：A 的相对分子质量为 58，其中氧元素的质量分数为 27.6%，核磁共振氢谱只有一组峰。

请回答下列问题：

- (1) A 的化学名称为_____。
- (2) B 的结构简式为_____，其核磁共振氢谱有_____组峰，峰面积比为_____。
- (3) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。
- (4) 由 D 生成 E 的化学方程式为_____。
- (5) 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



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

$\text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3$, 结合 $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 可知, 在加热条件下

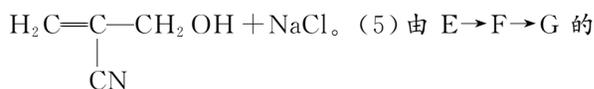


C 与 Cl_2 主要发生 $-\text{CH}_3$ 上 H 原子的取代反应。

(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

$\text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}_2\text{Cl}$, 该反应的化学方程式为



(5) 由 $\text{E} \rightarrow \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的

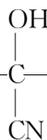


反应条件可推知, G 为 $\text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{COOCH}_3$, 含有

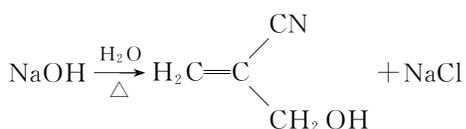


碳碳双键、酯基、氰基 3 种官能团。

答案: (1) 丙酮 (2) $\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{CN})-\text{CH}_3$ 2 6:1 (或

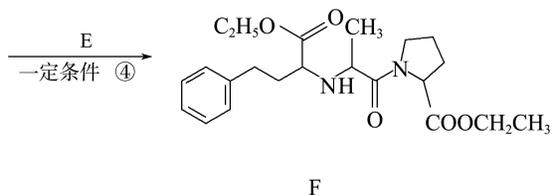
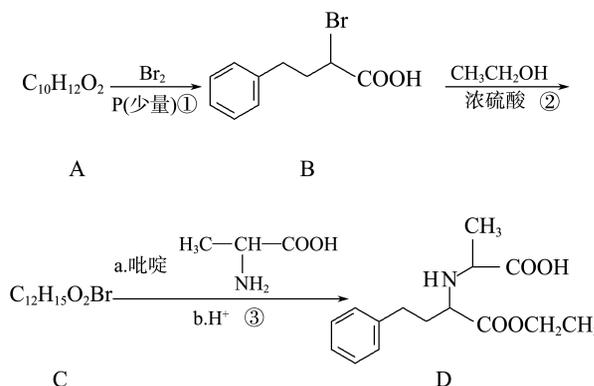


1:6) (3) 取代反应 (4) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CN})-\text{CH}_2\text{Cl} +$



(5) 碳碳双键 酯基 氰基

18. (16 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: $\begin{array}{c} \text{N} \\ | \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$ 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_____。

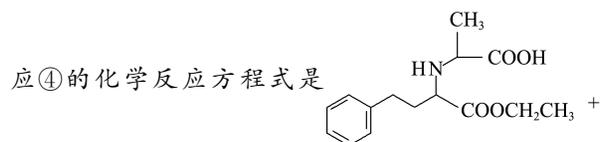
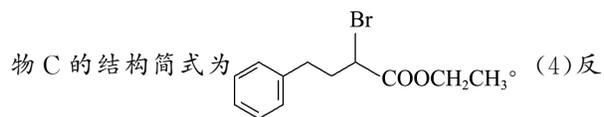
(4) 写出反应④的化学方程式:_____。

(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。

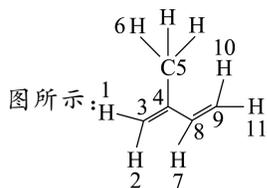
(2) 由 C 生成 D 的反应类型为取代反应。(3) 化合物 C 的结构简式为



(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

反应生成异戊二烯。(3)C和D的结构简式分别为 $[-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ 。

(4)异戊二烯的结构简式为 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}=\text{CH}_2$,分子中含有2个碳碳双键,与碳碳双键直接相连的原子在同一个平面上,甲基中有1个氢原子也可能与碳碳双键在同一个平面上,则最多有11个原子共平面,如图



(5)与A具有相同官能团的异戊二烯的所有同分异构体应含有 $-\text{C}\equiv\text{C}-$,有 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 。(6) $\text{HC}\equiv\text{CH}$ 与 CH_3CHO 发生加成反应生成 $\text{HC}\equiv\text{CCHOHCH}_3$,然后与 H_2 发

生加成反应生成 $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCHOHCH}_3$,再在 Al_2O_3 作用下发生消去反应生成 $\text{CH}_2=\text{CHCH}=\text{CH}_2$ 。

答案:(1)碳碳双键和酯基

(2)加成反应 消去反应

(3) $[-\text{CH}_2-\text{CH}-]_n$ $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

(4)11

(5) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$

