

学生版课外必读丛书

化学故事 · 二

25

主 编：陈国勇
责任编辑：沈晓莉



浙江少年儿童出版社

中小学生故事金库·中外科学故事

化学故事·二

本书编委会

浙江少年儿童出版社

粤新登字 16 号

责任编辑 沈晓莉

责任校对 赵慧锋

封面设计 陈志强

书 名	学生版课外必读丛书
编 者	陈国勇主编
出版发行	浙江少年儿童出版社
经 销	全国各地新华书店
印 刷	杭新印务有限公司印刷厂
规 格	787×1092 毫米 32 开本
印 张	389.975 印张
字 数	7658 千字
版 次	2004 年 6 月第 1 版
印 次	2004 年 6 月第 1 次印刷
印 数	1—10000 册
书 号	ISBN7—5342—2732—1/E·1
定 价	(全套 100 本)928.80 元

目 录

道尔顿和他的原子论	(1)
为了一个定律辩论八十年	(3)
选定原子量基准的故事	(7)
漫谈化学早期的二元论	(11)
原子的几个模型	(15)
研究气体才发现了真正的分子	(19)
有所发现才能有所发展	(23)
点数的技巧	(26)
解开元素天书之谜	(30)
是一次考验，又是一个贡献	(34)
居里夫人轶事	(38)
元素特有的身份证	(41)
五光十色谈化学	(44)
考古学家的计时钟	(48)
纯与不纯各有所长	(51)
水为酸碱之母	(54)
指示剂是什么东西	(58)
关于酸碱的种种说法	(60)
回顾盐的种种别名	(64)

生命起源与化学	(67)
化学岂能依靠生命	(69)
从猴子会酿酒的传说谈起	(72)
煤焦油、苯和小蛇的故事	(74)
研究地球和宇宙的化学	(77)
巧夺天工的人造晶体	(80)
人能制造元素吗	(83)
亟待发展的新能源	(85)
不是钢铁之精的钢精	(88)
活生生的神农氏——李时珍	(92)
拉瓦锡之死	(95)
法拉第的有幸与不幸	(97)
完全用化学来指挥的颜色	(100)
化学里的仿生学	(103)

道尔顿和他的原子论

学过化学的人，都知道有个英国化学家，他的名字叫做道尔顿（John Dalton, 1766—1844）。

道尔顿生于与昆布兰（Cumberland）一个贫苦的手织机工的家庭里，小时候，由于家庭经济困难，营养不良，身体很瘦弱。这就使他不敢跟身强力壮的孩子们接近，而是经常一个人在家中，摆弄自制的玩具，思考有意思的问题，独寻乐趣。

年轻的道尔顿单身一人，到农村找到了一个小学教师的工作，这几乎就是他的终身职业。在农村广阔的田野里，他和孩子们一起嬉戏玩耍，思考着孩子们提出来的天真的问题时，也思考着自己身边所发生的一切现象。

在农村，人们最关心的是每天的天气，在这样的环境中，道尔顿对朝夕的风云变化也发生了浓厚的兴趣，他从 1787 年 21 岁时起，就业余的从事气象的研究，不间断的做着当地气象记录，直至他卧床不起，终身不逾竟达 57 年之久。在这期间，人们方知道空气的成分是氮气和氧气等才十几年，道尔顿就在研气象同时，注意研究大气的性质，从而在 1801 年发表他发现的物理上著名的“气体分压定律”。道尔顿之所以能提出他在化学上有重大影响的“原子论”，也正是由于他在研

究气体性质时，得到的启发。他形象地用原子的观点来解释气体体积受热膨胀，不同气体的相互扩散，以及他所提出来的“气体分压定律”和有关化合物组成的“倍比定律”等等。

道尔顿当时没有我们现在所知的明确的分子概念。他认为元素的最终组成为简单原子，把化合物中的分子称做复杂原子。又由于没有单质的概念，氧气、氢气等分子也都当成了单个原子的简单原子了。

