

20世纪科学史丛书

20SHIJI KEXUESHI CONGSHU
ZAI KEXUE DE RUKOUCHU

在科学的入口处

30位物理学家的贡献

王士平 主编



湖北长江出版集团



湖北少年儿童出版社
HUBEI CHILDREN'S PRESS

20世纪科学史丛书

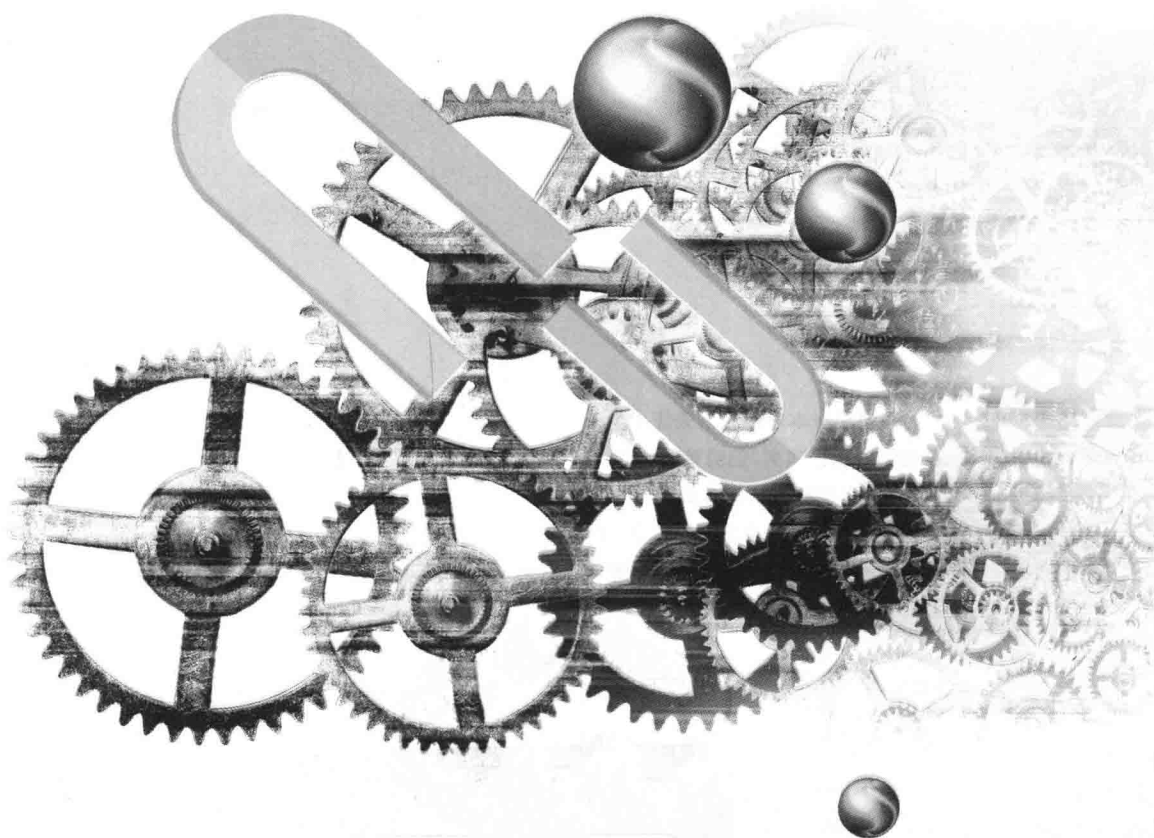
20SHIJI KEXUESHI CONGSHU
ZAI KEXUE DE RUKOUCHU

在科学的入口处

30位物理学家的贡献

主编：王士平

编著：刘树勇 王一红 李艳平 李晓芳



湖北教育出版社

湖北教育出版社
HUBEI PRESS

鄂新登字 04 号

图书在版编目(C I P)数据

30 位物理学家的贡献 / 王士平主编; 刘树勇, 李艳平, 孙小芳, 王一红编著. —武汉: 湖北少年儿童出版社, 2007. 12

(20 世纪科学史丛书: 在科学的入口处)

