

20 世纪科技发展简史

基础科学

李树宝 李秀芹 等 著



世界知识出版社



世纪科学文库

基础科学

基础科学



20 世纪科技发展简史

基础科学

李树宝 李秀芹 编著

世界知识出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础科学/李树宝 李秀芹编著.-北京:世界知识出版社,1999
(20 世纪科技发展简史)

ISBN 7-5012-1144-2

I .基… II .①李… ②…李 III .基础-科学-概况 IV .0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 40239 号

责任编辑 吴建生 致 弘

封面设计 姚少春

责任出版 夏凤仙

出版发行 世界知识出版社

地址电话 北京东单外交部街甲 31 号 (010)65265928

邮政编码 100005

经 销 新华书店

开本印张 850×1168 毫米 32 开本 6 印张 148 千字

排版印刷 北京万秋公司排版 北京新魏印刷厂印刷

版 次 1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印 数 1 - 6000

定 价 9.80 元

版权所有 翻印必究

前言

邓小平同志指出，科学技术是第一生产力。社会的发展、人类文明的进步，首先取决于科学技术的发展和进步。党中央、国务院于1995年5月6日做出了《关于加速科学技术进步的决定》，提出了“科教兴国”的战略。江总书记在同年5月26日召开的全国科技大会上指出：“实施科教兴国的战略，关键是人才。”因此，增强全民族的科技意识，提高全民族的科技素质，普及科学技术知识，倡导人们爱科学、学科学、讲科学、用科学具有十分重要的意义。

基础科学是一些揭示自然界最一般的规律及其基本结构的科学领域。它通过不断地提供新理论、新方法来说影响科学、技术与社会的进步，同时又不断地同其他学科交叉、渗透与相互作用，形成新的学科领域。基础科学一旦取得突破，就会推动一批学科和相关的技术领域取得突飞猛进的发展，促进人类社会的全面进步。基础科学涵盖数理化、天地生等众多学科。

本书通过回顾本世纪数学、物理学、化学、天文学、地学和以“老三论”、“新三论”为代表的横断科学取得的一系列重大突破，介绍了众多科学家在研究探索中的科学方法和科学精神，对他们做出重大发现的历史背景、思维方法、经验教训做了较充分的阐述，力求帮助读者开阔视野、诱发思维、启迪心智，培养科学研究的兴趣和能力，吸引他们为我国科技事业贡献青春和才智。

本书着眼于基础科学的特点，把严谨的科学知识融于科学家的成长轨迹中，融于科学史上的争论与突破的故事中，融于人们对客观物质世界无限的好奇和永恒的探索中，力求用形象的比喻将深奥抽象的理论通俗化，将知识性与趣味性统一起来。古今中外曾有不少专家学者是受优秀科普读物的熏陶感染而立志成为某一领域的科学家，并为之终身奋斗，终于如愿以偿。倘若读者能从本书中得到一点有益的启示，我们就感到心满意足了。愿此书成为广大读者的好朋友。

编著者

1998 年 12 月

目 录

第一章 破译原子之谜

——原子模型的建立	1
一、初识原子	1
二、神奇的射线	4
三、巨大的突破	11
四、不期而至的中子	19

第二章 裂变能量

——原子能的发现	26
一、巨大的能量	26
二、神奇的中子炮弹	30
三、击碎原子核	36
四、战争幕后的角逐	40
五、追踪第 94 号元素	46
六、进军临界点	49
七、升腾的蘑菇云	52
八、造福人类	57

第三章 奇异的波与粒

——量子力学的诞生	63
-----------------	----

一、黑体辐射和紫外灾难	64
二、驱散“乌云”建功勋	66
三、后来居上	68
四、量子力学诞生记	70

第四章 伟大的发现

——相对论的创立	75
一、拯救古老的以太	75
二、牛顿，请原谅我	78
三、变化的时间和空间	82

第五章 膨胀的宇宙

——射电天文学和宇宙大爆炸模型的问世	89
一、遥望苍天之眼	89
二、揭开宇宙爆炸之谜	96

第六章 沧海桑田的变迁

——“大陆漂移学说”的创立	101
一、开启地球“迷宫”	101
二、来自地图的灵感	106
三、复兴三部曲	111

第七章 走出古老的迷宫

——数学的发展与突破	116
一、抽象代数学的兴起	116
二、模糊数学不“模糊”	118
三、神奇的罗素悖论	120
四、开辟离散数学天地	123

目 录

五、摘取皇冠上的明珠·····	126
第八章 再焕青春的古老学科	
——化学理论的发展·····	131
一、元素周期律的深入研究·····	131
二、传统的无机化学·····	137
三、物理学与化学相结合·····	141
四、进入有机化学新时代·····	147
第九章 万法归宗话“三论”	
——新老“三论”的创立·····	155
一、 $1+1>2$ ·····	156
二、闪光的“金钥匙”·····	163
三、令人称奇的“掌舵术”·····	166
四、揭开生命的奥秘·····	171
五、人类战胜愚昧的“珍奇武器”·····	174
六、从混沌到有序·····	176
后 记	

