

# 江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第二学期高二化学学科导学案

## 专题 1 第二单元 科学家怎样研究有机物

### 第 2 课时 有机化合物和有机化学反应的研究

研制人：杨震 审核人：李萍

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 授课日期：\_\_\_\_\_

#### 本课在课程标准中的表述：

认识分离和提纯有机化合物的常见方法；能结合实例说明有机分子结构测定常用的仪器分析方法；能运用现代分析技术对简单有机物的结构进行分析和表征；能列举有机化学反应历程研究的方法和意义。

#### 【学习目标】

1. 会应用  $^1\text{H}$  核磁共振谱图分析简单有机物的结构，知道核磁共振波谱法、红外光谱法、质谱法在研究有机物结构中的应用。

2. 知道有机化学方程式与反应机理的关系，了解研究有机反应机理的基本方法，形成有机化学研究的思维模型。

3. 了解甲烷卤代反应、酯化反应、酯水解反应及烯烃加成反应的机理，能根据有机物的结构特点推理有机反应的机理，培养证据推理和模型认知能力。

#### 【学习过程】

#### 导学：知识梳理

#### 一、有机化合物结构的研究

##### 1. 基团理论

(1) 有机物的结构特点：在有机化合物分子中，原子主要通过\_\_\_\_\_结合在一起。原子之间\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_的不同导致了所形成物质在性质上的差异。

(2) 基团理论是 1838 年德国化学家\_\_\_\_\_提出的，常见的基团有羟基\_\_\_\_\_、醛基\_\_\_\_\_、羧基\_\_\_\_\_、氨基\_\_\_\_\_、烃基\_\_\_\_\_等，不同的基团有不同的结构和性质特点。

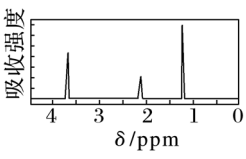
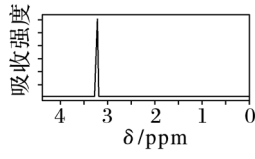
##### 2. 现代化学测定有机物结构的方法

##### (1) 核磁共振波谱

$^1\text{H}$  核磁共振谱在确定有机物分子结构中的作用是推知有机物中有几种不同化学环境的氢原子。

$^1\text{H}$  核磁共振谱中有多少组峰，有机物分子中就有多少种处于\_\_\_\_\_的氢原子；峰的面积比就是对应的处于\_\_\_\_\_的氢原子的\_\_\_\_\_比。

例如：乙醇和二甲醚的  $^1\text{H}$  核磁共振谱图分析

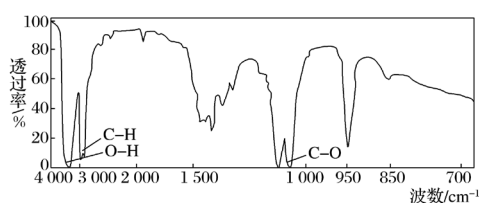
	乙醇	二甲醚
$^1\text{H}$ 核磁共振谱图		
结论	氢原子类型有__种，不同氢原子的个数之比为_____	氢原子类型有__种

##### (2) 红外光谱

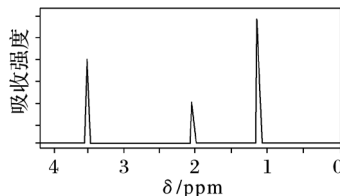
①原理：不同官能团或化学键在红外光辐射下的特征吸收频率不同，在红外光谱图上将处于不同的位置。

②作用：初步判断有机物中含有的\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_。

例如，分子式为  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  的有机物的红外光谱图如图(a)， $^1\text{H}$  核磁共振谱图如图(b)：