道尔顿也许是限于自身的条件，亲自动手做实验不多，但他善于思考，能够综合利用各方面的资料，进行分析和计算，很有独到之处，也难免主观和武断。如他认为两种元素只能生成一种化合物时，则此化合物的复杂原子中只能各有一个一种元素的原子，这样在他 1808 年发表的包括 20 种元素（他也指单质）和 17 种化合物的组成的图表中，所有单质都是简单原子，而复杂原子的化合物中，水是用一氢一氧，氨是用一氢一氮来表示的。

值得一提的是道尔顿把各种元素原子都用一个圆圈加上不同的点数来表示，可以说这就是比较规范的元素符号的先例，并对瑞典化学家贝采里乌斯有了启发，于 1814 年由贝采里乌斯首先采用元素拉丁文名称的前一两个字母，来做元素符号的方法，成了现在国际通用的化学文字。

道尔顿在原子论中，特别强调同一元素的原子，其形状、质量及各种性质都相同。这样，他就为自己提出了测定原子量的历史任务。首先，道尔顿规定氢的原子量为 1，以此为基准，根据化合物中各种元素的相对质量，再推算其它元素的相对原子量。例如他根据法国化学家拉瓦锡 1777 年肯定氧是

一种元素后，测定水的组成氢氧的质量比是 1: 5. 5（实际上这一测定很不准确）；又由他自己的假设，水的复杂原子（分子）中氢、氧原子各为 1 个，这样他就得出氧的原子量是 5. 5 了，这和我们现在所知氧的原子量为 16 的差距实在太太，但道尔顿首创用相对法测定原子量，也是现在科学上仍在米用的方法。

道尔顿原子论的建立，在科学上和哲学上都有重大的意义，能用它来说明各种化学现象和各种化学定律的本质和内在联系，有力地批判了当时流行的视一切为孤立的狭隘经验论的思潮，因而能得到当时化学界的普遍重视。

道尔顿的原子论。限于当时科学发展水平，又由于他本人的主观、武断，论点中的片面和错误没有能够很快地得到纠正。道尔顿所留下来的主要问题，直到意大利物理学家阿佛加德罗的分子论受到公认后，才得到解决。

为了一个定律辩论八十年

纯净的化合物，必定有固定的组成，这就是定组成定律，又称定比律的基本内容。初中化学里，虽然不提这一定律的名称，但在讲化合价和分子式时，学生必须掌握有关的概念，并认识到纯净的化合物所以性质固定，是由于它的组成固定，而且原子间排列的关系也是固定的缘故。

就这样一个现在看来很简单的定比定律，在科学史上曾由 1781 年争论到 1860 年才被确定下来，这一事实，说明科学家们的态度是多么的严谨。

自从十七世纪末，西欧的一些药剂师和化学家们，在一系列科学实验中，就已对各种类型的化学反应进行定量的研究，有些人已经从研究碳酸钙、水及氧化汞的过程中，明确的发现了它们的组成是固定的。如 1755 年，英国化学家布拉克在他研究石灰石的论文中提到：石灰石在煅烧后，重量会减掉 44%。1781 年，英国化学家凯文第旭研究水的合成时，所耗氢氧气体的体积总是 1:2，由此认识到水是化合物而不是一种元素。提出科学的燃烧理论的法国化学家拉瓦锡，从 1772 年到 1777 年用了五年多的时间，做了大量的燃烧实验，进行了精确的定量研究。例如他对氧化汞的合成与分解实验时，将 45 份重的氧化汞加热分解，恰好得到 41.5 份重的汞和 3.5 份重的氧气。也就是说，拉瓦锡的实验，不仅说明化合物有固定组成，而且用具体数据，证明了化学反应中的质量不灭定律。

明确地用文字描述定组成定律的是法国的一位药剂师普罗斯，他在 1799 年明确地写道：“两种或两种以上元素相化合成某一化合物时，其重量之比例是天然一定的，人力不能增减。”这是早于化合价形成共识之前五十多年提出的，这显然是普罗斯根据自己大量的实验为基础而建立起来的自信。

