



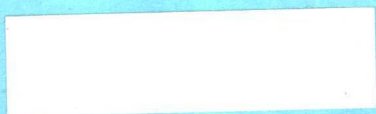
课 外 天 地 丛 书
物 理 系 列

量 子 奇 观





课外天地丛书·物理系列·



量子奇观

李春霖 徐来自 王维正

社 长 任兆文
总 编 辑 左执中
责任编辑 彭琼梅
封面设计 马正华

课外天地丛书·物理系列

量 子 奇 观

李春霖 徐来自 王维正

孜 孜 插图

*

山西教育出版社出版 (太原并州北路 69 号)

新华书店经销 山西人民印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.375 字数: 135 千字

1997 年 1 月第 1 版山西第 2 次印刷

印数: 5 001—9 000 册

*

ISBN 7-5440-1077-5

G·1078 定价: 6.00 元

序 言

科学的源头没有气势磅礴的滚滚巨浪，只有无数迷人的涓涓细流。正是这些细流穿过原始的莽原，在无知和愚昧的顽石上历经万千跌撞之后，才汇成恢宏壮美的大河。

这条大河是尊严和力量的象征，是创造和毁灭的魔带。谁能在這條大河上泛舟航行，谁就能主宰世界；否则，就会沦为自然或他人的奴隶。

科学既是人类共同创造的文化资源，又是通向美好境界的唯一通道。追求科学，就是追求享受人类共同财富的权利，就是追求生存的资格；崇尚科学，就是崇尚人格的自尊，就是崇尚崛起的本领；弘扬科学，就是弘扬理性的觉悟，就是弘扬创业精神。

现代文明之树在汲取了科学养料之后，正枝繁叶茂，生长在她底下的迷信的杂草逐渐枯萎死去，然而，她本身的枝叶所围的苍暗又形成新的神秘和玄虚。于是，科学成为时髦的字眼和迷离的幻影，许多人不知道怎样与科学对话和怎样为科学服务。

所谓科学，并非永恒不变的结果，她是一个进步和积极活动的过程。科学的意义和价值，只能在一定时空区域中给予评估，托勒玫的地心说，虽然是错误的，但它在起初的一段时间内，推动了天文学的发展，从这个意义上讲，它当时

是科学的；牛顿的力学体系中，物体的质量被定义为不变的物理量，这在远小于光速的条件下是正确的，而在物体接近光速运动的状况下，质量则会变大；关于光的以太假说，虽被后来的科学遗弃，但正是因为它为光的波动说挡风遮雨，使其登上理论的宝座，并导致场概念的诞生。

今天看起来是不科学的东西，不等于昨天也是不科学的；今天视为科学的东西，明天也许会被放进思想的历史博物馆。因而，科学不承认永恒的权威，没有最高的峰顶。科学精神的实质就是破除迷信，不断进步。

科学有时是一位冷酷的女子，尽管当事人对她忠心耿耿，满腔痴情，她甚至也不露芳容。这正说明仅有热情是不够的，她的微笑代表特殊的荣誉和价值；她的微笑，是对技巧和方法的肯定，是对严谨和勇敢的赞赏，是对勤奋和拼搏的报酬。

难题是科学最亲密的敌人，科学是对无穷难题的挑战。正如马克思所说：“在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。”

科学没有固定的模式，但有光辉的典范，典范可以帮助人们特别是青少年悟出怎样为科学效力的答案——这就是激励作者写作此系列丛书的一个最主要的思想，权作序言。

谨以此系列丛书献给立志从事祖国科学事业的人！

作者 于湖南长沙
一九九一年六月

目 录

第一章 激战前夜	(1)
一、有趣的热辐射	(1)
二、第二次成功	(7)
三、“空洞”的幻影	(12)
四、战斗的钟声	(17)
五、新矛盾的再生	(22)
六、公开宣战	(26)
第二章 一代精英	(41)
七、新理论的开拓者	(41)
八、勇敢的年轻人	(48)
九、特殊的语言	(60)
十、核式模型的建立	(70)
十一、原子世界的新设想	(80)
十二、捷报传来	(91)
十三、独具一格的论文	(102)
十四、难以猜想的波	(109)
第三章 大厦耸立	(116)
十五、用数学方程沟通“神秘”关系	(116)
十六、又一次风暴	(127)
十七、闪光的休息	(136)
十八、花开两枝	(143)

