

现代化学

H. C. 梅特卡夫
[美] J. E. 威廉士 合著
J. F. 凯斯脱卡

周 芬 等译

人民教育出版社

内 容 简 介

本书是按美国 H. Clark Metcalfe, John E. Williams 和 Joseph F. Castka 合著的《Modern Chemistry》1982 年版译出的。此书是近年美国中学比较广泛采用的、并为广大中学师生喜爱的化学课本。全书分十二个单元,共三十一章,约七十余万字。本书前七个单元共十六章,绝大部分是理论,只有二、三章内容涉及具体元素化合物知识。从第八单元开始才按周期表纵横排列的元素之间的关系,介绍了具体的元素化合物。最后以放射性一章作结束。原书自 1958 年初版后,在总结教师教学实践和科学研究的基础上,为了适应形势的发展,屡经修改,1982 年版是在 1978 年版的基础上,为了适应现实的需要,又作了相当大的改动。本书是探索改进教学的中等学校和大专入门课程的化学教师、化学教学研究人员、教师进修学院教师、研究教材改革的化学教育工作者、广大在校中学生、学习化学入门课程的大专学生和对化学有兴趣的自学青年的很好的参考书。

现 代 化 学

H. C. 梅特卡夫

[美] J. E. 威廉士 合著

J. F. 凯斯特卡

周 芬 等译

人民教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 39.5 插页 5 字数 879,000

1989 年 9 月第 1 版 1989 年 6 月 9 第 1 次印刷

印数 1-1,080

ISBN 7-107-10251-6
G·1161 定价 14.15 元

原书序言

约 65 年以前, 查理 E. 杜尔(Charles E. Dull), 当时是新泽西州纽华克市西边中学(West Side High School, Newark, New Jersey)的教师, 编写了《现代化学要义》(《Essentials of Modern Chemistry》)这本书的第一版。现在, 已很好地传到了有着丰富中等学校教学经验的第二代编者, 1982 版的《现代化学》(《Modern Chemistry》)仍继承着准确的、现代的、容易理解的教科书的老传统, 以满足各种不同课程对化学入门课的要求。教师们将会发现, 在《现代化学》中, 具有对著名的大学预科教学大纲所需要的充分的材料。对那些不准备再学科学的学生说来, 这里有着完整的普通课程所应有的足够的基本理论和描述性材料。《现代化学》的教师版既给出了完成上述两类化学课程的建议, 也提出了完成高级课程的建议。本书包括了比在一学年能教完的更多的教材, 这是作者的目的。这丰富的材料使教师对讲题能有广泛的选择, 并便于选择重点。教师可以选用那些能最好地满足他们需要的课题。

在《现代化学》中, 化学的主要题材是按逻辑的、切实可行的顺序编排的。描述性的和理论性的题材采用交错编排方式以使课堂教学能多样化, 同时配以密切关联的实验纲要。对专门名词的介绍给予了特别的注意。第一次出现的这些名词都用黑斜体^①印刷, 并仔细地下了定义。在课文的适当间隔就有意识地对这些名词的定义进行了复习。“示范习题”和“解”被利用来说明重要的定量关系和概念。本版又新增了伴有答案的“练习题”, 它们在整本书中经常出现, 这样做能立即增强对重要概念的理解; 每章末编有为复习用的词汇表; 同时每章还列有学习目标。

本版的《现代化学》在内容方面包括有以下重要的变化: 有一节导言是专为告诉初学化学的学生关于化学在日常生活中的重要性和价值而编写的; 完全重写了第一章, 以强调量度和计算技术, 重点在量纲的分析; 用 L 作为“升”的缩写; 对原子序数在 100 以上的元素采用了系统命名法; 关于原子质量和原子量用了现代化的定义; 引用了应用箭号的轨道标志法; 用氧化数的改变来解释氧化和还原; 包括了另一种配平氧化-还原反应方程式的方法; 对摩尔概念作了更为详细的说明; 包括了关于过氧化氢的描述性化学; 对摩尔溶液和当量溶液给了更为广泛的解释; 在计算水合氢离子和氢氧根离子浓度以前, 复习了对数; 对煤的形成和煤的类型进行了解释; 对第七单元“化学反应”作了广泛的修改; 教材中恢复了第二十三章, “第三周期的元素”; 仔细改写了金属元素和非金属元素的描述性化学; 还有许多体现现代化的小修改, 同时还改进了课文的清晰性和可读性。

