

第二版

数理化自学丛书

化学

第四册

周颂高 刘芝生 编

上海科学技术出版社

数理化自学丛书

第二版

化学

第四册

周颂高 刘芝生 编

上海科学技术出版社

30
67
60

内 容 提 要

本书是数理化自学丛书《化学》第四册，是有机化学。主要内容包括：烃(饱和链烃，不饱和链烃，环烃)，烃的衍生物，糖类，含氮有机物和有机肥料，合成有机高分子化合物。书末附有自我检查题，以便读者自我检查学习效果。凡已学过本丛书化学前三册或已掌握了无机化学知识的读者，都可用以自学。

数理化自学丛书

第 二 版

化 学

第 四 册

周颂高 刘芝生 编

数理化自学丛书编委会审定

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 8.5 字数 221,000

1965年3月第1版

1983年2月第2版 1983年2月第8次印刷

印数 530,001—720,000

书号: 13119·594 定价: (科二)0.60元

第二版出版说明

《数理化自学丛书》第二版是在第一版的基础上编写而成的。考虑到我社已出版大学数、理、化自学丛书，中学数学中的微积分内容没有另编分册。第二版仍包括《代数》四册、《平面几何》两册、《平面三角》、《立体几何》、《平面解析几何》、《物理》四册和《化学》四册，共十七册。

由黄丹蘊、杨荣祥、余元希、杨逢挺、桂君协等同志主编的第一版，自1963年陆续出版后，受到广大读者的欢迎。特别是1977年重排、重印以来，受到社会各方面极为广泛的关注，在广大读者中有了相当的影响。许多在职职工、农村青年和在校学生，自学了这套书以后，数理化知识水平有了一定的提高。

第二版由杨荣祥、余元希、束世杰、季文德等同志主编，数理化自学丛书编委会审定。它保留了第一版在编写上“详尽在先、概括在后、通俗到底”和“便于自学、无师自通”的特色，仍是一套与现行中学课本并行的自学读物。第二版仍从读者的实际情况出发，按传统的教学体系编写。但这次参照新的试行教学大纲的要求，与第一版相比，数学各分册的编写内容作了适当的增删和调整，基础知识和运算技能的训练有了进一步加强；物理各分册在内容的取舍、习题的更新、插图的选配、实验的描述等方面均有较大的改进；化学各分册还增加了反映现代科学技术水平的基础理论知识，在理论和实践相结合的原则下，内容和体系均有新的特色。此外，各册的例题和习题选配得力求恰当、合理，知识

论述力求通俗、严密；并按章增加了测验题。在各册编者的话中，还有供读者自学时参考的指导性意见。

自学要有成就，必须刻苦勤奋、踏实认真、持之以恒、知难而进。刻苦自学、学有成就者不乏其人，愿广大读者努力学好。

《数理化自学丛书》出版以来，全国各地的读者给以热情的鼓励和有力的支持，特在此表示衷心感谢。

上海科学技术出版社

编 者 的 话

《化学》第四册是有机化学，读者初接触时会觉得和前三册无机化学之间有明显不同。化学科学是一个整体，有机化学是这个整体的一部分，它和无机化学之间是互相联系、互相渗透、互相促进的。

有机化合物的特点：在组成上，除碳氢之外，还有氧、氮、卤素、硫和磷等几种元素；在分子化学键上，一般以共价键相结合；在性质上，绝大多数能燃烧，不易溶解于水，化学反应复杂，常伴有副反应。

学习有机化学应着重掌握分子结构。有机化合物是根据官能因素分类的。它的系统性强，分类明确，从烃到衍生物逐步深入地介绍各种官能团，本身就便于自学。学好典型物质的性质，可以举一反三触类旁通。初学者入门之后，也就比较容易掌握。

本书从 1965 年出版以来，已经过十多年，化学科学的发展日新月异，原有的某些理论已显得陈旧，初编本某些内容，也有过简或不妥之处。这次重编增加了杂化轨道理论、自由基反应历程以及核糖、核酸、酶等简单知识（均用小字刊出，作为读者需要时进一步学习其他专业书籍的参考）。具体增加的内容有，系统命名及若干典型物质，如二烯烃、酰胺等以扩大知识面；同时将原来第三册的确定物质分子式的内容，作为烃的一章的附录，并分散到烃的衍生物的各节中去，便于逐步巩固。

