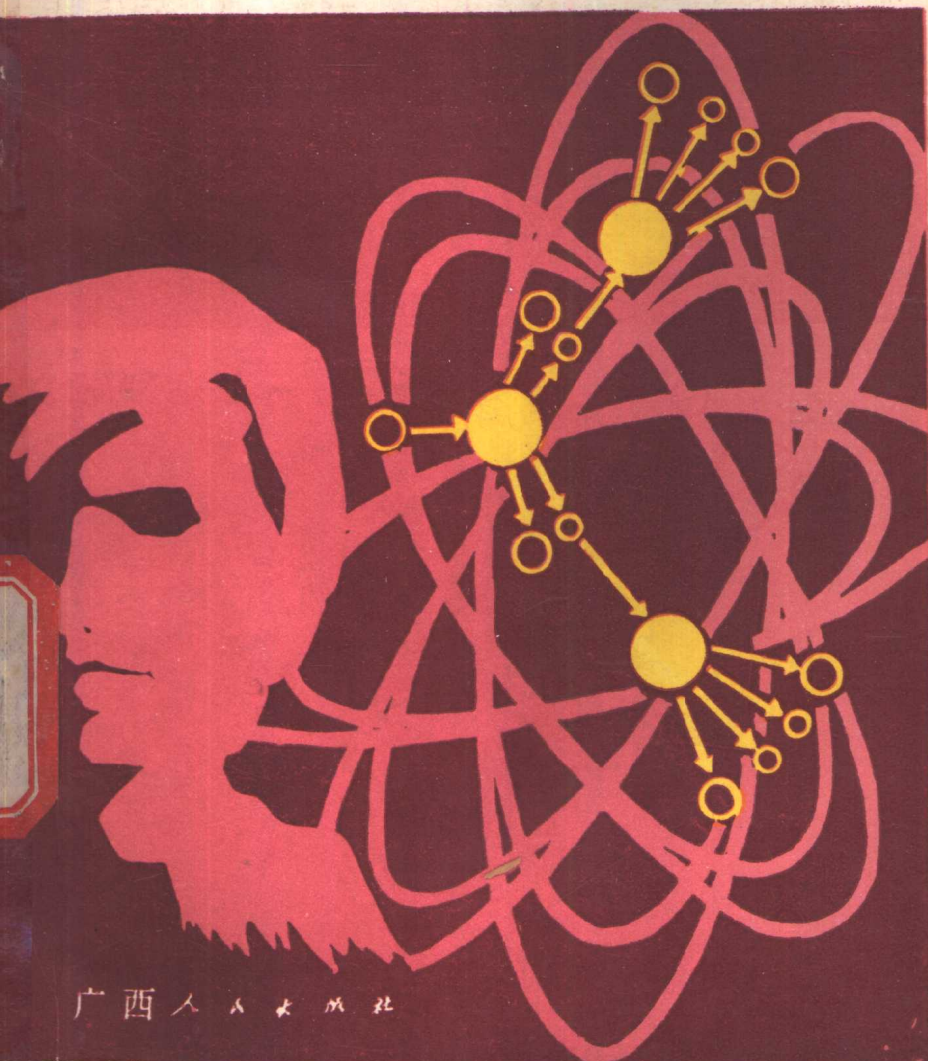




探索原子世界的奥秘

物理知识丛书

中国物理学会普及委员会 主 编
广西物理学会



广西人民出版社

《物理知识丛书》

探索原子世界的奥秘

中国物理学会普及委员会 主编
广西物理学会

万 辅 彬 编写

广西人民出版社

责任编辑：谭文智

《物理知识丛书》

探索原子世界的奥秘

中国物理学会普及委员会 主编
广西物理学会

万辅彬 编写

☆

广西人民出版社出版

(南宁市河堤路14号)

广西新华书店发行 百色右江日报印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/32 3.25印张 18千字

1986年1月第1版 1986年1月第1次印刷

印数1—3000册

书号：13113·39 定价：0.51元

序

这套《物理知识丛书》主要是为了适应广大干部提高科学文化知识的需要而编写的。

我国宏伟的四化建设要求各条战线的干部必须实现知识化和专业化。为了改变目前干部队伍科学文化知识水准普遍偏低的情况，除了采取专业培训的方法之外，自学则是大多数在职干部提高科学文化知识的有效途径。从我们和一些干部同志的接触中，深感他们都有学习的迫切愿望，但却常常为找不到一本合适的参考书而苦恼；系统地补习中学数理化课程在时间上不允许，而且也不实用；直接阅读专业性书刊却又因为基础差而困难重重。这种情况使我们产生了一个想法，要编写出一套适合他们特点的，介绍物理学基本知识及其应用的书，为他们通往知识化和专业化架设一座桥梁。

