

第二版

数理化自学丛书

化学

第一册

张国模编

上海科学技术出版社

PDG

封面设计 任 意



科技新书目: 41 · 23

统一书号: 13119 · 551

定 价: (科二) 0.70 元

438

数理化自学丛书

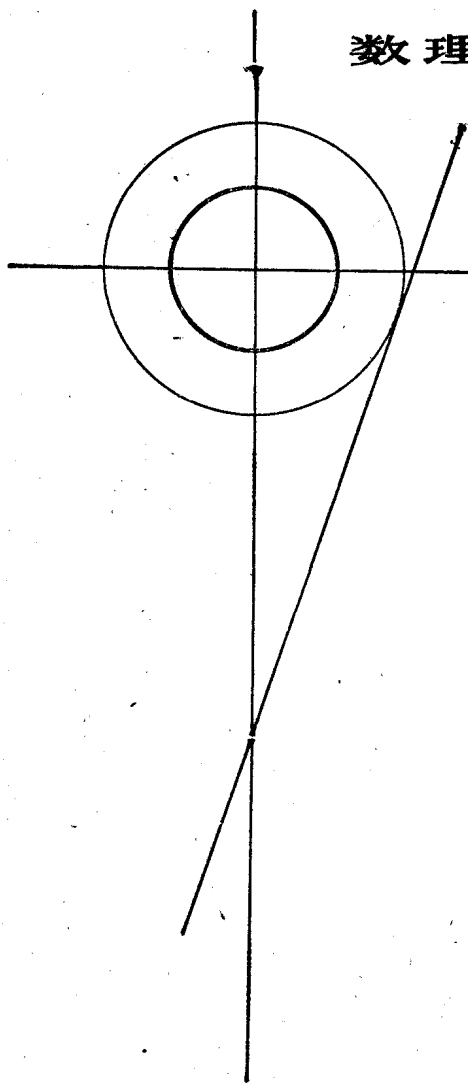
第二版

化 学

第一册

张国模 编

上海科学技术出版社



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》第一册初版成书于1964年，主要是按1956年《中学化学教学大纲》(修正草案)初三年级大纲的要求而编写的。廿余年来，化学科学有了很大的发展，原书不论在化学原理或元素化学方面，都已显得比较陈旧，已远远不相适应，为此按照全日制十年制学校《中学化学教学大纲》(试行草案)的精神和要求，并根据自学特点，对第一版作了较大幅度的修正和补充。

为了提高本书的科学理论水平，把整个中学化学建立在现代的物质结构理论基础上，本版着重介绍了有关电子云概念的初步知识，并对原子-分子论中与现代科学概念不符的部分，作了必要的改写。

为了贯彻理论联系实际的原则，在内容安排上遵循实践-理论-实践的认识规律，把化学原理和元素化学穿插渗透，相辅相成，使读者能更加有效地掌握系统的化学知识。本版对原书第一、第二两章重新组织，把化学中最基本的概念和原理分散在具体元素化学之中，力求做到从实践中引出概念和理论，又用概念和理论指导新的实践。

为了精简内容，压缩篇幅，避免不必要的重复，本版删去了原书第三章“碳和碳的化合物”，将其内容并入到《化学》第二册第六章“碳族元素”中。为了保持各册篇幅的大体均衡，把第二册第一章“卤族元素”则移入本册。

本版根据国务院关于逐步采用国际单位制的规定，用“摩尔”、“气体摩尔体积”、“摩尔浓度”等新概念，代替了原书中的“克原子”、“克分子”、“气体克分子体积”、“克分子浓度”等旧名称。对许多物理量的单位，也尽可能向国际单位

制靠拢。

此外，原书附录有“化学实验的基本操作”、“实验时应注意的事项”和“几个简单易做的化学实验”。鉴于对自学读者来说，由于条件的限制，即使要做一些简单的化学实验，也是有困难的。因此，“附录”增加了篇幅，而实际上却没有起到预期的作用。本版决定删去。当然，化学是一门以实验为基础的学科，必须十分重视对实验现象的观察和实验技能的培养。因此本版在修订时充分注意了对化学实验仪器装置和具体操作要求的介绍，对化学实验发生的现象，也尽可能作了具体而详尽的描述。书末附有“化学实验的常用仪器图”，供读者参阅。如果读者能争取到亲自动手的机会，做一些最基础的化学实验，那么原书的“附录”仍然是可供参考的。

本书是自学读物，本版仍努力保持原书“起点低，跨步小，例题多，说理详”的特点。力求做到既不降低要求而又通俗易懂，文字叙述上尽可能地详尽而不烦琐。但编者限于水平，实际上难于完全做到。书中尚有许多不妥或错误之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

一九八〇年五月

绪 言

在小学自然常识课里,我们已接触到了一些片断的化学知识.现在,我们将比较系统地来学习化学这门学科了.在开始学习化学之前,我们必须先了解一下,化学所研究的对象和范围,它和生产、生活的关系以及学习这门学科的方法等有关问题.

