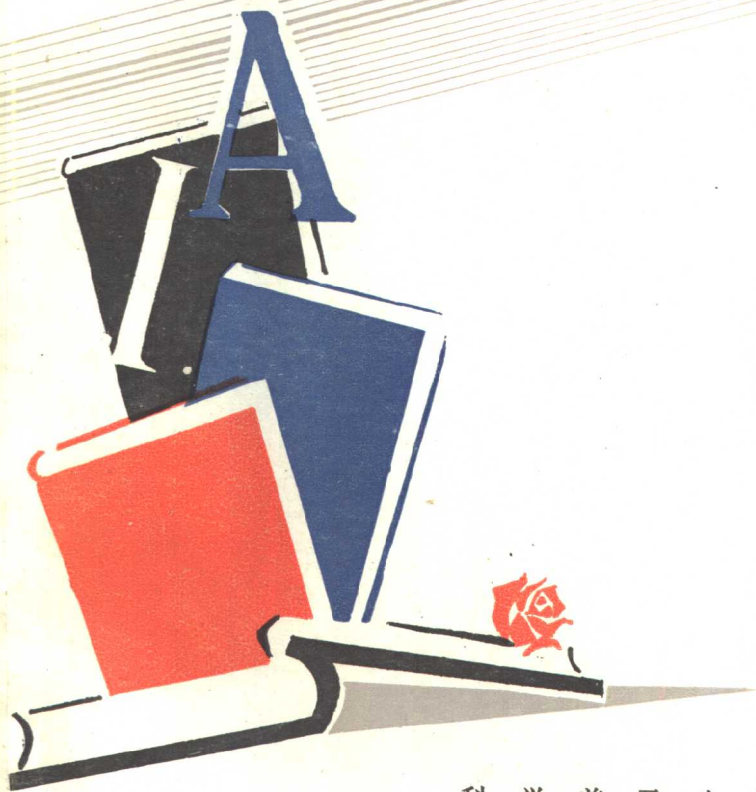


[美] I. 阿西莫夫 著

阿西莫夫论化学



科学普及出版社

阿西莫夫论化学

[美] I. 阿西莫夫 著

胡树声 译

科学普及出版社

内 容 提 要

美国著名科普作家阿西莫夫笔触所至，涉及的领域很广泛，但他最熟悉应该算是化学，因为他专攻过这门学科。本书选择了《阿西莫夫论化学》中的无机化学部分。在这部分，作者以他独有的风格，介绍了原子量概念的形成和测定，燃烧的本质，氮、氩及氩化物、氟及氟化物等的发现、性质及其它。本书文字生动、说理清楚，既是一本供广大青年与化学工作者阅读的知识性读物，又可供我国科普作者从事创作时借镜。

Asimov on Chemistry

Isaac Asimov

Mercury Press, Inc.

* * *

阿西莫夫论化学

[美] I 阿西莫夫 著

胡树声 译

封面设计：窦桂芳

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京印刷一厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：27/8 字数：62 千字

1981 年 10 月第 1 版 1981 年 10 月第 1 次印刷

印数：1—10,000 册 定价：0.27 元

统一书号：13051·1188 本社书号：0229

导 言（节译）

1959年，我开始为《幻想与科学小说杂志》每月科学专栏写稿。在选题、处理方法、文体和其它方面，我都有完全的自由，我也充分地利用了这个特权。在这一专栏中，我无拘无束地信笔写来，涉及到许多学科。

我之所以有意识地涉及到许多学科，一方面是为了满足我自己的无穷乐趣，另一方面也可以给我的各方读者提供一个机会，使他们能够满足各自的爱好。结果每一册文集的内容包罗万象：有关于天文的，有关于化学、物理的，也有关于生物的，等等。

