



经典教材辅导用书
化学系列

有机化学 习题解答

高教版·《有机化学》(第四版)(曾昭琼主编)

龚跃法 编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

经典教材辅导用书·化学系列丛书

有机化学习题解答

高教版·《有机化学》(第四版)(曾昭琼主编)

龚跃法 编

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

有机化学习题解答/龚跃法 编

武汉:华中科技大学出版社,2006年4月

ISBN 7-5609-3678-4

I. 有…

II. 龚…

III. 有机化学-解题

IV. O62

有机化学习题解答

龚跃法 编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:周芬娜

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:850×1168 1/32

印张:9.75

字数:234 000

版次:2006年4月第1版

印次:2006年4月第1次印刷

定价:15.50元

ISBN 7-5609-3678-4/O·386

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是一本与高等教育出版社出版的，曾昭琼主编的，东北师范大学、华南师范大学、上海师范大学、苏州大学、广西师范大学合编的《有机化学》（第四版）配套的学习辅导教材。

本书的内容分为三个部分。第一部分为高等教育出版社出版的《有机化学》第四版（曾昭琼主编）一书中各章节的内容提要，共分为二十二章。第二部分为该书中所收录的所有章节后面的习题及其详细解答。第三部分给出了两套模拟试题及其解答。

本书可供理科、工科以及医科等普通高等院校的教师、学生作为有机化学课程学习的辅导教材，也可供其他各类学生自学有机化学课程的参考书。本书对准备参加硕士研究生入学考试的学生及相关人士有较高的参考价值。

前 言

有机化学是一门重要的基础化学课程。近年来，有机化学与其他一些重要学科，如生命科学、材料化学、信息化学等的相互交叉日益加强。随着有机化学的教学内容和教学方式的改革逐步深入，一些具有专业特色的面向 21 世纪的新的有机化学教材相继问世，各种类型的习题也被不同教材所收集。许多学生在学习有机化学课程时，常常感到内容多，有机反应复杂，反应条件对反应的影响大，特别是在解题时会遇到各种困难，自信心不足等问题。为了帮助广大学生更好地理解 and 掌握有机化学的基本理论和基础知识，灵活机动地运用这些理论知识解答各类问题，我们编写了这本有机化学辅导教材。

本书的章节编排与曾昭琼主编的《有机化学》相同，共分为二十二章。我们给出了每章的重点内容和教材内各章后面所有习题的详细解答过程，以利于学生更清楚地了解和掌握解题的方法和技巧。另外，还选编了两套模拟试题，以便学生检验自己所学知识的牢固程度。

本书的出版得到了华中科技大学出版社的大力支持，在此表示感谢。

限于编者的水平与经验，书中难免仍有不全面或错误之处，恳请读者提出宝贵意见，以便于今后修改和补充。

编 者

2005 年 8 月

目 录

第一章 绪论	(1)
知识要点	(1)
习题	(3)
习题解答	(3)
第二章 烷烃	(5)
知识要点	(5)
习题	(7)
习题解答	(10)
第三章 单烯烃	(16)
知识要点	(16)
习题	(19)
习题解答	(22)
第四章 炔烃和二烯烃	(28)
知识要点	(28)
习题	(31)
习题解答	(34)
第五章 脂环烃	(43)
知识要点	(43)
习题	(45)
习题解答	(46)
第六章 对映异构	(50)
知识要点	(50)
习题	(51)
习题解答	(57)

第七章 芳烃	(65)
知识要点	(65)
习题	(68)
习题解答	(73)
第八章 现代物理实验方法在有机化学中的应用	(83)
知识要点	(83)
习题	(85)
习题解答	(93)
第九章 卤代烃	(104)
知识要点	(104)
习题	(106)
习题解答	(113)
第十章 醇、酚、醚	(125)
知识要点	(125)
习题	(129)
习题解答	(135)
第十一章 醛和酮	(151)
知识要点	(151)
习题	(154)
习题解答	(160)
第十二章 羧酸	(171)
知识要点	(171)
习题	(173)
习题解答	(175)
第十三章 羧酸衍生物	(181)
知识要点	(181)
习题	(184)
习题解答	(186)
第十四章 含氮有机化合物	(193)