但普罗斯的关于定比定律之说，遭到了当时法国化学界的权威贝托雷的激烈反对。原来是在此之前，贝托雷正好发表了他的《化学亲合力之定律》说：“一物质可与有相互亲合

力的另一物质以一切比例相化合。”一个以一定的比例，一个以一切的比例，两者针锋相对而不相容。到底是谁正确呢？看一下他们两人的实验内容就明白了，贝托雷以溶液、合金或玻璃类物质，可以形成多种组成的铅的氧化物和铜的碱式盐等物质为例子，这些都是混合物或是不同的化合物。表面看来它们是以“亲合力”而形成，但它们都不是真正的或单一的化学反应，当然“化合”的比例，就不存在“一定”的问题了。

既然贝托雷用了错误的实验例证，为什么又能长时间的坚持自己的错误观点呢？这还得再来看看普罗斯的说法和做法才能得到解答。

普罗斯确切地发现了贝托雷的实验对象都不是纯净物和单一化合物，并先后从 1802 年到 1808 年，写了许多文章，发表在法国《物理杂志》中，用来答复贝托雷的错误的批评。

按贝托雷的说法，他认为化合物的组成会随着生成该物质的物理条件不同而不同。普罗斯则指出，一种化合物无论是天然的还是人工合成的，无论是产生在地球深处，或是产生在人们的实验室里，也无论是取自秘鲁或是来自日本，其组成都是相同的。普罗斯还指出，即使是铅和氧化合，铅跟氧的量之间，也只有几个固定的比例（即 PbO 、 Pb_2O 、 PbO_2 和 Pb_3O_4 ），绝不是任意的比例，显然它们是组成各不相同的铅的氧化物；而不能混为一谈。

普罗斯还拿铈、锡、锑、钴等多种金属和硫化合，在各种条件下所得硫化物，组成都相同的事实来证明他的观点正确。但在普罗斯的时代，化学界还没有形成足够精确的定量

分析的技术手段和方法。普罗斯的实验结果，对同一物质的分析往往也有很大的误差，这就使他心有余而力不足地遗憾了终身。“定组成定律”只能暂时作为假说，停留在当时人们的心中。

到了十九世纪的口叶，定量的化学分析已能在实验时得出相当精确的结果，但极小的偏差仍是存在于难免之中。就这样依然有人认为“这个定律（指定组成定律）或者也有些偏差，……”而不愿十分肯定的把它承认下来。

后来，比利时的分析化学家斯达（1813—1891）曾用多种不同的方法制取金属银，又用不同的方法把银制成氯化银，所有实验偏差都只在千分之三左右。斯达在1860年发表了他许多精确的分析实验结果之后，围绕着定比定律是否实在可信的辩论，前后经历了大约八十多年才算结束。

有意思的是一个叫做“倍比定律”的，却在1804年被确认下来，在时间上比“定比定律”的确定早了五十多年。

倍比定律的内容是：“当相同之两元素可生成两种或两种以上的化合物时，若其中一元素之重量恒定，则其余一元素在各化合物中之相对重量有简单倍数之比。”

倍比定律是英国化学家道尔顿（1766—1844）提出来的，当时道尔顿正在构思他的原子论，并提出了原子量这一概念，认为：“同一元素的原子，其形状、质量及各种性质都是相同的”，还认为：“不同元素的原子以简单数目的比例相结合，就形成化学中的化合现象”，等等。道尔顿根据他的原子论的设想，用推理的方法得出了倍比定律，又测定了碳的氧化物（CO、CO₂）氢化物（CH₄、C₂H₄）中碳氧之比和碳氢之比，

确实在碳之量一定时，两种氧化物中氧的重量比是 1: 2，两种氢化物中氢的重量比为 2: 1。

后来精于化学分析的瑞典化学家贝采里乌斯，分析了铅的两种氧化物和铜的两种氧化物以及铁的氧化物和硫的氧化物，都取得了精确的结果。斯达也做了碳酸气 (CO_2) 和一氧化碳的转变关系的实验。发现两种氧化物中碳重量一定时，氧的重量比确为 2. 00: 1。这些事实都比确定定比定律要早十多年。

从现在的原子、分子观点和化合价的概念来看，定比定律和倍比定律实际都是定组成定律的内容在形式上的不同表现。由于历史的原因，它们的发生和被确认的过程，却是那样的不同，这实在是一件令人回味无穷的事。