中国物理学会普及委员会委托广西物理学会来完成这项有意义的工作。为此，我们邀集了一些富有教学经验并且学有专长的教师共同进行编写。鉴于干部中有些同志存在文化起点较低，但却具有较强的理解能力和丰富的实践知识这一特点，我们力求在这套丛书中体现以下几个特色：第一是科学性和现代性。力求准确地、深入地阐述物理学各个领域的基本概念和规律，特别注意介绍它在近代的新发展；第二是通俗性。考虑到读者的数学水平不高，本丛书只要求读者具有初中以上的数学知识就基本上能看懂。在概念的叙述上尽

量少用或不用数学；第三是实践性。理论要结合实际，尽可能多介绍一些物理学在生产实践中的应用，以便让读者学以致用；第四是趣味性。本丛书不采取一般教科书所惯用的章节体裁，而是选用类似科普读物的写作形式，并穿插一些历史故事，寓科学性于趣味性之中。这种轻松活泼的体裁对于那些工作繁忙，只能抽空进行业余自学的读者是比较合适的。

物理学是一门重要的基础科学，它不仅是工程技术，而且也是其它自然科学的基础。物理学所研究的是自然界中物质的最普遍、最基本的运动形式，包括物质的机械运动、热运动、电磁运动和分子原子内部的运动等等。所以说“最普遍、最基本”是因为物质的其它复杂的运动形式都无不包含这些运动形式。例如，化学反应大都伴随着吸热或放热、膨胀或收缩，有时还会放电和发光；内燃机的运转就牵涉到燃料燃烧后气体的膨胀和压缩、活塞和连杆的机械运动等。就是生物机体极端复杂的生命活动，也都离不开前述那些基本的运动。正由于物理学的这种基础地位，使得我们无论从事何种自然科学或工程技术的专业学习，都必须先掌握一些必要的物理知识，否则便如同架设空中楼阁。有些同志只看到生产实践中具体的技术问题，便以为可以不学物理而直接去学习专业知识，这是一种误解。忽视了基础，往往会欲速而不达。

在近代，物理学之所以日益受到重视还有一个原因：近几十年来，科学技术迅猛发展，大多数的尖端技术如核能、半导体、激光、宇航、超低温等都和物理学密切相关，有的本身就是物理学的一个部分。物理学已成为二十世纪的带头学科，它的成果和影响已远远超出狭隘的专业范围而渗透到

社会生活的各个领域。报刊、广播和电视每天在向公众传播国内外科技新发展的大量信息，而要对这些内容那怕只作皮毛的了解，也非要具备相当的物理知识不可。在一些发达国家，不但理工医农专业的学生要学物理，就连文科学生也要学一点物理，其原因就在于此。从这个意义上说，我们的各级干部，特别是从事科技、文教和经济工作的干部，为了及时了解科技发展的新动向，并在这些问题上取得发言权，更是非掌握一些物理知识不可。

对于物理学这两方面的作用，本丛书在编写中都考虑到了，并力求体现在前述的写作特色中。我们希望并且相信，这套丛书能够成为广大干部学习上的好朋友、好助手。对于从事文科和社会科学工作的同志，如果希望对物理科学的内容有一个概念性的了解，这套丛书也不失为一部合适的入门书。

全书由十多个小分册组成，它们相互联系而又自成系统。可以按顺序学习，也可以根据读者的兴趣选读某些分册。

本丛书在编写过程中得到中国物理学会普及委员会主任、北京大学教授褚圣麟先生，和中国物理学会常务理事、物理教学研究委员会主任、北京大学教授沈克琦先生的热情指导与大力支持。在此谨向他们表示深切的感谢。

中国物理学会普及委员会副主任 侯德彭
广西物理学会理事长

一九八五年二月

《物理知识丛书》

编辑委员会成员

顾问：褚圣麟 沈克琦

主任：侯德彭

委员：（以姓氏笔划为序）

万辅彬	王殖东	甘幼珩	朱殿雄
阳兆祥	张振球	宓子宏	侯德彭
谭文智			

目 录

一、二千多年的探索	(1)
古老的猜测.....	(1)
“原子”概念的由来.....	(2)
从“炼金术”的迷雾中走出来.....	(4)
道尔顿的科学原子论.....	(6)
成功与羁绊.....	(7)
二、打开原子世界的大门	(9)
伦琴和 X 射线.....	(10)
汤姆逊发现电子.....	(11)
贝克勒尔的机遇.....	(13)
居里夫妇的贡献.....	(14)
原子不是“不可分割的”	(17)
三、原子结构模型的演变	(20)
“西瓜”式模型.....	(20)
“行星绕日”式模型.....	(22)
“小小太阳系”面临的两大难题.....	(24)
玻尔的大胆假设.....	(26)

