

探索未知

诺贝尔物理学奖精选

(光学篇)

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

诺贝尔物理学奖精选(光学篇)

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, 2006. 8

ISBN 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

诺贝尔物理学奖精选(光学篇)

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 100 号 邮编:830001)

北京市朝教印刷厂印刷

开本:787mm×1092mm 32 开

印张:300 字数:3600 千

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5373-1464-0 总定价:840.00 元(共 100 册)

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

1907 年诺贝尔物理学奖	
——光谱学与计量学研究	1
1908 年诺贝尔物理学奖	
——照片彩色重现	8
1912 年诺贝尔物理学奖	
——航标灯自动调节器	11
1922 年诺贝尔物理学奖	
——原子结构和原子光谱	14
1923 年诺贝尔物理学奖	
——基本电荷和光电效应实验	21
1924 年诺贝尔物理学奖	
——X 射线光谱学	28
1930 年诺贝尔物理学奖	
——光的拉曼效应	34

1964 年诺贝尔物理学奖	
——激光器的发明	42
1966 年诺贝尔物理学奖	
——光磁共振方法	51
1971 年诺贝尔物理学奖	
——全息术的发明	55
1981 年诺贝尔物理学奖	
——激光光谱学与电子能谱学	62
1986 年诺贝尔物理学奖	
——电子显微镜与扫描隧道显微镜的发明	70
1997 年诺贝尔物理学奖	
——激光冷却和陷俘原子	79



1907 年诺贝尔物理学奖 ——光谱学与计量学研究

1907 年诺贝尔物理学奖授予美国芝加哥大学的迈克耳孙,以表彰他对光学精密仪器及用之于光谱学与计量学研究所作的贡献。

迈克耳孙是著名的实验物理学家。他以精密测量光的速度和以空前的精确度进行以太漂移实验而闻名于世。他发明的以他的名字命名的干涉仪至今还有广泛应用。

迈克耳孙 1852 年 12 月 19 日出生于普鲁士和波兰之间有争议的地带斯特列罗,4 岁时,随双亲经纽约和巴拿马迁居到旧金山。其父亲先在加州,后到内华达州的弗吉尼亚城作了淘金热矿工中的商人。迈克耳孙小学六年级后寄宿在旧金山的亲戚家,以后又寄宿到旧金山的男子中学校长布雷德利的家中。看来布雷德利引导了小迈克耳孙对科学发生了兴趣,发现并勉励他在实验方面的才能。



探索未知

迈克耳孙在 1873 年应毕业后,到海上进行了几次巡航;随后重被任命到海军军官学校当物理科学教师。1877 年 4 月 10 日,迈克耳孙与出生于纽约一个富裕家庭的海明威结婚。

1878 年,迈克耳孙在教授物理课时,对改进在地面上测量光速的傅科法产生了兴趣。1878 年 7 月,迈克耳孙从岳父那里获得了 2000 美元的赠款,于是得以改进旋镜装置来完善他的实验。这是在斐索、傅科、考纽之后的第四次地面光速测量。航海历书局局长纽科姆对他的工作产生兴趣。1878~1879 年迈克耳孙发表了第一批科学报道和论文,并开始在一项由政府发起的计划中与纽科姆合作,对光速的测量作了进一步改进。在 1880~1882 年,他被批准请假到欧洲去当研究生。在柏林他跟随亥姆霍兹学习,在海德堡跟随昆开学习,在巴黎跟随考纽、马斯卡特和李普曼等人学习。

1880~1881 年冬季,迈克耳孙在亥姆霍兹的实验室工作,他想到一种方法尝试麦克斯韦设想的二级测量,来检验地球相对于那个假设的无所不在的光以太的运动。凭着贝尔在柏林仪器制造厂家施米特与汉胥公司的资金,迈克耳孙设计了一台称作干涉折射计的仪器,以后他就用这台仪器来检测这个相对运动或称“以太风”。检测的方法是将单一光束分成互相垂直的两路,来比较这两



路的光速。在两次观测中整个基座可以旋转。预期两束光复合时会产生干涉条纹，而在不同的方位干涉条纹会移过基准线给出一定数据从而计算出地球穿过空间相对于以太或“恒”星的“绝对运动”。第一次以太漂移实验是在柏林做的，后来又在波茨坦天文物理学观象台进行过，都得到了令人失望的零结果。仪器本身极其灵敏，而且灵活多用，但是波特尔和后来洛伦兹所指出的实验设计上的误差，结合零结果本身，以及在理论上什么是“绝对速度”的一些困难，使得后来迈克耳孙认为实验是失败的。于是菲涅耳关于普遍静止以太的假说和斯托克斯关于天体光行差的假说都受到了怀疑。