十九、“杂拌糖”的启示	(148)
二十、一个令人满意的结果	(153)
二十一、宇宙工作的基点	(157)
第四章 硕果累累	(165)
二十二、坦荡的桥梁	(165)
二十三、敏锐的眼睛	(168)
二十四、一把金钥匙	(172)
二十五、原子弹出世	(178)
二十六、奇特的光源	(184)
二十七、冲出禁区	(190)
附：以量子力学发展为中心大事年表	(196)

第一章 激战前夜

一、有趣的热辐射

1822年的一天，英国首都伦敦附近的一家医院。

急诊室内，医生们正在紧张地抢救着一位垂危的老人。阳光透过白色的窗帘，柔和地照在病人苍白的脸上。他的双眼紧紧地闭着。几位大夫俯着身子观察、听诊、用药，汗珠不停地从前额和两鬓滚落下来。他们不时地用目光交换着意见，接着又是轻轻地摇头。病人那瘦骨嶙峋的身子躺在病床上，如果不是那灰白的双唇仍在不停地蠕动，谁也不会想到他的心脏还在作着最后的努力。

“热光……冷光……”“热光……冷光……”“热光……冷光……”“……”。

病人那微弱得难以分辨的声音，反复着这样断断续续的几个字。

这就是著名的物理学家、天文学家、热学奠基人——赫谢耳（1738~1822）在伟大的科学生涯中的最后一刻。

1738年11月25日，赫谢耳出生在德国海诺威城一个音乐家的家庭。他在优美的旋律中成长，从小就精通了演奏和谱曲。丰富多彩的乐曲，优美动听的歌声，琴弦上的泉水叮咚，键盘上的狂飚突进，笛腔中的莺歌燕语，号管中的秋风



赫谢耳

春雨，以至于那千姿百态、五彩缤纷的音乐形象，把这位天资聪颖的年轻人，心弦拨动得如同万马奔腾，他的心思飞得越来越远。赫谢耳开始了声学，取得了震惊世人的成果。当人们把祝贺的花环套在他的脖子上时，他的思维又迷上了光学现象。在窥探宇宙奥秘的大道上，这位年轻人奋力冲刺，第一个夺得了“彩色光度学”的金牌。

那是1800年7月的一天，海诺威城的天空似乎着了火。人们躲在屋子里不敢出门，拖着美丽鬃毛的波斯狗长长地伸出舌头喘气。热得特别，热得人们犹如世界末日来临那样地对一切都绝望。然而，这种“奇热”却把一位科学家的大脑神经鼓荡得兴奋异常。这位科学家就是赫谢耳博士，他正进行着一项有趣的实验。阳光从玻璃窗上斜射在屋中的桌子上，桌上放着准备好的不同颜色的玻璃，在阳光的照耀下，玻璃显得格外明亮。赫谢耳走到桌边，两手按在桌上，一股灼热使他的双手立刻离开桌面。他随手拿起桌上的不同颜色的玻璃，挡住了光线，仿佛又有一种特殊新鲜的感觉。他觉得经过暗红色玻璃透过的色光，即使光的亮度很弱，也会使皮肤产生热感。相反，经过其它色彩的玻璃射来的色光，尽管光的亮度比较强，但热感却是很小，特别是经过紫色玻璃后的光线几乎没有什么热感。“对，还是这样，这是一个不变的现象。”科学家对多次重复实验下了结论。“这是为什么呢？一定要搞清楚！”他给自己下了命令。于是，又开始了实验。在

暗室中，他让一束阳光通过三棱镜，照射到一张白纸上，形成一条从红到紫的彩色光带。再用九支完全相同的灵敏温度计，放到彩色光带的不同位置进行探测。他得到了这样的结果：在相同条件下，过一段时间后，各个温度计上升的温度达到稳定时，观察紫色区的温度计升温 2°C ，绿色区的温度计升温 3°C ，红光区的温度计升温 5°C ，而红光外区的温度计升温 7°C ，紫光外区的温度计几乎不升温。他改用其它方法重做实验，又得出同样的结果。当给电炉丝通电后，炉丝的温度上升到 500°C 时，才开始出现暗红色光，随着温度的升高，它会发出橙色、黄色、绿色……的光。可是在电炉丝发光之前，人就会感觉到电炉丝已经发热了！这是一个伟大的发现，它证明了在红光的外围区域还有红外辐射的存在。这种红外辐射就是红外线。