在习题方面，除保留原有章节的多数练习题外，新补充了一些属于思考性的题目并加提示，书末还附有答数以便

核查。最后附自我检查题一份,备有参考答案及评分标准,供读者学完之后进行自我检查之用。

限于编者水平和时间仓促,对某些理论和知识的叙述,错误和不妥之处,在所难免,请读者给予批评指正,以便今后改进。

周颂高 刘芝生

1982年7月

引 言

我们平常吃的、穿的、用的直接来自动植物方面的东西，象粮食、肉类、蛋、油脂、蔬菜、棉布、木材等等，它们有个共同的特点，就是当受热到一定程度时会焦化成炭，这种现象叫做碳化。这说明它们的成分里都含有碳元素。我们把含碳的化合物，叫做有机化合物（简称有机物），研究有机化合物的化学，叫做有机化学；相对地，把不含碳的化合物，叫做无机化合物。而一氧化碳、二氧化碳、金属碳化物和少数离子型化合物，如碳酸、碳酸盐和氰化物等，它们虽多含有碳元素，但习惯上把它们分属无机化合物。研究无机化合物的化学，叫做无机化学。一般有机物的组成元素，除碳之外，还有氢、氧和氮；在某些有机物里还含有硫、磷、卤素或金属元素等。

有机化合物大量地存在于自然界里，而又长时期被人们加工和应用，象酿酒、染色、医药、造纸等都积累了几千年的经验，因此人们对有机物早就有了一定的认识。不过以往对有机物的研究，还缺少完整的理论。真正把有机化学发展成为一门独立的科学，还是近百年来事。

早在十七世纪后半期，人们把自然界的物质分为三大类，即动物的、植物的和矿物的物质。这就是后来把来自动植物的物质称为“有机物”的根据。当时人们还错误地认为动植物的物质是“有生命的物质”。在十八世纪末期有人提出了“生命力学说”，认为动植物体内有一种超物质的“生命力”存在，有机物只有在这种“生命力”的作用下，才能制造出来，不能人造。这种把有机物和无机物的界限绝对化的看法，显然对有机化学的研究工作，带来了严重的阻碍。从十九世纪二十年代开始人们从非生物体的物质，先后合

成了许多有机物如尿素等,从而证明了所谓“生命力”是不存在的。同时还发表了有机化合物的结构理论,对有机化合物分子内原子的互相结合、排列和互相影响,作了很广泛的论述,对有机化学的研究开辟了正确发展的道路,证明了有机物的形成和变化,同样服从于一般的化学规律。由此可知有机物和无机物之间,根本上不存在绝对的界限。目前沿用“有机化合物”这个名称,只是由于习惯的问题,而并不包含有“生机”的意义。

大多数有机物得自天然的产物或经加工而获得,但也可以通过人工方法来合成。到现在为止,已知的有机物已达数百万种,而且新的有机物还在不断地发现和合成出来。合成有机物的原料,主要有天然气、石油和煤等。这些物质的资源很丰富,可以生产炸药、染料、人造纤维、合成纤维、塑料和药剂等各式各样的产品,应用的范围非常广泛。所以发展有机化学工业,对发展我国国民经济,加速实现伟大社会主义祖国四个现代化具有极其重要的意义。

有机化合物为数众多,但组成有机化合物的元素很少,这是由于碳元素的原子有四个价电子,碳原子不仅能跟其他元素的原子以共价键相结合,还能彼此以共价键相结合形成各种碳链和碳环。因为有机物具有这样的结构特点,所以有机物的性质和无机物很不相同。具体表现在下列几个方面:

(1) 大多数有机物难溶于水,易溶于汽油、酒精、苯等有机溶剂。

(2) 绝大多数有机物的熔点低,受热容易分解,且可燃烧。

(3) 绝大多数有机物是非电解质,不能导电。

(4) 有机物的化学反应速度缓慢,不易完成,并且还伴有副反应发生。因此许多有机反应需要加热、加压或应用催化剂等条件来促其进行。

研究有机化合物时,不仅须要知道每种有机化合物的元素组成,更重要的还须要了解有机物分子中各种原子或原子团的结合顺序和排列方式,即有机物的分子结构。因为元素组成完全相同