每章教材都包括一段引言, 它把化学与人类在科学、艺术、文学和历史等其它领域里的努力成果联系起来了。在每章开头都列出了学习的“目标”。在每章结尾都有本章的“内容提要”、“词汇”和合适的“问题”和“习题”。根据课文内容出的“问题”, 按照难度分为“A 组”和“B 组”两级,

^① 原本中用黑斜体表示的名词概念, 本书中都用黑体加重点表示。——译者注

“习题”也同样分为两级。中等水平的学生应能掌握“A组”的全部问题和习题；较好的学生应能解答“A组”和“B组”的全部练习题。书末有“数据表”、“术语汇编”和“索引”等附录^①。

由于线条图清楚和具有重要的学习价值，在书中被广泛地应用。课文中也用了许多美好的照片来作说明。在全书中，许多边注被合适地放在全书关键的地方以加强概念的意义、提供补充的资料和帮助学生提高有成果的学习能力。书中有关于化学的职业、化学先驱者和各种晶体的照片短文。在这些地方，照片和图解结合简短的正文以突出化学中的某些专题。

(下略)^②。

① 附录中的“术语汇编”和“索引”没有译出编入这个译本。——译者注

② 以下两段列举与编写本书和与本书相关联的其它教材，如习题、实验、试题等的编者姓名、职业等等，故从略。——译者注

译者的话

本书系根据美国中学化学课本《Modern Chemistry》1982年版翻译而成。该书系近年美国中学采用比较广泛的化学课本。这说明此书颇受美国中学师生和广大群众的欢迎。此书自1958年初版后,根据他们的现实需要,每四年修订一次。本书系根据1982年版本译出。作者考虑到现代科技进展的现实,对本版作了相当大的改动。自从1957年苏联人造地球卫星上天以后,美国朝野人士清醒地感到本国在科学基础教育方面的落后,政府和广大有识之士对科学学科教材改革都给予了极大的关注。对许多教材,包括化学教材在内,从编辑指导思想、编排体系、内容革新,到文字叙述、教学方法等各方面都进行了各种探索和改革。《现代化学》以前各个版本的修订就是在这个浪潮下进行的。但是,作者始终注意了课本的易教易学,适应面广。至今,作者还坚持了“准确的、现代的、容易理解的”老传统。译出此书的目的就是想给我国对教材改革有兴趣的同志提供一些信息,并给中等学校化学教师和大专入门课程化学教师改进教学方法提供一些启示和参考。同时,本书对抽象理论的讲解细致深入,重点突出,文字浅显易懂,便于自学,可供在校中学生和学习大专化学入门课程的学生课外参考,也是对化学有兴趣的自学青年的良好读物。

本书内容共分十二单元三十一章,约七十余万字。最后有附表16张,表中广泛采用了近代测得的最新数据,可供读者查考。

原书为了帮助学生更有效地学习,在正文边页上加了不少边注,为了节约印张和排字的方便,现将必要的边注改为脚注,放在页末,少数则改为小字放在有关的正文之后。

为了形象和直观,原书采用了不少彩色图象,考虑到我们的实际条件,决定选用部分集中一起印刷,有些用黑白图同样可以讲解清楚的彩图则改为黑白图,而删去了部分与讲解正文关系不大的图。

原书每章最后都列有按英文名称字母顺序排列的在该章新出现的名词术语的词汇表,现改为附有英文名称的中文名称并改用中文名称字数多少和笔划多少的顺序排列。

此外,在译文名词中有以下一点需要特别说明。原文对 *matter, substance, material, species* 等词的使用极为严格,在第二章中并对 *matter, substance, material* 下了定义,并且在同一句中三个词同时出现。为此,我们参考了《英汉化学化工词汇》1984年第三版,把这四个词分别译为“物质”“实物”“物料”和“物种”。