红外线的发现，是热学史上的第一声春雷，为热辐射研究奠定了坚实的基础，对人类社会的进步产生了极其重大的影响。因为，物体不论它的温度高低，都可发出红外线，所以它能广泛地应用到工农业生产、国防建设、科学研究以及日常生活中去，并能显示出独特作用。应用红外线加热原理，制成红外干燥器、红外烤箱炉……能使物体内部发热，效率高，效果好；应用对红外线灵敏的探测器能吸收物体发出红外线的性质，可以探测出被测物体的特征，它可用来勘测地热、寻找水源、监测森林火情、预报台风寒潮、估计农作物收成等等；应用对红外线有敏感作用的底片，可进行远距离和高空摄影，不受黑暗条件的限制。

今天，红外线的应用技术还在迅速地向前发展，在新的世界技术革命中，展现出它更加美好和辽阔的前景。

这位红外线的伟大发现者，世界杰出的物理学家——赫谢耳博士，为人类的文明和进步，忘我地贡献了一生。在他生命的后20年中，虽然长期患病，但仍坚持不懈地工作。1822年8月25日，过度的疲劳和疾病，终于夺去了他的生命，他的生命之花虽然熄灭了，但是他的红外线永远为人类放射着光和热。

赫谢耳去世之后，不少的科学家踏着导师的足迹，对热辐射现象进行了更加广泛深入的研究。而堪称后起之秀的是奥地利科学家玻尔兹曼（1844~1906）。

玻尔兹曼的家乡在奥地利首都维也纳。少年时代，他在学术气氛浓厚的家庭中得到了很好的陶冶；中学时代，出色的才华已在同学中享有盛誉。1836年，在他度过第18个生日后，以优异的成绩考入维也纳大学。很快，他又成为这座著名学府的佼佼者。在这座高等学府内，玻尔兹曼惜时如金，刻苦攻读，脱颖而出，22岁时便取得了博士学位。之后，他就把毕生的精力贡献给了热辐射的研究。

在当时，热辐射现象还是上帝出给人类的一个普通而又神秘的谜。寒风刺骨的严冬，人们知道围炉取暖，却并不明白炉中的热量是怎样地拥抱了自己的身体、酷暑灼人的盛夏，口渴难捱，用壶烧水，壶底并不接触火焰，壶水也会沸腾喧嚣，但并无一人能说出水开之妙。

在一个难忘的日子，玻尔兹曼代替上帝宣布了这个谜底。他告诉人们：这些现象是热辐射现象的反映。他还告诉人们：在热辐射的过程中，物体的温度可高可低，但它总会发射一种射线，叫做热射线。玻尔兹曼在对热射线的研究中，发现了最基本的规律：

1. 对物体加热的温度越高,就越容易发出光。它在单位时间内辐射的热量,会随着温度的改变剧烈变化。一般来说,若温度增加到原来的三倍,则辐射的热量增加近百倍。

2. 受热后的物体,其发射的颜色与该物体的温度有关。燃烧的煤发出红光,点燃的白炽灯的钨丝发出黄白色光,电焊火花发出蓝白色光芒……当给铁管加热时,它的颜色变化情况是:黑色——暗红色——亮红色——橙色——黄色,在铁管灼热时,便发出了白色,其中暗红色意味着 500°C ,黄色约为 800°C ,白色达到 1000°C 以上。

玻尔兹曼的这一重大发现,无疑是物理学史上的又一声春雷。它把热辐射研究推进到了一个新的阶段。

然而,物理学家对热辐射现象的研究,不能只停留到一个粗略的估计之中。为了建立热辐射定律,他们研究了各类物体的热辐射条件,希望寻求到一种测量热辐射大小的标准,也开始试验制造测量热辐射的特殊装置。

