

黄儒经 吴晓兰 编著

中华青少年智慧

百科读物丛书

◎培养兴趣◎开拓视野◎增加知识◎提高素质◎

打开原子的 坚壳

東方出版社

打开原子的 坚壳

黄儒经 吴晓兰 编著

东方出版社

责任编辑:杨子曦

版式设计:胡永和

责任校对:吕 飞

图书在版编目(CIP)数据

打开原子的坚壳/黄儒经 吴晓兰编著.

-北京:东方出版社,2008.1

ISBN 978-7-5060-2994-0

I. 打… II. ①黄… ②吴… III. 原子核-青少年读物

IV. O571-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 184310 号

打开原子的坚壳

DAKAI YUANZI DE JIANKE

黄儒经 吴晓兰 编著

东方出版社 出版发行

(100706 北京朝阳门内大街 166 号)

北京世纪雨田印刷有限公司印刷 新华书店经销

2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月北京第 1 次印刷

开本:880 毫米×1168 毫米 1/32

字数:83 千字 印张:4.75

ISBN 978-7-5060-2994-0 定价:12.00 元

邮购地址 100706 北京朝阳门内大街 166 号

人民东方图书销售中心 电话 (010)65250042 65289539



目 录

原子的最初概念	(1)
道尔顿塑造了原子的坚壳	(4)
对原子论的怀疑	(6)
看见了原子	(9)
一个神奇的玻璃管	(13)
克鲁克斯的神奇实验	(17)
勒纳德把射线引出管外	(21)
伦琴发现了 X 射线	(24)
放射性的发现及放射性相关知识	(26)
居里夫人发现了钋和镭	(30)
汤姆逊发现了电子	(37)
放射性放出了什么	(43)
神秘的射气	(49)
α 射线的本质	(54)
原子的坚壳开始被打破	(56)
汤姆逊的“西瓜”	(58)
卢瑟福的小太阳系	(61)
天才物理学家发现了重要的定律	(66)

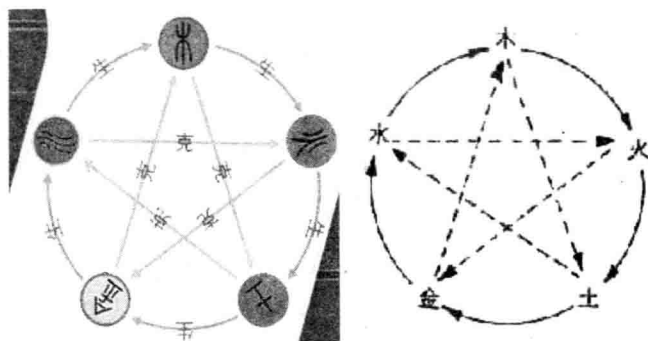
玻尔的修正	(70)
质子的发现	(75)
原子核的模型	(80)
同位素的发现	(84)
中子的发现	(90)
原子结构的真实图景	(94)
简短的回顾	(100)
质子、中子、电子到底是什么东西	(102)
正电子和人工放射性的发现	(104)
费米的中子轰击实验	(110)
“超铀元素”	(114)
是它吗	(117)
“液滴分裂”——重核裂变	(119)
质量亏损与结合能	(124)
链式反应	(129)
给罗斯福的信	(132)
曼哈顿工程	(136)
潘多拉的盒子打开了	(142)
无穷尽的分割	(147)



原子的最初概念

宇宙万物是由什么组成的？这是人类自古以来就想知道的事情。

古代中国人认为，万物是由金、木、水、火、土五种基本元素组成的。这就是所谓的五行学说。



五行相生相克图

古希腊人把气、水、火、土列为组成世界的四种最基本的物质元素。

但五种(或四种)基本元素的概念不能很好地说



留基伯



德谟克里特

明很多现象,人们开始思考各种物质组成的模式。

公元前5世纪的古希腊哲学家留基伯(Leucippus)认为:物质的分割过程不能永远继续下去,物质的碎片迟早会达到不可能分得更小的地步。他的学生德谟克里特(Democritus)接受了这种物质观念,并将最终不能再分的物质的最小组成单位称为“原子”(其意思就是“不可分割”)。他认为,宇宙万物都是由“原子”这种物质最小颗粒所组成。

