

基于图表素材的 有机化学教学

郑大贵 编著

基于图表素材的有机化学教学

郑大贵 编著

復旦大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

基于图表素材的有机化学教学/郑大贵编著. —上海:复旦大学出版社,2012.1
ISBN 978-7-309-08792-5

I. 基… II. 郑… III. 有机化学-教学研究 IV. 062

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第046410号

基于图表素材的有机化学教学

郑大贵 编著

责任编辑/范仁梅 张如意

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路579号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

江苏省句容市排印厂

开本 787×1092 1/16 印张 8.75 字数 140 千

2012年1月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-08792-5/O·488

定价:18.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

作者简介

郑大贵,1960 年生。1988 年研究生毕业于华东师范大学,获理学硕士学位。主要从事有机化学教学和科研工作,享受国务院特殊津贴,获“全国优秀教师”“江西省高校教学名师”“江西省高校中青年学科带头人”和“江西省先进工作者”等荣誉称号。现任上饶师范学院教授,南昌大学兼职硕士研究生导师。主持完成省部级科研课题近 10 项,在国内外发表学术论文 90 余篇。

前 言

有机化学是高校化学化工、轻纺、医药、农林等专业的重要基础课,课程知识更新快、内容丰富,用传统的讲授法已经解决不了内容多、课时少的矛盾;另外,知识经济时代的教育模式应该是创新性教育,教师不仅要注意给学生传授知识,更要注重培养学生的求知欲和创新能力。近十年来,作者以有机化学课程中丰富的实验素材——曲线图表提供的实验数据作为载体,开展研究性教学,培养学生的创新能力,取得了良好的效果。本书作一详细介绍,希望对其他实验性学科教学内容和教学方法的改革有借鉴作用。

1. 原始数据的收集——载体的建立

有机化合物的物理性质(熔点、沸点、溶解性、旋光性、折光率等)和化学性质(酸碱性、稳定性以及在各类反应中的活性等)是由其结构决定的。结构与性能的这种辩证关系体现在有机化学家们长期从大量的实验事实中用科学方法归纳总结出来的一些有机化学基本原理上。这些原理阐述了有机化合物结构与其物理性质的关系,阐述了电子效应和立体效应与有机化合物及反应中间体稳定性、酸碱性和反应活性的关系等。学习、掌握和应用这些基本原理是有机化学教学的一项重要任务。教学中,我们以这些基本原理为主线,分有机物结构与物理性质、有机物结构与酸碱性、有机物结构与反应活性和有机物结构的稳定性四个方面共四十六个主题,从各种经典的有机化学教科书和有关资料中收集并筛选了一系列提供原始实验数据的曲线图表,以此作为培养学生创新能力的载体,实施研究性教学。

2. 借助载体,探索培养学生创新能力的途径

(1) 分析曲线图表提供的原始实验数据,引导学生提出问题

创新是学习的最终目标,也是对学习者的最高要求。那么,创新意识从何而来?首先是从问题中来。发现问题是创新的第一步,一个人即使有了创新的愿望,若不善于发现问题,还是无法进入创新的意境。而发现问题的关键是要有强烈的问题意识,这是创新的切入点。教学中我们要求学生认真分析曲线图表提供的实验数据(或实验事实),寻找数据或事实间的关系,并将它们与化合物的结构紧密相关联,提出或设计3~5个带规律性的问题,带着问题深入学习。

(2) 紧扣问题,分析思考

从问题开始讲授是认识事物的一个基本规律。在问题提出后,我们将学生的兴趣吸引到问题上来,引导他们利用所学知识,主动地分析思考,寻找解决问题的途径、方法和答案。学生的认知水平有限,分析思考的过程中会遇到一些这样或那样的困难,此时应鼓励学生查阅资料或进行小组讨论,或老师采取合适的方式对问题进行深层次剖析,帮助寻找问题的答案。

(3) 归纳总结,培养学生的文字表达能力

教学中,我们要求学生在提出问题、分析问题的基础上将整个过程进行抽象概括,上升到理论,利用简洁规范的语言予以书面表达并形成结论(知识体系)。这种从现象、从实际出发归纳的过程,符合认识规律,符合科学发展的真实过程,学生记得也更牢固,同时也培养了学生的文字表达能力。