的化合物, 如果它们的分子结构不同, 在物理性质和化学性质上也会有很大的差异; 另一方面, 分子结构特征相同的化合物, 尽管在元素的定量组成上不一样, 却具有十分相似的化学性质和有规律地变化着的物理性质。所以, 在有机化学中, 我们可以把具有共同结构特征从而具有相似的化学性质的一系列化合物列为一类, 使数目众多的有机化合物被归纳为数目不多的一些类属。这样研究起来便有规律可循。

在下面的各个章节里, 我们要按照分类, 由个别到一般, 由简单到复杂, 逐步研究各种有机物。

《数理化自学丛书》(第二版)编辑委员会

(以姓氏笔划为序)

主编:

数学 杨荣祥 余元希

物理 束世杰

化学 季文德

委员:

杨荣祥(上海师范学院)

束世杰(上海师范学院)

吴孟明(上海市七一中学)

余元希(华东师范大学)

汪思谦(上海教育学院)

张国模(上海教育学院)

张冠涛(上海市育才中学)

季文德(上海市教育局)

赵宪初(上海市南洋模范中学)

桂君协(上海师范学院)

凌康源(上海教育学院)

目 录

第二版出版说明

编者的话

引言

1. 烃	1
I 饱和链烃	1
§ 1.1 甲烷	1
§ 1.2 烷烃	13
§ 1.3 同分异构体 烷烃的命名	17
II 不饱和链烃	24
§ 1.4 乙烯	24
§ 1.5 丙烯	33
§ 1.6 烯烃	35
§ 1.7 乙炔	40
§ 1.8 炔烃, 不饱和链烃的通性	48
III 环烃	50
§ 1.9 环烷烃	51
§ 1.10 苯	54
§ 1.11 苯的同系物	59
IV 石油工业和煤的干馏	64
§ 1.12 石油和石油工业	64
§ 1.13 煤的干馏	73
本章提要	76
复习题一	80
附录 确定物质的分子式	84

2. 烃的衍生物.....96

§ 2.1 卤代烃.....	96
§ 2.2 乙醇	104
§ 2.3 乙醇的用途和制法	109
§ 2.4 醇类	113
§ 2.5 乙二醇和丙三醇	118
§ 2.6 酚: 苯酚	120
§ 2.7 甲醛	126
§ 2.8 醛类	131
§ 2.9 酮	135
§ 2.10 乙酸	137
§ 2.11 羧酸	142
§ 2.12 酯	146
§ 2.13 油脂	150
§ 2.14 油脂加工	152
本章提要.....	156
复习题二.....	158

3. 糖类(碳水化合物)163

§ 3.1 单糖: 葡萄糖和果糖.....	164
§ 3.2 二糖: 蔗糖和麦芽糖	173
§ 3.3 多糖: 淀粉和纤维素	176
本章提要.....	184
复习题三.....	185

4. 含氮的有机化合物 有机肥料187

§ 4.1 硝基化合物	187
§ 4.2 胺: 苯胺	191
§ 4.3 酰胺: 尿素	194
§ 4.4 蛋白质	197
§ 4.5 有机肥料	206

本章提要	210
复习题四	211
5. 合成有机高分子化合物	213
§ 5.1 高分子化合物的结构和特性	213
§ 5.2 合成高聚物的化学反应	218
§ 5.3 重要的高分子材料	220
本章提要	237
复习题五	239
总复习题	241
自我检查题(附评分标准和参考答案)	246
附录 《化学》第四册习题答案	254

1

烃

第一章是学习最简单最基本的一类有机化合物——烃。

主要内容是(一)烃的分类:按碳原子之间结合成的碳架结构可分为链状和环状的两大结构类型;按碳原子和氢原子结合的比数(率),分为饱和烃和不饱和烃,各类烃的代表性物质,它们的来源、性质、结构、制法和用途。(二)化学键:碳原子形成共价键的杂化理论。(三)利用天然气、石油、煤等自然资源,取得各类烃的重要产物以及有关的有机化学工业。

在学习中会遇到很多新的基本概念和基础知识,必须正确理解和掌握,既要联系无机化学中已学过的基础知识,又要区别它们的不同。学习烃的一章是学好有机化学的关键。

I 饱和链烃

§ 1.1 甲 烷

仅由碳和氢两种元素所组成的一类有机化合物叫做烃^①,也叫碳氢化合物。这一类有机物的来源主要是天然气、石油和煤的加工产物。

甲烷是最简单的烃,它的分子式是 CH_4 。甲烷是天然气的主要成分(以体积计约占 85~95%)。天然气是蕴藏在地层深处的一种可燃性气体。我国早在汉末晋初时,四川自贡市一带就有人开始钻井得到天然气了,到了宋朝,已经大规模用来煎制井盐。所以我国四川是世界上著名的天然气产地之一。天然气往往和石油