参加本书翻译的有周芬(第1, 16, 19, 23章), 何少华(第2, 11章), 张健如(第3, 4, 25章), 戴健(第5, 13, 17, 18, 31章), 张颂培(第6, 9, 24章), 冷燕平(第7, 8, 20, 30章), 李文鼎(第10, 12, 21, 26, 28章), 王存志(第14, 15, 22, 27章), 胡美玲(第29章)等。全书由周芬负责校订。限于译校者的水平, 缺点错误在所难免, 衷心希望得到广大读者的批评指正。

译 者

校 者

1985 年7 月

常 见 元 素

名 称	符 号	近似原子量	常见氧化数	名 称	符 号	近似原子量	常见氧化数
银	Ag	107.9	+1	钾	K	39.1	+1
铝	Al	27.0	+3	镁	Mg	24.3	+2
砷	As	74.9	+3, +5	锰	Mn	54.9	+2, +4, +7
金	Au	197.0	+1, +3	氮	N	14.0	-3, +3, +5
钡	Ba	137.3	+2	钠	Na	23.0	+1
铋	Bi	209.0	+3	镍	Ni	58.7	+2
溴	Br	79.9	-1, +5	氧	O	16.0	-2
碳	C	12.0	+2, +4	磷	P	31.0	+3, +5
钙	Ca	40.1	+2	铅	Pb	207.2	+2, +4
氯	Cl	35.5	-1, +5, +7	铂	Pt	195.1	+2, +4
钴	Co	58.9	+2, +3	硫	S	32.1	-2, +4, +6
铬	Cr	52.0	+2, +3, +6	锑	Sb	121.8	+3, +5
铜	Cu	63.5	+1, +2	硅	Si	28.1	+4
氟	F	19.0	-1	锡	Sn	118.7	+2, +4
铁	Fe	55.8	+2, +3	锶	Sr	87.6	+2
氢	H	1.0	-1, +1	钛	Ti	47.9	+3, +4
汞	Hg	200.6	+1, +2	钨	W	183.8	+6
碘	I	126.9	-1, +5	锌	Zn	65.4	+2

(按元素符号字母次序排列)

常见离子及其电荷

名 称	符 号	电 荷	名 称	符 号	电 荷
银	Ag^+	+1	汞(II)	Hg^{2+}	+2
铝	Al^{3+}	+3	水合氢	H_3O^+	+1
钡	Ba^{2+}	+2	钾	K^+	+1
钙	Ca^{2+}	+2	镁	Mg^{2+}	+2
钴	Co^{2+}	+2	钠	Na^+	+1
铬(III)	Cr^{3+}	+3	铵	NH_4^+	+1
铜(I)	Cu^+	+1	镍	Ni^{2+}	+2
铜(II)	Cu^{2+}	+2	铅(II)	Pb^{2+}	+2
铁(II)	Fe^{2+}	+2	锡(II)	Sn^{2+}	+2
铁(III)	Fe^{3+}	+3	锡(IV)	Sn^{4+}	+4
汞(I)	Hg_2^{2+}	+2	锌	Zn^{2+}	+2
溴	Br^-	-1	负氢	H^-	-1
醋酸根	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-$	-1	碳酸氢根	HCO_3^-	-1
氯	Cl^-	-1	硫酸氢根	HSO_4^-	-1
次氯酸根	ClO^-	-1	碘	I^-	-1
亚氯酸根	ClO_2^-	-1	高锰酸根	MnO_4^-	-1
氯酸根	ClO_3^-	-1	亚硝酸根	NO_2^-	-1
高氯酸根	ClO_4^-	-1	硝酸根	NO_3^-	-1
氰	CN^-	-1	氧	O^{2-}	-2
碳酸根	CO_3^{2-}	-2	过氧	O_2^{2-}	-2
铬酸根	CrO_4^{2-}	-2	氢氧根	OH^-	-1
重铬酸根	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	-2	磷酸根	PO_4^{3-}	-3
氟	F^-	-1	硫	S^{2-}	-2
六氰合铁(II)酸根	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	-4	亚硫酸根	SO_3^{2-}	-2
六氰合铁(III)酸根	$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	-3	硫酸根	SO_4^{2-}	-2

