

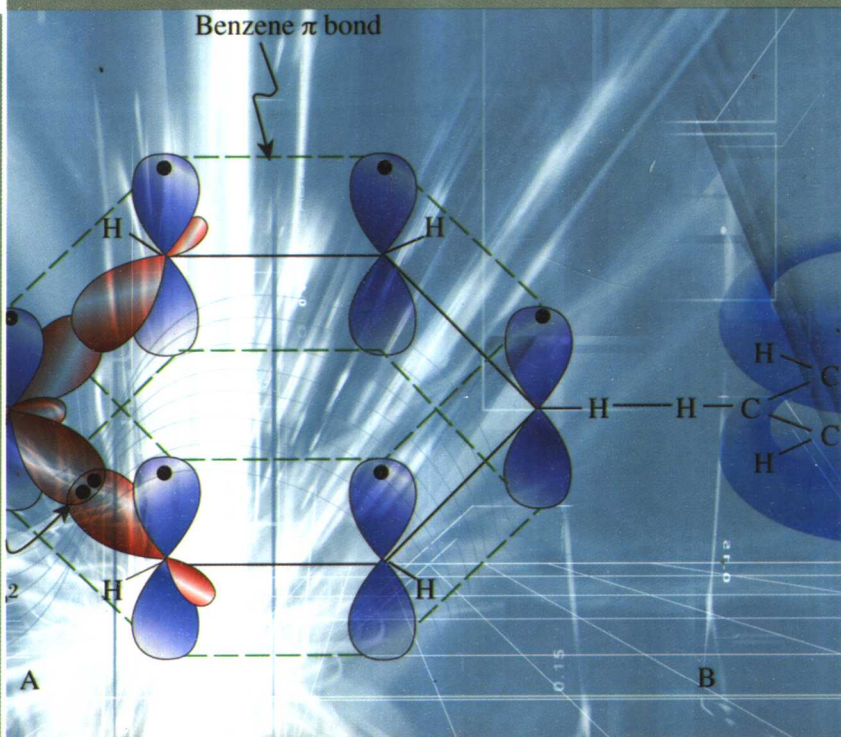
21世纪高等院校教材  
上海市精品课程配套教材

章 焯 黄孟娇 编

# 有机化学

## 习题精解与

## 考研指导



上海交通大学出版社

## 内 容 简 介

本书为面向 21 世纪的上海市精品课程配套教材,既可作为章焯主编的《有机化学》的配套教学参考书,也可以作为其他版本教材的学习指导书。

本书内容覆盖了教学大纲所要求的基本概念、基本理论和基本方法,全书包括绪论、烷烃、烯烃、炔烃和二烯烃、脂环烃等 18 章。每章又分基本要求、基本内容、例题分析、问题和参考答案、习题和参考答案五个部分。模拟卷参考了近几年上海交通大学的期中期末考试题、硕士研究生入学考试模拟试卷,基本体现了该校研究生入学考试的范围。

本书综合性较强,可供高等院校化学化工专业、生命科学、药学、医学、农学等相关专业的教师和学生作为教学参考书,且对于学生备考有机化学的各种结业考试,以及研究生入学考试亦有指导意义。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学习题精解与考研指导/章焯,黄孟娇编.

—上海:上海交通大学出版社,2007

21 世纪高等院校教材.上海市精品课程配套教材

ISBN 978-7-313-04657-4

I. 有... II. ①章... ②黄... III. 有机化学-高等学校-教学参考资料 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 159886 号

## 有 机 化 学

习题精解与考研指导

章 焯 黄孟娇 编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

上海交大印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:880mm × 1230mm 1/32 印张:15.75 字数:450 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

印数:1-4050

ISBN 978-7-313-04657-4/0·200 定价:25.00 元

版权所有 侵权必究

# 前 言

本书为科学出版社出版、面向 21 世纪的上海市精品课程配套教材——章焯主编的《有机化学》的配套教学参考书，也可以作为其他版本教材的学习指导书。

全书分为 18 章，每章的内容结构分为五个部分：

- 基本要求——依据工科院校的教学大纲，对每章的知识点提出要求，便于初学者掌握各章的重点。

- 基本内容——通过结构与性质的关系，概括和总结了本章的基本概念、基本理论和基本反应，并针对本章的重点、难点进行了较为详细的解释，便于读者理解和掌握有机反应的规律和特点。

