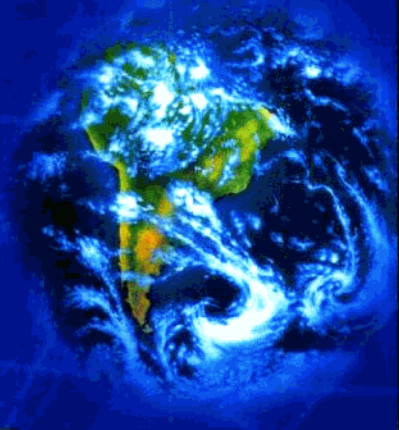


中学生 化学手册

CHEMISTRY

张虹 主编



北京工业大学出版社

内 容 提 要

本书以国家教育部制定的中学化学教学大纲为依据，结合我国目前教育现状，采用与现行教学同步的编写手法，适合中学生阅读使用。本书将中学化学知识总结概括为：化学基本概念、化学基本理论、元素及其化合物、有机化学基础知识、化学实验、化学计算等部分。本书条理清晰，层次分明，对知识的描述有分析、补充并具有新意，是一本中学化学教材的辅助性工具书。

前 言

化学研究的对象是自然界中的各种各样的物质。从浩瀚的宇宙和地球上的各种物质，到人类无法用肉眼看到的分子、原子，都是我们要观察、了解和认识的对象。

化学成为一门独立学科的时间虽然不长，但随着科学技术的不断进步与发展，愈来愈显示出其重要性。在材料、能源、环境、生命科学，以及我们日常生活中，化学所起的作用是其他学科所无法替代的。因此，可以说化学是人类进步关键的一环，是中学教学的重要课程之一。

为了适应中学教育改革、素质教育、教学以及广大中学生学习化学的需要，帮助广大中学朋友理解、掌握教材内容，巩固基础知识和基本技能，拓宽科学视野，掌握科学的学习方法，增强学习能力，我们特编写了这本《中学生化学手册》。

《中学生化学手册》以国家教育部制定的中学化学教学大纲为依据，以“人教版”最新教材为凭借，结合我国目前基础教育的实际情况，采用基本上与现行教学同步

的编写手法,适合中学生阅读。其编排方法着眼于知识的自身体系与逻辑结构的统一,又考虑到化学学科的特点,将中学化学知识总结、概括为化学基本概念、化学基本理论、元素及其化合物、有机化学基础知识、化学实验以及化学计算等部分。另外,在“附录”中还列选了常见物质的俗名、别名以及某些物理常数等。本书力求条理清晰、层次分明、知识严谨、言简意赅,对知识点的描述有分析、补充并具有新意,其编写目的旨在帮助广大中学生朋友掌握好化学知识,使之在头脑中形成一个严谨而完整的知识构架,为今后进一步学习和参加国家建设奠定良好的基础。

衷心地期望本书能为提高中学化学教学质量、培养中学生的科学素质做出一些有益的贡献,能成为广大中学生的良师益友,同时也能为中学化学教师备课提供方便条件。

该书由张虹主编,由孙炳林、俞佳柱、吕家良编写,刘玉贞、陈素君、许秀珠、黄坤英等参与了编写工作,最后由吕家良统稿。

由于水平有限,难免存在疏漏,敬请广大读者指正。

编 者

目 录

第一章 化学基本概念	(1)
一、物质的组成	(1)
二、物质的分类	(8)
三、化学用语与化学基本定律	(16)
四、化学常用量	(35)
五、物质的性质和变化	(50)
六、化学反应规律	(75)
七、溶液和胶体	(90)
第二章 化学基本理论	(103)
一、元素周期律、周期表和物质结构	(103)
二、化学反应速率和化学平衡	(196)
三、电解质溶液	(229)
第三章 元素及其化合物	(270)
一、稀有气体	(270)
二、第 I A 族	(274)
三、第 II A 族	(307)
四、第 III A 族	(320)

五、第ⅣA族	(328)
六、第ⅤA族	(340)
七、第ⅥA族	(359)
八、第ⅦA族	(368)
九、过渡元素	(374)
第四章 有机化合物	(382)
一、烷烃	(382)
二、烯烃	(388)
三、炔烃	(391)
四、环烷烃	(392)
五、芳香烃	(394)
六、卤代烃	(402)
七、醇	(409)
八、醚	(419)
九、酚	(422)
十、醛和酮	(426)
十一、羧酸	(434)
十二、酯	(447)
十三、酰胺	(451)
十四、糖	(456)
十五、氨基酸和蛋白质	(463)
第五章 化学计算	(468)
一、化学计算的知识与能力要求	(468)

