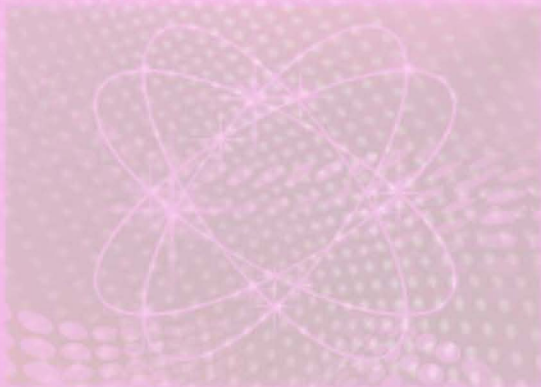


探索未知

诺贝尔固体物理探索

北京未来新世纪教育科学发展中心 编



新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

探索未知

诺贝尔固体物理探索

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社
喀什维吾尔文出版社

图书在版编目(CIP)数据

探索未知/王卫国主编. —乌鲁木齐:新疆青少年出版社;喀什:喀什维吾尔文出版社,2007.6

ISBN 978—7—5373—1464—0

I. 探... II. 王... III. 自然科学—青少年读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 097778 号

探索未知

诺贝尔固体物理探索

北京未来新世纪教育科学发展中心 编

新疆青少年出版社 出版
喀什维吾尔文出版社

(乌鲁木齐市胜利路二巷 1 号 邮编:830049)

廊坊市华北石油华星印务有限公司 印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3000 千

2007 年 7 月修订版 2007 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 978—7—5373—1464—0

如有印装质量问题请直接同承印厂调换

前 言

在半年之前,本编辑部曾推出过一套科普丛书,叫做《科学目击者》,读者反应良好。然而,区区一部丛书怎能将各种科学新知囊括其中?所未涉及者仍多。编辑部的同仁们也有余兴未尽之意,于是就有了这套《探索未知》丛书。

《科学目击者》和《探索未知》可以说是姊妹关系,也可以说是父子关系。说它们是姊妹,是因为它们在方向设定、内容选择上不分彼此,同是孕育于科学,同为中国基础科普而诞生。说它们是父子,则是从它们的出版过程考虑的。《科学目击者》的出版为我们编辑本套丛书提供了丰富的经验,让我们能够更好的把握读者们的需求与兴趣,得以将一套更为优秀的丛书呈献给读者。从这个层面上讲,《科学目击者》的出版成就了《探索未知》的诞生。

如果说《科学目击者》只是我们的第一个试验品,那么《探索未知》就是第一个正式成品了。它文字精彩,选

题科学,内容上囊括了数学、物理、化学、地理以及生物五个部分的科学知识,涵盖面广,深度适中。对于对科学新知有着浓厚兴趣的读者来说,在这里将找到最为满意的答复。

有了《科学目击者》的成功经验,让我们得以取其优、去其短,一直朝着尽善尽美的目标而努力。但如此繁杂的知识门类,让我们实感知识面的狭窄,实非少数几人所能完成。我们在编稿之时,尽可能地多汲取众多专家学者的意见。然而,百密尚有一疏,纰漏难免,如果给读者您的阅读带来不便,敬请批评指正。

编 者

目 录

1901 年诺贝尔物理学奖	
——X 射线的发现	1
1903 年诺贝尔物理学奖	
——放射性的发现和研究	6
1905 年诺贝尔物理学奖	
——阴极射线的研究	12
1913 年诺贝尔物理学奖	
——低温物质特性	18
1914 年诺贝尔物理学奖	
——晶体的 X 射线衍射	24
1915 年诺贝尔物理学奖	
——X 射线晶体结构分析	29
1917 年诺贝尔物理学奖	
——元素的标识 X 辐射	35

1920 年诺贝尔物理学奖	
——合金的反常特性	40
1926 年诺贝尔物理学奖	
——物质结构的不连续性	46
1938 年诺贝尔物理学奖	
——中子辐照产生新放射性元素	52
1952 年诺贝尔物理学奖	
——核磁共振	59
1991 年诺贝尔物理学奖	
——液晶和聚合物	66
2001 年诺贝尔物理学奖	
——玻色爱因斯坦凝聚态的研究	71