对科学感兴趣，尤其对化学感兴趣的读者怎么办呢？他们不得不通读每本书中与化学无关的文章，而他们所偏爱的最多不过四、五篇。

那么，为什么不从这五本已经停版的书中，挑选十来篇有关化学的文章编成一本书，称之为《阿西莫夫论化学》呢？单独一篇文章可能是旧的，但是汇集成册，就成为一本新书了。

本书就是这样编成的。其中选自《事实与幻想》2篇，选自《高瞻远瞩》7篇，选自《增加一维》3篇，选自《论时间、空间及其它》2篇，还有3篇选自《从大地到天空》。这些文章不是按年代而是按内容编排的。读者翻阅本书时，会发现首先是无机化学，其次是核化学、有机化学、生物化学和地球化学，最后两篇是读者普遍感兴趣的科学小品。

1957/1/1

除了将这些文章按内容系统地编辑成专册外，我还干了什么呢？这些文章写成大约有 8 年到 15 年的历史了，它们的出版年代可以从字里行间看出来。值得欣慰的是，科学的进展没能把本书所包含的任何一篇淘汰掉，也没有严重影响它们的价值。但是，稍加改动还是必要的，我也这样做了。

虽然每一单篇文章是旧的，但我希望读者对本书会有新颖而依然有用之感。至少，我已如实地解释了我到底做了些什么，为什么这样做。至于做得如何，就由读者去品评了。

I. 阿西莫夫

纽约，1974 年 2 月

目 录

导言

一、称重游戏·····	1
二、缓慢的燃烧·····	17
三、理想元素·····	33
四、欢迎你，陌生的来客·····	47
五、实验室中献身的人·····	60
六、辨别一个化学家·····	75

一、称 重 游 戏

科学理论有一种适应时代思想方法的倾向。

例如，公元前四世纪，有两位希腊哲学家留基伯 (Leucippus) 和德谟克里特 (Democritus) 提出了原子学说。他们认为，所有的物体都是由原子组成的。原子的种类跟宇宙间基本上不同的物质的种类一样多（希腊人当时认识到有四种基本上不同的物质或“元素”：火、气、水和土）。

各种元素按不同比例结合，便组成许多我们所熟悉的不同物质。经分离并按新的比例相结合之后，一种物质便转变成另一种物质。

这一切都很对。但是，这些原子以什么样的形式表现彼此的差异呢？一种元素的原子又如何区别于另一种元素的原子呢？

请注意，原子非常小，小到当时用任何方法都是无法看见或觉察到的。因此，希腊原子学家完全有自由任意选择他们所认可的区分方式。也许不同的原子具有不同颜色或不同反射能力，或者带有用古雅的希腊文所书写的各种小标记。也许它们的硬度、气味和温度各不相同。如果有足够的聪明才智，人们满可以把上述的任何一点作为合乎一定逻辑的宇宙结构理论的基础——如果说希腊人有些什么的话，他们有的就是这种智慧。

这里也就是思想方法起作用的地方。希腊人的专长是几何学。对他们来说，几何学几乎是（尽管不完全是）全部数学，

而且尽可能地渗入到了所有其它知识学科之中。因此，如果把区分原子的问题提出来，希腊人的答案必然带有几何学的色彩。

希腊原子学家认定原子在形状上不同：火的原子可能极其参差不齐，呈锯齿状，这就是火要伤人的原因；水的原子也许是光滑的球体，这就是水很容易流动的道理；而土的原子可能是立方形的，这就是为什么土这样密实而稳定。如此等等。

这一切听起来似乎合情合理，但是不论从哪方面来说，这根本不是原子存在的证据，更谈不上什么不同形状的原子了。所以，这仍然仅仅是一个智力答辩，而且这种答辩同那些希腊哲学家（从思想上来说，他们是非原子学派）的智力答辩相比，并没有更多的根据。非原子学家在其答辩中更有说服力，而原子论者的观点在二千多年中始终是属于少数派的——非常少的少数派。

在十九世纪的头十年，英国化学家道尔顿（John Dalton）复活了原子论。他也相信这一切东西都是由原子组成的，原子相结合并以不同比例重新结合而组成我们所知道的一切物质。