我们周围的世界,是一个物质的世界.这些物质,无时无刻不在运动着和变化着:巨大的岩石逐渐风化变成泥土和砂砾;由于地壳变动而深埋地下的古代的动物和植物,变成了石油和煤;铁器在潮湿的空气里逐渐生锈;等等.

人类为了生活和生产,在长期跟自然作斗争的过程里,积累了许多有关物质变化的知识.从而逐渐认识到,自然界里一切物质变化的发生都是有一定的原因和条件的.掌握了物质变化的原因和条件,就能控制物质变化的发生,从而达到利用自然和改造自然的目的.

化学就是一门研究物质性质和物质变化规律的科学,它研究物质发生变化的原因和条件,以及随着变化发生的各种现象(例如发光、发热、发生气体等)等.

物质的一切性质和变化,归根结蒂,都和它的组成和结构有关.因此,化学还要研究物质的组成和结构.

人类掌握了化学知识,就能综合利用自然资源,真正做到“物尽其用”.例如,在过去,人们从地下挖掘出来的煤,全部当作燃料烧掉.但现在由于科学的发展,不仅做燃料,还能够从煤制得化肥、染料、炸药、塑料、杀虫剂等等很多种有用的物品,从而大大提高了煤的使用价值.

化学在把我国建设成为伟大的社会主义的现代化强国的新长征中有着十分重要的作用.例如现代化的农业需要各种高效肥料、复

合肥料、微量元素肥料、高效低毒低残留农药、除草剂、植物生长刺激素、塑料薄膜等等；现代化的工业、现代化的科学技术和现代化的国防都需要许多特殊的化工材料和化工产品，例如原子反应堆需用的重水，导弹、飞机需用的高能燃料，电子工业需用的高纯物质等等。这些材料和产品的生产都要直接用到化学知识。

本书是为初学化学的读者写的，这里所讲到的还只是化学科学里最基本的一些知识和技能。在基础知识方面包括化学基本概念、基本定律、基本理论以及某些重要物质的系统知识；在基本技能方面包括化学计算的技能和做实验的技能等。

基本概念是阐明化学学科里的一些专用名词，例如分子、原子、元素、单质、化合物、酸、碱等。基本定律是人们通过千百次化学实验总结出来的规律。质量守恒定律、定组成定律等都是化学里最重要的基本定律。基本理论是人们根据大量物质变化的材料，经过科学的归纳和分析，总结出的概括性的知识。物质结构理论、元素周期律、电离理论等是化学学科里最重要的基本理论。

要学好化学，首先就要确切地理解并牢固地掌握化学基本概念、基本定律和基本理论，从本质上来认识物质和物质变化的原因。其次，在学习重要物质系统知识时，要注意物质的性质、用途和制法之间的相互联系，要善于通过各种物质性质的比较，找出它们的内在联系。第三，要适当联系工农业生产实际和生活实际，经常运用学到的化学知识来解释生产、生活中所遇到的一些现象和解答习题。第四，由于化学是一门以实验为基础的自然科学，因此学习化学时应该重视化学实验。对自学的同志来说，这点存在着一定的困难。但读者仍应仔细阅读书中有关实验现象的描述和仪器装置的插图，了解各种仪器的名称和使用方法，并创造条件（例如采用某些简单的仪器或代用品等）争取做一些简单的化学实验。这样，一方面可以加深和巩固学过的化学知识，另一方面还可以培养某些化学实验基本操作的技能。

目 录

第二版出版说明

编者的话

绪言

1. 氧 分子和原子	1
§ 1.1 物质和物质的变化	1
§ 1.2 空气	5
§ 1.3 氧气的性质和用途	9
§ 1.4 氧气的制法	14
§ 1.5 分子 混和物和纯净物	17
§ 1.6 原子 原子量	21
§ 1.7 元素和元素符号	25
§ 1.8 分子式和分子量	29
§ 1.9 化学方程式	37
本章(包括绪言部分)提要	49
复习题一	53
2. 氢和水 物质结构理论的初步知识	56
§ 2.1 氢气的制法	56
§ 2.2 氢气的性质和用途	60
§ 2.3 水的性质	66
§ 2.4 摩尔	68
§ 2.5 气体摩尔体积	75
§ 2.6 原子的结构	83
§ 2.7 分子的形成	95
§ 2.8 元素的化合价	101