1901 年诺贝尔物理学奖 ——X 射线的发现

1901 年,首届诺贝尔物理学奖授予德国物理学家伦琴,以表彰他在 1895 年发现了 X 射线。

1895 年,物理学已经有了相当的发展,它的几个主要部门——牛顿力学、热力学和分子运动论、电磁学和光学,都已经建立了完整的理论,在应用上也取得了巨大成果。这时物理学家普遍认为,物理学已经发展到顶了,以后的任务无非是在细节上作些补充和修正而已,没有太多的事好做了。

正是由于 X 射线的发现唤醒了沉睡的物理学界。它像一声春雷,引发了一系列重大发现,把人们的注意力引向更深入、更广阔的天地,从而揭开了现代物理学革命的序幕。

伦琴在发现 X 射线时,已经是 50 岁的人了。当时他已担任维尔茨堡大学校长和该校物理研究所所长,是一位造诣很深、有丰硕研究成果的物理学教授。在这之前,他已经发表了几篇科学论文,其中包括热电、压电、电解质的电磁现象、介电常数、物性学以及晶体方面的研究。他治学严谨、观察细致,并有熟练的实验技巧,仪器



探索未知

装置多为自制,实验工作很少靠助手。他对待实验结果毫无偏见,作结论时谨慎周密。特别是他的正直、谦逊的态度,专心致志于科学工作的精神,深受同行和学生们的敬佩。

19 世纪末,阴极射线研究是物理学的热门课题。许多物理实验室都致力于这方面的研究,伦琴也对这个问题感兴趣。1895 年 11 月 8 日,正当伦琴继续在实验室里从事阴极射线的实验工作,一个偶然事件引起了他的注意。当时,房间一片漆黑,放电管用黑纸包严。他突然发现,在不超过 1 米远的小桌上有一块亚铂氰化钡做成的荧光屏发出闪光。他很奇怪,就移远荧光屏继续试验。只见荧光屏的闪光,仍随放电过程的节拍断续出现。他取来各种不同的物品,包括书本、木板、铝片等等,放在放电管和荧光屏之间,发现不同的物品效果很不一样。有的挡不住;有的起到一定的阻挡作用。伦琴意识到这可能是某种特殊的从来没有观察到过的射线,它具有特别强的穿透力。于是立刻集中全部精力进行彻底的研究。他一连许多天把自己关在实验室里,连自己的助手和家人都不告知。他把密封在木盒中的砒码放在这一射线的照射下拍照,得到了模糊的砒码照片;他把指南针拿来拍照,得到金属边框的深迹;他把金属片拿来拍照,拍出了金属片内部不均匀的情况。他深深地沉浸在这一新奇现象的探讨中,达到了废寝忘食的地步。平时一直帮他工作的伦琴夫人感到他举止反常,以为他有什么事情瞒着自己,甚至产生了怀疑。六个星期过去了,伦琴已经确认这是一种新的射线,才告诉自己的亲人。1895 年 12 月 22 日,他邀请夫人来到实验室,用他夫人的手拍下了第



一张人手 X 射线照片。

1895 年年底,他以通信方式将这一发现公之于众,题为《一种新射线》。伦琴在他的通信中把这一新射线称为 X 射线,因为他当时确实无法确定这一新射线的本质。

对于伦琴来说,他当然没有料到在重复阴极射线实验时,会发现一种新的性质特殊的射线,但是他的发现并不是因为交上了好运,而是由于几十年的精心实践培养了良好的观察和判断能力,对这一偶然现象不轻易放过,务必研究至水落石出,所以,发现 X 射线对于他来说既是偶然的,也是必然的。