第一章 破译原子之谜

——原子模型的建立

早在公元前 600 年，希腊的哲学家就提出了“物质是由不可分割的基本单位所构成”的思想，这是原子观念最早的萌芽。到了公元 18 世纪，由于化学科学的进步，人们发现各种化合物在产生化学反应时其质量之间恒成一定比例，这为原子的存在提供了一些证据，原子的假说由此应运而生。到了 19 世纪末，原子是构成物质的基本微粒的观念已被大多数科学家所接受。进入 20 世纪，科学家开始探索原子内部的奥秘，不仅否定了传统的原子观念而且还掀开了现代物理学的新篇章。

一、初识原子

1. 原子是什么

19 世纪是物理学取得一系列重大成就的辉煌时期，但仍留有一些未解之谜，其中就包括原子之谜。1894 年，牛津大学名誉校长、英国前首相索尔兹伯里在一次讲演中说：“每种元素的

原子是什么，是不是一种运动，或一件东西，或是一个旋涡，或是一个具有惰性的点，它的可分性是否有限度，……所有这些问题都像过去那样一直深深地笼罩在黑暗之中。”尽管当时许多科学家一直在原子物理学领域辛勤耕耘。

现在，稍有物理和化学常识的人都知道：世界上的万事万物都是由分子组成的，而分子又是由原子构成的。从脆弱的蝴蝶翅膀到坚硬的山岳岩石，从银白的喷气机翼到蔚蓝的汪洋大海，从白色的冰河到黑色的煤炭，凡是存在于地球、月亮、太阳，以及其他星球上的东西，无一不是由原子所构成。千千万万难以计数的原子形成了宇宙万物。

原子极小。据科学家估计，在一个大头针的顶部能摆放一亿多个原子。若将 1 亿个世界上最大的原子排成一条直线，也仅有 4 厘米长。在阳光下可以看到的每一粒灰尘里，都有几十亿个原子。但在科技手段尚不太发达的 19 世纪，想弄清如此微小的原子的奥秘绝非易事。

由于原子太微小了，用肉眼和显微镜是不可能看到的。使科学家能够对原子内部瞥第一眼的工具，是由威廉·克鲁克斯爵士研制的克鲁克斯管。克鲁克斯管有许多形式，通常都是玻璃做的，在管子两端各嵌了一块金属板。两块金属板与一条电路相联，所以一块板是阳极，另一块板是阴极。若把管内的空气抽得越来越稀薄，充电时管内就充满了种种不同颜色的光辉。由于这种光像是来自阴极，所以把它叫做阴极射线。如果将克鲁克斯管适当改造，把管的一端做成平面，并涂上磷来加强荧光，就做成了今天电视的显像管。

2. 汤姆逊捕捉电子

英国科学巨匠、剑桥大学卡文迪许试验室主任 J. J. 汤姆逊，20 多年来一直试图揭开阴极射线的谜底，为此他进行了一

系列实验。

在第一个实验里，汤姆逊在克鲁克斯管内的阳极上包了一层化学制品，这种制品一旦受到阴极射线的撞击就会发荧光。接着，他在阴极射线的路径上放了一个金属十字架。结果，他在阳极上看到了十字架的阴影。从这个实验中，汤姆逊得出结论：阴极射线是直线传播的。

第二步，汤姆逊在阴极射线的路径上放了一个精巧而又能转动的小“风车”（一种像排气扇的东西），发现阴极射线能够使“风车”转动。通过这一实验，汤姆逊了解到阴极射线是由物质的粒子构成的，而不仅仅是一束光线。

在第三个实验里，汤姆逊在克鲁克斯管周围加上一个磁场，把磁铁的北极和南极放在管子的两边。他观察到磁场使阴极射线或在阴极作用下运动粒子的轨道弯曲了。这表明，粒子是带负电荷的。

在第四个实验里，汤姆逊把荷电板放在阴极射线的两边，测定使之弯曲所需的荷电量，由此他可以算出粒子的重量。汤姆逊发现，阴极粒子的重量约为已知最轻的元素氢原子的两千万分之一。

最后，汤姆逊用不同的阴极把微量的不同气体放在各个管子内。他发现在每一种情况下，粒子所发生的变化都是一样的。因此他猜想，这些粒子是一切物质所共有的，而且始终是一样的。