ISBN 978-7-5353-4020-7

I. 3... II. ①王...②刘...③李...④孙...⑤王 III. 物理学—青少年读物 IV. 04-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 201160 号

书 名	30 位物理学家的贡献		
©	王士平 主编		
出版发行	湖北少年儿童出版社	业务电话	(027)87679199 (027)87679179
网 址	http://www.hbcp.com.cn	电子邮件	hbcp@vip.sina.com
承 印 厂	文字 603 厂		
经 销	新华书店湖北发行所		
印 数	1-8 000	印 张	10
印 次	2008 年 1 月第 1 版, 2008 年 1 月第 1 次印刷		
规 格	787 毫米×1092 毫米	开本	18 开
书 号	ISBN 978-7-5353-4020-7	定价	14.80 元

本书如有印装质量问题 可向承印厂调换

前言

物理学是一门古老的学科，在遥远的古代，人们就开始缓慢地积累与物理学有关的经验，并逐渐形成了一些浅显的知识。经过上千年的发展，到今天，人类已经掌握了大量的物理学知识，这些知识在现代社会的发展中发挥着巨大的作用。物理学已经发展成为一个庞大的知识体系。一般来说，物理学各分支学科是按物质的不同存在形式和不同运动形式划分的。人们对自然界的认识来自于实践，随着实践的扩展和深入，物理学的内容也在不断扩展和深入。随着物理学各学科的发展，人们发现物质的不同存在形式和不同运动形式之间存在着联系，于是各学科之间互相渗透。物理学也因此逐渐地发展成为各分支学科彼此密切联系的统一整体。

在 20 世纪的历史进程中，物理学这个名称与魔术近乎“相似”。物理学的神奇常常使人们想起无线电广播、电视、雷达、激光唱碟、原子弹、氢弹、核电站、 x 射线检测、放射性治疗，作为电子计算机基本器件的电子管、晶体管和集成电路，利用超导的磁悬浮技术、传输光电信息的光纤技术、庞大的粒子加速器，与脉冲星和黑洞等恒星研究相关的行星演化理论，几乎是家喻户晓的大爆炸理论等许多与日常生活和自然奥秘密切相关的事物。物理学知识的应用范围极其广泛，随着社会的发展，物理学还与一些人文科学联姻，形成了一些交叉学科，如经济物理学等学科就是这种产物。可以说，物理学的触角几乎进入社会的各个角落。

虽然物理学知识是高深的，但在研究和学习物理学时，人们是可以获得很大乐趣的。就现代物理学的发展来看，物理学家力图寻找一切物理现象的基本规律，从而统一地理解一切物理现象。这种努力虽然逐步有所进展，但现在离实现这目标还很遥远。看来人们对客观世界的探索、研究是没有穷尽的。

从社会的分工来看，从事物理学研究工作的毕竟是少数人，那为什么我们有那么多人要学习物理学呢？这有三个原因，一个原因是物理学是一

个基础学科,许多其他领域的研究与物理学相关,他们要吸收物理学研究的成果。例如,20世纪中叶,生命科学最重要的成就,就是搞清楚了遗传物质的结构,即脱氧核糖核酸(DNA)。研究人员要拍摄出它的清晰照片,所利用的正是刚刚成熟的x射线成像技术。同时,他们将一些物理学的观念和方法引入其中,这是保证研究成功的一个因素。

另一个原因是通过物理学的学习,可使人们建立起科学的世界观。对周围世界的认识有赖于我们掌握的知识,在我们的知识中,物理学不是唯一的知识,但如果这些知识中包含了物理学的观念和方法,也许这个系统会更合理。没有物理学的思维方法和基本知识,人们很难掌握事物的本质,也很容易走入歧途。比如,对曾经流行过“水变油”的“神话”,用物理学的基本知识分析,就可以发现它是谎言,原因很简单,它违反了能量守恒原理。这就是利用科学的世界观在分析具体问题时的作用。