对氢原子光谱的解释.....	(28)
玻尔理论的成功与困难.....	(30)
四、核外电子运动规律的揭示.....	(32)
光是微粒？还是波？.....	(32)
物质波的假想被证实.....	(34)
“电子云”与“电子壳层”.....	(36)
核外电子的排布规律.....	(39)
五、原子核探胜.....	(40)
原子序数与核电荷数.....	(40)
放射性现象的启示.....	(41)
卢瑟福用 α 粒子作炮弹再建殊勋.....	(42)
中子的发现.....	(44)
核子是怎样结合在一起的.....	(46)
“孪生兄弟”的差异.....	(47)
核内质子与中子的转化.....	(48)
六、重核裂变的发现.....	(51)
人工核反应.....	(51)
回旋加速器.....	(52)
更有威力的“炮弹”——中子.....	(54)
是93号元素吗？.....	(55)
原子核被分裂了.....	(56)

质量亏损之谜·····	(59)
链式反应·····	(61)
七、原子能与战争·····	(64)
曼哈顿计划·····	(64)
建在芝加哥的第一个反应堆·····	(65)
第一颗原子弹·····	(67)
反对使用原子武器的正义呼声·····	(70)
八、为开发聚变能而努力·····	(73)
人类最理想的一种能源·····	(73)
从不灭的“天火”说起·····	(74)
让热核反应受控·····	(77)
九、让原子能造福于人类·····	(81)
原子能发电前程无量·····	(81)
原子能与交通·····	(85)
核爆炸的和平利用·····	(88)
放射性同位素的广泛用途·····	(89)
十、没有结束的结束语·····	(93)

一、二千多年的探索

我们人类生活的大千世界，到处充满着物质。那群芳竞妍的花卉，千姿百态的草木，翱翔长空的飞禽，奔突荒野的走兽，那巍峨的群山，浩瀚的大海，还有那风云雨雪，日月星辰……，所有这一切，不都是运动着的物质吗？世界是由物质构成的，没有物质也就没有五光十色的世界。

可是，世界上形形色色、千变万化的物质，又是由什么构成的呢？千百年来，人类一直对它进行着无尽的探索。

古 老 的 猜 测

在我国大约是西周初期，即三千多年前，便萌发了古老的“五行”说，据《尚书》载，人们认为万物是由金、木、水、火、土五种元素所组成。春秋战国时期，《管子·水地篇》则设想水是万物（无机界）和诸生（有机界）的统一本原。

当时，与灿烂的东方文化相辉映的古希腊文化中，也有不少关于物质结构的猜测。爱奥尼亚学派的奠基人泰勒斯也认为水或湿气是万物的本源，万物起源于水又复归于水。与泰勒斯同时代的阿那克西米尼则认为空气是万物之源。稍晚一些时候，爱奥尼亚学派的另一位学者赫拉克利特认为世界的本源是永恒运动、发展着的火，世界的“过去、现在和将

来都是按规律燃烧着，按规律熄灭着的永恒的活火”。到了公元前四世纪，古希腊著名的思想家亚里士多德设想月球以

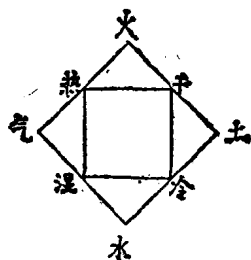


图 1

下的一切物体都是由土、水、气、火四种元素组成的，不过，四种元素还不是“最终基质”，它们是由更基本的冷、热、干、湿两两结合而形成的，例如湿和冷结合而形成水，热和干结合而形成火，四大元素的不同组合就构成了世界万物。

“原子”概念的由来

在元素论盛行的时候，有些学者就已试图寻找更基本的东西，对物质结构的探讨十分活跃，不同学派有不同的见解。我国战国时代的庄子在《天下篇》中写道：“一尺之棰，日取其半，万世不竭”。意思就是说，一尺长的短棍，如果每天截取一半的话，是永远也截取不完的。这就是说，物质是无限可分的。以墨子为代表的另一学派则提出了相反的看法，认为物质分到最后，总会有个“端”，到了“端”也就不能继续分割了。这种物质有“端”的说法，就接近于原子的概念了。