(a) 红外光谱图



(b)  $^1\text{H}$ 核磁共振谱图

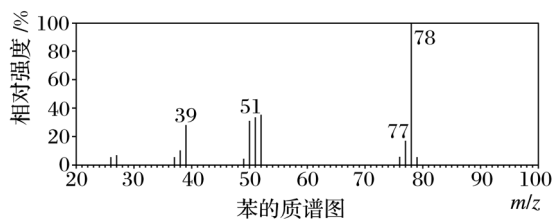
则该有机物的结构简式为\_\_\_\_\_。

### 3. 质谱法

(1)原理：用高能电子束轰击有机物分子，使之分离成带电的“碎片”，不同带电“碎片”的质量( $m$ )和所带电荷( $z$ )的比值不同，就会在不同的  $m/z$  处出现对应的特征峰，质荷比( $m/z$ )\_\_\_\_值就是有机物的相对分子质量。

(2)作用：测定有机物的\_\_\_\_\_。

例如：



，则苯的相对分子质量为\_\_\_\_\_。

## 二、有机化学反应的研究

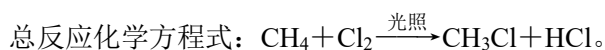
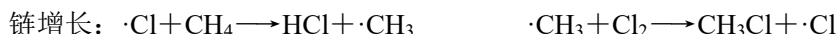
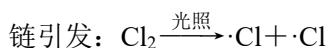
### 1. 反应机理

又称\_\_\_\_\_，指\_\_\_\_\_转变为\_\_\_\_\_所经历的\_\_\_\_\_。有机化学的反应机理揭示了反应中化学键因\_\_\_\_\_的相互作用而发生\_\_\_\_\_形成\_\_\_\_\_。

### 2. 有机反应机理研究

#### (1)甲烷取代反应的反应机理

为了探究甲烷取代反应的反应机理，人们借助核磁共振仪和红外光谱仪对该反应过程进行研究，记录到 $\cdot\text{Cl}$ 的核磁共振谱线和 $\cdot\text{CH}_3$ 等基团的存在。于是认识到 $\text{CH}_4$ 与 $\text{Cl}_2$ 的反应机理为\_\_\_\_\_。具体过程为：



#### (2)反应机理的研究方法——同位素示踪法

①将反应物中某元素的原子替换为该元素的同位素原子，反应后再检验该同位素原子所在的生成物，从而确定化学反应机理的一种方法。

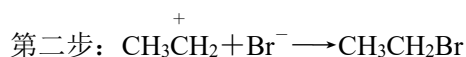
②乙酸乙酯水解原理：将乙酸乙酯与 $\text{H}_2^{18}\text{O}$ 混合后加入稀 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 作催化剂，反应一段时间后检测到存在 $^{18}\text{O}$ 的物质有两种：一种是 $\text{H}_2^{18}\text{O}$ ，另一种是 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})^{18}\text{OH}$ 。于是判断酯水解时断裂的是酯基上的\_\_\_\_\_键，在\_\_\_\_\_的

碳原子上加上羟基，反应的化学方程式为 $\text{CH}_3\text{C}(=\text{O})\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2^{18}\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{稀H}_2\text{SO}_4} \text{CH}_3\text{C}(=\text{O})^{18}\text{OH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ，明确了酯

水解的反应机理，反过来也认识到了酯化反应的反应机理，即酸脱\_\_\_\_\_，醇脱\_\_\_\_\_。

#### (3)乙烯和 $\text{HBr}$ 加成反应的研究

利用质谱仪可以检测出反应过程中产生的中间体——乙烯碳正离子( $\text{CH}_3\text{CH}_2^+$ )，推断该反应为\_\_\_\_\_，反应机理如下：



总反应的化学方程式： $\text{HBr} + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 。

## 自测

1. 下列描述中正确的打“√”，错误的打“×”。

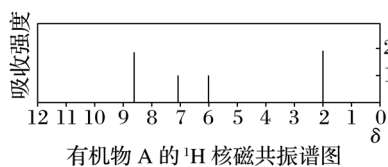
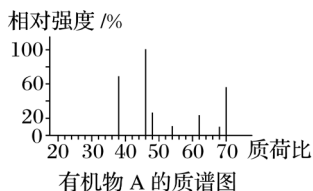
- (1) “—OH”和“OH”的电子数相同，都是独立存在的基团( )
- (2) 李比希提出的基团就是我们后来研究的官能团( )
- (3)  $^1\text{H}$ 核磁共振谱图中有几组吸收峰就有几个氢原子( )
- (4) 质谱法、红外光谱法和  $^1\text{H}$ 核磁共振谱法均能确定有机物的分子结构( )
- (5) 质谱图中，质荷比最大的数值就是有机物的相对分子质量( )
- (6) 通过红外光谱分析，可初步判断有机物中含哪些基团( )

