

第 2 课时 羧酸衍生物

[核心素养发展目标] 1.能从酯基和酰胺基的成键方式的角度,了解酯和酰胺的结构特点和分类,理解酯和酰胺的化学性质。2.能结合乙酸乙酯和酰胺水解反应的原理,能推理出酯类物质水解反应后的产物。

一、酯

羧酸分子羧基中的—OH 被—OR' 取代后的产物,可简写为 RCOOR', R 和 R' 可以相同,也可以不同。

1. 酯的物理性质和存在

(1)物理性质

低级酯是具有芳香气味的液体,密度一般比水小,并难溶于水,易溶于有机溶剂,许多酯也是常用的有机溶剂。

(2)存在

酯类广泛存在于自然界中,低级酯存在于各种水果和花草中。如苹果里含有戊酸戊酯,菠萝里含有丁酸乙酯,香蕉里含有乙酸异戊酯等。

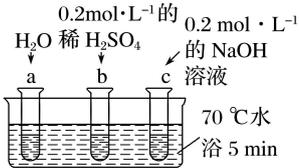
这些酯的命名都是根据生成酯的酸和醇命名为某酸某酯。

2. 酯的化学性质

酯可以发生水解反应,生成相应的羧酸和醇。

(1)实验探究

①酸碱性对酯的水解的影响

实验操作	 <p>试管中均先加入 1 mol 乙酸乙酯</p>
实验现象	a 试管内酯层厚度基本不变; b 试管内酯层厚度减小; c 试管内酯层基本消失
实验结论	乙酸乙酯在中性条件下基本不水解,酸性条件下水解速率比碱性条件下慢

②温度对酯的水解的影响

实验操作	$5 \text{ mL } 0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ $+ 1 \text{ mL 乙酸乙酯}$
实验现象	a 试管内酯层消失时间比 b 试管长
实验结论	温度越高，乙酸乙酯的水解速率越大

(2)酯的水解

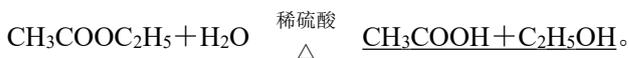
①酯的水解反应原理

酯化反应形成的键，即酯水解反应断裂的键。请用化学方程式表示 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{R}'$ 水解反应的原理：



②酯在酸性或碱性条件下的水解反应

在酸性条件下，酯的水解是可逆反应。乙酸乙酯在稀硫酸存在下水解的化学方程式为



在碱性条件下，酯的水解是不可逆反应。乙酸乙酯在氢氧化钠存在下水解的化学方程式为



■ 特别提醒 ■

碱性条件下，乙酸乙酯水解生成的乙酸与碱反应，使乙酸乙酯的水解平衡向正反应方向移动，直到反应完全，即反应是不可逆的。

【正误判断】

(1)分子式相同的羧酸和酯类互为同分异构体()

(2) $\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OC}_2\text{H}_5$ 有酯类的性质也有醛类的性质()

(3)所有的酯类物质均有果香味，均可作为香料()

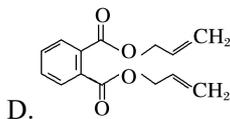
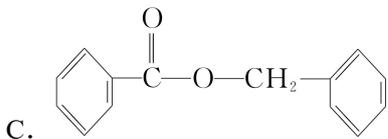
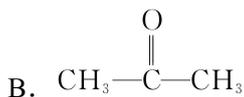
(4)乙醛、乙酸和乙酸乙酯中都有碳氧双键，因此都能与 H_2 发生加成反应()

(5)在酸性条件下， $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OC}_2\text{H}_5$ 的水解产物是 $\text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OH}$ 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ()

答案 (1)√ (2)√ (3)× (4)× (5)×

【应用体验】

1. 下列有机化合物不属于酯的是()



答案 B

2. 在阿司匹林 的结构简式中，①②③④⑤⑥分别标示其分子中的不同的键。将阿司匹林与足量 NaOH 溶液共热时，发生反应时断键的位置是()