在历史上明确提出原子概念的，是古希腊的德谟克利特，他继承并发展了导师留基伯的原子论思想。他说，当人们把泥土弄碎时，会获得越来越小的微粒。若问能不能没完没了地分割下去呢？回答是：“不能！”因为迟早会得到一个不可再分割的泥土微粒。德谟克利特是一个善于观察而且勤于思考的人，当他看到一颗树的种子长成了参天大树，曾

这样想：是不是土壤中的水分和空气微粒积聚而构成树干、枝叶？当他看见鱼在水里游动的时候，曾这样判断：水绝不是结构紧密的整体，就象沙堆是由沙粒构成的那样，也是由水的微粒构成的。只有这样，当鱼游过来后，水微粒向两边散开，鱼才会自由自在地游来游去。当他发现盐入水之后便消失得无影无踪，而水却有了咸味，便猜测是不是盐的微粒散开在水的微粒之间？

经过长时间的仔细思考，他终于得出这样的结论：世界和宇宙万物都是由看不见和不可分割的微粒——“原子”——所构成的。“原子”在希腊语中就是不可分割的意思。德谟克利特的原子论尽管还属于哲学思辨式的臆测，然而这种朴素的原子论对于唯物主义和自然科学却是一种重要的贡献，人们把德谟克利特看作为原子理论的奠基人，有人称他为“原子之父”。

德谟克利特的原子论，在当时生产力比较低下、科学还不发达的情况下，不可能有科学实验作严格的论证，这是原子论未能得到广泛公认的一个原因。更主要的是，历代统治阶级极力宣传宗教和迷信，他们总是以“神旨”、“天意”来解释自然界的存在，以“上帝造物”的说教蒙骗人，当然就不能容许原子论的存在。就这样，德谟克利特的卓越见解，在统治阶级和宗教神学的桎梏下，长期被压制，他的大部分有科学价值的著作后来也被烧毁。直到文艺复兴时期，由于记载和赞扬原子论的长诗《物性论》（卢克莱修著）的手抄本被发现，古代原子论才重见天日，但在很长时间内没有多少进展。人类对原子的认识，经历了一条漫长而曲折的道路。

从“炼金术”的迷雾中走出来

中世纪初期，阿拉伯学者在亚里士多德四元素之外又增添了三种——盐（能使物质溶解）、汞（能使物质闪闪发光）和硫黄（能使物质燃烧）。少数元素构成一切物质的观念，促使许多人试图制出一种能炼制黄金的混合物。他们有的人目睹铁在某种蓝色液体（硫酸铜溶液）中消失，同时从中分离出黄灿灿的铜来，为什么不能以类似的方法，用另一种液体与另一种东西制造出黄金呢？于是，探求“点金石”的无益之举开始兴起。

据说西方的炼金术与中国的炼丹术有着某种联系。早在秦朝，始皇帝就一再寻求不老仙丹，唐代有“武帝爱神仙，烧金得紫烟”等讽刺汉武帝的诗句，而唐朝也有不少皇帝支持炼丹，唐太宗曾经把五品官授给炼丹家成弼。公元八世纪（唐代）中国的炼丹术传到了阿拉伯地区，然后又传到了西方，有人考证过阿拉伯语中炼丹术一词是泉州地区“金液”两字的古音。

由于寻求财富和长寿似乎是值得的，因此成百上千的人用毕生精力去炼金、炼丹就不足为奇了，这就出现了历史上的“炼金时代”。于是，在不少幽暗的地下室和深山的洞穴中，飘荡着令人昏迷的紫烟，日夜劳碌、苦苦求索的炼金术士们，为了等待奇迹的出现，即使弄得倾家荡产，形容枯槁，也在所不惜。一些急于祈求长寿的人，服了“仙丹”之后，却提前结束了性命。不少王公贵族指望这些术士能使他们财运亨通，延年益寿，甚至在豪华的宫院里，在肃穆的教堂中，也升起了熊熊的炉火。今天，在布拉格的一座城堡

中，还能看到一排低矮的屋子，那是国王鲁道夫二世为他的炼金术士建造成的。但是一旦王公贵族失去耐心，炼金术士就会招来杀身之祸，而绞架却是真金镀的，这真是辛辣的讽刺。当然，炼金术士中间也常有骗子手，他们会巧妙地把夹带在其他东西中的黄金象变戏法那样变出来。1782年，英国的一个名叫詹姆士·普莱斯的炼金术士炼金“成功”，受到国王乔治三世和牛津大学的尊敬。有人对他发生怀疑，他不得不在一群达官显贵和学识渊博人士的面前再度当众表演，等到最后一分钟，他掏出一只小瓶，凑到嘴上一饮而尽，几分钟后就倒在地上，一命呜呼。