- 例题分析——参考大量国内外的相关教材，精心挑选了部分题目作为例题。这些例题突出了教学的基本要求和重点内容，与书后习题相比具有一定的难度。例题的讲解力求介绍解题思路和解题技巧，旨在启发学生思维、提高学生解题能力，起到复习、巩固和拓宽知识的作用。

- 问题和参考答案——这部分是与《有机化学》(章焯主编)教材配套的题目，与各章的基本内容十分贴切，属于基础知识。

- 习题和参考答案——这部分题目也是与教材配套的题目，通过相关习题的练习，有助于学生掌握各章的重点内容，巩固所学的知识。

书后配有模拟试卷，试卷分为期中和期末两部分，便于学生在不同阶段的复习，试卷包含的内容比较全面，每一份的题量也比较大。硕士研究生入学考试模拟卷，则涵盖了上海交通大学研究生入学考试的大致范围，对于同学们研究生入学考试具有一定的指导意义。

苏跃增副教授编写了第 14 章的全部内容,在此表示感谢。

限于编者的水平,书中难免存在一些错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2006 年 10 月于上海交通大学

# 目 录

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| <b>第 1 章 绪论</b> .....     | ( 1 )  |
| 1.1 基本要求 .....            | ( 1 )  |
| 1.2 基本内容 .....            | ( 1 )  |
| 1.3 例题分析 .....            | ( 2 )  |
| 1.4 问题和参考答案 .....         | ( 4 )  |
| 1.5 习题和参考答案 .....         | ( 5 )  |
| <b>第 2 章 烷烃</b> .....     | ( 10 ) |
| 2.1 基本要求 .....            | ( 10 ) |
| 2.2 基本内容 .....            | ( 10 ) |
| 2.3 例题分析 .....            | ( 11 ) |
| 2.4 问题和参考答案 .....         | ( 16 ) |
| 2.5 习题和参考答案 .....         | ( 19 ) |
| <b>第 3 章 烯烃</b> .....     | ( 24 ) |
| 3.1 基本要求 .....            | ( 24 ) |
| 3.2 基本内容 .....            | ( 24 ) |
| 3.3 例题分析 .....            | ( 29 ) |
| 3.4 问题和参考答案 .....         | ( 35 ) |
| 3.5 习题和参考答案 .....         | ( 40 ) |
| <b>第 4 章 炔烃和二烯烃</b> ..... | ( 49 ) |
| 4.1 基本要求 .....            | ( 49 ) |
| 4.2 基本内容 .....            | ( 49 ) |
| 4.3 例题分析 .....            | ( 53 ) |
| 4.4 问题和参考答案 .....         | ( 58 ) |
| 4.5 习题和参考答案 .....         | ( 62 ) |

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| <b>第 5 章 脂环烃</b> .....    | ( 69 )  |
| 5.1 基本要求 .....            | ( 69 )  |
| 5.2 基本内容 .....            | ( 69 )  |
| 5.3 例题分析 .....            | ( 71 )  |
| 5.4 问题和参考答案 .....         | ( 74 )  |
| 5.5 习题和参考答案 .....         | ( 76 )  |
| <b>第 6 章 芳烃、芳香性</b> ..... | ( 80 )  |
| 6.1 基本要求 .....            | ( 80 )  |
| 6.2 基本内容 .....            | ( 80 )  |
| 6.3 例题分析 .....            | ( 82 )  |
| 6.4 问题和参考答案 .....         | ( 91 )  |
| 6.5 习题和参考答案 .....         | ( 101 ) |
| <b>第 7 章 对映异构</b> .....   | ( 110 ) |
| 7.1 基本要求 .....            | ( 110 ) |
| 7.2 基本内容 .....            | ( 110 ) |
| 7.3 例题分析 .....            | ( 114 ) |
| 7.4 问题和参考答案 .....         | ( 120 ) |
| 7.5 习题和参考答案 .....         | ( 122 ) |
| <b>第 8 章 卤代烃</b> .....    | ( 129 ) |
| 8.1 基本要求 .....            | ( 129 ) |
| 8.2 基本内容 .....            | ( 129 ) |
| 8.3 例题分析 .....            | ( 134 ) |
| 8.4 问题和参考答案 .....         | ( 141 ) |
| 8.5 习题和参考答案 .....         | ( 145 ) |
| <b>第 9 章 醇、酚、醚</b> .....  | ( 156 ) |
| 9.1 基本要求 .....            | ( 156 ) |
| 9.2 基本内容 .....            | ( 156 ) |
| 9.3 例题分析 .....            | ( 167 ) |
| 9.4 问题和参考答案 .....         | ( 178 ) |