发现 X 射线的消息很快传遍全球。由于这一射线有强大的穿透力,能够透过人体显示骨骼和薄金属中的缺陷,在医疗和金属检测上有重大的应用价值,因此引起了人们的极大兴趣。一个月内许多国家都竞相开展类似的试验。一股热潮席卷欧美,盛况空前。X 射线迅速被医学界广泛利用,成为透视人体、检查伤病的有力工具,后来又发展到用于金属探伤,对工业技术也有一定的促进作用。

X 射线的发现对自然科学的发展更有极为重要的意义,它像一根导火线,引起了一连串的反应。许多科学家投身于 X 射线和阴极射线的研究,从而导致了放射性、电子以及 α 、 β 射线的发现,为原子科学的发展奠定了基础。同时,由于科学家探索 X 射线的本质,发现了 X 射线的衍射现象,并由此打开了研究晶体结构的大门;根据晶体衍射的数据,可以精确地求出阿伏伽德罗常数。在研究 X 射线的性质时,还发现 X 射线具有标识谱线,其



探索未知

波长有特定值,和 X 射线管阳极元素的原子内层电子的状态有关,由此可以确定原子序数,并了解原子内层电子的分布情况。此外,X 射线的性质也为波粒二象性提供了重要证据。

对伦琴发现 X 射线的伟大贡献,科学界作出了正确的评价。普鲁士科学院在祝贺伦琴获得博士学位 50 周年的贺信中写道:

“科学史表明,在每一个发现中通常都在成就和机遇之间存在一种特殊的联系,而许多不完全了解事实的人,可能会倾向于把这一特殊事例大部分归功于机遇。但是只要深入了解您独特的科学个性,谁都会理解这一伟大发现应归功于您这位摆脱了任何偏见、将完美的实验艺术和极端严谨自觉的态度结合在一起的研究者。”下面来介绍一下伦琴的生平。

伦琴 1845 年 3 月 27 日生于德国莱茵省的雷内普,他是纺织商人的独生子,童年时代大部分是在母亲的故乡荷兰度过的。1868 年伦琴毕业于瑞士苏黎世联邦工程学院,成为一名机械工程师。1869 年,获哲学博士学位。受老师昆特教授的影响,转而从事物理学的研究,并随昆特到维尔茨堡大学做昆特的助手。1872 年伦琴到斯特拉斯堡大学任副教授。1875 年成为霍恩海堡农业专科学校的教授。1879~1888 年主持吉森大学物理学讲座。1889~1893 年任耶拿大学和乌德勒兹两大学的教授。1894~1900 年年任维尔茨堡大学校长和慕尼黑物理研究所所长。他是柏林和慕尼黑科学院的通讯院士。伦琴在 50 年的研究工作中,一共发表了 50 多篇论文。他在研究电磁现象中还发现,在充电的固定平行板



电容器中,使介质旋转,能够产生磁场,就好像有电流流动一样。这一假想的电流,人们称为伦琴电流。此外,伦琴还在弹性、液体的毛细作用、气体比热、热在晶体中的传导、压电效应以及偏振光的磁致旋转等方面也都有研究。

伦琴对科学有崇高的献身精神。他无条件地把 X 射线的发现奉献给全人类,自己没有申请专利。1901 年首届诺贝尔物理学奖授给了伦琴,但他非常谦虚,没有在颁奖大会上发表演说。他不愿在公共场合上露面,更不高兴接受人们的赞扬和吹捧。为了避开人们的访问和庆贺,他多次远离柏林,躲到乡下去生活。伦琴晚年生活十分困苦,他的双手由于受 X 射线照射,在晚年时干枯得像干柴一般。他没有儿女,夫人早年就已去世,1923 年伦琴因癌症去世时,身边竟没有任何亲人。



1903 年诺贝尔物理学奖 ——放射性的发现和研究

1903 年诺贝尔物理学奖一半授予法国物理学家亨利·贝克勒尔,以表彰他发现了自发放射性;另一半授予法国物理学家皮埃尔·居里和玛丽·斯克罗多夫斯卡·居里,以表彰他们对贝克勒尔发现的辐射现象所作的卓越贡献。