(4) 寻找证据,佐证结论——培养自学能力,并在此基础上推广应用

在学生分析实验事实、得到一般性结论(规律)、寻找到理论解释后,我们要求他们通过查阅资料寻找一些相关实验事实来验证结论和理论解释,并要求他们能用一般性的结论(规律)解释其他相关问题。

3. 教学效果

现代社会倡导素质教育。素质教育是要培养人的创新能力和创新意识,而培养创新能力的关键是培养对信息的加工和处理的能力。在教学过程中创设一种类似于科学研究的情景和途径,让学生通过主动探索、发现和体验,学会对大量信息的收集、分析和处理,从而增进思维能力和创新能力,这就是所谓的研究性学习。有机化学教学中,以曲线图表提供的原始数据作为载体进行教学,符合

研究性教学的基本特征。通过项目的实施,学生了解到了科学研究的基本过程,了解到了知识产生和发展的过程,增强了问题意识和研究意识;学习和初步掌握了文献查阅和检索的基本方法,培养了自主获取知识的能力,锻炼了文字表达能力。大多数同学反映:“老师讲得再多、再好都是有限的,而我们自己琢磨出来的知识才是无限的。”通过该项目的实施,在课堂上可以略去有机化学教材中一些叙述性的章节,缓解了目前有机化学课程内容多、课时少的矛盾。

作者

2012年1月

目 录

第一篇 有机物结构与物理性质

主题 1	烷烃的熔沸点比较	3
主题 2	烯烃顺反异构体的熔沸点比较	6
主题 3	烷烃与烯烃的物理性质比较	8
主题 4	直链 1-炔烃、直链 1-烯烃和直链烷烃的物理 性质比较	12
主题 5	环烷烃与直链烷烃的物理性质比较	16
主题 6	二甲苯异构体的结构与熔沸点的关系	18
主题 7	卤代烃的结构与沸点的关系	20
主题 8	直链 1-卤代烷的结构与沸点的关系	23
主题 9	醇与烷烃的熔沸点比较	25
主题 10	直链伯醇和直链烷烃的物理性质比较	27
主题 11	醚与醇的沸点比较	31
主题 12	醛酮、醇、醚和烷烃的沸点比较	33
主题 13	直链烷烃、直链醛和直链甲基酮的沸点比较	35
主题 14	羧酸、烷烃、氯代烷和醇的沸点比较	38
主题 15	直链羧酸和直链羧酸甲酯的沸点比较	40
主题 16	胺、醇和烷烃的沸点比较(1)	42
主题 17	胺、醇和烷烃的沸点比较(2)	44
主题 18	醇的结构与溶解度的关系	47
主题 19	有机化合物结构与折光率的关系	49

第二篇 有机物结构与酸碱性

主题 20	炔氢的酸性	53
主题 21	醇的结构与酸性的关系	55
主题 22	苯酚与取代苯酚的酸性比较	57
主题 23	苯甲酸与取代苯甲酸的酸性比较	59
主题 24	二元羧酸的酸性比较	62
主题 25	羧酸与取代羧酸的酸性比较	64
主题 26	胺和取代苯胺的碱性比较	67
主题 27	氢碳酸的酸性比较	70

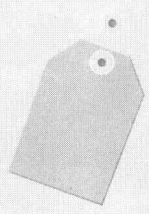
第三篇 有机物结构与反应活性

主题 28	烯烃亲电加成反应的活性	75
主题 29	芳烃亲电取代反应的活性及取代基定位效应	77
主题 30	卤代烃结构对 S_N1 反应活性的影响	80
主题 31	卤代烃结构对 S_N2 反应活性的影响	82
主题 32	芳卤发生亲核取代反应的相对活性	84
主题 33	卤代烃取代反应和消除反应的竞争	86
主题 34	影响消除反应的因素	89
主题 35	醛酮亲核加成反应活性的比较	93
主题 36	酯的结构与水解反应活性的关系	95
主题 37	杂环化合物亲电取代反应的活性	98
主题 38	反应物结构对 Diels - Alder 反应的影响	100