目 录

知识要点	(193)
习题	(196)
习题解答	(201)
第十五章 含硫和含磷有机化合物	(214)
知识要点	(214)
习题	(216)
习题解答	(218)
第十六章 元素有机化合物	(223)
知识要点	(223)
习题	(225)
习题解答	(226)
第十七章 周环反应	(231)
知识要点	(231)
习题	(232)
习题解答	(235)
第十八章 杂环化合物	(240)
知识要点	(240)
习题	(242)
习题解答	(245)
第十九章 糖类化合物	(252)
知识要点	(252)
习题	(254)
习题解答	(256)
第二十章 蛋白质和核酸	(268)
知识要点	(268)
习题	(269)
习题解答	(271)
第二十一章 砜类和甾族化合物	(277)
知识要点	(277)

习题	(278)
习题解答	(280)
第二十二章 合成高分子化合物	(286)
知识要点	(286)
习题	(287)
习题解答	(288)
附录 模拟试题及解答	(293)
模拟试题 (一)	(293)
模拟试题 (二)	(296)
模拟试题 (一) 解答	(299)
模拟试题 (二) 解答	(302)

第一章

绪 论

知 识 要 点

1. 有机化合物和有机化学的含义

有机化合物是指碳氢化合物及其衍生物。有机化学是指研究有机化合物的化学。

2. 有机化合物的特点

- ① 构成有机化合物的元素主要为 C、H、O 和 N。
- ② 有机化合物普遍存在同分异构现象。
- ③ 绝大多数有机化合物易燃。
- ④ 绝大多数有机化合物易挥发或熔点较低。
- ⑤ 绝大多数有机化合物在水中溶解度较低或不溶于水。
- ⑥ 有机化合物的化学反应一般较复杂。

3. 有机化合物的共价键理论

(1) 价键理论的主要内容

① 共价键的形成方式。

两个具有未成键电子的原子通过共享一对电子形成共价键。

② 共价键的饱和性。

原子的价键数取决于其未成键的电子数，每个原子的未成键的电子数是确定的，且它们与另一个未成键的电子配对成键后不能再与其他电子配对。

③ 共价键的方向性。

原子轨道的取向有方向性，它们一般倾向于最大程度的重叠。

(2) 分子轨道理论的主要内容

① 分子轨道。

分子轨道是指分子中每个电子的运动状态，用 ψ 表示。

② 分子轨道的形成方式。

分子轨道由原子轨道线性叠加而成。两个原子轨道的波函数相加，形成能量水平降低的成键轨道。两个原子轨道的波函数相减，形成能量水平升高的反键轨道。

③ 分子轨道的数目。

分子轨道的数目与参加形成分子轨道的原子轨道的数目相等。

④ 分子轨道的电子填充方式。

每一个分子轨道只能容纳两个自旋方向相反的电子，填充一般从能级最低的分子轨道开始，逐个依次往高能级轨道进行。对能量水平相同的分子轨道(简并轨道)，则尽可能多地将电子填充在不同轨道内。

⑤ 组成分子轨道的条件。

原子轨道要组成分子轨道，必须具备对称性匹配、电子云最大重叠和能量相近这三个条件。

(3) 共价键的参数

主要参数有键长、键角、键能和键矩等。

键长：两个原子核之间的距离，可用 nm 或 pm 表示。

键角：两个共价键之间的夹角。

键能：两个原子(气态)结合成分子(气态)时，放出的能量，用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示。对双原子分子，键能与键解离能的数值相同；对多原子分子，键能是解离能的平均值。

键矩：极性共价键的极性大小的参数，是所带电荷 g 与正负电荷中心的距离的乘积，用 μ 表示，单位为 $\text{C} \cdot \text{m}$ (库仑·米)或 Debye(德拜)。