A. ①④ B. ②⑥ C. ③④ D. ②⑤

答案 B

归纳总结

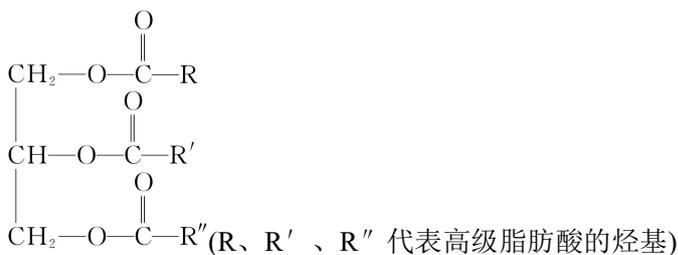
酯化反应与酯的水解反应的比较

	酯化反应	酯的水解反应
反应关系	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	$\xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
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 CH_3COOH 和 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 的转化率	NaOH 中和酯水解生成的羧酸、提高酯的水解效率
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

二、油脂

1. 油脂的组成

(1)油脂的成分主要是高级脂肪酸与甘油形成的酯。



高级脂肪酸的种类很多，如饱和的硬脂酸($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$)、不饱和的油酸($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)等。

(2)状态

常温下呈液态的油脂称为油，如花生油、芝麻油、大豆油等植物油，含较多不饱和高级脂肪酸的甘油酯。

常温下呈固态的油脂称为脂肪，如牛油、羊油等动物油脂，含较多饱和高级脂肪酸的甘油酯。

特别提醒 酯和油脂的区别

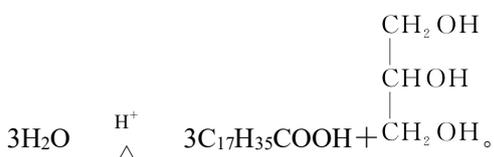
酯是由酸(有机羧酸或无机含氧酸)与醇相互作用失去水分子形成的一类化合物的总称。而油脂仅指高级脂肪酸与甘油所生成的酯，因而它是酯中特殊的一类物质。

2. 油脂的性质

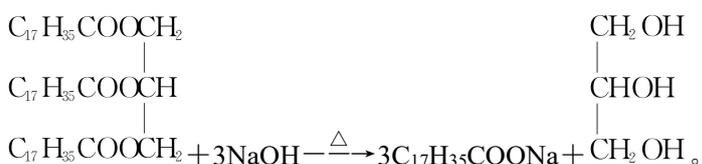
(1)水解反应



①硬脂酸甘油酯在酸性条件下发生水解反应的化学方程式为 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOCH}_2 +$



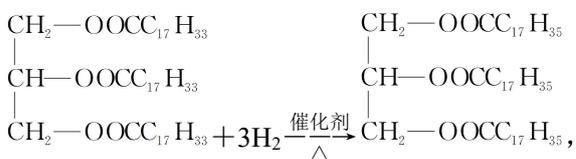
②硬脂酸甘油酯在 NaOH 溶液中水解的化学方程式为



油脂在碱性溶液中的水解反应又称为皂化反应，工业上常用来制取肥皂。高级脂肪酸钠是肥皂的主要成分。

(2)油脂的氢化

油酸甘油酯与氢气发生加成反应的化学方程式为



这一过程又称为油脂的氢化，也称为油脂的硬化。由此制得的油脂叫人造脂肪，通常又称为硬化油。硬化油不易被空气氧化变质。

【正误判断】

- (1)油脂属于酯类，均难溶于水()
- (2)所有的油脂在酸性条件下或碱性条件下都能发生水解反应()
- (3)能发生氢化反应的油脂都能使酸性高锰酸钾溶液褪色()
- (4)酯在碱性条件下的水解称为皂化反应()

(5)豆油、汽油、牛油均属于油脂()

答案 (1)√ (2)√ (3)√ (4)× (5)×

■ 特别提醒 ■

区别油脂(酯)与矿物油(烃)的一般方法是加含酚酞的 NaOH 溶液,加热,红色变浅,最后不分层的为油脂(酯),否则为矿物油(烃)。

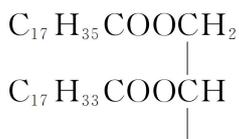
【应用体验】

1. 生活中常用烧碱来清洗抽油烟机上的油渍(主要成分是油脂),下列说法不正确的是()

- A. 油脂属于天然高分子化合物
- B. 热的烧碱溶液去油渍效果更好
- C. 清洗时,油脂在碱性条件下发生水解反应
- D. 油脂在碱性条件下发生水解反应,又称为皂化反应