1870年,普法战争爆发。硝烟滚滚,炮声隆隆。法国军队接连败北。8月底,普鲁士军队占领色当要塞,拿破仑三世被围,9月初法军缴械投降。普军直逼法国首都巴黎。1871年元月底,巴黎失守。同年5月10日,法国与德国签订了丧权辱国的“法兰克福”条约。法国除赔偿德国50亿法郎的巨款外,还把本国的铁矿基地阿尔萨斯—洛兰割让给德国。

正是这笔巨款和这块铁矿基地,使德国的钢铁工业具备了雄厚的物质基础。要发展钢铁工业,就必须提高冶炼技术。要提高冶炼技术,就必须改进和革新加热的方法。于是,研究铁在不同温度下的发光情况和性质状态,便成为当时科学家们要攻克的课题。为此,德国政府在首都柏林成立了国立

物理研究所。1891年，年仅25岁的德国青年维恩（1864～1928）英姿勃勃地跨进了这个科学的殿堂。

这是一位睿智超群的青年学者。一头金发卷曲成美丽的浪花，浓眉下一双深深的大眼睛，蔚蓝的眸子里闪耀着坚毅智慧的光芒。挺直的鼻梁下，红润的嘴唇两边常常带着莫名其妙的笑意，仿佛满身的热辐射时时都在这里接受检查。身材颇长，英俊潇洒，西装不怎么讲究，却是十分整洁。除了庄重的场合，他不喜欢系领带或是领结。他说，热辐射老兄不喜欢这玩意儿。

维恩，热情、风趣、充满活力。他第一天跨进研究所的大门，就紧紧抓住物体颜色与其温度、发光情况进行研究。

维恩不断地实验，拓展了玻尔兹曼的研究，获得了重大的突破：进一步明确了物体升温时光亮颜色的变化规律和条件因素。

这是一个风清日丽的好天气。六月的柏林，绿荫送爽，百花斗艳。国立物理研究所热辐射实验楼前面的喷泉喷射出的水线、水帘、水雾在煦暖的阳光下变幻着迷离的色彩。站在喷泉前面的维恩深深地被



维恩深深地被这色彩迷住了

这色彩吸引住了。突然，一个明亮的火花从他的大脑皮层中跳出来：“物体在各种温度下所发出的光中，最强光的波长与该物体的绝对温度成反比。”维恩兴奋极了，他转身向楼上跑去，简直有点疯狂。

这位青年学者要马上实验。对！必须马上实验。因为科学的重大发现，往往在这一闪念之中。而这一闪念如果不能立刻把它紧紧地抓住，很可能终身再难捕捉到这一灵感。

要弄清楚这条法则，就得明白物体在某一固定温度下发出的所有光中，各种波长的色光占有的比例。他做了两个对比性的实验，让弧光灯发出的光线通过三棱镜后，在光屏上得到从红到紫的彩色光带，它包括各种波长的色光，可是用本生灯给钠加热使之发光，通过棱镜后，在光屏上只能看到黄色的单色光。他用这种方法，又做了多次实验，然而，结果使他大失所望——并没有找出它们之间的共同规律。看来，要得出物体温度与它所发光的波长间的因果关系，还须改变思路，重新设计新的实验方法。

维恩又陷入苦苦的思索中。

二、第二次成功

暑往寒来，草木荣枯。

“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索。”为人类造福的科学家们年复一年地为研究热辐射原理耗费着自己的心血。