本章提要	107
复习题二	110

3. 溶液114

§ 3.1 溶液、悬浊液和乳浊液	114
------------------------	-----

§ 3.2 物质的溶解过程	119
---------------------	-----

§ 3.3 物质在水里的溶解性	122
-----------------------	-----

§ 3.4 物质的结晶	137
-------------------	-----

§ 3.5 混和物的分离	147
--------------------	-----

§ 3.6 溶液的浓度	151
-------------------	-----

本章提要	167
------------	-----

复习题三	169
------------	-----

4. 酸碱盐 化学肥料172

§ 4.1 单质: 金属、非金属和稀有气体	173
-----------------------------	-----

§ 4.2 电解质和非电解质	174
----------------------	-----

§ 4.3 酸类	182
----------------	-----

§ 4.4 碱类	194
----------------	-----

§ 4.5 盐类	201
----------------	-----

§ 4.6 化学肥料	212
------------------	-----

§ 4.7 氧化物——碱性氧化物和酸性氧化物	220
------------------------------	-----

§ 4.8 单质、氧化物、酸、碱、盐的相互关系, 盐的一般	
-------------------------------	--

制法	227
----------	-----

本章提要	234
------------	-----

复习题四	238
------------	-----

5. 卤族元素239

§ 5.1 氯气的性质	242
-------------------	-----

§ 5.2 氯在自然界的存在, 氯气的用途	248
-----------------------------	-----

§ 5.3 氯气的制法	249
-------------------	-----

§ 5.4 氧化-还原反应	252
---------------------	-----

§ 5.5 氯和氢的化合物: 氯化氢, 盐酸	258
------------------------------	-----

§ 5.6 盐酸盐	263
§ 5.7 盐酸的工业制法	266
§ 5.8 氯的含氧化合物	269
§ 5.9 氟	271
§ 5.10 溴	275
§ 5.11 碘	278
§ 5.12 卤族元素	281
本章提要	284
复习题五	287
总复习题	288
自我检查题	291
附录 1. 酸、碱、盐的溶解性表 (20°C)	297
附录 2. 国际原子量表	298
附录 3. 化学实验的常用仪器图	300
附录 4. 《化学》第一册计算题答案	302

氧 分子和原子

本章的主要内容是：(1) 化学里一些重要基本概念。包括：有关物质变化和性质方面的基本概念(物理变化和化学变化，化合反应和分解反应，物理性质和化学性质)；有关物质种类、组成和结构方面的基本概念(纯净物、混和物、元素、单质、化合物、原子、分子)；有关化学量方面的基本概念(原子量、分子量)和有关化学用语方面的基本概念(元素符号、分子式、化学方程式)。学习这些基本概念，要求正确理解概念的涵义，并能运用概念解释有关事物的现象和本质。在学习时，要注意掌握概念的关键，分析概念之间的联系，特别是对某些容易混淆的概念(如元素和原子、元素和单质等)，要看到它们之间的联系，更要看到它们之间的区别。(2) 最重要的基本定律：定组成定律和质量守恒定律。前者是化合物具有一定分子式的根据，后者是化学方程式配平和进行化学计算的根据。学习这些基本定律，要求了解它们的实验依据和在化学中的重要作用。(3) 基本技能：根据分子式、化学方程式进行计算的技能和有关固体加热、气体收集(排水集气法)等化学实验的技能。进行化学计算，必须了解计算的依据(有关的化学概念和定律)，列式要求合理和正确，并按一定的步骤和格式进行练习。对于化学实验只能根据书中实验现象的描述和仪器装置的插图，对实验的操作和要求作一般的了解。(4) 有关空气和氧气的化学知识。要求注意物质的制法、用途和性质之间的内在联系，对物质的主要性质要求熟记和掌握。

§ 1.1 物质和物质的变化

在前面绪言里已经讲过，我们周围的世界是一个物质的世界。那么，什么是物质呢？我们日常生活里经常接触到的水、食盐、化肥、农药、钢铁、石油、塑料等等都是物质，这当然是毫无疑问的。但是也有一些物质，例如细菌、病毒，以及比它们更小的分子、原子等，这些物质不仅我们的肉眼看不见，甚至用一般的显微镜也不能直接看到。但