二、化学计算的知识体系	(471)
三、化学基本计算	(473)
四、综合计算	(495)
五、化学计算常用的解题方法	(497)
第六章 化学实验	(574)
一、常用化学仪器	(574)
二、实验基本操作	(589)
三、物质的制取	(602)
四、物质的检验	(626)
五、常见化学试剂	(664)
六、实验室常用指示剂和试纸	(670)
七、定量实验	(675)
八、化学实验意外事故的处理	(693)
附 录	(698)
附录一 常用量和单位	(698)
附录二 常见无机物的俗名和别名	(708)
附录三 常见有机化合物的俗名和别名	(717)
附录四 常用酸碱溶液的浓度	(720)
附录五 常用试剂的配制	(721)
附录六 一些弱酸和弱碱的电离常数	(725)
附录七 一些无机物在不同温度时的溶解度	(728)
附录八 不同浓度酸、碱溶液的密度	(735)
附录九 化学元素一览表	(742)

第一章 化学基本概念

一、物质的组成

1. 组成物质的微粒

(1) 原子 原子是化学变化中的最小微粒。

原子很小,但有一定的种类、体积和质量,原子之间也有一定的间隔,并不停地运动(未发生化学变化时在一定范围内振动),原子间有一定的作用力。

原子是组成物质的一种基本微粒。由原子直接构成的物质有:金刚石、石墨、晶体硅、晶体硼等少数非金属晶体和二氧化硅、碳化硅等少数化合物,以及金属单质(及合金)。如果从原子分子观点看,可以认为是由原子构成的,但实际是由金属离子和自由电子构成的。

由原子构成的固态物质为原子晶体。典型原子晶体质地坚硬、熔沸点高、不溶于一般溶剂。

(2) 分子 分子是保持物质的化学性质的一种微粒。

分子有一定的大小和质量,分子间有一定的间隔,分子在不停地运动,分子间有一定的作用力。

分子是组成物质的一种基本微粒。许多物质是由原子构成分子,再由分子构成物质。由分子构成的物质有:

氢气、氧气、氮气、氯气、液溴、硫、磷以及稀有气体等多数非金属单质，二氧化碳、二氧化硫等酸性氧化物，硫酸、硝酸等含氧酸，氯化氢、硫化氢、氨气等气态氢化物，水，有机化合物。其中除稀有气体是由单原子构成的分子外，其他分子都是由两个或两个以上的原子构成。

由分子构成的固态物质为分子晶体。分子晶体质地松脆、熔沸点较低、多数可溶于有机溶剂。

(3) 离子 离子是带有电荷的原子或原子团。

带正电荷的离子叫阳离子，例如 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ ；带负电荷的离子叫阴离子，例如 Cl^- 、 OH^- 、 SO_4^{2-} 。

离子也是构成物质的一种微粒。由离子构成的物质有：氧化钠、氧化镁等活泼金属氧化物和氢氧化钠、氢氧化钡等强碱，以及氯化钠、硫酸铜等绝大多数盐类。

由离子构成的固态物质为离子晶体。离子晶体质硬而脆，熔点、沸点较高，熔融（或溶解）时能导电，多数能溶于水。

表 1-1 原子和分子的区别与联系

项 目	原 子	分 子
概 念	化学变化中的最小微粒	保持物质化学性质的一种微粒
存 在	一般不能单个独立存在	均能单个独立存在
性 质	构成分子的原子一般不保持原物质的化学性质。由原子直接构成的物质，其原子保持该物质的化学性质	保持物质的化学性质

续表

项 目	原 子	分 子
在化学变化中的表现	不可分(仅可以失去或获得电子)	可分为原子
相互联系	<pre> graph TD A[原子] <--> B[分子] A --> C[物质] B --> C </pre>	

表 1-2 原子和离子的区别与联系

项 目	原 子	离 子	
		阳 离 子	阴 离 子
电 性	中 性	带 正 电	带 负 电
核外电子数与核内质子数的关系	电子数=质子数	电子数<质子数	电子数>质子数
相互联系	阳离子 $\xrightleftharpoons[\text{失电子}]{\text{得电子}}$ 原子 $\xrightleftharpoons[\text{失电子}]{\text{得电子}}$ 阴离子		