① 烃:音听,碳氢切 ting,“火”(碳字的右下部)和“全”(氢字的下部)表示它是碳和氢的化合物,在字形上和读音上均有所表示。

矿共存,或蕴藏在石油产区的附近。

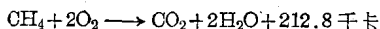
在池沼底下,当沉积的有机物受着菌类的发酵作用时,会产生甲烷等气体冒出水面来,因为它源出于池沼,所以称为沼气。另外,在煤的形成过程中,植物残体在隔绝空气条件下进行分解,也有甲烷等气体产生,由于在煤井的坑道中发现,所以就称为坑气。沼气、坑气和天然气一样,它们的主要成分都是甲烷。

甲烷的物理性质 甲烷是无色、无臭、无味的气体,它的密度是0.717克/升,在相同的温度和压力状况下和同体积空气的质量比是0.5517。甲烷难溶于水,在20°C时,每升水中能溶解约33毫升。

甲烷的化学性质

1. 稳定性 在通常情况下,甲烷的化学性质很不活泼,即使强氧化剂(如高锰酸钾)也不能把它氧化。跟强酸(H_2SO_4 , HCl)或强碱(NaOH , KOH)也不起反应。

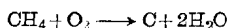
2. 可燃性 在高温下,甲烷可以在氧气(或空气)中燃烧,当氧气充足时,生成 CO_2 和 H_2O ,发出淡蓝色火焰,并放出大量的热:



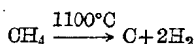
由上式可知,1摩尔体积的甲烷(22.4升)和2摩尔体积的氧气(2×22.4 升)可以完全反应。也就是甲烷和氧气完全反应时的体积比是1:2;如果用空气燃烧,那末体积比约为1:10,因为空气里含氧气约1/5体积。当甲烷和氧气在极短时间里完全反应时,由于放出大量的热使温度突然升高,而且反应生成物又都是气体,体积骤然膨胀,结果就能发生猛烈的爆炸。甲烷的这种性质,使煤井里有可能发生爆炸①。但是由于人类掌握了它的爆炸规律,就设法改进矿井的通风和照明设备,从而防止事故的发生,使生产得以安全地进行。

① 甲烷能在空气里发生爆炸的条件之一是其中含甲烷应在5~15%的范围内,这称为甲烷的爆炸极限。

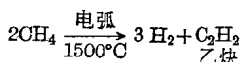
如果氧气供给不充分, 甲烷燃烧便不完全, 燃烧时就有炭黑产生:



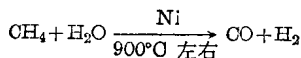
3. 受热分解 甲烷在隔绝空气条件下强热到 $1000\sim 1100^\circ\text{C}$ 时分解成碳和氢



如果在 1500°C 的高温下, 甲烷分解成氢气和乙炔(读作缺 quē)气:



在 900°C 左右和催化剂镍存在的条件下, 甲烷能与水蒸汽反应生成 CO 和 H_2 :



4. 跟卤素的取代反应 在光和热的作用下, 甲烷能和氯气或溴起反应。通过下面的实验来说明:

用一个大玻璃筒, 把筒的容积划成五等分, 在筒壁上做好标记。筒内装

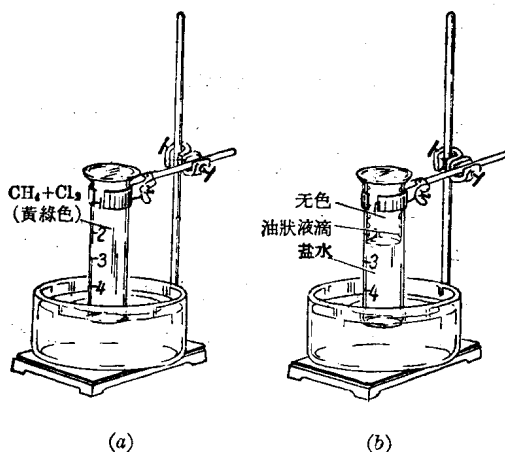


图 1.1 甲烷和卤素的取代反应实验