(按离子符号字母次序排列)

怎样使用本书

本书包括十二个**单元**,被分为三十一章。**副题**和编号的节的标题指出了该部分的主要概念。

引言段把化学与其它各种各样的课题相互联系并预告本章内容概要。

主要的**目标**帮助学生集中注意力在该章的重要概念上。

新的名词、定义和管理为了强调和便于迅速复习都用**斜体**和**黑斜体**印刷^①。

重要的方程式用**黑体**印刷,有时用**彩色**印刷^②。

许多**边注**用来加强概念,提供补充知识和帮助学生提高有效的学习能力。

照片和**简图**加强和说明该章内提出的观点。

曲线图和**表格**以清晰简明的方式提供数据和资料。

示范习题和**解**说明重要的定量关系。

附有答案的**练习题**用来加强对基本概念的理解。

章末的**内容提要**是对该章最重要的概念的简要的复习。

章内包含的重要名词在**词汇表**中进行了回顾。

按难度分级的**问题**和**习题**,目的是检查学生在理解本章教材方面的进展情况。

附录中包含着许多重要表格。

① 凡原书用斜体印刷的内容,本书都用加重点的方法表示;原书用黑斜体印刷的内容,本书都用黑体加重点表示。——译者注

② 凡原书用彩色印刷的方程式,本书用黑体下加曲线表示。——译者注

目 录

单元一 化学这门科学

第一章 化学中的量度方法	1
第二章 物质和它的变化	36

单元二 化学的基础

第四章 原子结构	53
第三章 原子中电子的排布	69
第五章 周期律	84

单元三 化学式和化学方程式

第六章 化学键	102
第七章 化学组成	130
第八章 化学方程式和质量关系	153

单元四 物质的状态

第九章 两种重要气体: 氧和氢	173
第十章 气体定律	191
第十一章 气体由分子组成	210
第十二章 液体—固体—水	229

单元五 溶液

第十三章 溶液	254
第十四章 电离	278
第十五章 酸 碱 盐	295
第十六章 酸-碱滴定和 pH	323

单元六 碳和它的化合物

第十七章 碳和它的氧化物	349
第十八章 烃	369
第十九章 烃的取代产物	394

单元七 化学反应

第二十章 反应的能量和反应动力学	408
第二十一章 化学平衡	436
第二十二章 氧化-还原反应	463

单元八 元素的典型周期

第二十三章 第三周期的元素	488
---------------	-----

单元九 强电正性元素	
第二十四章 第I族的金属	497
第二十五章 第II族的金属	510
单元十 中心区的元素	
第二十六章 过渡金属	523
第二十七章 铝和准金属	544
单元十一 强电负性元素	
第二十八章 氮和它的化合物	556
第二十九章 硫和它的化合物	566
第三十章 卤族	577
单元十二 核反应	
第三十一章 放射性	588

附表目录

表1 米制词头	609
表2 一些元素的同位素	609
表3 物理常数	610
表4 元素, 它们的符号, 原子序数和原子量	611
表5 常见元素	612
表6 常见离子及其所带电荷	612
表7 元素的电子排布	613
表8 水蒸气压	615
表9 在STP条件下气体的密度	615
表10 水的密度	615
表11 气体在水中的溶解度	616
表12 溶解度表	616
表13 化合物的溶解度	617
表14 生成热	618
表15 燃烧热	619
表16 常见元素的性质	620

第 一 章

化学中的量度方法

世界七大奇迹之一的埃及金字塔，高高地耸立在靠近尼罗河的沙质平原上。这是埋葬古代埃及统治者的木乃伊的坟墓。这些死者的宫殿显示了高度文明的巨大成就，它使一片荒漠的绿洲变成了文化和科学的圣地。同所有的文明古国的人民一样，埃及人有一个起很大作用的创造发明——一整套量度的方法。同现代的方法相比，这当然是很粗陋的，但是这仍然使他们能把大约 2,000,000 块石块堆砌成高 147 米、底面积超过 52,000 平方米的角锥形金字塔。今天，大大地改进了的量度方法在科学活动的广阔范围内起着十分重要的作用。在化学中，同所有精确的科学一样，量度方法是它的概念的发展、说明和应用的基础。