2. 下列描述中正确的打“√”，错误的打“×”。

- (1)  $\text{Cl}_2$ 在水中也能产生  $\text{Cl}^-$ ，因此可以和  $\text{CH}_4$ 发生取代反应( )
- (2) 根据  $\text{CH}_4$ 和  $\text{Cl}_2$ 反应的机理，反应不能得到纯净的  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ( )
- (3) 1 mol  $\text{CH}_4$ 和 1 mol  $\text{Cl}_2$ 在光照条件下发生反应，得到 1 mol  $\text{CH}_3\text{Cl}$ 和 1 mol  $\text{HCl}$ ( )
- (4) 同位素示踪法研究化学反应，利用的是同位素的化学性质不同( )
- (5) 含  $^{18}\text{O}$ 的乙醇和乙酸在浓硫酸作用下发生酯化反应， $^{18}\text{O}$ 可以存在于生成的水中( )
- (6)  $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}=\text{CH}_2$ 和  $\text{HBr}$ 的加成反应中，利用质谱仪检测出反应过程中产生两种中间体， $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$ 和  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{+}{\text{C}}\text{H}_2$ ，则最终的加成产物应为 2 种( )

## 导思:

1. 某纯净有机物 A 的红外光谱表征到  $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$  和  $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagdown \end{array}$  的存在，经质谱仪、核磁共振仪得到下列质谱图和  $^1\text{H}$ 核磁共振谱图：



(1) 该有机物的分子式为\_\_\_\_\_。

(2) 该有机物的结构简式为\_\_\_\_\_，在一定条件下生成高聚物的化学方程式为\_\_\_\_\_。

2. 已知乙烯加聚生成聚乙烯的过程中，催化剂(I)可形成含有一个未成对电子的自由基  $\text{R}\cdot$ ，自由基  $\text{R}\cdot$ 和  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ 链引发形成  $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\cdot$ ，然后经过链增长和链终止最终形成聚乙烯，试完成下列反应过程：

(1) 催化剂(I)  $\xrightarrow{\text{分解}}$   $2\text{R}\cdot$  (初级自由基)

(2) 链引发:  $\text{R}\cdot + \text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow$  \_\_\_\_\_ (链增长活性中心)

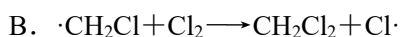
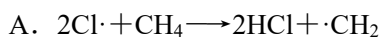
(3) 链增长:  $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2\cdot + m\text{CH}_2=\text{CH}_2 \cdots \longrightarrow$  \_\_\_\_\_

(4) 链终止:  $\text{R}-[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n-\text{CH}_2-\text{CH}_2\cdot + \text{R}\cdot \longrightarrow$  催化剂(I) +  $[\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$

反应总化学方程式:  $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} [\text{CH}_2-\text{CH}_2]_n$

### 导练:

1. 已知  $\text{CH}_4$  与  $\text{Cl}_2$  反应的产物中除  $\text{CH}_3\text{Cl}$  外, 还有  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、 $\text{CCl}_4$ 。下列关于生成  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  的过程中, 可能出现的是( )



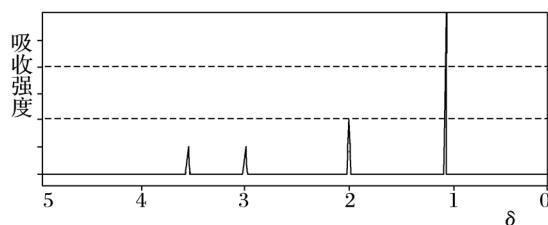
2. 根据研究有机物的步骤和方法填空:

(1)测得 A 的蒸气密度是同状况下甲烷的 4.375 倍。则 A 的相对分子质量为\_\_\_\_\_。

(2)将 5.6 g A 在足量氧气中燃烧, 并将产物依次通过浓硫酸和碱石灰, 分别增重 7.2 g 和 17.6 g。则 A 的实验式为\_\_\_\_\_, A 的分子式为\_\_\_\_\_。

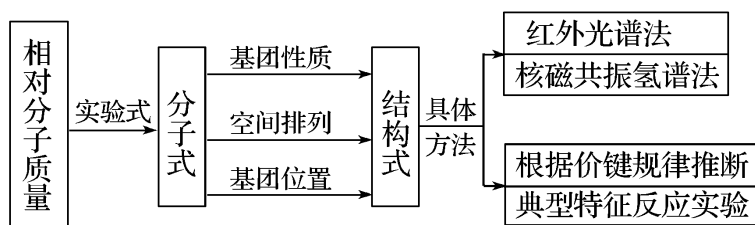
(3)将 A 通入溴水, 溴水褪色, 说明 A 属于\_\_\_\_\_, 若不褪色, 则 A 属于\_\_\_\_\_。

(4)A 的  $^1\text{H}$  核磁共振谱如图:



综上所述, A 的结构简式为\_\_\_\_\_。

### 导航:



### 导悟:

**江苏省仪征中学 2021—2022 学年度第二学期高二化学学科作业**  
**专题 1 第二单元 科学家怎样研究有机物**  
**第 2 课时 有机化合物和有机化学反应的研究**

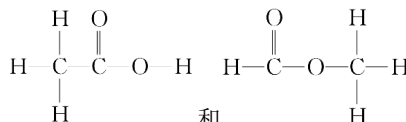
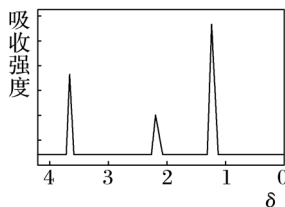
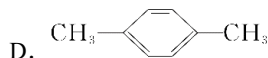
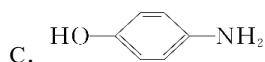
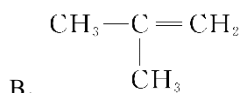
研制人：杨震      审核人：李萍

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_ 时间：\_\_\_\_\_ 作业时长：30 分钟

**一、选择题(共 8 小题，每小题只有一个选项符合题意)**

1. 为测定某有机物的结构，用核磁共振仪处理后得到如图所示的  $^1\text{H}$  核磁共振谱图，则该有机物可能是 ( )

A.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



在下列哪种检测仪上显示出的信号是完全相同的 ( )

A. 李比希元素分析仪

B. 红外光谱仪

C. 核磁共振仪

D. 质谱仪

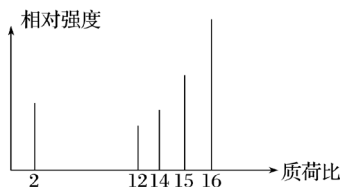
3. 质谱法是让极少量的( $10^{-9}$  g)化合物通过质谱仪的离子化室使样品分子大量离子化，少量分子碎裂成更小的离子，如  $\text{C}_2\text{H}_6$  离子化后可得到  $\text{C}_2\text{H}_6^+$ 、 $\text{C}_2\text{H}_5^+$ 、 $\text{C}_2\text{H}_4^+$ ...，然后测定其质荷比。某有机物样品的质荷比如图所示(假设离子均带一个单位正电荷，相对强度与该离子的多少有关)，则该有机物是 ( )