在道尔顿时代，元素的概念已改变为现代的概念。因此他能谈论碳原子、氢原子和氧原子，而不说火原子和水原子了。而且，在十七世纪和十八世纪时，人们记录了一系列化学方面的观察资料，这些资料都可以用原子理论简明地加以解释。这就使原子（还是看不见，也不能看见）的存在成为一个比希腊时代更为有用的假说。

但是，道尔顿也面临希腊人所碰到过的同样问题。一种不可见的原子如何与另一种不可见的原子相区别呢？

1800年的科学已不再是几何学的科学，而是计量的科学

了。也就是说，科学要以质量(通常误称为重量)、距离和时间三种基本性质的测定为依据。这三者合在一起就足以应付牛顿力学领域中的问题了。

因此，道尔顿遵循时代的思想方法而忽视原子的形状。对他来说，所有的原子都是一些无内部结构的、无特色的小球体，可是他却很自然地想到了质量、距离和时间这三个基本性质。显然，其中最用得着的是质量。因此，作为他的理论的一个部分，他断定各种原子可以单由质量来加以区分。某一特定元素的所有原子都具有相等的质量，而任何一种元素的原子所具有的质量却不同于任何一种元素的原子所具有的质量。

道尔顿进一步研究质量问题——这也许是他的最伟大的、无与伦比的贡献，他试图确定这些不同的质量究竟是什么。

这里并不存在真正地去测定以克表示的原子质量的问题。这在相当一段时间内是不可能的，然而要确定相对质量则完全是另一回事。

例如，氢原子和氧原子化合产生一个分子的水(“分子”是给予任何具有一定稳定性的原子结合体的名称)，通过分析，可以确定在形成水的时候，每1克氢与8克氧化合。同样也可以确定1克氢总是恰好与3克碳化合生成甲烷。的确，3克碳又总是恰好与8克氧化合成一氧化碳^①。

我们就是这样来测定当量的。当量就是在形成化合物时不同元素彼此相当的重量(“化合物”是一种物质，其分子由一种以上的原子所组成)。假如我们随意地定氢的当量为1，那么碳的当量就是3，氧的当量就是8。

① 实际生成的应是二氧化碳，道尔顿推理是一氧化碳。——译注

这又如何与原子相联系起来呢？道尔顿作了最简单的假设(这是人们所经常应该做的)，他假定一个原子的氢与一个原子的氧化合成水，如果是这样的话，那么氧原子必定比氢原子重 8 倍，这也就是为什么 1 克氢与 8 克氧化合的最好解释方法。瞧！每边都是同样数量的原子，不过氧原子的重量却 8 倍于氢原子。



道尔顿

因此，假如我们随意地定氢的原子量为 1，那么氧的原子量就是 8；根据同样的推理，假如 1 个分子的甲烷是由 1 个碳原子和 1 个氢原子组成，那么碳的原子量就等于 3。

下一个不可避免的问题就是：道尔顿假说的可靠证实究竟怎样？原子是否必定要一对一的这样相互化合呢？答案是：不，不一定要这样。

既然3克碳与8克氧化合成一氧化碳，则3克碳就将与16克氧化合成二氧化碳。

好啦！如果我们假设一氧化碳的分子是由1个碳原子和1个氧原子组成，以C代表碳，以O代表氧，我们就可把一氧化碳的分子写成CO。但是，假如碳与两倍的氧化合成性质不同的另一种物质的分子，根据原子理论，我们就可以假设每1个碳原子与2个氧原子化合成二氧化碳。因此，二氧化碳的分子式是CO₂。

另一方面，假如你根据推理认为二氧化碳分子是CO，那么，一氧化碳分子就将是C₂O了。看来，在上段中所提供的第一个选择恰好是正确的，但是在两个选择的任何一个中，我们都碰到这样一个分子：其中一种元素的1个原子与另一种元素的2个原子相化合。

一旦你承认，一个分子可以包括一个以上的某种原子，你必须再一次检查水分子的结构，它是否必须是由一个氢原子和一个氧原子所形成而分子式为HO呢？假如它的分子式是HO₂或HO₄，甚至H₁₇O₄₇，又将如何呢？