是它们仍然是物质。因为这些物质尽管我们不能直接看到，但近代科学实验已经证明，它们是的确存在的。还有一些物质，甚至我们今天还没有发现它们，还没有意识到它们的存在。随着科学的发展，今后我们将会逐步发现它们和认识它们，因此它们仍然是物质。总之，凡是客观上存在的一切东西，不管它是能够被我们直接感觉到的，或者是不能直接感觉到的；也不管它是我们现在已经认识了，或者是我们还没有认识到的，统统都是物质。

世界上物质的种类是非常之多的，它们的性质更是千差万别的，但是它们有一个共同的特征，那就是“运动”（或者说“变化”）。世界上所有的物质，从最小的东西到最大的东西，从最简单的东西到最复杂的東西，都永远处于无休止的运动和变化中。绝对静止的或者永恒不变的物质是没有的。

自然界里物质的变化是多种多样的。有时物质的变化进行得非常缓慢，甚至不容易被人们察觉出来；有时物质的变化却又进行得十分猛烈，甚至产生强烈的光和大量的热。例如，杯子里的水在不断蒸发，变成水蒸气，逸散到空气中去。这个变化进行得很慢，乍一看来，似乎不发生什么变化。但是，只要时间长了，我们可以明显地看出杯子里的水确实是少了，甚至是干了。又如，我们点燃一张纸片，纸片立刻燃烧起来，发生熊熊的火焰，一会儿，纸片烧掉了，变成少许黑色的纸灰。这个变化非常明显，能被人立刻察觉出来。

对于物质形形色色的变化，我们看得多了，并不觉得奇怪。但是，如果仔细想一想，各种不同的变化，有没有什么本质的区别呢？有时却又难以回答。

有些物质的变化，仅仅只是外表形状发生了变化，但并没有变成别的物质。例如，水蒸发变成水蒸气，水和水蒸气在外形上虽然是显著不同的，但水蒸气和水是同一种物质，水蒸气在冷却时仍可变成原来的水。又如把玻璃碎块熔化后，可以吹制成各种形状的玻璃器皿，这个变化也只是外表形状的变化，而玻璃仍然是玻璃，并没有变成别种物质。再如当电流通过电灯泡里的灯丝时，灯丝发出白炽的强光，

这个变化是十分明显的。但当电流切断以后，灯丝不再发光，这时我们可以看到灯丝仍跟它发光以前一样，也没有变成别种物质。

物质只是它的外形或状态发生了变化，并没有变成别种新物质，这样的变化，叫做物理变化。

在物质的另外一些变化中，不仅物质的外形或状态有了变化，而且物质的本身也发生了变化，变成了别种新物质。例如，铁在潮湿空气里生锈，铁和铁锈是两种不同的物质。又如，把蔗糖加强热，最后变成黑色的炭，蔗糖和炭也是两种不同的物质。

物质发生变化后，生成新的物质，这样的变化，叫做化学变化。化学变化也叫做化学反应。

物质发生化学反应时，常伴随着发生一些现象：有时有气体放出，例如，烘面包时，由于混杂在面粉里的“发酵粉”^①受热而发生化学变化，放出一种叫做二氧化碳（俗称“碳酸气”）的气体，在面粉里形成许多气泡，使面包变得松软；有时会有沉淀产生，例如，把二氧化碳气体通入澄清的石灰水，溶液很快变成浑浊，放置一些时候，有一种细小的白色固体，慢慢沉到容器底部；有时会有颜色的变化，例如，白色的蔗糖受到强热后变成黑色的炭；有时会放出大量的热和光，例如，煤炭燃烧时发热发光，等等。根据这些现象，我们常常可以判断物质是否发生了化学变化。

但是，这些现象并不一定标志着化学变化的发生。化学变化的根本特征是生成新的物质。

物理变化和化学变化虽是物质的两类不同变化，但在许多情况下，它们又常是伴随在一起发生的。例如点燃蜡烛时，固态的蜡受热熔化，这是物理变化；同时，它燃烧变成水蒸气和二氧化碳（两种新物质），又是化学变化。一般说来，物质发生物理变化时不一定有化学变化，但发生化学变化时，一定伴随有物理变化的发生。