答案 A

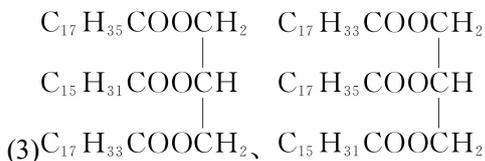
解析 油脂在碱性条件下水解,水解吸热,所以热的烧碱溶液可以促进油脂水解,去油渍效果更好,B正确;清洗时,油脂在碱性条件下发生水解反应,C正确;油脂在碱性条件下发生水解反应,又称为皂化反应,D正确。



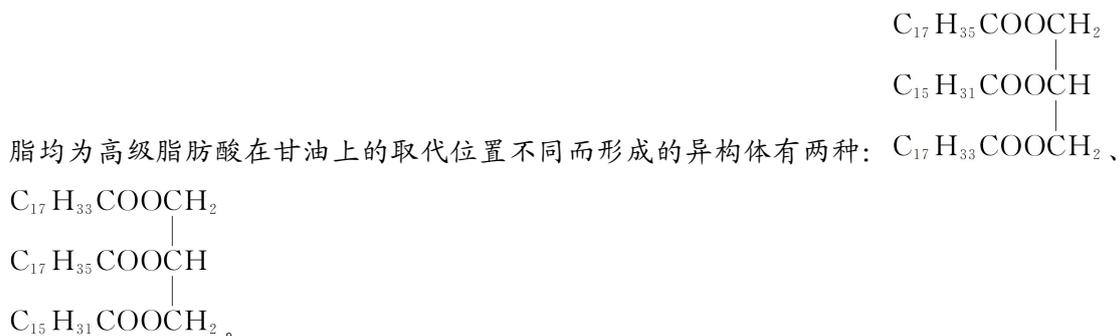
2. 某物质的结构为 $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOCH}_2$, 回答下列问题:

- (1) 1 mol 该油脂一定条件下可与 _____ mol H_2 发生加成反应。
- (2) 与氢氧化钠溶液混合加热能得到 _____ 的主要成分。
- (3) 与其互为同分异构体且完全水解后产物相同的油脂有两种, 写出其同分异构体的结构简式: _____。

答案 (1)1 (2)肥皂



解析 根据油脂的分子结构可知一个油脂分子中含 1 个 $\text{C}=\text{C}$ 和 3 个 $\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}\text{—O—}$ (酯基)。1 mol 该油脂一定条件下只能与 1 mol H_2 发生加成反应; 酯基在 NaOH 溶液中水解, 得到肥皂的主要成分——高级脂肪酸钠; 与该物质互为同分异构体, 完全水解后产物相同的油

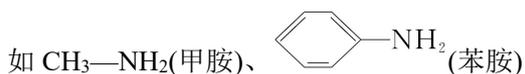


三、酰胺

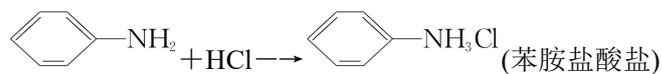
1. 胺

(1) 胺的结构

烃基取代氨分子中的氢原子而形成的化合物叫做胺($\text{R}-\text{NH}_2$)，胺也可以看作是烃分子中的氢原子被氨基所替代得到的化合物。



(2) 胺的碱性



2. 酰胺

(1) 酰胺的结构

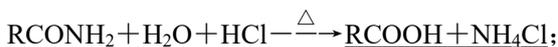
酰胺是羧酸分子中羟基被氨基所替代得到的化合物，其结构一般表示为 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ ，其中

的 $\text{R}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ 叫做酰基， $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{NH}_2$ 叫做酰胺基。



(2) 酰胺的性质

酰胺在酸或碱存在并加热的条件下可以发生水解反应。如果水解时加入碱，生成的酸就会变成盐，同时有氨气逸出。





「深度思考」

请举例说明氨、胺、酰胺和铵盐这4类物质在组成、结构、性质和用途上的不同，并设计表格进行比较。

提示

	组成	结构	性质	用途
氨	N、H	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	溶于水显碱性，能和酸或酸性物质发生反应	制冷剂、制造化肥和炸药
胺	C、N、H	R—NH ₂	胺类化合物具有碱性	合成医药、农药和染料等的化工原料
酰胺	C、N、O、H	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}-\text{C}-\text{N} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{R}_2 \quad \quad \text{R}_1 \end{array}$	酰胺在酸或碱存在并加热的条件下可以发生水解反应	作溶剂和化工原料
铵盐	N、H等	NH ₄ ⁺ 和酸根阴离子	受热易分解，可与碱反应产生氨气	工业、农业及日常生活中都有用途