(4) 共价键的断裂方式

主要方式为均裂和异裂两种。

4. 有机化合物的分类方法

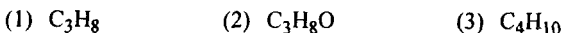
主要按碳架和官能团两种方式分类。

按碳架可分为开链化合物、碳环化合物和杂环化合物三类，其中碳环化合物又可分为脂环化合物和芳香环化合物两类。

按官能团可分为烯、炔、芳烃、卤代烃、醇与酚、醚、醛酮、羧酸、羧酸衍生物、硝基化合物、胺、偶氮与重氮化合物、硫醇、磺酸。

习 题

1-1 根据碳是四价，氢是一价，氧是二价，把下列分子式写成任何一种可能的构造式：

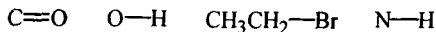


1-2 区别键的解离能和键能这两个概念。

1-3 指出下列各化合物所含官能团的名称。

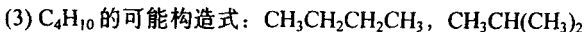
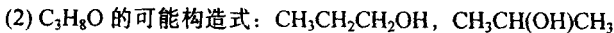
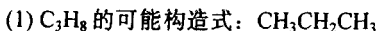


1-4 根据电负性数据，用 δ^+ 和 δ^- 标明下列键或分子中带部分正电荷和部分负电荷的原子。



习 题 解 答

1-1



1-2

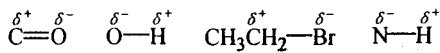
键的解离能是指一个共价键发生均裂时所释放出的能量。对双原子分子，

键的解离能与该键的键能数值相同，通常用 $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 表示。对多原子分子，分子中共价键的键能是指同一类型共价键的解离能的平均值，因此两者的数值不同。

1-3

- (1) 双键 (2) 氯 (3) 羟基 (4) 羰基
 (5) 羧基 (6) 羧基 (7) 氨基 (8) 叁键

1-4



第二章

烷 炔

知 识 要 点

1. 结构特点

(1) 烷烃的同系列

烷烃分子的通式为 C_nH_{2n+2} ，其物理性质随碳原子数 n 的增加而发生有规律地变化。这类化合物称为同系物，由同系物组成的系列称为同系列。相邻同系物在组成上的差别 CH_2 ，被称为系列差。

(2) 同分异构现象

分子式相同而构造不同的化合物互称为同分异构体或构造异构体。它由碳原子的连接方式不同而产生，如丁烷与异丁烷。

直接与一个碳原子相连的碳原子称为伯碳或一级碳；与二个相连的称为仲碳或二级碳；分别与三个或四个相连的称为叔碳和季碳，又称为三级和四级碳。与伯、仲和叔碳相连的氢原子依次称为伯氢、仲氢和叔氢。

(3) 立体结构

为了达到轨道的最大重叠，烷烃的碳原子采取 sp^3 杂化轨道形成四面体的立体结构。这种立体构造是导致有机化合物产生构型异构的内在原因之一。

立体结构的主要表示方法有：透视式、锯架式、纽曼投影式、费歇尔投影式。

(4) 构象异构

由于 $C-C$ σ 单键是轴心对称的，可以发生旋转，从而使连接在这两个碳上的其他原子或原子团在空间上的相对位置发生改变。每个状态下基团间的排斥力大小不同，因而它们所处的能量水平也有所不同，这种状态即为烷烃的构象，不同构象互为构象异构体。能量最低的为完全交叉式构象，最高

的为完全重叠式构象，构象异构一般用纽曼投影式表示。

2. 命名规则

常用方法有普通命名法和系统命名法两种。系统命名法的主要原则如下。

(1) 直链烷烃

按碳原子数的数目称为甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸、十一、十二、……烷。如， CH_4 称为甲烷。