2. 原子的构成

原子由原子核和核外电子构成。原子核由质子和中子构成,质子带正电荷,中子不带电。原子核位于原子的中心,在原子中仅占很小的体积,却集中了几乎全部的原子质量。电子带负电荷,围绕原子核在核外空间作高速运动。

表 1-3 原子的构成

	构 成		微粒数目	电荷电量	质 量	作 用
原 子 (${}^A_Z\text{X}$)	原子核	质子	等于核电荷数(Z)	带一个单位正电荷	$1.007 \approx 1$ ($1.6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$)	决定元素的种类
		中子	$(A-Z)$ 个	不带电荷	$1.008 \approx 1$ ($1.6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$)	质子数相同情况下决定同位素
	电 子		等于质子数(Z)	带一个单位负电荷	$1/1836$ ($9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)	外围电子决定元素的化学性质

注：表中 X 代表元素，A 为质量数，Z 为质子数。质量数是原子核中的质子数和中子数之和。

3. 元素、同位素

(1) 元素 又称化学元素，是具有相同核电荷数（即质子数）的同类原子的总称。例如：NaCl、Cl₂、HClO、KClO₃、Cl₂O₇ 中的氯，核电荷数都是 17，因此可以说，这些物质中都含有氯元素。但由于它们的价态或带电荷的情况不同，所以其性质是不同的。

(2) 核素 具有一定数目的质子和一定数目的中子的一种原子称为核素。

例如，原子核里有 6 个质子和 6 个电子的碳原子，其质量数是 12，称为碳-12 核素，或写为 ^{12}C 核素；原子核

里有 6 个质子和 7 个中子的碳原子，质量数为 13，称为 ^{13}C 核素；氧原子有 3 种核素，即 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O 核素。

具有多种核素的元素称为多核素元素。自然界中的碳、氧、镁等元素都是多核素元素。有些天然元素只有一种核素形式，如钠、铝、金等元素，被称为单核素元素。

核素可以分为稳定核素和放射性核素两大类。天然存在的稳定核素和放射性核素约 300 多种（其中稳定核素约 280 多种）。目前人造放射性核素已达 1 700 多种。

(3) 同位素 质子数相同而中子数不同的同一种元素的原子互称为同位素，即多核素元素中的不同核素互为同位素。

同种元素的不同核素的质子数相同，故在周期表中占同一位置。例如，氢的同位素包括 3 种核素，即 ^1H 称为氕、 ^2H （或 D）称为氘、 ^3H （或 T）称为氚。它们的化学性质几乎相同，但具有不同的核特征，其中氘和氚是制造氢弹的材料。

(4) 同量素 全称为同量异位素，质量数相同而原子序数（核电荷数）不同元素的原子互为同量素。

例如 $^{40}_{18}\text{Ar}$ 、 $^{40}_{19}\text{K}$ 、 $^{40}_{20}\text{Ca}$ 等 3 种原子，它们的质量数都是 40，而原子序数则分别是 18、19、20，可以说它们互为同量素。

(5) 丰度

(a) 元素的丰度: 元素在地壳中的含量分数称为元素的丰度。元素的丰度值又叫克拉克值, 有质量分数(w)和摩尔分数(x)两种表示方法。

在 88 种天然元素中, 有 11 种元素(O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg、H、Ti、C)占了地壳质量的 99%, 其余 77 种元素只占 1% 左右。其中丰度最大的是氧元素, 其 w 为 49.13%, x 为 53.59%。

(b) 同位素(或核素)的丰度: 天然元素的某种同位素, 占该元素全部同位素的原子分数称为该同位素的“天然丰度”, 简称“丰度”。

大多数元素的同位素丰度, 不论在地球上什么地方都基本不变, 也就是说, 地球上大多数元素的同位素的天然丰度是恒定的。

例如, 氢元素的 3 种同位素中氕(^1H)和氘(^2H)是天然稳定同位素, 它们的丰度分别是 99.985% 和 0.015%, 而氚(^3H)则是人造放射性同位素。