随堂演练 知识落实

1. 在乙酸乙酯、乙醇、乙酸水溶液共存的化学平衡体系中加入含重氢的水，经过足够长的时间后，可以发现，除了水外，体系中含有重氢的化合物是()

- A. 只有乙醇 B. 只有乙酸
C. 乙酸乙酯、乙醇、乙酸 D. 只有乙醇和乙酸

答案 D

解析 酯化反应的原理：酸脱羟基，醇脱氢；而酯化反应为可逆反应，酯化反应生成的H—OH中的羟基来自羧酸、氢原子来自醇。向体系中加入含重氢的水，经过足够长的时间后，重水中的—OD进入了乙酸，D原子进入乙醇，所以最终含有重氢的化合物是乙酸和乙醇。

2. 能区别地沟油与矿物油的方法是()

- A. 点燃，能燃烧的是矿物油
B. 测定沸点，有固定沸点的是矿物油
C. 加入水中，浮在水面上的是地沟油
D. 加入足量氢氧化钠溶液共热，最后液体不分层的是地沟油

答案 D

解析 地沟油和矿物油均可燃烧，A项错误；地沟油和矿物油均为混合物，均没有固定的沸点，B项错误；地沟油和矿物油密度均小于水，均难溶于水，C项错误；地沟油主要成分为油脂，可在碱性条件下水解，因此地沟油与NaOH溶液共热后不再分层，矿物油为烃的混合物，不能与NaOH溶液反应，因此溶液分层，D项正确。

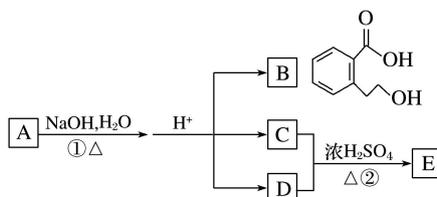
3. 下列关于胺、酰胺的性质和用途正确的是()

- A. 胺和酰胺都可以发生水解
- B. 胺具有碱性可以与酸反应生成盐和水
- C. 酰胺在酸性条件下水解可生成NH₃
- D. 胺和酰胺都是重要的化工原料

答案 D

解析 胺不能发生水解反应，胺与酸反应没有水生成，酰胺在酸性条件下水解可生成铵盐，A、B、C项不正确。

4. A、B、C、D、E均为有机物，它们具有如图所示的转化关系：



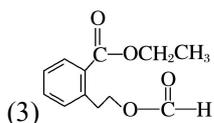
已知：C能与NaHCO₃发生反应，C、D相对分子质量相等，E能发生银镜反应，相对分子质量为74。

请回答下列问题：

- (1)写出C的名称：_____。E中含有的官能团(写结构简式)：_____、_____。写出有机物B可能发生的两种反应类型：_____。
- (2)写出反应②的化学方程式：_____；该反应加热的目的是_____。
- (3)A的结构简式为_____。

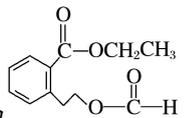
答案 (1)甲酸 —CHO —COOR 酯化反应、催化氧化反应、加成反应、消去反应(写出两种即可)

(2) $\text{HCOOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{HCOOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 加快反应速率，蒸出产物使平衡右移，提高酯的产量



解析 C能与NaHCO₃发生反应，说明C中含有羧基，E能发生银镜反应，说明E中含有醛基。再结合图中转化关系及反应条件可推知，反应②为酯化反应，E为甲酸某酯，且相对分

子质量为 74, C、D 的相对分子质量相等, 均为 $\frac{74+18}{2} = 46$, 则 C 为 HCOOH, D 为 CH₃CH₂OH,



E 为 HCOOCH₂CH₃。由框图转化关系及 B 的结构简式可推知, A 的结构简式为

有机物 B 中含有羧基、羟基、苯环, 羧基、羟基可以发生酯化反应, 即取代反应, 醇羟基可以发生消去反应生成碳碳双键, 还可以被氧化为醛基, 苯环可以与 H₂ 在一定条件下发生加成反应。