(2) 支链烷烃

① 选择碳链为主链。

② 两条碳链链长相同时，选择取代基数多的链为主链。

③ 编号从靠近取代基一端开始。

④ 两种取代基处于两端相同的位置时，按顺序规划，序数小的优先编号，如 2-甲基-4-氯戊烷。

⑤ 命名时，先写取代基后写母体，取代基的排列也按顺序规则，序号小的优先排在前面。

3. 物理性质

主要性质为沸点、熔点、相对密度和溶解度。判断一个化合物沸点高低，主要考虑其分子间相互作用力的大小。熔点的高低还与化合物的晶格能有关。相对密度主要取决于组成化合物的各元素的性质。溶解度大小取决于溶质分子与溶剂分子在结构上的相似程度。

4. 化学性质

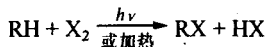
(1) 氧化反应

例如， $2\text{C}_{10}\text{H}_{22} + 31\text{O}_2 \longrightarrow 20\text{CO}_2 + 22\text{H}_2\text{O} \quad \Delta H = -13556\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

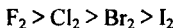
(2) 热裂反应

烷烃在高温下易裂解成乙烯、丙烯、丁烯、丁二烯和氢。

(3) 卤代反应



反应活性：叔氢 > 仲氢 > 伯氢



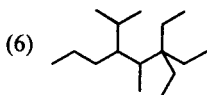
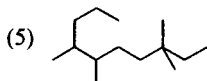
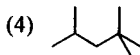
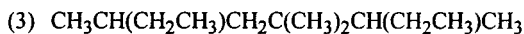
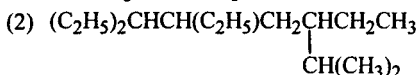
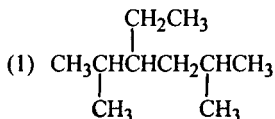
上述反应按自由基链式机理进行，中间产生烷基自由基 R·。烷基自由基的稳定性次序为

叔 > 仲 > 伯 > 甲基自由基

链式反应的不同反应途径的进行与否取决于它们的决速步的活化能的相对大小。

习 题

2-1 用系统命名法命名下列化合物：



2-2 写出下列化合物的构造式和键线式，并用系统命名法命名之。

- (1) 仅含有伯氢，没有仲氢和叔氢的 C_5H_{12} ；
- (2) 仅含有一个叔氢的 C_5H_{12} ；
- (3) 仅含有伯氢和仲氢的 C_5H_{12} 。

2-3 写出下列化合物的构造简式。

- (1) 2, 2, 3, 3-四甲基戊烷；
- (2) 由一个丁基和一个异丙基组成的烷烃；
- (3) 含一个侧链甲基和相对分子质量 86 的烷烃；

(4) 相对分子质量为 100, 同时含有伯、叔、季碳原子的烷烃;

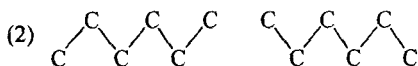
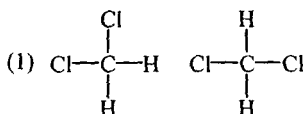
(5) 3-ethyl-2-methylpentane;

(6) 2, 2, 5-trimethyl-4-propylheptane;

(7) 2, 2, 4, 4-tetramethylhexane;

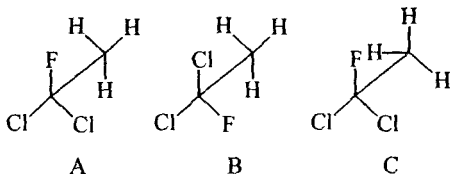
(8) 4-tert-butyl-5-methylnonane.

2-4 试指出下列各组化合物是否相同? 为什么?

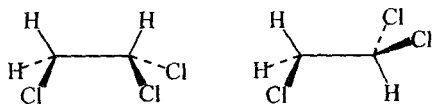


2-5 用轨道杂化理论阐述丙烷分子中 C—C 键和 C—H 键的形成。

2-6 (1) 把下列三个透视式, 写成楔形透视式和纽曼投影式, 它们是不是不同的构象?



(2) 把下列两个楔形透视式, 写成锯架透视式和纽曼投影式, 它们是不是同一构象?



(3) 把下列两个纽曼投影式, 写成锯架透视式和楔形透视式, 它们是不是同一构象?