就这样，汤姆逊得到了许多有关阴极射线的知识。他知道它们走的是直线，它们是物质的粒子，它们带负电荷，重量非常轻，而且在一切元素里都可以发现它们。汤姆逊在深入研究这五个事实之后，于1897年4月30日就阴极射线做了一个说明。他在向皇家学会提出的报告中写道：“阴极射线是带负电荷的粒子。”由于这些粒子是来自原子里面，因此他得出结论：“原子不是不可分割的，带负电的粒子能够在电力的作用下从原子里分裂

出来。这些粒子不管是从哪种原子中分裂出来的，质量全都相同，而且带同样的负电荷，它们是一切原子的构成部分。”

多么惊人！100 年来，大家都相信，原子是物质的最小单位，原子中再没有别的东西，它是不能分割的。现在，按照汤姆逊的说法，他发现了能够在每一种原子中都能找到的粒子。他把这些粒子叫做电子，意思是带电的粒子。电子很轻，汤姆逊后来测出电子仅占原子总重量的 $1/1400$ 左右。

汤姆逊根据这些实验结论假设了一个原子模型——葡萄干面包模型。他认为原子是一个带正电的球（面包），在这个球中散布着很小的带负电的电子（葡萄干），这些电子排列成一层一层的环。

1906 年，汤姆逊因测出电子的电荷与质量而获诺贝尔物理学奖。

二、神奇的射线

1. 一鸣惊人的发现

1896 年初，分布在世界各地的几位世界一流的科学家不约而同地收到了几张非常特别的照片。一张照片显示的是一枚在箱子中的指南针；另一张照片是一套在一个开着的盒子中的天平砝码。最惊人的是一张显示一双手的骨骼结构的照片！这是德国余兹堡大学的威廉·伦琴教授寄出的。几天之间，他成了举世闻名的神秘 X 光的发现者。

如前所述，在 19 世纪末，阴极射线是物理学的前沿问题，许多知名的物理学家都在研究阴极射线，伦琴教授也不例外。

1895年11月8日，伦琴像往常一样把一张黑色的硬纸板卷在克鲁克斯管外面，使射线不致于从边上漏出来，然后用管工作。后来，他关了灯，离开了实验室。不一会儿，他忽然想起自己忘记了关闭电源，使跟克鲁克斯管连接的感应圈停止工作，便返回实验室，来不及开灯，就摸回桌边来纠正自己的疏忽。不料就在这时候，他看见旁边另外一张桌子上有件东西在放着不很明亮的冷光。

那放冷光的物体是一张涂了铂氰酸钡的纸。铂氰酸钡是一种能放荧光的物质，只要旁边有强光向它照射，它就会放出自己的冷光来。可是实验室里不是漆黑的吗？克鲁克斯管虽然在发冷光，但那样微弱的冷光却绝对不能使发光物质发出荧光。再说，克鲁克斯管外面还卷有黑纸板呢。那么，究竟是什么使这张纸板在黑暗中发光呢？

伦琴是一个思维敏捷、思考周密的科学家，他开始研究这张纸板发光的原因。他首先想到了阴极射线，他的直觉告诉他，可能有一种看不见的光线照在这种荧光纸上。这种射线肯定不是阴极射线。因为阴极射线在空气中所能透过的距离不超过2.5厘米，而克鲁克斯管距荧光纸很远，远不止几厘米。但这种射线很可能与阴极射线有关。因为他一切断电源，荧光就消失了，再接通电源，光亮又重现了。他想，当阴极射线（实际上是电子流）撞击玻璃壁时，是否会形成一种未知的射线呢？

经过几个星期的连续实验和理论分析，伦琴发现这种新射线可以像光穿透玻璃一样，通过整个房间，而当它撞击在化学药品上时便发出荧光，也能自由穿过关闭的门、衣服和人体。他拿了种种不同的物质隔在管子与罩子的中间，木头和铝使光线弱了一点；放上一块铅，光线就完全看不见了。这种射线能穿透平时不透光的轻质物质，如纸张、木片、铝片等，而且射线被吸收的数量与吸收体的厚度及密度大致成正比。由于骨骼的密度和厚度比

肌肉大，因此用这种射线照射人体时，能留下骨骼的阴影。根据这一特点，伦琴拍摄到他妻子手指骨骼的照片，这是历史上第一张 X 光片。由于当时人们对这种射线一无所知，伦琴就用未知数 X 来命名它，称它为 X 光或 X 射线。后人为纪念伦琴，也称它为伦琴射线。

科学研究的重要特点之一是探索性，就是通过各种途径去探索自然界的规律。这个进程是曲折的、复杂的，不可能完全遵循某一条预定的途径达到预期的目的。这就是一个偶然性发现和必然性规律之间的辩证关系。偶然性是必然性的补充和表现形式，在表面上是偶然性起作用的地方，这种偶然性始终是受内部隐藏着必然性支配的。