课时对点练

基础对点练

题组一 酯

1. 下列说法正确的是()

- A. RCO¹⁸O¹⁸H 与 R' OH 发生酯化反应时生成 R—CO¹⁸OR'
- B. 能与 NaOH 溶液反应, 分子式为 C₂H₄O₂ 的有机物一定是酸
- C. 甲酸乙酯、乙酸甲酯、丙酸互为同分异构体
- D. 甲醛与乙酸乙酯的最简式相同

答案 C

2. (2020·黑龙江省七台河田家炳高级中学高二期中)胆固醇是人体必需的生物活性物质, 分子式为 C₂₇H₄₆O, 一种胆固醇酯是液晶材料, 分子式为 C₃₄H₅₀O₂, 生成这种胆固醇酯的羧酸是()

- A. C₆H₅CH₂COOH
- B. C₆H₇COOH
- C. C₇H₅COOH
- D. C₆H₅COOH

答案 D

解析 醇的分子式为 C₂₇H₄₆O, 酯的分子式为 C₃₄H₅₀O₂, 结合酯化反应可知 C₂₇H₄₆O + 羧酸 → C₃₄H₅₀O₂ + H₂O, 由原子守恒可知, 羧酸中碳原子数为 34 - 27 = 7, 氢原子数为 50 + 2 - 46 = 6, 氧原子数为 2 + 1 - 1 = 2, 则羧酸为 C₆H₅COOH, 故选 D。

3. 某物质中可能有甲醇、甲酸、乙醇、甲酸乙酯几种物质中的一种或几种, 在鉴定时有下列现象:

- ①能发生银镜反应 ②加入新制的 Cu(OH)₂, 沉淀不溶解 ③与含酚酞的 NaOH 溶液共热时, 发现溶液中红色逐渐变浅

下列叙述正确的是()

- A. 有甲酸乙酯和甲酸
- B. 有甲酸乙酯和乙醇

- C. 有甲酸乙酯，可能有乙醇
D. 几种物质都有

答案 C

解析 能发生银镜反应说明甲酸乙酯、甲酸中至少有一种，但加入新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 后沉淀不溶解，说明无甲酸，必有甲酸乙酯，不能确定是否有甲醇和乙醇。

4. (2020·营口市第二高级中学高二期末)分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 的醇与 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 的羧酸在浓 H_2SO_4 存在时共热生成的酯有()

- A. 3种
B. 4种
C. 5种
D. 6种

答案 B

解析 分子式为 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ 的醇有两种，即 1-丙醇和 2-丙醇；分子式为 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ 的羧酸可以是丁酸，也可以是 2-甲基丙酸，共 2 种，所以在浓硫酸的作用下共热发生酯化反应可以生成 4 种不同的酯。

题组二 油脂

5. (2020·大连高二期末)难溶于水而且比水轻的含氧有机物是()

①硝基苯 ②甲苯 ③溴苯 ④植物油 ⑤蚁酸 ⑥乙酸乙酯 ⑦硬脂酸甘油酯

- A. ①②③
B. ④⑥⑦
C. ①②④⑤
D. ②④⑥⑦

答案 B

解析 甲苯和溴苯不含有氧元素，不符合含氧有机物的要求，排除掉，硝基苯、溴苯密度比水大，不满足比水轻的要求，应该排除掉，剩余的有机物还有：④植物油、⑤蚁酸、⑥乙酸乙酯、⑦硬脂酸甘油酯，由于⑤蚁酸能够溶于水，不符合要求，所以难溶于水而且比水轻的含氧有机物是④植物油、⑥乙酸乙酯、⑦硬脂酸甘油酯。

6. 从化学成分上讲，油脂属于酯类化合物，对于油脂和酯类化合物认识正确的是()

- A. 油和脂肪都属于酯类化合物，所以油和脂肪的结构相似
B. 自然界中的油脂是混合物，以甘油三酯为主要成分
C. 酯类化合物是高分子，自然界中的油脂是纯净物，以甘油三酯形式存在
D. 油脂属于酯类化合物，天然油脂是纯净物，没有固定熔、沸点

答案 B

解析 酯类化合物不是高分子，自然界中的油脂都是混合物，以甘油三酯形式存在，C 错误；油脂属于酯类化合物，天然油脂都是混合物，没有固定熔、沸点，D 错误。

题组三 酰胺

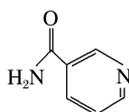
7. 下列说法不正确的是()