幸亏有一个确定水的分子式的办法。在1800年，两个英国化学家尼柯尔森和卡莱尔(William Nicholson and Anthony Carlisle)证明，若电流通过水，就会产生氢气和氧气，并且很快发现氢气的体积是氧气的两倍。因此，就质量而言，水中氢与氧的比例是1:8，但就体积而言，其比例则为2:1。

这有什么意义呢？也许没有。在氢气中，其原子的间距可能是氧气中原子间距的两倍。因此，它们的体积差别可能

与所产生的原子数量无关。

然而在 1811 年，意大利化学家阿佛加德罗 (Amedeo Avogadro) 提出如下的建议：为了解释在化学结合时气体的已知性质，有必要假设同体积的不同气体包含同样数量的微粒(这种微粒可能是原子，也可能是分子)。

因此，假如通过电解水而产生的氢气的体积两倍于氧气体积的话，就会有两倍于氧粒子的氢粒子产生。假如这些微粒是原子，或者是氢气或氧气中都含有同样数量的原子的分子(以后证明，后者是正确的)，那么水分子所包含的氢原子应为氧原子的两倍。

水的分子式不可能是 HO，最简单也得是 H_2O 。假如 8 克氧与 1 克氢化合，这就意味着单独一个氧原子的重量 8 倍于放在一起的两个氢原子的重量。假如你还是指定氢的原子量为 1，氧的原子量就等于 16。

用同样的方法，最终还发现甲烷的分子式为 CH_4 ，因此一个碳原子的重量必定 3 倍于放在一起的四个氢原子的重量(别忘了碳的当量是 3)。所以氢的原子量为 1 时，碳的原子量就是 12。

由阿佛加德罗假说还可能作出另一个论断：1 升氢气与 1 升氯气可化合成氯化氢，假设氯化氢分子是由一个氢原子和一个氯原子组成的，这是一个合理的设想。从而我们就能把氯化氢的分子式(以 Cl 代表氯)写成 HCl。

阿佛加德罗的假设告诉我们：那 1 升氢气和那 1 升氯气包含同样数量的微粒。如果我们假设这些微粒是由各自的原子构成的，那么所形成的氯化氢分子的数目必然是我们一开始就用来化合的氢原子和氯原子总数的一半(正如成婚的配偶数是男人和女人总数的一半一样，假如每个人都结婚

的话)。

随之而来的结论是形成的氯化氢气体只有我们开始使用的氢气和氯气的总体积的一半。1升氢气加1升氯气(总数为2升)将只产生1升氯化氢。

然而,所发生的情况并不是这样。1升氢气和1升氯气化合成2升氯化氢。气体的总体积并不改变。因此,微粒的总数也不会变。摆脱这个困境的最简单的办法是:假设氢气和氯气根本不是由单个原子组成的,而是由分子组成的,并且每个分子又是由两个原子所组成。

一个氢分子(H_2)与一个氯分子(Cl_2)化合,形成两个分子的氯化氢(HCl),微粒的总数不变,总体积也不变。用同样的方法可以证明氧气也是由包含两个原子的分子(O_2)所组成。

用这样的推理方法,再加上其它一些我没有在这里提及的归纳法,就有可能找出一系列物质的原子量和分子结构。在这个问题上,最下功夫的是一位叫做贝采利乌斯(Jöns Jakob Berzelius)的瑞典化学家。他在1828年提出了一系列的原子量,而这些原子量即使以最新的标准来衡量,也是挺精确的。

然而,真挚爱情的进展从来不是一帆风顺的,科学的进展看来也是如此。化学家与任何人一样地容易陷入混乱。在十九世纪上半叶,“原子”和“分子”这两个词互相通用,没有几个化学家在这方面是搞通了的,也没有多少人能够区别氯的原子量是35.5而氯的分子量是71(因为一个氯分子包含两个原子)。此外,化学家们把原子量与当量也混为一谈,而且他们也难于理解这样的事实:虽然碳和氧的当量分别为3和8,但是它们的原子量却分别为12与16(至于氧的分子量