|             |   |       |
|-------------|---|-------|
| 9.5         | 习题和参考答案                                   | (186) |
| <b>第10章</b> | <b>醛、酮</b>                                | (202) |
| 10.1        | 基本要求                                      | (202) |
| 10.2        | 基本内容                                      | (202) |
| 10.3        | 例题分析                                      | (212) |
| 10.4        | 问题和参考答案                                   | (224) |
| 10.5        | 习题和参考答案                                   | (231) |
| <b>第11章</b> | <b>羧酸及其衍生物</b>                            | (242) |
| 11.1        | 基本要求                                      | (242) |
| 11.2        | 基本内容                                      | (242) |
| 11.3        | 例题分析                                      | (250) |
| 11.4        | 问题和参考答案                                   | (260) |
| 11.5        | 习题和参考答案                                   | (268) |
| <b>第12章</b> | <b><math>\beta</math>-二羰基化合物在有机合成上的应用</b> | (281) |
| 12.1        | 基本要求                                      | (281) |
| 12.2        | 基本内容                                      | (281) |
| 12.3        | 例题分析                                      | (287) |
| 12.4        | 问题和参考答案                                   | (298) |
| 12.5        | 习题和参考答案                                   | (304) |
| <b>第13章</b> | <b>含氮和含磷化合物</b>                           | (314) |
| 13.1        | 基本要求                                      | (314) |
| 13.2        | 基本内容                                      | (314) |
| 13.3        | 例题分析                                      | (317) |
| 13.4        | 问题和参考答案                                   | (328) |
| 13.5        | 习题和参考答案                                   | (334) |
| <b>第14章</b> | <b>有机化合物的波谱知识</b>                         | (342) |
| 14.1        | 基本要求                                      | (342) |
| 14.2        | 基本内容                                      | (342) |
| 14.3        | 例题分析                                      | (345) |

|              |                           |       |
|--------------|---------------------------|-------|
| 14.4         | 问题和参考答案                   | (354) |
| 14.5         | 习题和参考答案                   | (358) |
| <b>第15章</b>  | <b>杂环化合物</b>              | (364) |
| 15.1         | 基本要求                      | (364) |
| 15.2         | 基本内容                      | (364) |
| 15.3         | 例题分析                      | (367) |
| 15.4         | 问题和参考答案                   | (371) |
| 15.5         | 习题和参考答案                   | (374) |
| <b>第16章</b>  | <b>氨基酸、蛋白质、核酸</b>         | (384) |
| 16.1         | 基本要求                      | (384) |
| 16.2         | 基本内容                      | (384) |
| 16.3         | 例题分析                      | (389) |
| 16.4         | 问题和参考答案                   | (393) |
| 16.5         | 习题和参考答案                   | (395) |
| <b>第17章</b>  | <b>碳水化合物</b>              | (401) |
| 17.1         | 基本要求                      | (401) |
| 17.2         | 基本内容                      | (401) |
| 17.3         | 例题分析                      | (407) |
| 17.4         | 问题和参考答案                   | (414) |
| 17.5         | 习题和参考答案                   | (418) |
| <b>第18章</b>  | <b>类脂、萜类和甾族化合物</b>        | (424) |
| 18.1         | 基本要求                      | (424) |
| 18.2         | 基本内容                      | (424) |
| 18.3         | 例题分析                      | (427) |
| 18.4         | 问题和参考答案                   | (431) |
| 18.5         | 习题和参考答案                   | (433) |
| <b>附录 I</b>  | <b>期中和期末模拟试卷及参考答案</b>     | (437) |
| <b>附录 II</b> | <b>硕士研究生入学考试模拟试卷及参考答案</b> | (470) |