第三个原因是在物理学的学习过程中,我们还可以发现许多物理学家在为之奋斗的事业中,不断克服困难,坚忍不拔地去探索,表现着他们对科学事业的热爱与追求。当然,他们也会不断地犯错误,但能在错误中增长见识,修正错误。他们的乐趣就在于发现物理世界中存在的和谐、秩序和规律,这种乐趣表现在他们对信念的一种追求的过程。学习他们对真理的执著追求的精神,更能激励我们去不断创新和探索。

让我们满怀希望地翻开此书,共同探寻物理的乐趣吧。

 院士

2007年12月

绘画/张群芳 刘学芳 游丽芳 吴晓菊
王 翔 连 军

书籍版式设计/ 刘超

感谢您对本书的热情关注。本书所涉及的相关信息,如人名、地名、年代等虽在出版前均已核实,但仍可能出现变更。请读者致电 027—87679100 (湖北少年儿童出版社) 或致信编辑部邮箱 E-mail: hbcj@vip.sina.com 查询最新的信息或更正。如因信息的变更给读者造成不便,敬请谅解。

本书部分文字及图片资料来源于互联网,因无法与版权所有者取得联系,未能及时付与稿酬,希见书后与我们联系。

目录

1 世纪的序幕——量子诞生记

1

2 1905——创造奇迹的一年

7

3 原子核的发现

14

4 玻尔的原子模型

20

5 奇妙的光线弯曲

26

6 量子力学的建立

33

7 中子的发现

39

8 鬼魅般的粒子

44

9 正电子的发现

50

10 π 介子

56

11 反粒子的发现

60

12 夸克——宇宙的砖块

65

13 新型的中微子

68

14 寻找新的夸克

72

15 对称的破缺

77

目 录

16 来自宇宙的射线	82
17 云雾的启示	89
18 加速粒子的机器	93
19 从 x 射线到 CT	98
20 天然放射性与人工放射性的发现	103
21 电子的传奇	108
22 驯服电子的发明	114
23 无线电广播的诞生	121
24 致胜的法宝——雷达	127
25 核磁共振	134
26 核裂变的发现	140
27 从“脉塞”到激光	147
28 光纤技术	152
29 电子显微镜	160
30 奇妙的超导体	166

1 世纪的序幕——量子诞生记

1800年, 英籍德国科学家威廉·赫歇耳观察阳光热效应时, 偶然发现了红外辐射。第二年, 另一位科学家还发现了紫外辐射。1859年, 德国物理学家基尔霍夫发现, 在相同的温度下, 物体的辐射本领与物体吸收热辐射的本领之间存在一个比值, 这个比值与物体性质无关。1860年, 基尔霍夫又引入了“绝对黑体”的概念。这种物体几乎是只吸收、不辐射。这样, 研究理想的“绝对黑体”就成为物理学家解决热辐射问题面临的关键了, 而基尔霍夫的研究成果可谓具有划时代意义。

黑体辐射研究遭遇“紫外灾难”

19世纪下半叶, 钢铁工业和化学工业正处于大发展时期, 急需高温测量等方面的技术和光度计、辐射计等设备。为此要对辐射问题进行深入的研究。在研究辐射问题时, 需要制定一个标准, 而黑色物体对热辐射吸收得多、反射得少, 因此容易加热到较高的温度。可是要将黑色物体作为一个辐射标准, 还要对它进行改进。为此德国科学家威廉·维恩等人建议用一个空腔作辐射实验。

知识链接

“黑体”结构是这样的, 在空腔内壁装上一条条肋状隔墙, 整个内部都用煤黑涂一遍。整个空腔只留一个小孔让光线进入, 而且一旦进入就无法出来。因此这是一个非常理想的“黑体”。

维恩一生最重要的贡献是在辐射研究上, 他利用上好的“黑体”进行实验, 发现了一个以他名字命名的定律, 在推导一般的辐射公式时, 还发现了旧理论的缺陷。由于维恩定律的建立使维恩获得了1911年的诺贝尔物理学奖。