留基伯与德谟克里特的这些观点被后人称为原子论哲学,原子论哲学是早期希腊各派自然哲学的大综合,并将希腊的自然哲学推上了一个光辉的顶峰。

在留基伯与德谟克里特的原子论哲学里,原子是最微小的、不可再分割的物质微粒,是坚实的、内部绝对充满而没有空隙的东西。原子数目有无限多,它们



伽桑狄

彼此间性质相同,其差别只表现在形状、大小、排列和运动上。原子在虚空中不停地运动,运动中原子间会发生碰撞,有时会黏着并组合在一起。于是,一组原子组合成一种东西,而另一组原子组合成另外的东西,这样,万物就由作为实在的

建筑石料的原子和虚空构成了。

德谟克里特的原子学说中的原子是哲学概念上的原子,它并非来自于确定的观察事实,也不是一个精确和有限的理论的一部分,也无从进行检验,因此,不能把这种原子理解为我们今天所说的物理学上的原子。哲学概念的原子逐渐变成一种哲学的概念停顿下来,在一千多年的时间里没有发展。17 世纪,法国哲学家伽桑狄 (Pierre Gassendi, 1592—1655) 接受了原子学说,并著书加以介绍和宣传,使人们对原子学说重新加以关注,并引发了科学家的兴趣,从而将原子论引入到现代科学中。“古代哲学家的那些理论,现在又在大声喝彩中复兴了,仿佛是现代哲学家发现的”(波义耳语)。伽桑狄的工作使原子学说在 17 世纪得以复活,而且开始将古代哲学家的思想传递到科学家手中。



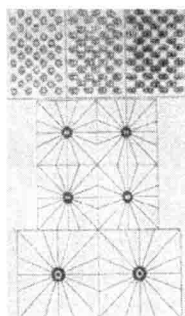
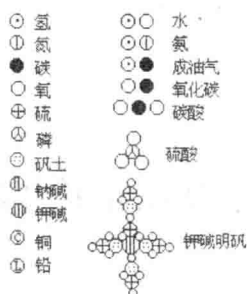
道尔顿塑造了 原子的坚壳

德谟克利特的原子学说充其量只是一种推测,或者说只是一个模糊的概念,它并不能真正解释宇宙万物的组成和变化,所以,人们在接受它的同时,也对它进行了发展。尤其是18世纪后半期至19世纪中期,随着近代工业革命的兴起和科学技术的迅速发展,人们透过生产实践和大量化学、物理学实验,才加深了对原子的认识,真正使原子学说从推测变成了科学。

19世纪初,英国化学家道尔顿(John Dalton, 1766—1844)提出真正的具有科学意义的化学原子学说。关于这一里程碑式的学说的提出过程,我们在《化学的里程碑》一书里有详细的叙述,有兴趣的读者可以参阅。

道尔顿的原子学说,第一次从科学的角度论述了物质的组成。

道尔顿原子学说揭示了微观粒子的组合方式,为人们研究和认识化学反应的本质,进一步研究物质的微观结构打开了一扇关键的大门。

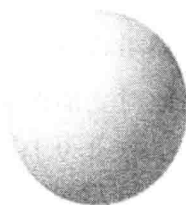


道尔顿和他的原子

道尔顿对气体原子的描绘

概括起来,道尔顿原子论的基本含义是:原子是组成物质的最小粒子,而且不管在什么情况下都不可改变。基于这样的理论,有人把原子形象地比喻成一个个的小球,它坚硬无比,亘古不化。