从科学上看，炼金和炼丹术士们的幻想是非常愚蠢的，但我们还不能把“炼金时代”看作是一个完全愚蠢的时代。因为，在这一千多年中，在把大多数各不相同的物质加以研磨、混合、熔炼、溶解、过滤、蒸馏和结晶时，发现了不少化学产物和化学反应。而这些知识的积累，恰恰又为结束这个时代创造了条件。

炼金术经过无数次失败名声扫地了，人们开始认识到想用别的物质制造出黄金是不可能的。人们从炼金术的迷雾中走了出来，但在探索物质结构的征途上，却不知道下一步究竟往哪儿走？

英国物理学家、化学家波意耳通过大量的科学实验，为人们研究万物的组成指明了方向。他在《怀疑派化学家》这部名著中指出，一切物质都能以元素和化合物分类，凡不能以化学手段分解的物质就是元素，能够分解成其他更简单物质的物质就是化合物，即元素的化合物。

由于波意耳不仅相信物质的结合，而且相信原子也能结合，他的思想已经很接近现代的观念了，对此，我们后人该

给他以应得的荣誉。等到人们普遍接受波意耳的观点，并进一步接近原子时，一个多世纪又过去了。

道尔顿的科学原子论

两千多年前的德谟克利特设想的原子只是简单的微粒，而十七世纪的科学家竟把原子想象为最复杂而且非常微小的“机器零件”，上面有钩钩刺刺，圈圈孔孔之类的东西，他们提出种种设想来解释被发现的物质的特性。法国学者彼埃尔、伽桑迪是原子理论最热心的拥护者和宣传者之一，他甚至认为，冷空气在皮肤上引起刺痛的感觉，是一种特别的“冷原子”造成的，它们象尖棱的钩子扎在人脸……。

尽管人们不断地谈论原子，但两千多年来，谁都不能证明它确实存在，因为运用当时已有的科学仪器做不到这一点，这件事终于在十九世纪初由物理学家、化学家道尔顿做成了。

道尔顿是英国一个纺织工的儿子，他小时候曾在农场里做过工，靠自学成才。他自学的成绩非常惊人，十二岁就登台讲课了。三年后他离开家乡给一个校长当助手，十九岁被任命为那所学校的校长。他研究过拉丁文、希腊文、数学和自然科学，这位饱经穷困的人，年纪轻轻的就成为一位杰出的学者。他不仅发现了有关气体的一些重要定律，而且在气体性质研究及前人提出的定比定律、倍比定律(注)等基础

(注) 定比定律：每一种化合物里的各种元素有一定的比例，比如水里含有的氢与氧，其质量比固定为 $1:8$ 。

倍比定律：比如有一氧化碳与二氧化碳各一瓶，且其间碳的重量相等，则两瓶气体中的氧的重量有简单的倍数关系 ($1:2$)。

上，于1803年10月在曼彻斯特的一次学术会上宣读了著名的原子论的论文。他认为：物质是由不可分割的原子组成的；原子在化学反应中的性质不变；不同元素的原子不同，同一元素的原子相同；每种原子有确定的原子量；每种化合物都有完全确定的组成，是不同原子之间用一定比例结合的结果。

道尔顿原子论的重大科学意义，不在于重申了两千多年前德谟克利特提出的原子概念，而在于提出了不同原子具有不同原子量的观点，能够定量地解释一些化学现象。

道尔顿的原子论问世不久，法国科学家盖·吕萨克总结实验现象，于1808年提出“在同样体积中，不同种气体具有的原子数相同”的假说。按照这一假说进行推论，就可以得出化合物中含有二分之一、三分之一等分数原子的结论。因此，这个假说遭到道尔顿的反对。为了解决道尔顿原子论和盖·吕萨克假说之间的矛盾，意大利科学家阿伏伽德罗在1811年引入了确定的分子概念，把原子和分子区别开来。阿伏伽德罗提出，分子是由原子组成的，是具有物质特性的最小单位。他对盖·吕萨克的假说作了修正，认为在温度和压力相同的情况下，在同样体积的气体里有相同的分子数（这就是阿伏伽德罗定律）；气体分子可以由两个或多个原子组成。阿伏伽德罗的原子——分子学说，解决了盖·吕萨克和道尔顿之间的矛盾，并被后来的实验一再证实。

成 功 与 羁 绊

在这之后的几十年里，人们用实验方法发现的元素数目逐渐增多。这些元素有的闪闪发光、有的乌黑透亮、有的溶