在科学的入口处



维恩



瑞利

在黑体辐射的研究中,德国物理学家维恩做出了很大的贡献,他不但与同事一起提出空腔的结构,而且对实验的数据进行了合理处理,得到了一个公式。但将公式同实验数据的曲线比较时,他发现它只部分符合曲线,即只在短波的部分相符合。此后,英国物理学家瑞利也注意到黑体辐射问题。看到维恩的文章后,瑞利试图找到一条新的定律来消除维恩辐射定律与实验之间的偏离。经过缜密的推导,他得到了一个公式。同样,在与实验数据的曲线对比时,也只是部分地符合实验曲线,即在长波的部分相符。但在短波部分严重不符,这时辐射的能量达到无穷大的程度,这是十分荒谬的。由于短波区是紫外线区域,因此瑞利公式的问题也被称作“紫外灾难”。

知识链接

瑞利,英国著名的物理学家,在光学上的造诣很深,曾解释过著名问题——天空为什么是蓝色的。在测量气体密度时发现了惰性元素“氩”,因此获得了1904年度的诺贝尔物理学奖。

从维恩的研究和瑞利的推导来看,他们得出的数据只是部分地符合实验曲线,但两个公式的冲突也是明显的。也许正是这冲突引起了人们的注意,一位德国物理学家这样评价维恩:“他的不朽业绩在于引导我们找到了量子物理学的大门。”

“拼凑”出的公式

当人们正在大门口徘徊时,打开这扇大门还不是一件易事,因为开门

的“咒语”谁也不知道。这时德国物理学家马克斯·普朗克却为陷入困境的黑体辐射研究找到了一条出路。他好像是在什么地方“偷听”到“芝麻开门”的咒语。



知识链接

普朗克,德国物理学家。上大学时,普朗克从慕尼黑转到了柏林。在这里,他受到了一些名师的指导。他的主要研究工作是在热力学,以及在热力学理论上建立的化学平衡理论。到20世纪30年代,普朗克在科学界的声望仅次于爱因斯坦,当时的威廉皇帝科学学会也更名为马克斯·普朗克科学学会,由普朗克本人任主席。

像多数研究者一样,人们从维恩和瑞利的公式中无法找到错误,普朗克也是如此,但这两个公式都与实验数据有较大的偏差。为此,普朗克不放弃进行新的尝试。特别是在1899年底,他得知,维恩的定律只是在短波段内与实验数据相符,而在长波范围内则有明显的偏离。这说明维恩定律需要进一步的修改。

1900年10月,普朗克尝试用“内插法”去寻求新的辐射公式,试图使其在长波部分符合瑞利公式,在短波部分符合维恩公式,并于当天就得到了一个新的辐射公式。接着他又突发奇想,根据实验数据和反复推导后积累的经验,他竟然成功地“拼凑”出了一个公式。将实验数据代入公式后,他发现,维恩公式和瑞利公式的困难都不见了。根据新公式画出的曲线也与实验数据非常吻合。令人难以置信的是,普朗克“拼凑”的公式竟是如此美妙!

在科学的入口处

普朗克很快向德国物理学会报告了他的公式（后来这个公式就被称为“普朗克公式”），但公式中所包含的物理意义是什么呢？普朗克是无法回答的。下一步的研究就是为公式提出合理的解释。

打开量子的大门

普朗克以公式为出发点，找到了与频率有关的初始能量，可以写作： $\varepsilon = h\nu$ 。式中的 h 即为普朗克常数， $h = 6.626 \times 10^{-34}$ 焦耳·秒。这就是说，能量变化是按初始能量值 ($h\nu$) 不连续地累积。这样，在表示这个能量值时，他提出了一个“无奈”的假设，即黑体辐射能量是一份一份地向外辐射的。这一份一份的能量就叫做“能量子”，因此，他把这个假设就叫做“能量子假设”或“量子假设”。

普朗克的量子假设是与传统物理学的理论相矛盾的。过去人们研究各种热现象，能量变化都是连续的，不是一份一份地变化的。如飞泻的瀑布，水流下来是连续的，谁也没有见过一段一段跳跃般地流下。这时，普朗克的心情是很矛盾的。一方面，自己的量子假设与传统的物理观念是那样的不相容；另一方面，它与实验数据又是符合得那样好。量子的假设是不会错的啊！

