

化学 I

〔日〕田村三郎等 编著



文化教育出版社

化学 I

田村三郎
〔日〕 不破敬一郎 编著
矶晃一郎
一 丸 雅 巳

陈 耀 亭
魏 庆 藩 译

化 学 I

〔日〕 田村三郎 不破敬一郎 编
矶晃二郎 一国雅巳
陈耀亭 魏庆藩 译

*

文化教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 6 插页 1 字数 122,000

1980年6月第1版 1980年11月第1次印刷

印数 1—20,000

书号 7057·013 定价 0.46 元

译 序

本书是日本东京大学教授田村三郎等人编著的,分化学I(1977年初版)、化学II(1978年初版)两册出版,用作日本高中化学教材。

这部教科书内容精练,系统严整,叙述生动,注意培养科学方法,可供我国中学化学教师、学生和师范院校化学系师生参考。

化学II教材与化学I衔接,内容包括四章:(1)有机化合物的结构和反应,(2)物质结构,(3)化学反应速度和化学平衡,(4)高分子化合物。化学II不日即将翻译出版。

由于翻译时间仓促,加之译者水平所限,谬误之处,难以避免,请读者批评指正。来信请寄:吉林省长春市吉林师大化学系(130024)陈耀亭。

本书翻译过程中,曾蒙吉林师大化学系马岳民教授、郝雷等同志给了许多指导和帮助,特此致谢。

译 者

1980年6月

目 录

绪 言	1
1. 什么是化学	1
2. 新化学	3
3. 化学的任务	4
第一章 物质的结构	6
I 原子和分子	6
1. 分子、原子的存在	6
2. 化学量	11
复习题	19
II 原子的结构	21
1. 原子核和电子	21
2. 离子的形成	25
复习题	28
III 化学键	30
1. 离子键	30
2. 共价键	31
3. 金属键	36
复习题	38
第二章 物质的状态	39
I 物质的三态	39
1. 物质的状态变化	39
2. 气体定律	45
复习题	53
II 溶解和溶液	54
1. 溶解	54
2. 溶液的性质	61

复习题	66
Ⅱ 胶 体	68
1. 胶体溶液	68
复习题	72
第三章 物质的变化	74
I 化学反应和热	74
1. 反应热	74
复习题	80
II 化学反应速度和化学平衡	82
1. 化学反应速度	82
2. 化学平衡	84
复习题	88
III 酸、碱、盐	89
1. 酸和碱	89
2. 中和反应	93
3. 氢离子浓度	99
4. 盐的水解	105
复习题	106
IV 氧化和还原	108
1. 氧化-还原反应	108
2. 电池	116
3. 电解	124
复习题	130
第四章 物质的性质	132
I 元素的特性和周期性	132
1. 元素的周期律	132
复习题	137
II 分成族的元素群	139
1. 惰性气体	139
2. 碱金属	140
3. 碱土金属	144

4. 卤素.....	147
复习题.....	151
Ⅲ 第2周期、第3周期的元素及其化合物	153
1. 氢化物.....	153
2. 氧化物和氢氧化物.....	156
3. 离子的检验和分离.....	164
复习题.....	167
Ⅳ 碳的化合物	169
1. 碳和氢的化合物.....	169
2. 碳、氢和氧的化合物.....	172
复习题.....	177
附录	178

绪 言

写在前面

我们从现在开始来学习化学。为此，首先需要考虑以下几个问题：化学是一门什么样的科学？从这门科学里能够学到些什么？以及这门科学对于我们的生活起什么作用？

1. 什么是化学

化学是研究物质及其变化的一门科学。化学的研究对象是物质的结构、性质、反应和合成等。为了理解这门科学的内容和意义，我们先回顾一下化学的形成发展过程。

人类与其他动物最大不同点，就在于能够使用工具。远古时期人类，为了生存，利用自然界存在的东西作为工具。后来，就学会将自然界的東西加工变形，改造成为比较适用的东西。在那段过程里，人们掌握了从矿石制造金属或陶瓷器，或从植物提取染料或医药的技术，在此同时，也了解了各种物质的性质及其处理方法。