物质的变化是多种多样的，这里所讲的物理变化和化学变化只是比较简单的两种变化形式。除此之外，物质还有其他更加复杂的

① “发酵粉”的主要成分是碳酸氢钠（俗名“小苏打”）。

变化形式,它们将在其他学科(例如生物学)里讨论。

物质的性质就是物质在运动、变化中所表现出来的各种特征,人们就是根据物质的性质来认识和区别各种物质的。例如,铜和铝的颜色不同,根据颜色,能把铜和铝区别开来;糖和盐的味道不同,根据味道,能把糖和盐区别开来;水和汽油的气味不同,根据气味,能把水和汽油区别开来;等等。颜色、味道、气味等就是物质的性质。

有些物质的性质,只是在物质发生化学变化的时候才表现出来,也就是当物质在一定条件下变成新物质的时候才表现出来。例如铁的生锈是在铁变成铁锈(是一个化学变化)的过程里表现出来的。煤炭的可燃性是在煤炭燃烧时产生新物质(主要是二氧化碳)的过程里表现出来的。象这类只有在发生化学变化时才表现出来的物质的性质,叫做化学性质。

但是,也有一些物质的性质,例如上面所讲的颜色、味道、气味以及状态(固态、气态或液态)、密度①、沸点②、熔点③等,并不需要使物质变成新物质就能认识。物质的这类性质,叫做物理性质。

习 题

1.1

1. 怎样区别物理变化和化学变化?

2. 试举出日常生活里物理变化和化学变化的例子各三个。

3. 下列现象中哪些是物理变化? 哪些是化学变化? 为什么?

- (1) 湿衣服晾干; (2) 铜器上生出铜绿; (3) 钢锭轧成钢条;
(4) 火药爆炸; (5) 木柴烧成木炭; (6) 蓝黑墨水的颜色由蓝变黑;
(7) 石灰石烧成石灰; (8) 桐油在空气里变“干”(参看第11页)。

4. 叙述你所知道的关于铜、水和酒精的性质。在这些性质里,哪些是物理性质? 哪些是化学性质?

① 密度就是物体的质量和体积的比值,或者说,是单位体积里物体的质量。在国际单位制里,密度的单位是公斤/米³。常用的单位是克/厘米³或克/升,例如在4°C时水的密度是1克/厘米³,氧气在0°C和1个标准大气压下的密度是1.429克/升。

② 沸点就是液体沸腾时的温度。例如在一标准大气压下,水的沸点是100°C。

③ 熔点是晶体物质溶解时的温度。晶体的熔点和所受的压力也有关系,例如在一标准大气压下冰的熔点是0°C,在336标准大气压下是-2.5°C。

§ 1.2 空 气

空气的成分和性质 人类一直生活在空气里，但人们对空气的成分和性质的认识，还不过是近一二百年来的事情。

最初，人们曾错误地认为空气是一种简单物质，后来才知道它含有复杂的组成，其中最主要的是氮气和氧气。

到了十九世纪末，经过仔细研究，又发现空气里除了氮气和氧气以外，还含有总量不到1%的氦气、氖气、氩气、氪气和氙气。这些气体的化学性质很不活泼，过去曾认为它们完全不能和其他物质发生化学反应，并把它们称做“惰性气体”。但在1962年以后，化学家合成了一系列“惰性气体”的化合物，说明“惰性气体”的“惰”只是相对的。因此，现在有些教科书里已不用“惰性气体”这个名称。由于它们在自然界里的含量十分稀少，因而称它们为“稀有气体”。

此外，空气里还含有少量的二氧化碳、水蒸气以及或多或少的灰尘和别的杂质。

根据实验测定，空气里所含各种气体的百分比，按体积计算，大约是：氮气占78%，氧气占21%，稀有气体占0.94%，二氧化碳、水蒸气、灰尘和其他杂质总共占0.06%。这就是说，在每100体积的空气里，大约含有氮气78体积，氧气21体积……等等。

但是，空气的成分并不是从来如此和永远如此的。我们今天地球上空气的成分，是亿万年来自然界各种复杂变化的结果。就是在今天，空气的成分仍在不断变化着，只是这种变化极其缓慢，不易为人们所察觉罢了。

另外，在不同的地区，空气里各种气体的百分比也是稍有不同的。例如在人烟稠密的工厂区，由于那里燃料烧得多^①，空气里的

^① 绝大部分燃料(象煤、木炭、煤气、石油、柴草等)燃烧时都有二氧化碳放出。