# 第 1 章 绪 论

## 1.1 基本要求

1. 掌握有机化合物与有机化学的定义,有机化合物的特点。
2. 掌握有机化合物的结构特点,熟悉共价键的性质及杂化类型。
3. 掌握共价键的断裂方式、有机反应类型及其反应机理。

## 1.2 基本内容

### 1. 有机化合物及其特点

有机化合物是指“碳氢化合物及其衍生物”。组成有机化合物的主要元素包括 C、H、O、N、S、P、X。

有机化合物基本上是共价分子,即组成分子各原子之间大都以共价键相连,与无机化合物的性质有较大的差异。有机物一般具有易燃烧,熔、沸点低,难溶于水,易溶于有机溶剂,同分异构现象普遍存在,反应速度慢,副反应多,产物复杂等特点。

### 2. 有机化合物的结构

组成分子的若干个原子在分子内按一定的顺序和结合方式连接,这种排列和结合的方式称为结构。由于结合成链的方式主要是共价键,因而在有机分子中就有  $\sigma$  键和  $\pi$  键。共价键具有饱和性和方向性,因此有机化合物也具有一定的立体形状,一般用 Kekule 模型和 Stuart 模型表示。

### 3. 共价键的断裂方式与反应类型

共价键的断裂和形成是有机反应的本质。共价键的断裂有均裂和异裂两种方式,前者一般要在光照或高温加热下进行,后者一般要在酸、碱催化或极性物质存在下进行。



#### 4. 反应机理

反应机理也称反应历程,是一个反应发生所经历的过程,包括旧键的断裂、新键的形成,以及生成的中间体和催化剂的参与过程。

### 1.3 例题分析

**[例题 1]** 写出下列化合物可能的结构式,并指出所含的官能团。

(1)  $C_4H_6$  (2)  $C_2H_4O$  (3)  $C_2H_4O_2$  (4)  $C_4H_9Br$

解:(1)的结构式: $H_2C=CH-CH=CH_2$      $CH_3-C\equiv C-CH_3$

$HC\equiv C-CH_2CH_3$     □

所含官能团:  $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagdown \end{array}$      $-C\equiv C-$

(2)的结构式:  $H_3C-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$      $H_2C \begin{array}{c} \diagup O \diagdown \\ \text{---} \end{array} CH_2$

所含官能团:  $-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$  ,  $-\begin{array}{c} \diagup O \diagdown \\ \text{C} \text{---} \text{C} \\ | \qquad | \end{array}-$

(3)的结构式:  $H_3C-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$      $H_3C-O-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-H$

所含官能团:  $-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-OH$  ,  $-\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ O-C \end{array}-$

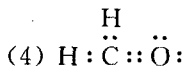
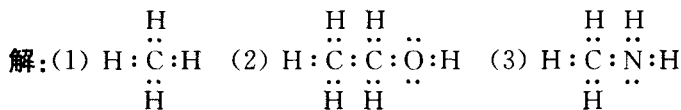
(4)的结构式:  $CH_3CH_2CH_2CH_2Br$      $CH_3CH_2\underset{\underset{Br}{|}}{CH}CH_3$

$CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}CH_2Br$      $H_3C-\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}-Br$