19世纪80年代人们普遍接受的光的波动学说简单地假定了媒质“以太”的存在，它必须充满分子之间的空间，不管是透明体还是不透明体，还必须充满星际空间。因此，在宇宙中它一定是静止不动的，从而为测量地球速度提供了参照构架。迈克耳孙大胆否定了静止以太这一假说的确实性，不过他仍然保持着依靠某种以太来说明光的传播现象。不久，为了解释为什么在地面上迈克耳孙干涉仪察觉不到任何的相对以太风或相对运动，看来需要提出某些特殊假说。这个疑难激起了洛伦兹、汤姆孙（后称开尔文勋爵）、费兹杰惹以及其他一些人的兴趣。

1881年迈克耳孙从现役退伍，次年到俄亥俄州克利



夫兰市新成立的凯斯应用科学学院任职。在那里，他建立起改进了的仪器，用以查核纽科姆的光速测量，以及测试各种媒质中不同颜色的光的折射率。

1885年迈克耳孙与西里舍夫大学的莫雷开始合作计划。莫雷是一位优秀的实验家（基本上是化学家），有一间精致的实验室。在汤姆孙、瑞利和吉布斯的建议下，他们的第一项努力就是去核实1859年报道的斐索实验，这个实验在比较流水中光逆行和顺行的表观速度时认为是证实了菲涅耳的曳引系数。这一“以太—曳引”实验作得很好，确认了菲涅耳、麦克斯韦、斯托克斯和瑞利等人关于天体光行差和无所不在的非物质光以太的假设。

然后，迈克耳孙与莫雷又重新设计了1881年的以太漂移实验，将光程长度增大10倍，同时将石板漂浮在水银面上，用以减小转动摩擦。1887年7月迈克耳孙和莫雷用了五天的时间探测地球沿其轨道与静止以太之间的相对运动。他们所得的结果仍然是零。他们非常失望，因而放弃了原来想在秋季、冬季和春季继续测试的想法。用这台新干涉仪他们获得了四亿分之一的灵敏度，这本身就是一种收获。这两位革新家又开始考虑这种仪器的新用途了。尽管他们很快忘记了失望，可是那些理论家，特别是费兹杰惹、拉莫尔、洛伦兹和庞加莱却十分重视他们在寻找条纹移动和确证菲涅耳和斯托克斯的光波动说



所遇到的失败。

1889年迈克耳孙接受了新的聘任，迁到马萨诸塞州伍舍斯特新建立的克拉克(Clark)大学。与此同时他开始进行一个重要的基本度量计划，这是他跟莫雷一起设想的，从实验上用镉红线的波长来测定存放在舍夫勒的国际标准米尺。迈克耳孙用他的干涉折射计作为比长仪，通过光谱学和干涉技术获得一种非物质的长度标准，于1892~1893年确定了巴黎的米尺等于镉红线的1553 163.5个波长。这个项目是如此地成功，如此地精确，竟因此使迈克耳孙闻名全球。

1893年迈克耳孙转到新成立的芝加哥大学担任物理系主任。他在那里开始对天文物理光谱学发生兴趣。他设计并安装了阶梯分光镜、谐波分析器、大尺度的竖直干涉仪以及高分辨率的衍射光栅。显然，他被人们公认为美国最突出的实验物理学家之一，1899年受邀到哈佛大学作演讲，演讲内容于1903年以《光波及其应用》为名在芝加哥出版。

正当爱因斯坦于1905年发表狭义相对论之际，迈克耳孙却由于原先揽在身上的工作和接受荣誉而忙得不能多加注意。迈克耳孙的实验工作和爱因斯坦的相对论理论之间的关系是复杂的，在历史上二者的关系是间接的。但是他的以太漂移试验在1900年前后对洛伦兹、费兹杰



探索未知

诺贝尔物理学奖精选(光学篇)

惹、庞加莱、汤姆孙、洛奇、拉莫尔以及其他理论家具有影响是没有多大问题的，而且是很直接的。虽然学者们一直在争论这个经典以太漂移实验的作用，但是迈克耳孙自己在晚年仍然在提“可爱的以太”。他在 1927 年的最后一本书里写道，相对论已被“普遍接受”，但他自己却仍持怀疑态度。

20 世纪 20 年代初，迈克耳孙开始把更多的时间用在加利福尼亚的威尔逊山、帕萨迪那和加州理工学院。除了讲课，10 年间他的主要工作是在完善为了生产更好的光栅的划线机上。但是芝加哥大学的行政职务也是他的重大负担。在做完地球刚性实验之后，他与盖尔一起又接着在芝加哥附近进行了一次精心的实验来探测地球转动对光速的影响。将干涉方法用于天文问题的另外一些研究导致了 1920 年为霍克尔的 2.54m 望远镜建造有名的测星干涉仪，用它测量猎户座 α (参宿四) 的惊人的角直径，获得它是一个对角为 0.047 弧度的圆盘，也就是大约直径为 $3.86 \times 10^8 \text{ km}$ 。另外，在迈克耳孙监督下，为两山峰之间测量光速铺平道路，在南加利福尼亚进行了一些考察并进行了一次大地测量。从威尔逊山到圣伽辛托 (San Jacinto) 山之间的测量 (132km) 在 1925 年由于烟雾而被迫撤消，从威尔逊山到圣安东尼奥 (San Antonio) 山之间的测量 (35.4 km) 于 1926 年完成，所得结