其后，到了人们能够较好地利用金属的时候，一些人出自对黄金的追求，就产生了所谓的“炼金术”。炼金术就是想把象铅那样的贱金属，变成象金、银那样的贵金属，以求发财致

富,这样的炼金术在漫长的年代里,曾经不断地吸引着一些人的欲望。与此同时,寻求长生不老的丹药的活动也在盛行,但这些活动对于科学物质观的形成都未起什么作用。

直到进入 17 世纪,波义尔主张以实验和观察为基础,加强对物质组成的研究。随后通过气体定律的发现,促使化学开始有了作为一门科学的发展方向。18 世纪末,拉瓦西搞清楚了氧气在燃烧现象里的作用,这与发现化学变化里的质量守恒定律也是有联系的,由于它的发现,为使化学向着定量化方向发展奠定了基础。到了 19 世纪,提出了有关物质构成的基础的原子论(1803 年)和分子论(1811 年),这就使人们对组成物质的基本单位的认识发展到一个新的阶段。由于原子论和分子论的发现,作为组成物质的根本要素的元素的发现,尤其是对这些元素的分类和整理很快地进行了研究,导致了 1869 年门捷列夫周期律的发现。这样就使无机物质的化学,也就是无机化学的基本体系大体上建成了。

另一方面,构成生物体的,或由生物体产生的物质,通常叫做有机物质。对于有机物质的认识,在 1828 年由于魏勒从无机物合成了尿素而出现了决定性的变化。一旦明确了人工可以合成有机化合物以后,很多的化学家从事一个又一个的新物质的合成工作,与此同时,提取复杂的天然物质并研究其结构的工作也大量地进行,这就形成了有机化学的坚实的基础。

就这样,化学的内容向着多样化发展的同时,从物理方面研究物质的结构和变化的领域也在广阔发展,这就促使物理化学的科学体系日趋完整。到 20 世纪上半叶,在探究物质的

最终单位的基本粒子的同时，建立了构成分子的原子的键理论。从此开始，物理学和化学之间的界限逐渐消除，二者融合为物质科学的时机到来了。

也就是说，当回顾近代化学的发展历程时，可以看出起基本作用的因素是个科学态度问题，即正确地观察现象，并认真研究引起那个现象的物质上的原因。在这方面，我们要总结积累确切的实验经验，将其概括上升为一般的理论体系，掌握这种科学的方法，不仅对学习化学是必要的，就是在正确地判断社会事物，培养正确行动的素养方面，也是必要的。

2. 新化学

我们已读到了无机化学、有机化学和物理化学，此外与化学有关的，近年来引起人们重视的分支里，有高分子化学、生物化学和核化学。高分子化学，与过去的化学处理分子量在1000以下的分子相反，而是以分子量超过10000的天然的和合成的巨大分子为对象，研究它们的结构、物理性质和合成等方面的一个化学分支。尼龙、聚酯等合成纤维和塑料在我们的衣、食、住中广泛应用，给我们带来很大的效益。还有，以硅原子代替碳原子为骨架的高分子——聚烃硅氧类(Silicone)，与金属材料研究的进展相配合，作为耐热、耐寒、持久性材料，广泛地应用于人造卫星以及其他许多通讯、运输机械之中，因而促进了科学技术的飞跃进步。

生物化学，以前是作为有机化学的一个分科，一直是以生物体物质的组成和结构，或者以生物体物质在体内的代谢过程等作为研究对象的，但是随着关于生物高分子的蛋白质和

核酸的研究进展,大大改变了这种情况。这就是说,由于从分子的尺度来理解生命现象为目标的分子生物学的诞生,生物化学就成为从化学的角度去理解遗传现象,以及生物的其他各种各样生理现象的科学,从而确立了独自的研究领域。于是,它作为生命科学的中心承担者,正在认真地注视着人类的未来。

再者,由于发现了铀的核分裂,解放了原子核里所蕴藏的巨大能量,从而开辟了广泛地利用原子能的途径。随之而来的是放射性物质的易于制备,这就使各种放射性同位素成为容易得到的东西了。在这种情况下,核化学中产生了对标记原子的放射线进行追踪的放射性示踪技术,由于这种技术的应用,不但使以往实验技术无法检出的微量物质的分析、变化及转移的精确研究工作成为可能,而且也成为探索化学反应机理和生物体内现象的本质所必不可少的手段。

3. 化学的任务

如前所述,由于化学的直接的或间接的成果,使我们能够更健康地、更丰裕地生活,化学对提高人类的福利作出了巨大的贡献。这是人类为了对付自然的威胁、维持生活和繁衍子孙后代,经过多年的努力而积累的经验,今后,无疑也将继续努力下去。

但在近年来,对我们人类的未来事实上似乎已经感到了某种阴影。天然资源的枯竭,大气和水的污染以及环境的破坏等等,举出其中任何一项,都是阻碍社会发展的严重问题,我们必须全力以赴地为克服这些威胁而奋斗。为此,首先要