学习本章，你将会领会以下知识：

- ▲ 化学的特点
- ▲ 科学方法
- ▲ 物质和能
- ▲ 科学量度和数学运算

导 言

你将要开始学习化学了。可能你正在惊异地猜想这门学科究竟讲些什么和它对你有些什么重要性。化学是研究物料的，它研究物料的组成、结构和它们经历的变化。与猜测和空想相反，化学是通过观察、研究和实验所得到的许多系统化了的知识的整体。通过化学的学习，你将会懂得包围在你周围的物料的本质和它们所起的变化。

学习化学有许多实际应用。我们生活所必需的食物、衣着、建筑材料和药物等等都是应用化学知识生产出来的产品。用于农业、工程和核科学这些领域里的许多材料也都是化学家的劳动成果。如果没有这样或那样的革新，我们的生活方式就将完全是另一样的了。

你们是正在发生着许多与生命和生活有密切关系的复杂问题的时代来开始学习化学的。有些问题是有关能源的。天然气和石油是化学原料的很好的来源，现在却仍被用作能的主要来源

不断地被烧去。能源的迅速发展使煤和核反应堆等有着十分重要的意义。在油页岩和生物废料的发酵能成为重要的能源之前还需要做许多研究和实验。另一个问题是有关环境污染方面的。化学的研究担负着许多合成材料的生产任务。可是这种生产常常伴同发生环境的污染。煤矿和金属矿的开采破坏了自然界的美丽景色，就象在一个人的美丽的容貌上加上了伤疤。煤的燃烧和金属矿石的冶炼污染了大气。有些药品，那些化学实验室的产品，有着严重的，有时甚至是致命的副作用。把化学药品引入还理解得很不够的自然过程有可能扰乱自然界早已建立的平衡。通过化学研究和化学家的努力，就有可能发现解决这些问题和其它问题的方法。

化学能帮助你对你现在已经了解的周围环境有更深入、满意的、理解。化学基本概念的知识，使你能认识和懂得自然界的秩序。希腊思想家亚里斯多德把人类称为“爱好求知的动物”。如果你好奇而希望更多地知道自然过程，如地球的矿物、水和溶液以及大气里的气体等等，那么化学活动正在亲切地向你招手呢。

化学知识的实用性可以追溯到很久以前的历史。史前时期的人民早就会把某种粘土通过塑造、烘烤、上光等方法制作不漏水的陶罐。大约 5000 年以前，人们已经发现火对制取铜、黄铜和铁方面有用。大约 2500 年以前，埃及人发现了制造玻璃和从植物中提取药物的方法。这些早先的每一种发明创造，都是一种大大地影响着物质文明进程的化学作用。但是在理解这些或其它化学变化的根本原因方面却进展得很慢。虽然早在公元前 300 年希腊人就试图对物料进行分析并描绘它们的各种性质，可是直到 2000 年以后比较合理的化学解释才开始出现。从那时起，在理解和应用化学的奇迹方面才有了巨大的进展。但是，还有许许多多等待开发研究的领域。随着化学研究对物料组成奥秘的继续揭露，化学家将对人类的进步继续作出宝贵的贡献。研究在所有的科学中，包括化学在内，都是一种前进的过程。化学研究肯定会有一个光明的未来。成为一个化学家，实际就是成为一个未来的缔造者。

虽然科学家对事实感兴趣，但是仅仅搜集物质世界中的大量事实不能构成一门科学。科学家的主要活动之一是运用这样的事实去建立模型或提供解释，从而使许多事实互相联系起来并能应用它来预言以后的观察结果。科学家的另一活动是验证这些模型和解释。验证是为了要证实一些科学概念的正确性。

如果经过一个长时间许多实验证据都支持一种解释，那么这种解释就被认为是真确的。可是哪怕只有一个观察结果没有遵循预测的情况，那么这个解释就不再真确，就必须加以修改或抛弃。解释和模型是永远不会固定不变的，科学家必须学会用某种程度的不确定性去继承和工作。