果保持为历来光学测量中的最好结果之一。

这期间，威尔逊山观象台台长黑尔(G. Hale)将迈克耳孙的朋友和他在凯斯大学的继任人密勒(D. C. Miller)请到南加利福尼亚。密勒曾和莫雷一起在1900~1906年间进行过其他的以太漂移试验，他在声学方面成就卓越。给密勒的任务是完善原来的迈克耳孙—莫雷实验，在1829m高处和在全年度进行测量。几经周折，1925~1926年完成了这项工作。密勒在美国物理学会的主席辞职演说中宣称他终于发现太阳系的绝对速度是以大约200千米/秒的速度奔向天龙星(Draco)座头，这使意见分歧的同行，有的惊异，有的欢欣。这一挑战激起了迈克耳孙又重新开展以太漂移试验。与皮斯及皮尔逊合作又制造了几台非常精致的干涉仪，从1926年到1928年，一共进行了三轮实验，可是都没有得到什么结果。不论是迈克耳孙还是20世纪20年代后期的任何一位实验家都没有能够证实密勒的微小但肯定的结果。这对于爱因斯坦的相对论无疑是一次重大的支持。

1931年5月9日迈克耳孙在最后一次光速测量实验过程中发生几次中风之后于美国加利福尼亚州的帕萨迪纳逝世。



1908 年诺贝尔物理学奖 ——照片彩色重现

诺贝尔物理学奖精选（光学篇）

1908 年诺贝尔物理学奖授予法国巴黎索本大学的李普曼，以表彰他基于干涉现象用照片重现彩色的方法所作的贡献。

李普曼 1845 年 8 月 16 日生于卢森堡的霍勒利希，双亲是法国人，后来他的家迁到巴黎，他在家中接受了早期教育。1858 年他进入拿破仑中学，十年后进入综合师范大学。他的学业并不很好，因为他只注重学习他感兴趣的科目，不重视他不喜欢的课程，因此没有通过取得教师资格的考试。1873 年，他被任命为政府的科学使节，到德国学习科学教育方法。在海德堡曾随库恩和基尔霍夫一起工作，在柏林曾和亥姆霍兹一起工作。

1878 年，李普曼加入了巴黎理学院，1883 年被任命为数学物理教授。三年后，他继承贾民成为实验物理学教授，并被任命为研究实验室主任。该实验室后来迁到索邦，逝世前他一直担任这一职务。



李普曼的研究具有独创精神，他对物理学的许多分支作出了很多有价值的贡献，尤其是在电学、热力学、光学和光化学等方面。在海德堡大学，他研究了电现象和毛细现象之间的关系，发明了极灵敏的毛细静电计以及其他一些仪器。

1886年，李普曼建立了关于照片再现彩色的一般理论，但他提出的这种方法实际做起来困难很大。经过数年耐心而且灵巧的实验，他终于在1891年向法国科学院报告了彩色照相的过程。尽管胶片各部分灵敏度不尽相同而使照片产生一些缺点，他还是在两年后又一次向法国科学院递交照片，这一次照片完美地再现了颜色，这些照片是A. 卢米尔和L. 卢米尔拍摄的。1894年，李普曼发表了有关彩色照相的完整理论。

1895年，李普曼从事用照相记录方法消除时间测量中人的观察误差，研究了钟摆的不规则性及其消除方法。他设计了一种方法来比较两个周期近似相等的摆的振动次数。他发明的定天镜为天文学作了贡献，这种装置可以跟踪某个恒星和它周围的恒星，从而拍摄出它们的照片。他还作过许多工程设施，校准标准仪器，对物理学的许多分支作出了贡献。

在李普曼简短的诺贝尔奖领奖演说词中，他这样介绍他的彩色照相法：



探索未知

“在玻璃板上涂以一层光敏物质，涂层均匀而且没有条纹，然后把它放在装有水银的容器里，让水银与光敏物质接触。经过一段时间，在光敏层上就形成了银镜面，于是就制成了照相底片。底片在曝光后，用普通方法显影。干燥后，就看到了彩色，然后再进行定影。”

“这一结果是由于感光层中发生了干涉现象。在曝光过程中，入射光和底片镜面反射的光发生干涉，在乳胶的整个厚度上形成间距为半个波长的干涉条纹。这些条纹通过照相法记录在胶片上，留下了投射光线的特性。当用白光照射观察底片时，由于选择反射的原因，颜色就显现出来了。底片上每一点只向眼睛发送原来照射的颜色，其他颜色都被干涉破坏了。于是眼睛看到的正是原来的那些颜色。这种选择反射现象跟肥皂泡和珍珠母的情况是一样的，是在珍珠母或肥皂泡之类的无色物质上记下了色彩。”

由于李普曼的方法比较费时，而且产生的色彩不饱和，所以他的方法后来就被根据吸附原理的三色照相法取代了，所谓三色照相法是早在1861年由麦克斯韦提出的。

1921年1月13日，李普曼在访问北美的返回途中不幸在海上逝世。