表 1-4 元素与原子的区别和联系

项 目	元 素	原 子
概 念	具有相同核电荷数的一类原子的总称	化学变化中的最小微粒

续表

项 目	元 素	原 子
含 意	只分种类,通常没有个数的含义	既讲种类,又讲个数
应用范围	属宏观概念,用于说明物质宏观组成	属微观概念,用于说明物质微观结构或化学反应机理
相互联系	任何一类原子均可称为元素	

4. 物质的组成

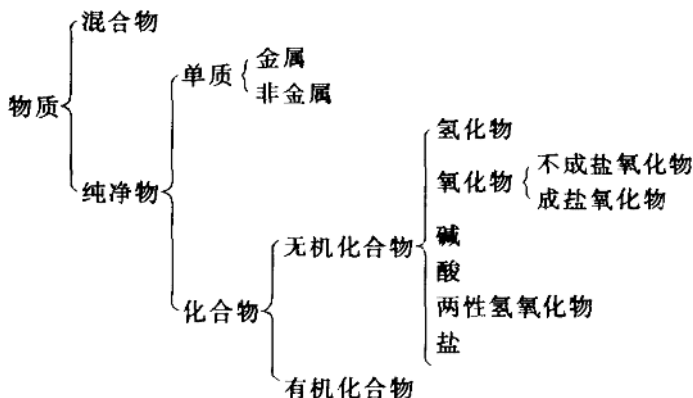
自然界的物质,从宏观上看由元素组成,从微观上讲,则由微粒(原子、分子、离子)构成。

表 1-5 物质的组成情况

	宏 观	微 观
物质的组成情况	元素 游离态 → 单质 化合态 → 化合物	分子 ↑ 原子 ↓ 离子 ← ← ← ←

二、物质的分类

1. 概况



2. 概念

(1) **混合物** 是多种单质或化合物混在一起组成的物质。混合物没有固定的组成,而且组成混合物的每种单质或化合物都保持着原有的化学性质。例如,含有氧气、氮气、稀有气体、二氧化碳等多种气体的空气,含有多种盐分的海水,含有多种烃类的石油等都是混合物。混合物可以用物理方法,将其各组分分开。

(2) **纯净物** 由一种物质组成,具有固定的组成和一定的性质(如熔点、沸点)的物质。其中氢气(H_2)、食

盐 (NaCl)、胆矾 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)等都属纯净物。纯净物均可用固定的化学式表示。

(3)单质 由同种元素组成的纯净物叫做单质,例如氢气 (H_2)、臭氧 (O_3)、氩气 (Ar)、金属铜 (Cu)等。

表 1-6 金属与非金属的比较

性 质	金 属	非 金 属
状 态	通常情况下,除汞呈液态外,均为固态	通常情况下,除溴呈液态外,其他多呈固态或气态
光 泽	有金属光泽	一般没有金属光泽
延 展 性	一般有延展性	固态的一般质脆易碎
导电、 导热性	一般良好	一般很差(石墨除外)

(4)同素异形体 同一种元素组成的不同单质,叫做这种元素的同素异形体。例如,金刚石和石墨是碳元素的同素异形体,红磷和白磷是磷元素的同素异形体。

形成同素异形体的方式一般有 3 种:

(a) 构成分子的原子数目不同,例如氧气(O_2)和臭氧(O_3)。

(b) 晶格的原子排列方式不同,例如金刚石(正四面体结构)和石墨(层状结构)。

(c) 晶格的分子排列方式不同,例如正交硫和单斜硫。

(5) 化合物 由不同种元素组成的纯净物叫做化合物。化合物一般分为离子化合物(如氯化钠、氢氧化钠)和共价化合物(如氯化氢、硫酸)。化合物有固定的组成并有一定的物理和化学特性。

表 1-7 化合物与混合物的比较

项 目		化 合 物	混 合 物
组 成	微观	由相同的分子构成	由不同种的分子构成
	宏观	由同种物质组成	由不同种物质混合而成
	特点	具有固定的组成	没有一定的组成
性 质		具有一定的性质(如固定的熔、沸点),各成分已失去游离态时原有的性质	各成分保持原有的性质(混合物没有一定的性质,如没有固定的熔、沸点)

表 1-8 单质与化合物的比较

项 目	单 质	化 合 物
元素存在形式	处于游离态	处于化合态,各组成元素失去游离态时的性质
组 成	由同种元素组成(分子由同种元素的原子构成)	由不同种元素组成(分子由不同种元素的原子构成)
性 质	一般不能发生分解	一定条件下,能分解