历史的时钟已走进了1859年。

阿尔卑斯山的白雪开始消融，多瑙河也在愉快地低吟浅唱。

在海德堡大学的一个实验室里，35岁的中年教授基尔霍夫(1824~1887)正在专心致志地做着物质吸收光的奇妙实验。



基尔霍夫

实验室宽敞明亮，四周的仪器架上摆满了各种仪器和药品，教授精神焕发地把一个三棱镜和光屏稳稳地放置在地板中央的长桌上。然后他轻轻地走到了棱镜一侧，把酒精灯点燃，又用它去烧灼准备好的食盐。被烧灼的食盐立刻发出黄色的钠光。钠光透过三棱镜，映在了对面的光屏上。光屏上立时出现了两条黄色的明线。基尔霍夫的嘴角露出了一丝不易觉察的微笑。他轻轻地转过身，把一盏弧光灯放到钠光的后面，让弧光灯的光线经过钠光和棱镜照到光屏上。教授静静地注视着光屏上的变化：当弧光灯的光线较弱时，光屏上的这两条黄色的明线仍然存在，只不过是变暗了些。若逐渐增加弧光灯的亮度，黄色的明线不见了，相反竟会出现两条暗线。他把烧灼的食盐拿掉一些，光屏上的暗线消失了。这是个不平常的现象！基尔霍夫一阵激动，以致于宽宽的额头上渗出了一层细密的汗珠。他清楚这种现象对于他所研究的项目的价值。如果说奇珍异宝可以价值连城，那么它与这种光色现象的价值相比，还要有几倍于天壤之阔的差别。基尔霍夫聚精会神地观察着，顺手又把拿掉的食盐放回原处，只见光屏上的两条暗线又出现啦！教授走到光屏前，轻轻地在光屏上用指甲画了一下，记下了这个位置。他回转身来，再拿去弧光灯，在记下的位置上，又出现了两条黄色的明线。他一次又一次地实验着，苦

苦思索着。腰困了，他舍不得小憩片刻；腿酸了，他顾不上坐一坐。他完全忘记了自己一天还没吃一点东西，没喝一口水。他在这种完全忘我的境界中神游，突然心领神悟，脱口说出：“原来物体会发什么光，便会吸收什么光！”后来，他又换用其它物质，以相同的方法，反复实验。上天不负苦心人，基尔霍夫得到了相同的结果。在对于这一现象的研究中，他发现了物体吸收与发射光的规律。他向科学界指出：“物质发射和吸收光的本领与该物质的特性无关；物质只能吸收与它本身所发的波长相同的光。”在上述的实验中，因为金属



物质只能吸收与它本身所发的波长相同的光

钠原子能发出两条黄色的明线，因而它也能从弧光灯中吸收与之相同波长的光，并在被吸收掉光的部分留下黑色的痕迹。

基尔霍夫的实验不仅为人们提供了一个寻找“黑”的方法，而且他的这一热辐射定律又使当时的科学界出现了一种新奇的想法：如果自然界能找到一个这样的物体，对它加热时，随着温度的不同能发出各种光时，它也同样会吸收掉与之对应的各种光，那么这个物体就可以称为一个完全“黑”的物体。从这时开始，科学研究中又出现了寻找“黑体”的趣味课题。如果说“黑体”的发现是热辐射研究史上的一次飞

跃，那么基尔霍夫是当之无愧的“黑体”之父。

“黑”与“白”是两种截然不同的颜色。严寒的冬季，人们往往喜欢穿上黑色的衣服，因为黑色物体最容易吸收来自各方的辐射热。太阳的光线射到黑色的衣服上，绝大部分光被吸收，或者说几乎没有反射出的光线。在炎热的夏季，人们又要穿些浅色的衣服，其中又以白色居多，这是因为白色的物体最容易反射来自各方的辐射热。当太阳的光线射到白色衣服上，绝大部分光被反射出去，或者说几乎没有吸收任何光线。

舞台上的魔术演员，往往以黑色为背景，再把黑色的布块覆盖在一口箱子上面，用灵巧的双手，表演出各种神奇的戏法。黑色物体的这一性质，吸引了物理学中的不少“观众”，都开始兴趣盎然地寻找这种“黑体”，演出了一幕幕生动的科研活剧。在自然界中，要说黑色物体，几乎仰首可见，俯拾皆是。如：炭、烟煤、乌鸦、黑天鹅、黑布料、黑石子、黑头发等。就以颜色来看，哪个最黑呢？从一个完全“黑”的物体的定义出发，要分辨出这些黑体是不可思议的，因此决定于光线射到它上面时被吸收的程度，若能完全吸收时，它一定是一个很“黑”很“黑”的物体啦。但事实上要找到这种物体也实在不是一件容易的事。所以，从颜色的角度出发，来寻找一个黑色物体的思路和方法是行不通的。

1893年，正在科学界各方人士寻找“黑体”终无所得而束手无策时，27岁的维恩第二次显露出自己的卓越才能。他从只局限有“黑”颜色的思维定势中解放出来，打破传统的思路和方法，变换了思维角度，步入一个完全不同的思索之中。他大胆地提出了一个理想“黑体”的设想。他想，既然