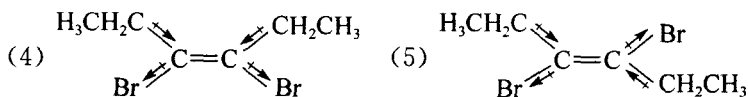
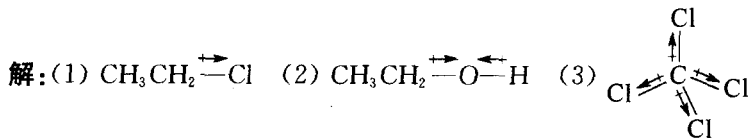
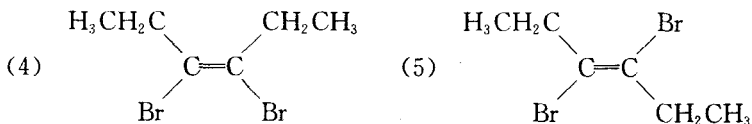
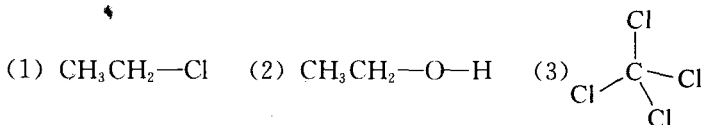
所含官能团:  $-Br$

**[例题 2]** 写出下列化合物价电子层的简单电子结构式。

(1)  $CH_4$  (2)  $CH_3CH_2OH$  (3)  $CH_3NH_2$  (4)  $HCHO$

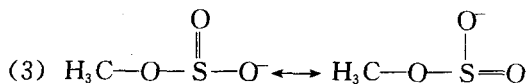
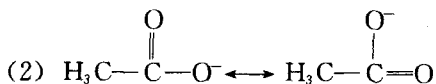
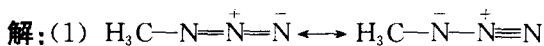
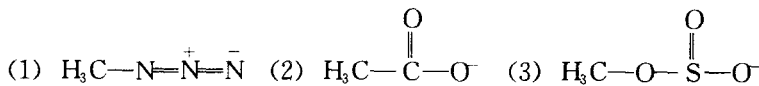


【例题3】 在下列化合物中,以  $\rightarrow$  表示出所有以短线相连的原子或基团间的键的极性,并指出哪些分子为极性分子。



(1)、(2)、(4)为极性分子。

【例题4】 用共振式来表示下列式子。



## 1.4 问题和参考答案

**问题 1.1** 典型有机化合物和典型无机化合物性质有何不同? 请举例说明。

解: 见教材 P2~3。

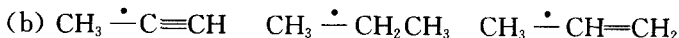
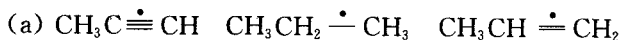
**问题 1.2** (1) 试解释原子轨道、分子轨道、成键轨道和反键轨道。

(2) 指出下列各化合物分子中碳原子杂化状态:

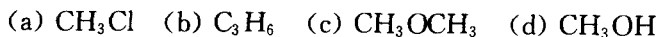


解: 略。

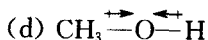
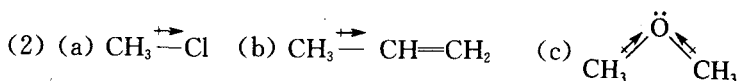
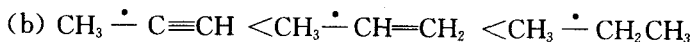
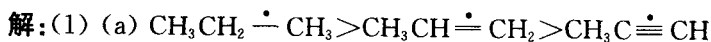
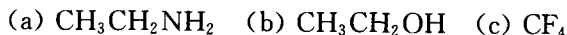
**问题 1.3** (1) 对指定的碳碳键按键长增加的次序排列下列各组化合物:



(2) 下列化合物分子中有无偶极矩? 若有, 用( $\rightarrow$ )标明极性方向。

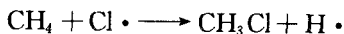
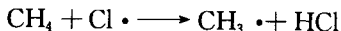


(3) 比较下列各组化学键的极性大小。



(3) (c) > (b) > (a)