- A. 胺和酰胺都是烃的含氧衍生物

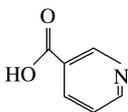
- B. 胺和酰胺都含有 C、N、H 元素
 C. 胺可以认为是烃中氢原子被氨基取代的产物
 D. 酰胺中一定含酰基

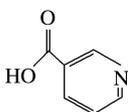
答案 A

8. 最近几年烟酰胺火遍了全网，它的美白功效一直以来都广受好评。烟酰胺的结构简式如图，下列有关叙述正确的是()



A. 烟酰胺属于胺

B. 烟酰胺在酸性条件下水解生成  和 NH_3

C. 烟酰胺在碱性条件下水解生成  和氨气

D. 烟酰胺分子中含有酰基和酰胺基

答案 D

解析 酰胺和胺属于两种不同的有机化合物，A 项错误；酰胺在酸性条件下水解生成羧酸和铵盐，B 项错误；酰胺在碱性条件下水解生成羧酸盐和氨气，C 项错误；烟酰胺分子中含有酰基和酰胺基，D 项正确。

9. 2002 年瑞典科学家发现，某些高温油炸食品中含有一定量的 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ (丙烯酰胺)。食品中过量的丙烯酰胺可能引起食品安全问题。关于丙烯酰胺有下列叙述：

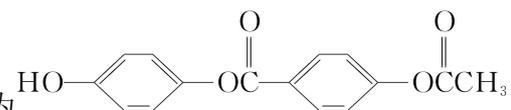
①能使酸性 KMnO_4 溶液褪色；②能发生加聚反应生成高分子化合物；③只有 4 种同分异构体；④能与氢气发生加成反应；⑤能与盐酸反应；⑥能与 NaOH 溶液反应。

其中正确的是()

- A. ①②③⑤ B. ②③④⑥
 C. ①③④⑤⑥ D. ①②④⑤⑥

答案 D

综合强化练

10. 某有机化合物 X 的结构简式为 。下列有关有机化合物 X 的说法正确的是()

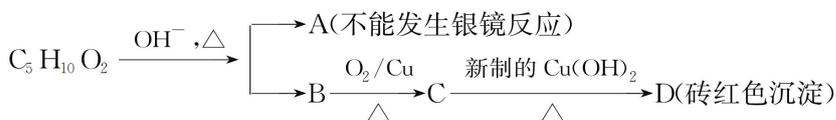
A. 有机化合物 X 的分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_5$

- B. 与浓溴水反应, 1 mol 有机化合物 X 最多消耗 8 mol Br₂
- C. 一定条件下, 1 mol 有机化合物 X 最多能与 8 mol H₂ 反应
- D. 1 mol 有机化合物 X 最多能与 5 mol NaOH 反应

答案 D

解析 根据结构简式确定分子式为 C₁₅H₁₂O₅, 故 A 错误; 苯环上酚羟基邻、对位氢原子能和溴发生取代反应, 1 mol 有机物 X 最多消耗 2 mol Br₂, 故 B 错误; 苯环能和氢气发生加成反应, 所以一定条件下, 1 mol 有机物 X 最多能与 6 mol H₂ 反应, 故 C 错误; 酚羟基和酯基水解生成的酚羟基、羧基能和 NaOH 发生反应, 1 mol 有机物 X 最多能与 5 mol NaOH 反应, 故 D 正确。

11. 已知



则符合要求的 C₅H₁₀O₂ 的结构有()

- A. 1 种 B. 2 种 C. 4 种 D. 5 种

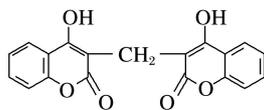
答案 C

解析 A 不能发生银镜反应, 则 A 不可能为 HCOOH, B 能催化氧化生成醛, 则 B 中含 —CH₂OH。若 A 为 CH₃COOH, 则 B 为 CH₃CH₂CH₂OH; 若 A 为丙酸, 则 B 为 CH₃CH₂OH;



若 A 为丁酸(两种: CH₃CH₂CH₂COOH、 $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$), 则 B 为 CH₃OH, 故对应的酯有 4 种。