求我们对于自然和人类的共存状态中的平衡问题有所了解，在此基础上，去探讨制订对于未来的慎重计划。

我们要冷静地考虑我们自身的处境，明确地认识包括化学在内的纯粹科学和应用科学的现状及其相互关系，去开辟走向未来的光辉发展的大道。

第一章 物质的结构

地球上存在着的物质是由什么组成的？这个问题是我们祖先留下的最朴素的疑问之一，同时它也成为化学科学发展的基础。

构成物质的粒子——分子和原子的存在被证实，就是对这个问题的一个回答。

I 原子和分子

1 分子、原子的存在

分子的真实存在

在我们的周围，存在着各式各样的物质，如果把它们不断地分割下去，最后细分为构成各式各样物质的特有的微粒。我们把这样的微粒叫做分子。

因为分子非常小，不能用肉眼直接看到它。但是，各式各样的物质的分子都有其特有的性质，所以，对某一物质来说，可以推断其分子的存在。

例如，在实验室里，把溴滴到广口瓶里，再用玻璃片覆盖瓶口，瓶的内部均匀地带有黄褐色。如果我们想象，1滴溴是

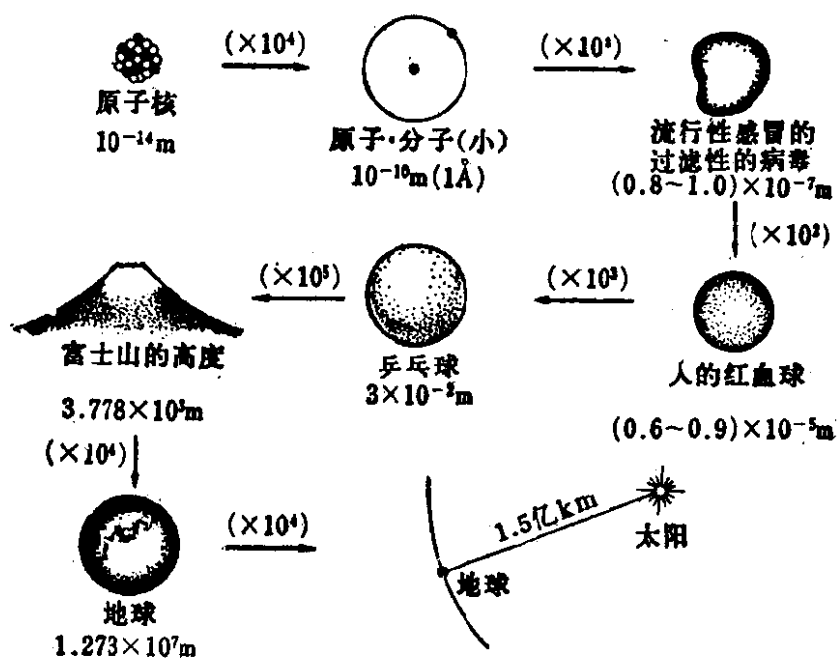
由无数个溴分子组成的,这些分子在瓶里不断扩散,那么,上述现象就能够理解了。

还有,家庭里衣服防虫所用的萘的晶体,有股特殊气味。把萘块放在空气里,形状逐渐变小,最后完全消失了。这个现象可以想象为萘的晶体是由萘的分子组成的,它的分子逐渐分散到空气之中。

我们生活中不可缺少的水,在通常情况下是以液态存在的,由于温度的变化,能够变成冰(固体)或水蒸气(气体)。但无论是哪一种状态,都具有水的通性,如果细分下去最后都成为相同的水的分子。

如后所述,分子概念是意大利的阿佛加德罗作为假说提出的。根据以后许多实验的证实,对于分子的存在是无可怀疑的。

从简单的东西直到复杂的东西,它们的分子的种类极多。



1-1 原子、分子的大小

分子的大小,有的是 1 埃⁽¹⁾以下,但象蛋白质等的分子是数百埃,甚至比它还大的也是有的。

分子和原子

分子是具有物质特性的最小单位,它是由比它还小的基本的粒子原子⁽²⁾组成的。

迄今为止,已知的原子有 100 种以上,由于它们之间的相互组合,而生成有百万种以上的物质。

用**元素**这个术语来表示原子的种类。组成溴分子的溴原子用 Br 表示,组成水分子的氢原子和氧原子,分别用 H 和 O 的特定的**元素符号**⁽³⁾来表示。

表 1-1 元素符号的示例

元素名称	元素符号
氢	H
碳	C
氮	N
氧	O
硫	S
铁	Fe
铜	Cu
银	Ag
汞	Hg
铅	Pb

溴分子是由 2 个溴原子组成的,写法是 Br₂。象溴这样由 1 种元素生成的物质称为单质。氢 H₂、氮 N₂、氧 O₂、铝 Al、硫 S 和铁 Fe 等都是单质。