有一天，普朗克带着6岁的儿子到郊外散步，他喃喃自语，如果事实真像他设想的那样，那么，他的发现就会与牛顿的发现一样重要。为此，在1900年12月14日的物理学会会议



上，普朗克大胆地宣布了他的量子假设，借此重新论证了他的辐射公式。普朗克的发现具有划时代的意义，人们就将1900年12月14日作为量子物理学的誕生日。

科学家对“量子”的态度

由于抛弃了经典物理学中能量连续变化的旧观念,“量子”假说与经典物理学理论格格不入,以至于这一理论当时在物理学界引起的反应极为冷淡。人们虽然赞同普朗克所得出的与实验数据相符的“普朗克辐射公式”,但是却不能接受普朗克提出的量子假说。就连普朗克本人也是这样的态度,他虽然提出了量子,却也没能够立刻理解量子的含义。他当时认为,量子的存在“纯粹是一种形式上的假说”,他对它“没有想得太多”。绝大多数物理学家更是没有意识到这个小小的“量子”会掀起一场革命。

第一个认识到量子概念的重要性,并认真贯彻下去,努力加以发展,使物理学家们认识到它的重要性的是年轻的爱因斯坦。1905年,爱因斯坦指出,光的波动说同物理实验有不符



之处,要揭示这一类现象,只能假设光是由量子组成的。他把这种量子称为“光量子”(后来人们称“光量子”为“光子”)。

光量子的提出,受到了几乎所有老一辈物理学家的反对。普朗克,这位首先提出量子概念,并且对相对论一开始就表示热烈支持的人,却也认为提出“光量子”是爱因斯坦在思辨中迷失了方向。一直到1913年,普朗克对光量子都感到难以容忍。

在很长时间内,普朗克总想回到经典理论的立场。他曾在1910年提出一个理论,认为虽然辐射在发射过程是不连续的,但吸收过程则是连续的。1914年他又提出了一个撤销量子假说的理论,认为在辐射的发射过程中也应假定是连续发生的。就在普朗克徘徊不前时,量子理论却已取得了巨大

在科学的入口处

的进步。虽然普朗克最终放弃了倒退的立场,但正像普朗克本人在回忆录中所写的:“企图使基本作用量子与经典理论调和起来的这种徒劳无益的打算,我持续了很多年(直到1915年),它使我付出了巨大的精力。我的许多同事认为这近乎是一个悲剧,但是我对此有不同的感觉,因为我由此而获得的透彻的启示是更有价值的。我现在知道了这个基本作用量子在物理学中的地位远比我最初所想象的要重要得多,并且承认这一点使我清楚地看到在处理原子问题时引入一套全新的分析方法和推理方法的必要性。”

由于量子论的建立对物理学的发展所起的重要作用,普朗克获得了1918年的诺贝尔物理学奖。

爱因斯坦对普朗克的发现给予了高度评价。1948年4月普朗克去世,爱因斯坦的悼词中有这样的话:“量子的发现成为20世纪整个物理研究的基础,从那个时候起,几乎完全决定了物理学的发展。要是没有这一发现,那就不可能建立分子、原子以及支配它们变化的能量过程的有用的理论,而且它还粉碎了古典电动力学的整个框架,并给科学提出了一项任务:为全部物理学找出一个新的概念基础。”

1900年12月14日,小小的“能量子”的诞生,拉开了20世纪物理学发展的序幕。

2 1905——创造奇迹的一年

1905 年,一位年仅 26 岁的年轻人,以自己卓越的研究成果创造了物理学发展历史上的奇迹。100 年以后,为了纪念他对世界现代物理学发展做出的巨大贡献,联合国教科文组织将 2005 年定为世界物理年。这位年轻人就是爱因斯坦。

知识链接

爱因斯坦出生在德国的乌耳姆城。1900 年毕业于苏黎世瑞士联邦工业大学,毕业后曾一度失业,两年后才找到固定工作,1901 年入瑞士国籍,1902 年到伯尔尼瑞士专利局当技术员。其后的几年内,爱因斯坦从一名默默无闻的青年,一跃而为国际上知名的学者,欧洲各著名大学争相礼聘。1912 年,爱因斯坦很高兴地回到苏黎世的母校任教,但不久