亨利·贝克勒尔是法国科学院院士,擅长于荧光和磷光的研究。1895 年底,伦琴将他的初步通信《一种新射线》和一些 X 射线照片分别寄给各国著名物理学家,其中包括法国的庞加莱。庞加莱是著名的数学物理学家、法国科学院院士。1896 年 1 月 20 日法国科学院开会,他带去伦琴寄给他的论文,并展示给与会的科学家。这件事大大地激励了亨利·贝克勒尔的兴趣。他问这种穿透射线是怎样产生的,庞加莱回答说,这一射线似乎是从阴极对面发荧光的那部分管壁上发出的。贝克勒尔推想,可见光的产生和不可见 X 射线的产生或许是出于同一机理。第二天他就开始试验荧光物质会不会产生 X 射线。然而,贝克勒尔最初的一些实验却是失败的。正在这个时候,庞加莱在法国一家科普杂志上发表了一篇介绍 X 射线的文章,文章又一次提到荧光物质是否会同时辐射可见光和 X 射线的问题。贝克勒



尔读到后很受鼓舞,于是再次投入荧光和磷光实验,终于找到了铀盐有这种效应,他用两张厚黑纸包了一张感光底片,纸非常厚,即使放在太阳光下晒一整天也不致使底片变翳。他在黑纸上面放一层铀盐,然后一起拿到太阳光下晒几小时,显影之后,他在底片上看到了磷光物质的黑影。然后他又在磷光物质和黑纸之间夹一层玻璃,也做出了同样的实验,证明这一效应不是由于太阳光线的热使磷光物质发出某种蒸汽而产生化学作用所致。于是得出结论:铀盐在强光照射下不但会发射可见光,还会发出穿透力很强的 X 射线。

贝克勒尔这一结论并不正确,一次偶然的机遇使他作出了真正的发现。

1896 年 3 月 2 日法国科学院又该举行例会,贝克勒尔准备再次报告自己的实验进展。他原想再作一些试验,可是 2 月 26 日、27 日连续阴天,见不到阳光。他只好把所有的器材放在抽屉里,铀盐也搁在包好的底片上,等待好天气。正当他为阴雨不止而焦急时,一种职业性的灵感使他作出决定,虽然底片没有曝光,也洗出来试试看。没有想到,洗出的底片和曝过光的一样黑。这件事使他恍然大悟,原来铀盐的辐射在黑暗中也照常进行,无需强光的照射。显然这是与 X 射线有根本区别、穿透力也很强的另一种辐射。贝克勒尔肯定这是铀盐自发的辐射,就取名为铀辐射。

在科学院例会上报告后,他又继续做了许多实验,发现铀辐射不仅能使底片感光,还能使气体电离变成导体。这一发现为以后的研究开辟了道路,因为从电离即可测量放射性。他研究了各种因素对这一辐射的影响:铀盐



探索未知

的状态(是晶体还是溶液)、温度、放电等等,并且断定这种辐射与磷光效应无关;他还从试验得出,纯铀的辐射比铀化合物强好几倍。于是,他在5月18日又一次科学院例会上宣布,放射性是原子自身的作用,只要有铀这种元素存在,就有贯穿辐射产生。这就是贝克勒尔发现放射性的经过。

玛丽·斯科罗多夫斯卡·居里原是波兰人,在巴黎认识了皮埃尔·居里。皮埃尔·居里是巴黎大学教授,1859年5月15日出生于巴黎,1880年曾与其兄长雅克·居里一起,发现了压电效应,这是一项很重要的发现。当时皮埃尔·居里年仅21岁。后来皮埃尔·居里继续研究晶体,取得了不少成果。继而研究磁学,发现铁磁材料的磁性随温度变化的性质。这时他已成为法国知名的实验物理学家。

贝克勒尔发现放射性的论文引起了居里夫妇极大的兴趣。1897年,居里夫人根据皮埃尔·居里的建议,选择放射性这一新课题做博士论文。开始只是重复贝克勒尔的铀盐辐射实验,不过由于她在测量方法上作了重大改进,不但得到了定性的结果,而且获得了大量精确的数据。她用的是居里两兄弟创造的石英晶体压电秤,代替了贝克勒尔的验电器。