12. (2020·化州市第一中学高二月考)某农民偶然发现他的一头小母牛食用腐败草料后, 血液不会凝固。科学家由此得到启发, 从腐败草料中提取出结构简式如图所示的双香豆素。下列关于双香豆素的推论错误的是()



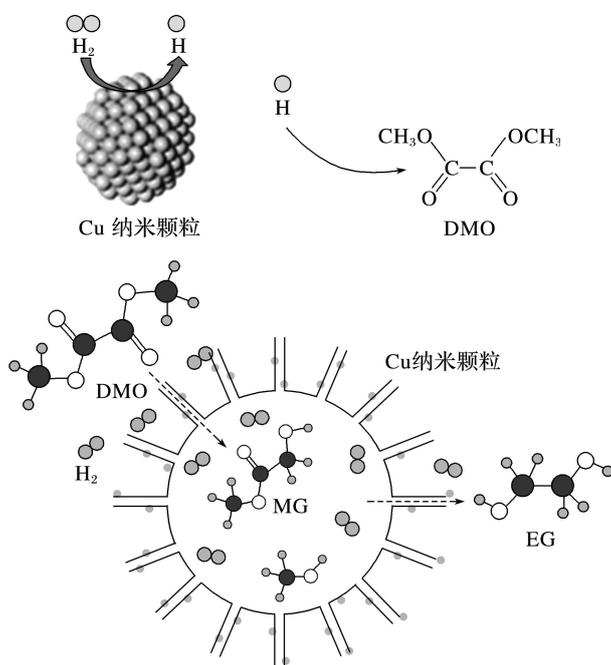
- A. 分子式为 C₁₉H₁₂O₆, 有望将它发展制得一种抗凝血药
- B. 它无嗅并略具芳香味, 因而可用来制备致命性出血型的杀鼠药
- C. 可发生水解、加成、氧化反应
- D. 1 mol 双香豆素在碱性条件下水解, 消耗 NaOH 6 mol

答案 D

解析 根据有机物碳原子成键特点, 其分子式为 C₁₉H₁₂O₆, A 正确; 因题干中说食用双香豆素后, 血液不会凝固, 因此可以制备致命性出血型的杀鼠药, 让老鼠中毒死亡, B 正确; 因含有酯基可以发生水解反应, 因存在双键可以发生加成、氧化反应, C 正确; 该分子中含有两个酯基, 酯基水解生成 2 个酚羟基和 2 个羧基; 酚羟基和羧基都和 NaOH 反应, 所以 1 mol

双香豆素在碱性条件下水解可消耗 NaOH 4 mol, D 错误。

13. (2020·成都月考)我国学者研制了一种纳米反应器,用于催化草酸二甲酯(DMO)和氢气反应获得 EG。反应过程示意图如下:



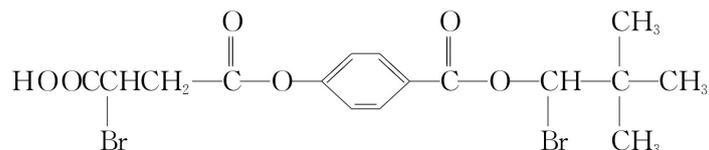
下列说法不正确的是()

- A. Cu 纳米颗粒将氢气解离成氢原子
- B. 反应过程中生成了 EG 和甲醇
- C. DMO 分子中只有碳氧单键发生了断裂
- D. EG 和甲醇不是同系物

答案 C

解析 由题图可知,氢气转化为 H 原子, Cu 纳米颗粒作催化剂,故 A 正确; DMO 中 C—O、C=O 均断裂,则反应过程中生成了 EG 和甲醇,故 B 正确, C 错误; EG 与甲醇中—OH 数目不同,二者不是同系物,故 D 正确。

14. (2020·烟台二中高二月考)某有机物 M 的结构简式如下,在足量 NaOH 水溶液中加热,然后用足量盐酸酸化后得到三种不同的有机物 A、B、C, A、B、C 中所含碳原子数依次增加。回答下列问题:



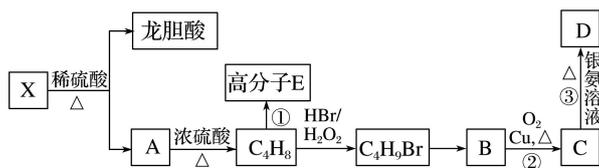
已知:同一个碳原子上结合两个羟基会自动脱水生成醛基。

- (1) 1 mol M 在加热条件下与足量 NaOH 的水溶液反应,消耗 NaOH 的物质的量为_____。
- (2) B 中含有的官能团名称为_____。