**问题 1.4** 根据键能计算下列两个反应式哪个容易进行?



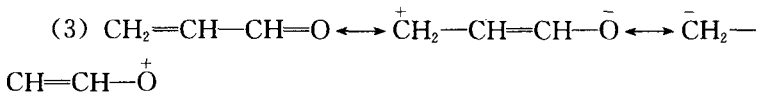
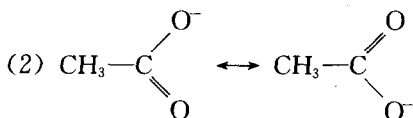
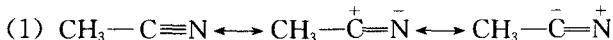
解:  $\text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \longrightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{HCl}$  的能量变化

$$\Delta E = E_{\text{H-Cl}} - E_{\text{C-H}} = 431.4 - 414 = 17.4 \text{ kJ/mol}$$

$\text{CH}_4 + \text{Cl} \cdot \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{H} \cdot$  的能量变化  $\Delta E = E_{\text{C-Cl}} - E_{\text{C-H}} = 339 - 414 = -75 \text{ kJ/mol}$

可见第一个反应式放出 17.4 kJ/mol 的能量,第二个反应式吸收 75 kJ/mol 的能量,所以第一个容易进行。

**问题 1.5** 指出下列各对共振杂化体中哪一种贡献最大。



解:(1)  $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}=\overset{-}{\text{N}}$  贡献最大;

(2) 两者一样大;

(3)  $\overset{-}{\text{C}}\text{H}_2-\text{CH}=\overset{-}{\text{C}}\text{H}-\overset{-}{\text{O}}$  对共振杂化体没有贡献,其余两个相同。

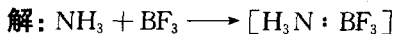
**问题 1.6** 下列各对中哪个是较强的酸?

(a)  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ; (b)  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_3$ ;

(c) 碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )和苯酚( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ )

解:(a)  $\text{H}_3\text{O}^+$ ; (b)  $\text{NH}_4^+$ ; (c) 碳酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )

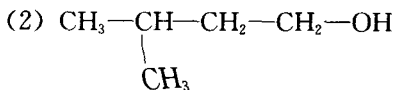
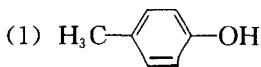
**问题 1.7** 写出  $\text{NH}_3$  和  $\text{BF}_3$  结合的反应式,指出哪一个是 lewis 酸? 哪一个是 lewis 碱? 哪一个是酸碱加合物?

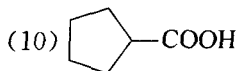
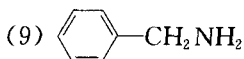
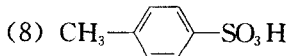
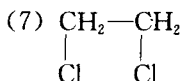
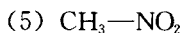
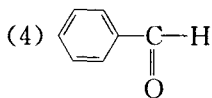
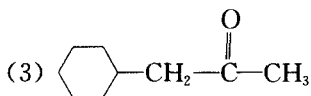


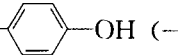

其中  $\text{BF}_3$  是 lewis 酸,  $\text{NH}_3$  是 lewis 碱,  $[\text{H}_3\text{N}:\text{BF}_3]$  为酸碱加合物。

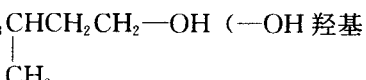
## 1.5 习题和参考答案

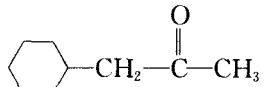

1. 指出下列化合物所含官能团的名称。

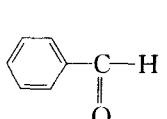





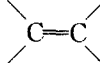
解: (1)  (—OH 酚羟基), ( 苯基)

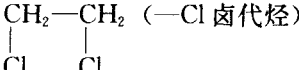
(2)  (—OH 羟基)

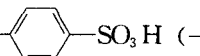
(3)  (  羰基)

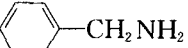
(4)  (  醛基)

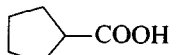
(5)  $\text{H}_3\text{C—NO}_2$  (—NO<sub>2</sub> 硝基)

(6)  $\text{CH}_3\text{CH=CHCH}_3$  (  双键)