石英晶体压电秤的基本原理是利用石英晶体的压电效应,来与放射性物质的电离效应相互补偿,通过压电效应测量空气电离产生的电离电流,从而对放射性的强度进行比较。

居里夫人用压电秤测放射性的方法一直运用了多年。她的学生们也沿用这一独特的方法做了许多实验。



居里夫人首先检验了贝克勒尔的结论,证实新辐射的强度仅与化合物中铀的含量成正比,与化合物的组成无关,也不受光照、加热、通电等因素的影响,肯定这是一种原子过程。但她并不满足于这一结论,决定全面检查已知的各种元素。她找来各种矿石和化学物品,一一做了试验。1898年取得的初步结果表明:绝大多数材料的电离电流都比较小,惟独沥青铀矿石、氧化钍和辉铜矿石(内含磷酸铀)会产生很强的电离电流。于是,居里夫人断定钍也是一种放射性元素。她还发现沥青铀矿石和辉铜矿石比纯铀的活性还强得多。居里夫人想到,既然两种铀矿石都比铀自身还更活泼,从这个事实可以相信,在这些矿石中可能含有比铀活泼得多的元素。

居里夫人认为,既然不止一种元素能自发地放出辐射,显然这是一种普遍的自然现象。

上述实验只是提供了新放射性元素存在的证据,进一步的任务当然是要找到这种新的元素。这时居里夫人她预料从矿石中提炼这一微量元素绝非轻而易举的事,但她还是决心投入极其繁杂的化学分析中去。皮埃尔·居里认识到她这个决定的重要意义,就中断了自己的研究计划,尽力协助夫人进行实验。

沥青铀矿是一种成分复杂的矿石,以铀为主,其余是多种杂质,包括银、铜、钡、铋、钴等金属的化合物,这些杂质中究竟那一种成分含有放射性,只有靠化学方法分离后,再用静电计比较其电离电流才能鉴别,他们先要把矿石溶解在酸液里,然后通以硫化氢等试剂,使某些成分沉淀。收集到的沉淀物再用别的试剂溶解和沉淀。这样一边进行化学分析,一边用物理仪器测试,结果发现铋的成



探索未知

分显示强烈的放射性,比同样质量的铀强 400 倍。

他们进一步确证,放射性并不是来自铋本身,而是混在铋内的一种微量元素,经过反复试验,发现可以利用两种金属溶解度不同的特点再进行分离。加水使铋盐溶解后,从首先沉淀下来的渣物中找到了特别强的放射性物质。居里夫妇建议称之为钋(Polonium),为的是纪念居里夫人的祖国——波兰。

接着,居里夫妇继续进行分离试验,又发现钡盐中有更强的放射性,他们认为还有第二种物质,放射性更强,化学性质则与第一种完全不同,用硫化氢、硫化铵或氨都无法使之沉淀;这种新的放射性物质在化学性质上完全像纯钡,其氯化物可溶于水,却不溶于浓盐酸和酒精。由它可得钡的光谱。他们认为,这种物质中必定还有一种化学性质极其接近于钡,却能产生非常强烈的放射性的新元素。

他们进行了一系列的分离,得到越来越活泼的氯化物,其活性竟比铀大 900 倍以上。他们把这种新的放射性元素命名为镭(Radium)。

居里夫妇用分离结晶的方法不断提高含镭氯化钡中镭的成分。这是一件非常烦琐而细致的工作,要求有洁净的工作场所,氯化镭比氯化钡的溶解度差些,在结晶时首先析出,不过每一次结晶仍然伴随着大量的氯化钡,因此要反复结晶。结晶的遍数越多,晶体中镭的含量也越高,放射性就越强。1899 年,居里夫妇得到的晶体比铀的放射性强 7500 倍。他们继续分离,竟达到了 100000 倍,然而仍然不是纯粹的镭盐。

为了提炼出足以进行实验的纯镭盐,居里夫妇不得不从更多的矿渣中分离含镭的氯化钡。他们搞到成吨的