选定原子量基准的故事

原子量不是原子的绝对质量。原子很小，不能用天平等仪器直接称出一个原子的质量。化学上一直采用了对比的方法，思路是：如果一种化合物（或化合物的分子）中，含有 A、B 两种原子个数相同，分析后又知两种元素各占总值量的 50%，去掉百分号则为 50。两种原子的质量比就是 50: 50，化简后则为 1: 1。两个原子真实的质量比，当然不会这样简单，常是两个带小数的数值之比，在应用时不太方便。而且

取任意两种原子的比值，如在另一化合物中，A 与 C 的两个原子的质量比是 3:1，那末 A 的原子量在前物中是 1，在后物中是 3，不能固定下来，也是没有意义的。科学家开始就想到应该找一种元素的原子做标准，人为的先把它原子量固定为一个值，用它去跟所有其它原子相比，这就是原子量基准。其它元素原子量的数值，都是跟基准对比之下得出来的。

第一个提出原子量概念的人，是英国的化学家道尔顿，时间是 1803 年 10 月 18 日，同时他还提出了根据他的思想，由事实测定而编制的原子量表。在这张表中，他把氢的原子量定为 1.0，这就是他采用的原子量基准。在道尔顿的原子量表中，其它元素原子量，氧为 5.5；氮为 4.2；碳为 4.3；硫为 14.4；水为 6.5……。现在看来，这些数值除氢为 1 是正确的以外，其它都是错的，而且不应该有水的原子量 (6.5)。

道尔顿的出发点是正确的，为什么结果又都是错的呢？

第一，道尔顿本人在那时，并没有弄清楚被他研究的化合物中，原子的实际个数之比是多少，而是主观武断定下来的。如他认为水中氢、氧原子数是 1:1。

第二，那时的实验设备粗糙，能用来对物质进行分析的方法又少又不精确。若按水中氢、氧原子数 1:1，氧的原子量就应是 8，而他只测出 5.5，误差实在太大了。

第三，道尔顿提出原子论之初，头脑里还没有分子的概念，认为一种元素的原子是简单原子，多种元素原子以简单数目的比结合起来就是复杂原子，所以出现了水的原子量、氨的原子量（他定为 5.2），硫酸（他主观定为硫 1、氧 2）

的原子量 (25.4) 等错误。

应该肯定，由道尔顿首先提出了测定原子量的历史任务，为其后原子量测定方法的改进，并导致发现元素周期律，迈出了第一步。

随后 1806、1808 和 1810 年，道尔顿又再三发表了新的原子量表，每一新表都比旧表增加了元素的数目，并对旧的原子量有所修改。毕竟时间较短，他的观点和做法并没有根本改变，新表中的错误仍然存在。

在道尔顿的启发和影响下，很快就有一些科学家去从事测定原子量的工作，其时，取得较大成就的是瑞典的化学家贝采里乌斯。

贝采里乌斯年轻时学医，接着在斯德哥尔摩医学院任教，后来对化学发生兴趣，从事多方面的研究工作，作出过很多贡献。由 1810 年开始他在大约二十年的时间里，致力于原子量的测定，1814 年发表了他的第一张原子量表。

贝采里乌斯对工作十分认真，尤其是从事化学实验更是特别的精细。他在极为简陋的化学实验室中，曾对约两千多种的物质，进行了正确的分析，从而得到各种原子量的有关数据。他还时刻注意别人的科研成果，分析利用，使他在原子量测定的工作上，比道尔顿又进了一步。

从贝采里乌斯所发表的原子量表上，可以看到有两个特色。第一，他取氧原子作基准，因为他在实践中，接触的多数是氧化物，以氧做准比较方便。但他把氧的原子量定为 100，这们，其它元素的原子量就都是比较大的数值，氢的原子量也成了 6.2398。第二，他的原子量表中已没有了化合

物，而元素的种类也增多到 49 种。不过当时还没有化合价的概念，使他所得元素原子量，有的则是应得比值的倍数。如钾、钠原子量被他定为 489. 916 和 290. 897，若按氧是 16 折算，则是 78. 39 和 46. 54，分别是接近现今原子量的两倍。