有关资料表明，在伦琴发现 X 射线之前，曾几位科学家也偶然发现过这种现象，可是他们认为它是干扰，只是想方设法去排除它，因而错过良机。而伦琴却能认真对待这种偶然性的发现，透过现象看本质，从中找出事物内部的必然联系。结果，伦琴因发现 X 射线而成为第一位诺贝尔物理奖获得者（1901 年）。因此，谁善于捕捉意外事件，谁能透过大量纷繁复杂的偶然性现象揭示其必然性规律，谁就能有所发现、有所发明，登上科学的高峰。

2. 又一种神秘的射线

伦琴的发现轰动了世界。有的医生立即想到用这种新光线检查受了枪伤的人，看有没有子弹留在身体里。与此同时，全球物理学界掀起了一股研究 X 射线热。

法国科学界的泰斗彭加勒看了伦琴的实验报告后，得出这样一个推论：既然 X 射线发生在荧光现象特别强烈的地方，那么，一切强烈的荧光物质都可能发射 X 射线。由于彭加勒是权威，许多法国物理学家对此深信不疑。

1896年2月，法国科学家贝克勒尔想通过实验证明这一结论。他先试着用不同的荧光材料做实验，看它们是否也发出X射线。他干了10天，但毫无结果。后来，他用黑纸将照相底片包得严严实实，把强荧光物质铀盐（硫酸双氧铀钾）撒在黑纸上，并把这包东西暴露在日光下数小时。结果，他在底片上看到了预期的黑影。他错误地认为是日光导致了这一效应。当他准备重复做这一实验时，正逢巴黎阴雨连绵，他就将用黑纸包着的照相底片放在一个黑的抽屉里，铀盐还在上面。几天后，他决定冲洗底片，由于没有日光照射，他预期影像会很弱，不料影像反差很大。这一事实和彭加勒的结论背道而驰。

贝克勒尔不迷信权威，决心搞个水落石出。经过一系列实验，他发现荧光物质并不能穿透黑纸而使照相底片感光，使底片感光的罪魁祸首是不起眼的铀。铀及其化合物自身能发出一种神秘的射线，正是它们穿透黑纸，在照相底片上留下了自己的痕迹。显然，铀及其化合物会自动放射出一种不同于X射线的新射线。

说它们不同，是因为铀射线虽然有力量穿透那层包在底片外面的密实的黑纸，穿过薄薄的铝片，但却没力量透过人体、门板和薄墙，而X射线却可以像玩似的穿过这样的障碍物。更奇特的是，X射线是由快速的带电微粒碰到克鲁克斯管上的玻璃而产生的，而铀及铀化合物所发射的不可见光线都是自发的，它们没有受到光的照射，也没有受到热的作用或电火花的作用，却能够昼夜不停地发射特殊的射线。那发出射线的物质本身却好像丝毫没有改变，你说奇怪不奇怪。

科学家把这种奇异的现象叫作天然放射现象，把物质的这种性质叫作天然放射性。

贝克勒尔由于发现了铀元素的天然放射性，而获得了1903年诺贝尔物理奖。

天然放射性的发现，引导人类走进了原子世界的大门。

3. 享誉世界的夫妻实验室

铀盐的天然放射性吸引了一大批年轻的物理学家，他们都想打开这个闷葫芦，给天然放射性一个“说法”。

来自波兰的玛丽·居里此时刚刚大学毕业，正同丈夫法国物理学家比埃尔·居里一道从事放射性研究。他们在巴黎一间简陋的棚屋里，在落后的手工作坊条件下，钻研世界物理学最前沿的课题。

居里夫人研究的第一个思路是，看看有什么因素能够影响射线。她发现，热以及化学结合，甚至 X 光都不能影响铀的这种射线。第二步，她打算找出铀以外的哪些元素有这种射线。在试验过已知的每一种化学元素以后，她发现只有一种元素——钍是放出射线的。她把这种放出射线的能力叫作“放射性”，把这类元素叫作“放射性元素”。居里夫妇因发现钍及其化合物的天然放射性，与贝克勒尔共享 1903 年诺贝尔物理奖。

现在，居里夫人决定试验所有能搜集到的矿石的放射性，她设想只有包含铀或钍的矿石会显示出放射性；其他的不会。可是经过两年的不懈努力，他们发现：沥青铀矿和铜铀云母这两种矿石的放射性比铀本身强得多！

这怎么可能呢？居里夫人绞尽脑汁，最后认为答案只有一个：这两种矿石中可能含有比铀的放射性更强的元素。为了找出这种新元素，居里夫妇用极简陋的工具，采用化学方法，开始了极艰难的提炼工作。

当时居里夫妇生活贫困，财力不足，没有设备，没有助手，并且居里夫人还染上了肺结核病，但是他们不怕困难，向矿主要来了沥青铀矿的废矿渣，立即进行了提取实验。

居里夫人每次把 20 公斤废矿石在冶炼锅里熔化，连续几小