就这样,组成万物的原子被道尔顿塑造出了一个坚硬的壳。



道尔顿和他的原子模型



对原子论的怀疑

道尔顿的原子学说逐渐得到了人们的认同。

但原子到底是真的存在还是像过去那样只是哲学上的概念呢？

就在道尔顿的原子论逐渐得到认同的时候，对它的怀疑也没有终止过。怀疑论者提出的问题是：原子真的存在吗？

围绕原子是否存在的问题，几位重量级科学家在19世纪末展开了一场激烈的争论。以统计力学研究而在物理学巨人中赢得一席之地的波尔兹曼(Ludwig Edward Boltzmann, 1844—1906)是原子存在的笃信者，站在他对立面的则是一大批著名的科学人士。

1895年9月17日，在吕贝克科学会议上，双方就原子的实在性问题展开了激烈的正面交锋。著名化学家奥斯特瓦尔德(Friedrich Wilhelm Ostwald, 1853—1932)在会议上发表了题为《克服科学的唯物论》的讲演，对原子的存在提出质疑。波尔兹曼当场对其观点



进行了反驳。会后,以波尔兹曼为一方,以奥斯特瓦尔德为另一方,许多科学家都卷入到这场大论战之中。这场论战持续时间之久(十余年),参与人数之多,争论之激烈在科学史上都是赫赫有名的。

奥斯特瓦尔德早先也曾接受过原子论,但后来却转而致力于能量学研究和发展唯能论。他认为,能量是唯一真实的实在,能量学原理能为化学和科学提供一个更为坚实、更为明确的基础。他进而宣称,物质概念是多余的,所有的物质现象都可以用能量及其转化来满意地加以解释。因此,作为唯能论者,他试图仅仅借助于纯粹能量概念去理解所有的物理过程。

波尔兹曼对奥斯特瓦尔德的这些观点进行了反驳,他坚持认为,原子论才是所有力学现象的完全合适的图像,众多的物理现象都适用于这一框架。



波尔兹曼

马 赫

奥斯特瓦尔德

另一个坚强的原子怀疑论者是在当时科学界具有巨大影响的恩斯特·马赫(Ernst Mach, 1838—1916)。

马赫是奥地利著名的物理学家、生理学家、心理学家、科学史家和科学哲学家。他在很多学科上都有着值得后人敬仰的成就。

马赫最初也接受过原子论,但不久后他的观点发生了重大改变。他开始坚持认为,原子(和分子)仅是“思想之物”,是一种智力工具,而不是现象背后的实在。在他看来,把原子论当作一种启发性假设是有价值的,但启发性假设仅仅是一种工具,一种手段,他坚决反对把原子看做本体论意义上的实在。马赫问道,原子是有色的、发热的、发声的,还是坚硬的?

确实,当时的人们没法回答这些问题。

1897年,波尔兹曼接连发表两篇文章,系统地驳斥了马赫的观点,为原子的真实存在而辩护。面对争论,马赫却只是简洁地说:“我不相信原子的存在。”

这使波尔兹曼感到泄气。在他的名著《气体理论讲义》第二编的前言中他沮丧地承认:“我意识到在反对时代潮流中,我是孤军奋战,势单力薄。”

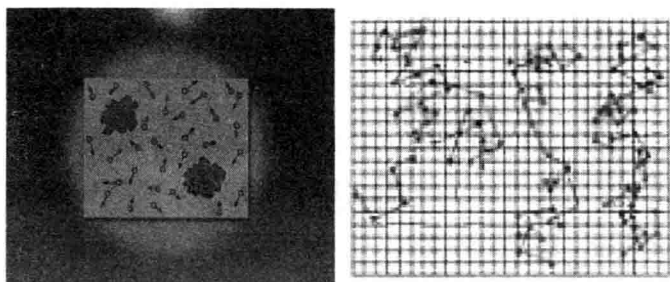


看见了原子

原子的客观存在最后却因一个小小的布朗运动实验而得到证明。

布朗运动是苏格兰植物学家罗伯特·布朗(Robert Brown, 1773—1858)最先发现的,而且,这个发现还早于原子论的激烈论争出现之前。1827年夏天,罗伯特·布朗对各种植物的花粉颗粒在水中时的运动做了研究。他发现,用显微镜观察,浸泡在水中花粉粒子总是不停地做奇异的、不规则的运动。1828年,他写了一本小册子,描述了自己的观察和发现。于是,这种浸泡在水中的花粉粒子的奇异的、不规则的运动后来被称为“布朗运动”。