第四篇 有机物结构的稳定性

主题 39	烷烃的稳定性	105
主题 40	烯烃的稳定性	107
主题 41	环烷烃的稳定性	110
主题 42	碳游离基的稳定性	113

主题 43	碳正离子的稳定性	115
主题 44	烷基苯的稳定性	117
主题 45	醛酮水合物的稳定性	119
主题 46	烯醇结构的稳定性	121
主要参考书目		125
致谢		126



第一篇

有机物结构与物理性质

主题



烷烃的熔沸点比较

一、图表素材

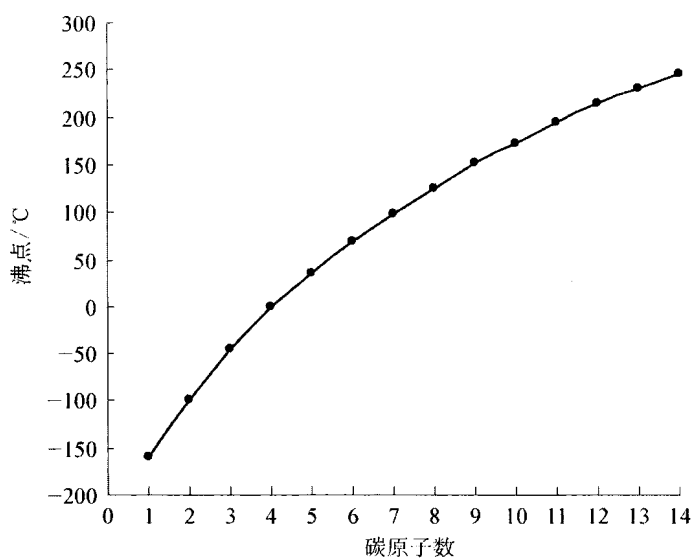


图 1.1 直链烷烃的沸点曲线

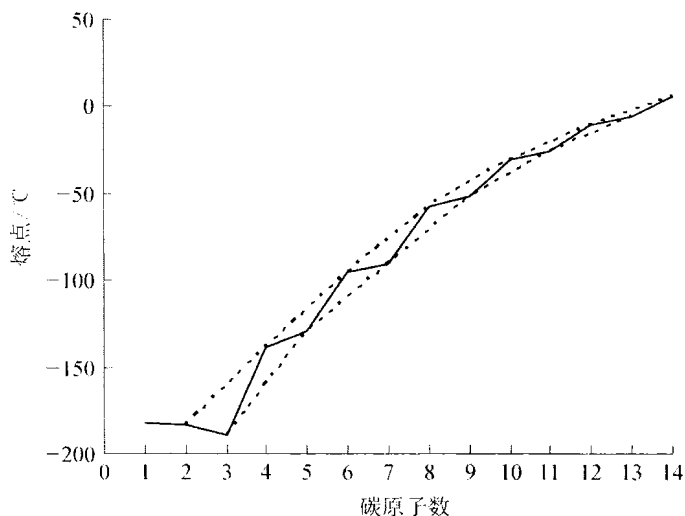


图 1.2 直链烷烃的熔点曲线

表 1.1 戊烷三个异构体的沸点和熔点比较

化合物	构造式	沸点/℃	熔点/℃
正戊烷	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	36.1	-129.7
异戊烷	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	27.9	-159.9
新戊烷	$(\text{CH}_3)_4\text{C}$	9.5	-16.6

二、引导学生提出问题

1. 分析图 1.1 和图 1.2, 可以看出, 随着碳原子数的增加, 直链烷烃的熔点和沸点逐步升高, 为什么?
2. 从图 1.2 可以看出直链烷烃的熔点表现出什么规律? 如何解释?
3. 为何随着碳原子数的增加, 奇数碳原子烷烃的熔点所构成的曲线与偶数碳原子烷烃的熔点所构成的曲线逐渐接近?
4. 分析表 1.1, 戊烷有三个同分异构体, 分支越多, 沸点越低, 而熔点则不然, 为什么?