与溴分子不同,水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子组成的,用 H₂O 来表示。凡是象水这样,由 2 种或 2 种以上的

(1) 1 埃(1Å)是 1×10⁻⁸cm。
(2) 原子(atom)希腊语“不能分割”的意思。
(3) 亦称原子符号。用元素拉丁语名称的第一个字母来表示,较多地是用第一个字母和名称中另一个适当字母组合起来表示的。如 Br 是来自 Bromine, H 是来自 Hydrogen, Fe 是来自 Ferrum(拉丁语)。

元素组成的物质称为**化合物**。氢和氯组成的氯化氢，碳和氧组成的二氧化碳，碳和氢组成的萘 $C_{10}H_8$ 等也都是化合物。

另外，木炭和金刚石都是仅由一种碳元素C组成的单质，但外观和性质均不相同。象这样的单质互称为**同素异形体**。

问 题 单质和化合物有什么区别？

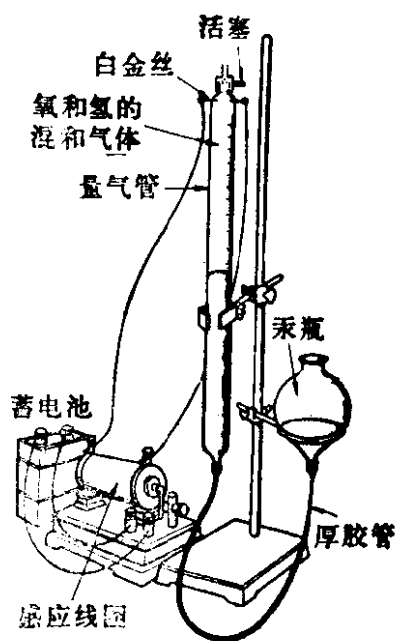
气体的反应和体积

气体里，所有的分子差不多都处于分散状态。所以，在验证分子的真实存在，或者研究不同种类的分子相互反应时的量的关系时，用气体是最适宜的。

现将氢气和氧气的体积按2:1的比混和，装入量气管里，通以电火花，氢气和氧气正好反应生成水。此时，将温度保持在 100°C 以上，测定气体的体积，在参加反应的氢、氧和生成的水(水蒸气)之间，得出2:1:2的简单整数比。

同样，在由氢气和氯气生成氯化氢的反应里，其体积之间的比率是1:1:2。

给吕萨克把这样的实验结果进行了概括，在1808年明确提



1-2 量气管

打开刻度管上端的活塞，把汞瓶向下移动，按体积比2:1收集氢气和氧气，然后关活塞，用感应线圈通以电流，氧气和氢气爆炸地化合生成水。

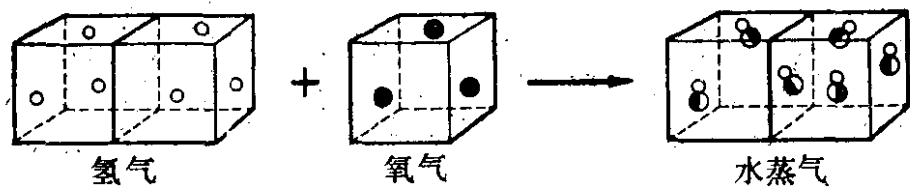
出：“两种以上的气体进行反应时，参加反应气体的体积和生成气体的体积(在同温同压条件下)，成为简单整数比”，这叫做气体反应定律。



1-3 给吕萨克J. L.
Gay-Lussac(1778—1850)
法国的化学家、物理学家

但是，根据气体反应定律，相互反应的气体的体积应是简单的整数比，这就容易使人想到所有的气体，在同温、同压下，同体积中是否含有相同数目的原子呢？但这种观点继续引伸下去，将会遇到很大矛盾。

例如，由 2 体积的氢气和 1 体积的氧气，生成 2 体积水蒸气



的反应，若用模型图表示的话，每个氧原子在这个反应里将被分为两份。

这与原子是不可分割的基本性质是相违背的。为了解决这个矛盾，阿佛加德罗在 1811 年提出分子的概念。也就是说，气体是由分子组成的，分子是由原子组成的。并假定“在同温、同压下，所有的气体，同体积里含有相同数目的分子”。这个假说被以后的实验



1-4 阿佛加德罗 C. A.
Avogadro(1775—1856)
意大利的物理学家、化学家