开始由于测定原子量只靠化学方法，可做的平行实验也较少，出现了误差，相互校正的关系不明确，有时只好取其平均数，当然误差仍然存在。

随着时间向前推移，科学上研究的新成果不断涌现。

1818 年，有人发现了固体单质的比热跟原子量之间，有一定的比例关系，这为修订某些元素的原子量，提供了一个物理的途径。

也是在 1818 年，贝采里乌斯的学生米希尔里斯，在研究化合物的晶体时，发现了某些不同的盐，晶体的形状却相同。他们分析了这一现象，并用于修订和测定原子量，改变了旧原子量表上出现的倍数的错误。

1827 年，法国科学家杜马，发明了用蒸气密度法测定挥发性物质的分子量，并由此推算出原子量。但由于他误认为蒸气的分子都是双原子分子，因而所得原子量有些是错的。

在选定原子量基准问题上，1860 年又发生了一次重大变革，有一比利时科学家斯达，建议采用氧等于 16 为基准。他用了近 25 年的时间，精密测定原子量，若干元素原子量的有效数字，竟达到第四位数。

后来原子量的精度又进一步提高，并于 1914 年发现了同位素。

在化学界以氧 16 为基准的原子量，一直应用了一个世

纪。由于原子物理及核物理学的发展，在 1929 年发现了氧还有两种同位素 O^{17} 和 O^{18} ，化学上所用原子量是以天然氧（三种氧原子的混和态）为 16 来测定的，就比物理学界以氧的同位数中的 O^{16} 为 16 所得的原子量要小一些。两个学科所用原子量不同，尽管差别极小，但在两科之间，必须把化学原子量乘以 1.00275 或把物理原子量除以 1.00275 才能通用。

1959 年，关于原子量基准的最近一次改革发生了。这一年，在慕尼黑召开的一次国际化学协会的会议上，有人（马托赫）建议，另取碳的一种原子——碳—12 作为基准，把它定为 12.000000，由此来衡定其它元素的原子量。1960 年在同一地点召开的国际物理学会，也表示认同。一个碳—12 原子的绝对质量等于 $12 \times 1.6605655 \times 10^{-27}$ 千克，其它原子的绝对质量也就不难推算出来了。

漫谈化学早期的二元论

了解一下化学在发生发展的过程中，一直存在着，并且不断变化着的二元论，是一件很有意思的事情。

首先应该简单地解释清楚，这里所说的二元论，不是指哲学上的二元（物质和精神）说，而是化学家在不同时期，对物质间的相互作用所做的解释。现在看来，历史上这些形形色色的二元论，有些是荒谬的，有些是有一定的道理，有

些则是正确的。而正确的二元论，也仍在不断的发展和逐步更趋完善的进化过程之中，这完全是符合科学规律的。

我国古代，继五行说（指金、木、水、火、土五种物质和现象的变化、运动能产生万物的学说）之后，由战国时代道家的老子提出来的阴阳说，是具有玄学意味来看待物质及其变化的二元论。用阴、阳这两个概念，来说明世界上充满矛盾，并在矛盾中发展变化着，是具有朴素的辩证哲理的，但其中一点化学味道也没有。

看来，战国时期的哲学家韩非、公孙龙、惠施、墨子等人，在辩论中都认为可见的物质是可分的，但是否能够无限再分，再分后是否仍保留原性等关键问题上，都没有明确的看法。说明他们涉及到了化学（即接触到具体物质），在宏观上是正确的二元论，而在微观上则是片面的一元论。

在比我国上述情况更早一些的如古希腊及印度等文明古国不少思想家的观点，也都有和我国古代相似的情况，甚至有人提出了原子（不是我们现在所说的原子）的概念，认为万物是由不可分的粒子叫做“原子”所构成，万物之所以不同，就是由于万物本身的原子在数目、形状和排列的情况上有所不同。但是他们还认为，甚至是人的灵魂也是由原子构成的。这种哲学家思想里臆造出来的原子，在解释物质构成的跟现在的原子基本吻合，但用它构成了灵魂。而不是我们现在所说，活的人体思想意识的表现归根到底，是由构成神经系统的各种原子进行复杂的运动而产生的现象。这就会得出构成物质（死物）的原子是低级原子，构成灵魂的原子是高级原子的错误结论，又会走向精神是第一性的，物质是第