(5)写出满足下列条件的龙胆酸的两种同分异构体的结构简式：_____、_____。

- ①能发生银镜反应；
- ②能使 FeCl_3 溶液显色；
- ③酯类；
- ④苯环上的一氯代物只有 2 种。

(6)已知 X 及其他几种有机化合物存在如下转化关系，且测得 C_4H_8 含有 1 个支链，A 的核磁共振氢谱中有 2 组吸收峰。

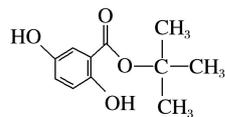
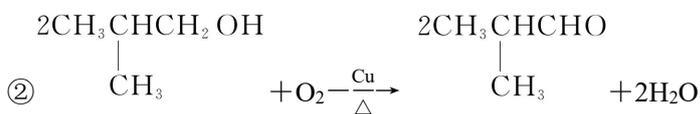
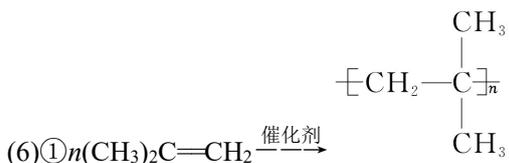
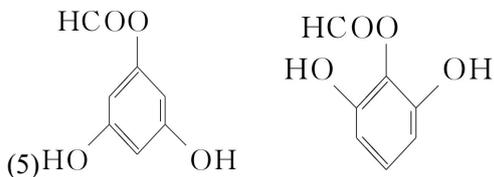
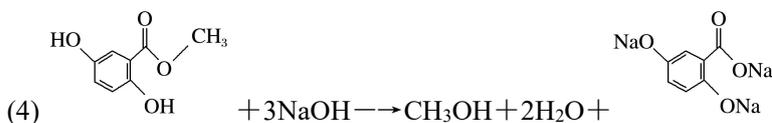


写出下列反应的化学方程式：

- ① _____；
- ② _____；
- ③ _____。

写出 X 的结构简式：_____。

答案 (1)(酚)羟基、酯基 (2) $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ (3)bc

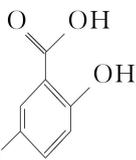


解析 (1)由龙胆酸甲酯的结构简式可知，含(酚)羟基、酯基。

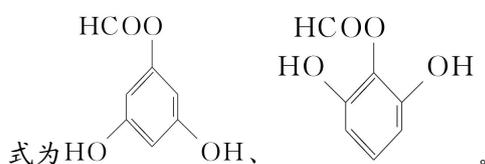
(2)由龙胆酸甲酯的结构简式可知，其分子式为 $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ 。

(3)酚羟基、酯基均不能发生消去反应，故 a 错误；龙胆酸甲酯中有苯环，能与氢气发生加成反应，故 b 正确；龙胆酸甲酯中有酚羟基，且酚羟基所连碳原子的邻位碳上有 H 原子，能与浓溴水反应，故 c 正确。

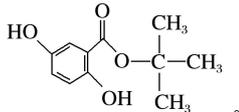
(4)酚羟基、酯基均与 NaOH 反应。



(5)龙胆酸的结构简式为 $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ ，其同分异构体满足：①能发生银镜反应，说明含—CHO；②能使 FeCl_3 溶液显色，说明含酚羟基；③酯类，含—COO—；④苯环上的一氯代物只有 2 种，说明苯环上有 2 种不同化学环境的氢原子，则符合条件的同分异构体的结构简



(6)由 X 水解生成龙胆酸和 A，A 在浓硫酸作用下发生消去反应生成含有 1 个支链的烯烃 C_4H_8 ，可知 A 为醇，A 的核磁共振氢谱有 2 组峰，可知 A 中有 2 种不同化学环境的氢原子，所以 A

为 $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$ ，烯烃 C_4H_8 的结构简式为 $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ ，X 的结构简式是 。B 能经过两步氧化生成 D，则 B 为伯醇，即为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$ ，根据 B 生成 C 的反应条件可知，C 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHO}$ ，D 为 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOONH}_4$ 。