(7)  (—Cl 卤代烃)

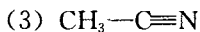
(8)  (—SO<sub>3</sub>H 磺酸基)

(9)  (—NH<sub>2</sub> 氨基)

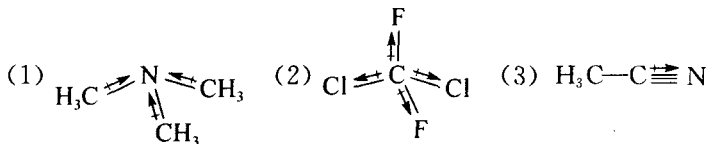
(10)  (—COOH 羧基)

2. 下列化合物有无极性? 如有, 指出分子中各化学键的偶极方向

(箭头指向负极)。



解: (1)、(2)、(3)为极性分子。

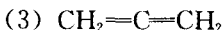
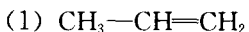


3. 比较  $\sigma$  键和  $\pi$  键的性质有什么不同?

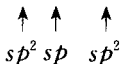
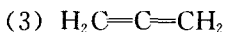
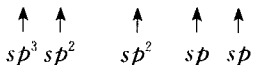
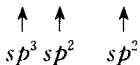
解:  $\sigma$  键的特点: 电子云对称分布于键轴周围, 可以自由旋转, 两个原子间只形成一个  $\sigma$  键。

$\pi$  键的特点: 电子云分布于键轴上下, 不能自由旋转, 键能小, 两个原子间可以形成一个或两个  $\pi$  键。

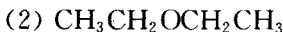
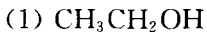
4. 指出下列化合物中每个碳原子的杂化状态。



解: (1)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$  (2)  $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$

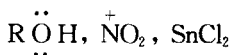
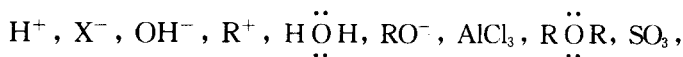


5. 指出下列化合物哪些是极性分子? 哪些是非极性分子?



解: (1)、(2)、(3)、(5)为极性分子, (4)、(6)为非极性分子。

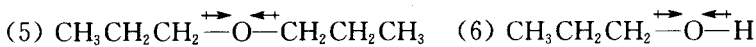
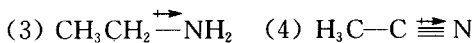
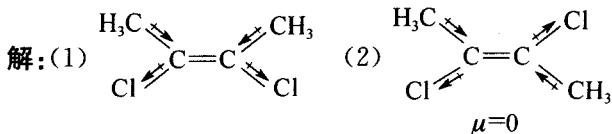
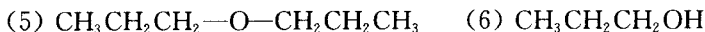
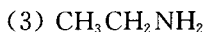
6. 下列分子或离子哪些是 Lewis 酸? 哪些是 Lewis 碱?



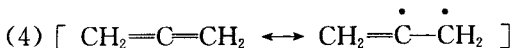
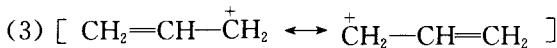
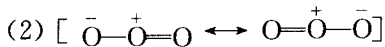
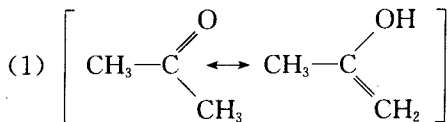
解: Lewis 酸是:  $H^+$ ,  $R^+$ ,  $AlCl_3$ ,  $SO_3$ ,  $NO_2^+$ ,  $SnCl_2$ 。

Lewis 碱是:  $X^-$ ,  $OH^-$ ,  $HOH$ ,  $RO^-$ ,  $ROR$ ,  $ROH$ 。

7. 下列化合物有无偶极矩? 如有以箭头标明方向。



8. 下列共振式中哪些是错误的?



解: (1)、(4)是错误的。

9. 下列化合物有无偶极矩? 如有, 画出偶极矩方向。