A. 甲醇

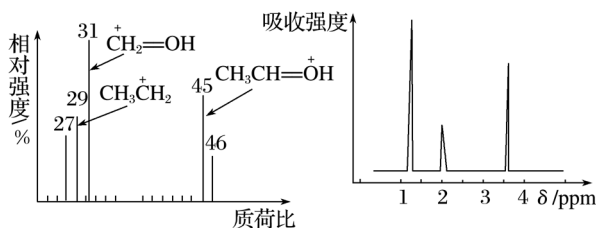
B. 甲烷

C. 丙烷

D. 乙烯



4. 某有机物 A 用质谱仪测定如图①， $^1\text{H}$  核磁共振谱图如图②，则 A 的结构简式可能是 ( )



图①

图②

A.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

B.  $\text{CH}_3\text{CHO}$

C.  $\text{HCOOH}$

D.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

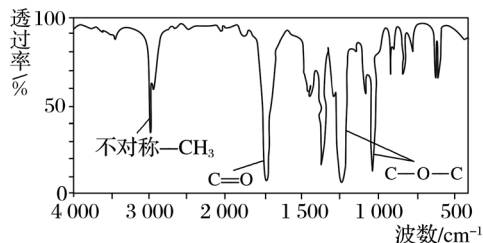
5. 有机物 Y 的分子式为  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，其红外光谱图如图，则该有机物的可能结构为 ( )

A.  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$

B.  $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$

C.  $\text{HCOOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

D.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$



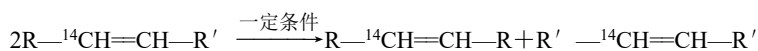
6. 某化合物由碳、氢、氧三种元素组成，其红外光谱图有 C—H、C=O、C—O 的振动吸收，该有机物的相对分子质量是 60，则该有机物的结构简式是 ( )

- A. CH<sub>3</sub>COOCH<sub>3</sub>    B. HCOOCH<sub>3</sub>  
C. CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>    D. CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OCH<sub>3</sub>

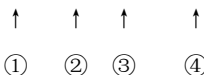
7. “同位素示踪法”可帮助人们认识化学反应的机理，下列用“示踪原子”标示的化学方程式正确的是 ( )

- A. 乙酸乙酯在酸性条件下水解： $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2^{18}\text{O} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$   
B. 氯酸钾和浓盐酸反应： $\text{K}^{37}\text{ClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{K}^{37}\text{Cl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$   
C. 乙醇催化氧化： $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + ^{18}\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{Cu}} 2\text{CH}_3\text{CH}^{18}\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$   
D.  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{CO}^{18}\text{OCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

8. 化学反应的实质就是旧键的断裂和新键的形成。欲探讨发生化学反应时分子中化学键在何处断裂的问题，近代科技常用同位素示踪法。如有下列反应：



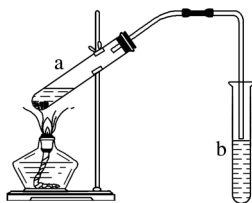
可以推知，下面的物质反应时断裂的化学键应是( )



- A. ①③                      B. ①④                      C. ②                      D. ②③

## 二、非选择题(共 1 小题)

9\*. 酯化反应是中学有机化学反应中重要的反应之一。如图为乙酸乙酯的制备装置图，a 试管中装有适当过量的无水乙醇、2 mL 浓硫酸和 2 mL 冰醋酸，小心均匀加热(避免副反应)至充分反应，请回答：



(1) 写出反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(2) b 试管中装的液体通常是\_\_\_\_\_，实验时往往在 b 试管中可以看到少量气泡，写出与此现象对应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

(3) 甲同学为了研究该反应机理使用了 <sup>2</sup>H 作同位素示踪原子，你认为合理吗？为什么？  
\_\_\_\_\_；

乙同学采用“CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub><sup>18</sup>OH”做该实验，结果含 <sup>18</sup>O 原子的产物的结构简式为\_\_\_\_\_，乙酸分子中被取代的原子团的电子式为\_\_\_\_\_。

(4) 浓硫酸在该反应中的作用是催化剂和\_\_\_\_\_剂，以此加快反应速率和\_\_\_\_\_。  
\_\_\_\_\_ (用化学平衡知识答题)。