科学家是天生的好奇的人，他们试图去发现他们的许多观察结果之间的内在联系。科学家是有耐性的人，因为自然界仅仅在缓慢地展现出它的奥秘。科学家是认真仔细的人。他们必须经常验证他们的结论，他们知道得十分清楚，科学的解释不可能达到完善的程度，它们常常是暂时的。最后，科学家是乐观的人，他们对自然界的有序性具有坚定的信心。科学家希望完成些什么使命可以最恰当地用著名的英国哲学家 A. N. 怀特海 (Alfred North Whitehead) 的这句话来表达：“科学的进展在于观察事物相互之间的关系和用坚忍的独创性来表明这个不断变动的世界上的一切事物只不过是叫做定律的少数普遍关系中的一个例子。去认识什么是特殊中

的普遍和什么是短暂中的永久,这就是科学思想的目的。”^①

化学的组织

1.1 化学：一门物理科学

一个方便的把各门科学组织起来的方法是把它们分为两大类型：(1)生物科学,这是与有生命的东西有关的；(2)物理科学,这是研究自然界中的各种关系的。

化学是一门物理科学。与猜测和想象相反,这是从观察、研究和实验得到的许多系统化了的的知识。化学是物料的科学,它研究物料的组成、结构和它们所进行的变化。

化学的范围十分广泛。为了使学习化学容易一些,化学知识被分为若干独立的体系或分支。下面是化学的六个主要分支：

1. 分析化学——牵涉到物料的分离、鉴定和组成。
2. 有机化学——碳化合物的化学。
3. 无机化学——除去那些归入有机类的其它物料的化学。
4. 物理化学——包括研究物料的物理特征和它们的反应机理。
5. 生物化学——包括研究有生命的东西中的物料和有生命的东西中发生的过程。
6. 核化学——包括研究亚原子粒子和核反应。

这些化学的每个分支可再分为更专门的领域。

化学是研究构成我们周围环境的物料的一种工具。知道了这些物料的组成和结构,那么这些物料在自然过程中和在设计好的实验中所进行的变化也就可以充分理解了。化学既是一门实验科学,也是一门需运用智力的科学。

1.2 应用化学的职业

因为化学包括智力活动和实验活动这样广阔的范围,因而对希望从事化学家、化学工程师或化学技术人员职业的人有着各种各样的机会。在化学中,象在其它部门中一样,教育、才能和兴趣决定着一个人行将从事的职业。

化学家可以在广泛的科学活动中得到满意的职业。他们进行基础研究来探索新的知识和更深的理解。他们也潜心于研究应用化学的技术——把化学知识应用于满足物质需要的那些方法。他们进行化学分析、指导生产、改进制造方法或管理与化学作用有关的组织机构。他们编写学术著作,从事推销方面的工作,或成为专家顾问。他们在大学、专科或中学教授化学。化学家有时会获得法定学位而成为具有专门技术合格证的专利代理人。

化学工程师是具有工程技术训练的化学家。他们常常与大规模的工业生产有关。他们专门从事化学过程中所需设备的设计、制造和操作。他们要经常专门研究工业市场的形势。

化学技术人员通常在某专业化学家的领导之下工作。化学家可能设计和计划好技术人员在实验

^① 摘自 A. N. Whitehead, *An Introduction to Mathematics*.

室内进行实验的步骤。化学技术员要受使用仪器和完成各种实验操作的训练。

1.3 化学的新时代

许多世纪以前,很多技术工人在制作青铜、从铁矿石中提炼铁以及制颜料和陶器时,无疑地会用到许多化学知识。中世纪炼金家的实际操作是化学的前兆。为了寻求把金属变成黄金的方法,炼金家在神秘和魔法的气氛中进行他们的工作。但是,在十七世纪以前,从炼金术向化学的转变已经开始;运用可靠的量度方法是向炼金家的信仰进行的挑战。

1669年,一个好象可信的叫做燃素说的关于燃烧的理论被提出来了。按照这个理论,所有可燃的物料都含有一种神秘的叫做燃素的实物。在燃烧的过程中,燃素即以热和火焰的形式被释放出来。燃素说认为燃烧时物体将失去重量,因为燃素逃逸出去了。