年青时的爱因斯坦

后,在德国科学界的力邀之下,他前往柏林威廉皇帝研究所进行研究工作。1933 年纳粹攫取德国政权后,爱因斯坦受到迫害而不能回国,同年 10 月他来到美国普林斯顿,在新建的高级研究院担任教授,直至 1945 年退休。

爱因斯坦在 1905 年写下了五篇著名的论文:

第一篇题为《关于光的产生和转化的一个启发性观点》,讨论了光量子及光电效应;

第二篇题为《分子大小的新测定》,推导出计算分子扩散速度的数学公式;

在科学的入口处

第三篇题为《关于热的分子运动论所要求的静止液体中悬浮小粒子的运动》，提供了分子确实存在的证明；

第四篇题为《论动体的电动力学》，提出了著名的狭义相对论理论，拉开了现代物理学的序幕；

第五篇题为《物体的惯性是否决定其内能》，根据狭义相对论提出了质量与能量可互换的思想。

光量子 and 光的波粒二象性

1900 年，普朗克提出了“量子”假说。由于这一假设不仅抛弃了经典物理学中能量连续变化的旧观念，而且也为人所不容，所以，物理学界对此的反应很冷淡，就连普朗克本人也对自己提出量子假说这一“孤注一掷的行动”而惴惴不安，一有机会就想退回到经典物理学的立场。

首先认识到量子概念的重要性并对这一理论的发展起了巨大作用的是年轻的爱因斯坦。1905 年 3 月，爱因斯坦发表论文，他运用和发展了普朗克的量子假说，提出了光量子假说，并利用光量子概念圆满地解释了光电效应。

知识链接

爱因斯坦假设：光是由一粒粒运动着的大量光子组成的粒子流，光的能量集中在光子上，其能量值为 $\epsilon = h\nu$ （其中 ν 为光的频率， h 为普朗克常数），光的能量不仅在吸收和发射时是不连续的，在传播过程中也是不连续的；它与物质发生作用时也是以 $h\nu$ 为最小单位进行吸收和发射的。

作为光量子论的一个推论，爱因斯坦还讨论了光电效应。关于光电效应，赫兹在 1887 年观察到当接收电磁波的装置受到紫外线照射时，很容易发出电火花。电子被发现以后，人们知道了这是由于紫外线把电子驱逐出来而导致的。

知识链接

1902年,德国实验物理学家勒纳德用各种频率的光照射钠汞合金,发现了金属在某些频率的光的照射下会发射出电子来,就好像这些电子被光从金属表面打出来一样。勒纳德发现,只有频率高于一定下限的光才能够从金属表面打出电子来,被打出来的电子的速度只同光的频率有关,同光的强度无关。勒纳德将这个现象称之为光电效应。这种现象,经典的电磁理论根本无法解释。



爱因斯坦用光的量子理论对此给出了简明而又完美的解释。他指出,电子若要脱离金属表面,需要具备一定的能量,叫“逸出功”。射向金属表面上的光,实质上就是具有能量是 $\epsilon = h\nu$ 的光粒子(即光子)流,当它照射到金属表面时,金属中

的电子由于吸收了光子流中的光子而使自己的能量增加,能量增加值 $\epsilon = h\nu$ 。如果照射光的频率 ν 过低,则电子所增加的能量仍然小于其脱离金属表面所需要的逸出功,电子就不能脱离金属表面,所以就不能产生光电效应。如果照射光的频率提高到使电子所增加的能量大于逸出功,则电子吸收后就会具有足够的能量从而脱离金属表面。由此他得到光电效应方程,这个方程也被称为光电效应的爱因斯坦方程。

爱因斯坦光量子理论的成功,把100多年前关于光的本性问题的讨论又重新摆到人们面前。光究竟是什么?是一种电磁波动,还是一种粒子?对此,爱因斯坦后来指出:“我认为,在理论物理的下一个阶段,将会出现一