阿佛加德罗

是 32，就更难捉摸了)。

这就使得赖以决定分子结构的所有化学计算陷入一片混乱。对无机化学中的简单分子来说，事情还不算太糟，但对有机化学来说。这个领域里的分子含有几十个原子，其混乱简直是灾难性的。如醋酸就曾提出了 19 种不同的分子式，而这个分子中仅仅含有 8 个原子的醋酸还是有机化合物中最简单的一种。

后来，在 1860 年，一个叫凯库勒 (Friedrich August Kekule) 的德国化学家，为了处理这个问题，组织了第一次国际化学会议，它是在德国的卡尔斯鲁厄 (Karlsruhe) 召开的。

这个会议的中心人物是一个叫做康尼查罗 (Stanislao Cannizzaro) 的意大利化学家。不论在正式讲演中，还是在非正式谈话间，他都不断强调了澄清原子量问题的重要性。他指出区分原子和分子、当量和原子量是何等的重要。最突出的是他一再地解释他的同胞阿佛加德罗假说的重要意义，而这个假说却被大多数化学家忽视了半个世纪。

他说明了自己的理由。在以后的十年进程中，化学开始扭向了，并朝正确的方向发展。

结果是非常美好的。一旦康尼查罗宣传的原子量概念被接受以后，就有一些化学家着手按照原子量的递增次序将元素排列起来，看看到底是怎么回事。到 1860 年已经有大约 60 种元素为人们所知道了。你们都了解它们的模式、构造和类型的多样化，简直使人眼花缭乱。谁也无法预测还有多少元素有待于发现，它们的性质又如何？

头几次排列原子量的尝试看来很有趣，但是总的说来，化学家们将信将疑，仍然认为这只不过是一种化学数字算卦

法而已。后来俄国出现了一位叫做门捷列夫(Dmitri Ivanovich Mendeleev)的化学家。他在1869年作了在当时算是最精细的排列。为了使他排列的表更完美，他在表中留有空格，他坚持这些空格意味着存在尚未发现的元素。他特别对其中三种元素的性质作了预测。在十几年内，这三种元素都被发现了，它们的性质与门捷列夫所预测的全都吻合。

激动的情景简直无法形容。原子量成了这段时期最大的成功。许多化学家开始专心致力于原子量的更精确的测定。一位比利时化学家斯达(Jean Servais Stas)，在十九世纪六十年代制订出了一张远较贝采利乌斯所制订的更好的原子量表。到了二十世纪头十年，正好是道尔顿在这方面进行最初几次尝试后的一百年，原子量测定这件事达到了化学的顶峰。美国化学家理查兹(Theodore William Richards)对杂质和误差采取了异常谨慎的措施，分析了化合物，并得到了极为精确的原子量。为此，他获得了1914年诺贝尔(Nobel)化学奖金。

但是命运就是这样。这时，原子量问题从化学家们的手中转到了物理学家们的领地里去了。

随着十九世纪九十年代亚原子微粒的发现，情况发生了变化。结果证明，原子并不是千篇一律的球形粒子，而是由更小的不同种类的粒子组成的球体，其中有些粒子还是带电的。

结果还证明，不同元素的原子之间的基本区别，根本不在于原子量而在于原子核上的正电荷数目[这再一次地适应了当代的思想方法，因为随着十九世纪的消逝，根据英国化学家法拉第(Michael Faraday)和苏格兰物理学家麦克斯韦(James Clerk Maxwell)的理论，牛顿力学领域让位于力场



法拉第

领域，电荷和力场体系正相适应]。

以后还证明了：大多数的元素是由原子量稍有差别的各种原子所组成。这些原子量不相同的同一元素的各种原子叫做同位素。

我们通常所说的原子量只不过是组成这种元素的各种同位素的重量的平均值。

物理学家们开始用非化学的方法测定各种同位素的相对质量。其精确度远远超过了甚至是诺贝尔奖金获得者理查兹