尽管燃素说极易被人理解和使用,但是早些时候的一些科学家已经对它的正确性产生了怀疑。他们争论说,如果物料燃烧时放出燃素是正确的,那么燃后残余的灰烬一定会比原来的物料轻。这些怀疑者用实验向燃素说进行了挑战。他们指出,燃烧金属所得的“灰”,却比原来的金属来得重。尽管有这样强有力的挑战,但是这关于火的本质的观念仍支配着所有的化学思想长达一个多世纪。它是炼金术时代最后一个重要的概括。

现代化学的元素是构成一切东西的素质这个最初的概念,大约是在美国革命的时期在欧洲提出来的。氧在1771年第一次制出并很快地被公认为空气的一部分,它参与了普通的燃烧过程。这些事实使化学进入对化学反应的基本理解和决心对化学元素进行探索的时期。

通过许多研究人员的努力,终于认识了大约90种元素。到1920年时,这些元素大多数已被分离出来并研究了它们的性质。就象在其它科学领域那样,化学研究——创造性地设想并巧妙地完成——才主要担负起使化学知识改进和发展到目前状态的责任。

1.4 科学方法

有些重要的科学发现常常来自十分偶然的~~机会~~。另一些则是卓越的新的观念的成果。但是,多数科学知识却是由训练有素的科学家根据仔细计划的实施所得的成果。他们的技能,被认为是科学方法,是一种有助于解决所探索的问题的逻辑方法。科学方法要求诚实和具备在所有的证据都搜集齐备以前不下任何结论的能力,还要有求知的愿望。

科学家们坚信自然界是有秩序的,天然的事物是按一定的规则发生的,那些支配这些事物的规则是可以被发现和描述的。象其他科学工作者一样,化学工作者努力想用广泛的原理或概括来解释大量相关联的观察到的资料。那些描述自然界行为的概括被称为定律或原理。不象那种限制行为的法律,科学的定律是描述在自然界发生了些什么。科学定律可以用简明的词句或数学方程表达。

科学家的显著特点之一就是他们的好奇^①。这经常促使他们提出两个重要问题:“发生了什

① 科学家对发生“什么”自然现象和它们是“怎样”发生的感到兴趣。

么事？”和“它是怎样发生的？”当观察到自然界的被称为现象的一件事情或一种情况时，就要进行系统的、有训练的和坚持的调查研究来寻求上述两个问题的答案。

在应用科学方法的过程中，有四个显著的步骤：观察，概括，理论化和检验。

1. 观察 科学家对所观察的现象要积累尽可能多的可靠的资料。他起初的兴趣是要发现究竟发生了什么。这些资料可能直接来自观察的结果，可能来自以前科学文献上关于某一探求的报道，也可能来自周密地设计和熟练地完成的许多实验。

化学家们都知道，当所有能影响观察结果的条件都置于他们的控制之下时所作的观察才是最有价值的。因而观察一般都在实验室内进行，因为在那里观察者能够控制那些条件。在被控制的条件下所进行的连续的观察叫做实验。实验提供了近代科学赖以建立起来的基础。

2. 概括 科学家把积累起来的资料组织起来并寻求它们之间的关系。被发现的关系有可能使科学家形成一个广泛的概括来描述究竟发生了什么。当这个概括被众多的资料所支持时，它就有可能被认为是描述这一行为的一条新的定律或原理。

3. 理论化 当科学家知道发生了什么时，这就有可能进一步寻求更加激动人心的工作，就是去探求它是怎样发生的。科学家试图寻求出一个似乎合理的解释，从而建立起一个简单的实



图 1-1 玛丽·斯克洛道斯卡·居里 (Marie Skłodowska Curie, 1867—1934) 生于波兰华沙，她的父亲是那里的一位物理学教授。她在华沙和巴黎大学文理学院学习了化学和物理。在 1898 年她发现了元素钋。就在那同一年，居里夫人和她的丈夫皮埃尔·居里 (Pierre Curie) 发现了元素镭。1903 年，居里夫人与她的丈夫和 A. H. 柏克勒尔 (A. H. Becquerel) 共同获得了物理学的诺贝尔奖。她是获得化学诺贝尔奖 (1911 年) 的第一个妇女，同时也是两次获得诺贝尔奖的第一个人。