三、分析图表数据得到的一般结论

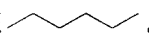
1. 由图 1.1 和表 1.1 可知, 在直链烷烃分子中, 随着碳原子数的增加, 沸点

升高。每增加一个 CH_2 所引起的沸点升高值随着相对分子质量的增加而变得缓和。同分异构体的烷烃,支链越多沸点越低。

2. 由图 1.2 和表 1.1 可知,大于 C_4 的烷烃,碳原子数增加,熔点升高,偶数烷烃升高更迅速;同数碳原子烷烃的异构体,熔点高低主要取决于分子的对称性。

四、理论解释

1. 直链烷烃(正构烷烃)的熔沸点(除 C_3 以下烷烃的熔点以外)随着相对分子质量的增加而升高,这是因为随着相对分子质量的增大,电子个数增多,分子间的色散力增大。

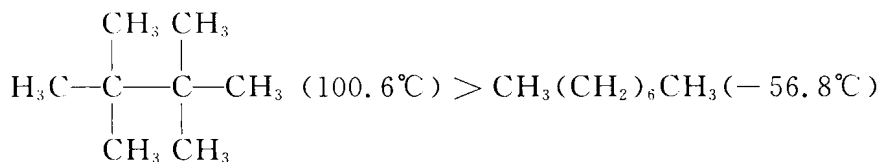
2. 烷烃在晶体中分子间的作用力不仅取决于相对分子质量的大小,而且取决于晶体中碳链的空间排列情况。分子对称性高,排列就整齐,分子间吸引力就大,熔点也就高。X 衍射实验结果表明,直链烷烃晶体为锯齿形,奇数碳原子齿状链中两端甲基同处在一边,如正戊烷 ;偶数碳链中两端甲基不在同一边,如正己烷 。偶数碳链彼此更为靠近,相互作用力大,故熔点升高值较奇数碳链升高值稍大一些。熔点:甲烷(-182.5°C) $>$ 乙烷(-183.3°C) $>$ 丙烷(-189.7°C),也是因为它们分子的形状(对称性)影响到分子在晶格中的排列紧密度所致。

3. 在同分异构体的烷烃中,含支链越多的烷烃,相应沸点越低。这是因为色散力只有在很近的距离内才能有效发挥作用,而且随着距离的增加很快减弱。所以,烷烃支链增多时空间阻碍增大,分子间靠得不紧密,相距较远,色散力相应减弱,沸点必然相应降低。

4. 同分异构体的烷烃,对称性高的,排列紧密,色散力大,熔点就高。因此,在戊烷的三个异构体中,异戊烷的熔点低于正戊烷,而新戊烷的熔点却最高。

五、支持结论与理论解释的实例

熔点:



主题 2

烯烃顺反异构体的熔沸点比较

一、图表素材

表 2.1 2-丁烯顺反异构体的熔沸点比较

化合物	熔点/°C	沸点/°C
顺-2-丁烯	-138.9	3.7
反-2-丁烯	-105.6	0.88

二、引导学生提出问题

顺-2-丁烯的熔点低于反-2-丁烯,而沸点却高于反-2-丁烯,如何解释?

三、分析图表数据得到的一般结论

顺反异构体的烯烃,沸点:顺式比反式高;熔点:反式比顺式高。

四、理论解释

在 $abC=Cab$ 型的烯烃(a, b 为任何不相同的原子或取代基)中,顺式异构体总是偶极分子,其偶极矩比反式异构体大。液态下,分子间除了色散力外,还

有偶极之间的吸引力,因此,顺式异构体的沸点比反式异构体的高。而反式异构体由于分子对称性较好,在晶格中排列更紧密,因而熔点比顺式异构体的高。

五、支持结论与理论解释的实例

沸点:

顺-1,2-二氯乙烯(60.3°C) > 反-1,2-二氯乙烯(48.4°C)

(Z)-2-戊烯(36.9°C) > (E)-2-戊烯(36.35°C)

熔点:

(E)-2-戊烯(-136°C) > (Z)-2-戊烯(-151.39°C)