1868年,意大利物理学家乔万尼·康托尼于写了一篇文章,宣称布朗运动是“热的力学理论的基本原理的美妙而直接的证明”,即可通过假定物体在水中受到来自各个方向的运动水分子的撞击来说明布朗运动。但这种定性解释并未受到人们的普遍认可。1905



布朗运动

年,爱因斯坦发表了一篇关于布朗运动的论文,对布朗运动进行了量化的推导。1908年,法国物理学家佩兰(J. B. Perrin, 1870—1942)对爱因斯坦的推导做出了出色的实验验证。这一出色实验很有力地证明了分子(原子)的实在性。

那么,布朗运动是怎么产生的呢?在显微镜下看起来连成片的液体,实际上是由许许多多分子组成的。液体分子不停地做无规则的运动,不断地撞击悬浮在里面的微粒。当悬浮的微粒足够小时,受到的来自各个方向的液体分子的撞击作用是不平衡的。在某一瞬间,微粒在另一个方向受到的撞击作用强,致使微粒又向其他方向运动。这样,就引起了微粒的无规则的布朗运动。

爱因斯坦早就注意到原子存在与否的争论。他认为,要证明原子和分子存在,需要从科学上提出更有力的证据。以往测定的相对原子质量和相对分子质量只



是质量的相对比较值,如果它们是真实存在的,就能够而且也必须测得相对原子质量和相对分子质量的绝对值。所以,他的工作的目的就是“要找到能证实确实存在有一定大小的原子的最有说服力的事实。”他说:“按照热的分子运动论,由于热的分子运动,大小可以用显微镜看见的物体悬浮在液体中,必定会发生其大小可以用显微镜容易观测到的运动。”他认为只要能实际观测到这种运动和预期的规律性,“精确测定原子的实际大小就成为可能了”。

爱因斯坦从观测结果推导出了微粒运动位移的平均值,大致估算出物理学上的三大常数之一的阿伏伽德罗常数。从而也为证实分子的真实性的找到了一种方法。

1908 到 1913 年期间,佩兰用实验验证了爱因斯坦理论和测定出了阿伏伽德罗常数,为分子的真实存在提供了一个直观的、令人信服的证据,这对基础科学和哲学有着巨大的意义。从这以后,科学上关于原子和分子真实性的争论即告终结。

在这种情况下,奥斯特瓦尔德转而又接受了原子论,从而使绝大多数科学家都皈依了原子论。

奥斯特瓦尔德这样说:“布朗运动和动力学假说的一致,已经被佩兰十分圆满地证实了,这就使哪怕最挑剔的科学家也得承认这是充满空间的物质的原子构成的一个实验证据。”他还对自己的对手给予了赞扬:

“这个人(波尔兹曼)在智力上,在他的科学的明晰性上都超过我们大家。”

数学家和物理学家彭加勒在 1913 年总结性地说道:“佩兰对原子数目的光辉测定完成了原子论的胜利。”“化学家的原子论现在是一个真实存在。”

在“斗牛士”(奥斯特瓦尔德)和“公牛”(波尔兹曼)的搏斗中,“公牛”终于大获全胜。唯一遗憾的是,胜利的一方已经无法享受胜利的喜悦了。1906 年,波尔兹曼以自杀的方式结束了自己的一生。

但马赫却依然固执地怀疑原子的存在。当人们试图说服他时,他总是回答:“你看到了原子吗?”直到去世,马赫都否认原子的存在。