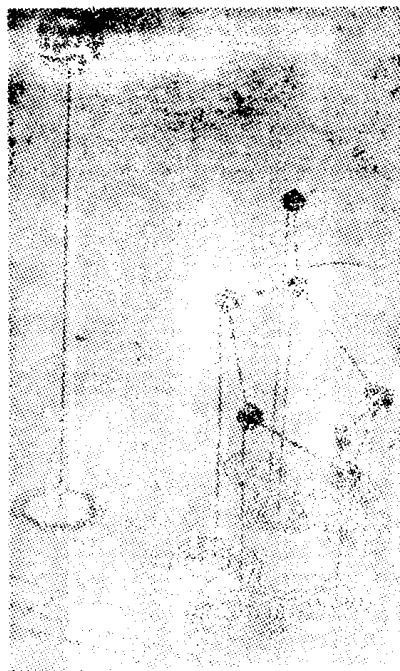


图 1-2 化学家常用实际的模型来帮助他们理解物质的行为。

际的或心理的模型，使观察到的行为与大家熟悉的和容易理解的现象联系起来。利用具有大家熟知性质的简单模型，对观察到的自然现象所作的似乎合理的解释，叫做学说。

4. 检验 一个满意的理论一旦建立，它就要被检验和再检验来证明它的确实性。事实上，科学家们总是不断使他们的学说经受新的实验来检验他们观察到的和实验得到的资料以及他们的预言。学说只要有用，就可以一直被保留。作为一个新的实验的结果，它可能被抛弃或被修改。一个经得起科学实验的学说是可贵的，因为它可以作为预言以前未曾研究过的行为的基础。这种检验和预言是科学方法的核心，也是促进科学知识发展的核心。

化学工作者常用“学说”这个词来表示使许多相关的知识联系起来的定律和实验根据。你将在以后许多章里学到关于物质行为的一些主要的化学学说，如原子学说，气体分子运动学说，和电离学说等。

物质和能

1.5 物质的概念

所有的物料都是由物质构成的。通过视觉、触觉、味觉和嗅觉，可以辨认各种各样的物质。这本书，你的书桌，你呼吸的空气，你喝的水，都是物质的例子。有些物质是很容易观察的。一块石头或木头你能够看见并拿在手里。水，即便在静止的池塘里也是很容易辨认的。另一类物质，譬如空气，就不是那样容易辨认了。你乘坐在汽车轮胎中的压缩空气上。你很清楚在飓风中迅速运动的空气所造成的巨大的破坏。

物质被描述为任何占有空间和具有质量的东西。物质受到力的作用会改变它的运动或位置。物质具有惯性，一种抗拒改变位置或运动的力。惯性，这个作为物质性质的这个概念，在物理和化学学习中都很重要。设想用篮球来代替木滚球。它对木瓶的效果就不是那样了。虽然它们的大小是相仿的，但是木滚球比篮球包含有较多的物质。木滚球的惯性相应地要比篮球的大。所以它保持运动的倾向也比篮球大。

尽管这些都是对物质的描述，可是它们仍不能对物质作出满意的解释。科学家们尽管对物质的性质和行为知道得很多，却仍无法给它下一个简明的定义。

1.6 质量和重量

一种物体所具有的物质_的量，叫做该物体_的质量。如果你去移动一种静止的东西，你会注意到它在抗拒你所用的力。如果你去使一样正在运动的东西停下来，你会注意到它也会抗拒你所用的力。一种东西的质量就是在改变它的位置或运动状态时它的阻力的量度。这种性质被称为惯性。因此，质量是物体惯性的量度，惯性就是它造成的。

物体的重量也决定于质量。重量是地球对物体的引力的量度。一种东西在高空和在深矿竖井底部称量时都比在海面上称量时轻^①。虽然这样东西的重量发生了变化，可是它的质量仍然

^① 物体的重量随着称量的地点不同而不同。