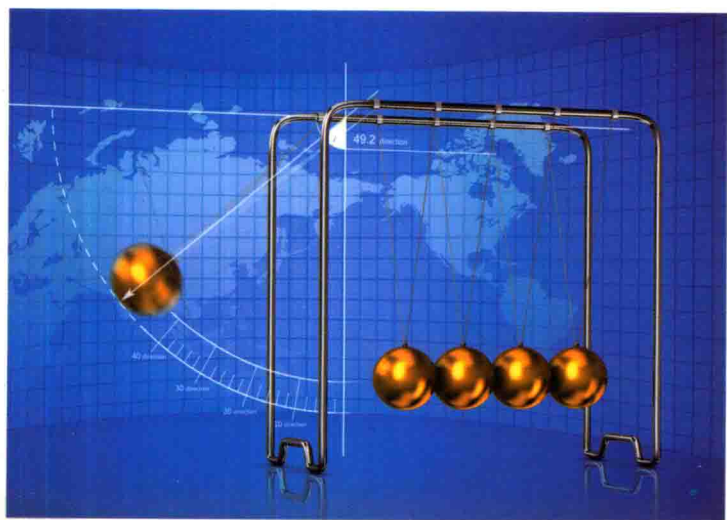


“科学心”
系列丛书

趣味物理

与物理学对话

“科学心”系列丛书编委会◎编



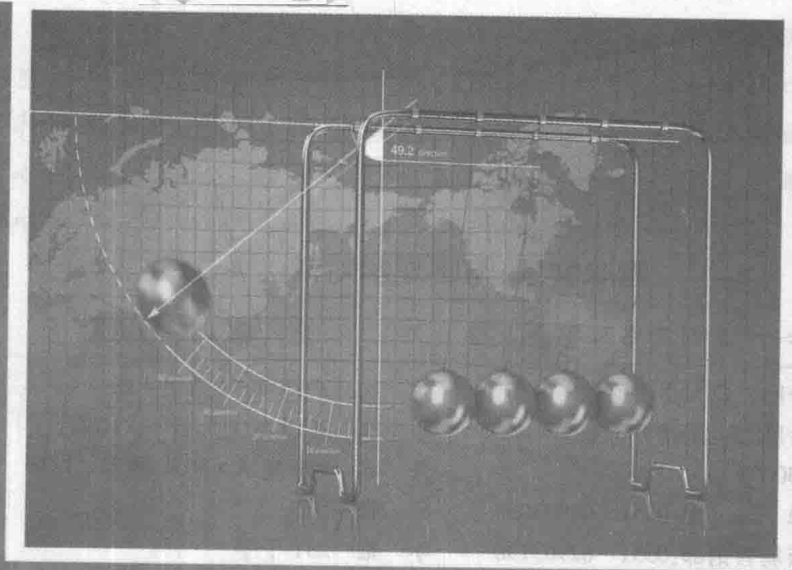
合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS



趣味物理

与物理学对话

“科学心”系列丛书编委会◎编



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

趣味物理:与物理学对话/“科学心”系列丛书编委会编. —合肥:合肥工业大学出版社, 2015. 11

ISBN 978 - 7 - 5650 - 2531 - 0

I. ①趣… II. ①科… III. ①物理学 - 青少年读物 IV. ①O4 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 279801 号

趣味物理:与物理学对话

“科学心”系列丛书编委会 编

责任编辑 马成勋

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总 编 室:0551 - 62903038
市场营销部:0551 - 62903198
网 址 www. hfutpress. com. cn
E-mail hfutpress@ 163. com

版 次 2015 年 11 月第 1 版
印 次 2016 年 1 月第 1 次印刷
开 本 889 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 15
字 数 231 千字
印 刷 三河市燕春印务有限公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978 - 7 - 5650 - 2531 - 0

定价: 29. 80 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

卷首语

你知道吗？从X射线透视到光线通信，从液晶显示到数码相机，这些看似司空见惯的应用技术都曾经获得了分量最重的奖项——诺贝尔物理学奖。

你知道吗？正是一代又一代、一位又一位的物理学家们的聪明才智和辛勤汗水影响、改变着我们的生活。它们的名字把：伦琴、爱因斯坦、巴丁、高锟……他们永远是我们学校的榜样。

来吧，让我们一同推开神圣的科学之门，正是因为它们我们的生活才会变得如此多姿多彩。让我们记住，与物理学对话，分享科学巨匠们获得成功的喜悦，感受他们遇到挫折时的坚韧，使内心的人生之灯、希望之火在我们前行的路上照得更明亮、更耀眼吧！



目 录

严谨的科学艺术品——测量与检测技术

绝妙的艺术品——迈克耳孙干涉仪	(3)
检测技术的革命——光散射和拉曼效应	(6)
最准的时钟——时间的精确计量	(10)
微观世界的抓捕——俘获自由原子历程	(14)
穿越晶体的秘密射线——X射线趣谈	(19)
是偶然还是必然——穆斯堡尔博士的回忆	(24)
二度垂青的荣耀——霍尔效应	(27)

微观拍案惊奇——物理的完美与缺陷

太空中的一朵乌云——量子论的诞生	(37)
经典理论的尴尬——原子理论及其实验验证	(42)
波与粒子的争论——波粒二象性	(44)
群星荟萃的时代——量子力学的创立	(49)



超越诺贝尔的成就——个性独特的泡利	(55)
华人的骄傲——守恒是相对的	(58)

冰山一角的收获——天体的奥秘

捕捉宇宙中的信息——射电望远镜	(63)
追寻天体的轨迹——脉冲星的发现	(67)
强大的引力波——脉冲双星和引力辐射	(70)
宇宙大爆炸的证据——微波背景辐射	(73)
太阳的一生——恒星的结构和演化	(78)
太空中的法则——宇宙磁流体力学	(81)
营养丰富的太空——宇宙化学元素合成	(84)
挖地三尺的决心——宇宙中微子的捕获	(87)
天外神秘来客——宇宙 X 射线源	(90)

从实验室走进社会——改变生活的物理学

沟通无极限——无线电通信的发展	(95)
火眼金睛——全息照相术	(100)
一切尽在掌握之中——从晶体管到集成电路	(106)
用光纤牵动世界神经——高锟痴梦成真	(115)
数字成像领域的贡献——CCD 传感器	(121)
用光打造一把利刃——激光	(127)
打开微观世界之门——显微术的发展	(134)
诺贝尔奖的宠儿——超导技术	(142)



从天然放射性物质到原子弹——几代物理人的努力	(155)
平板电视的思考——液晶技术	(165)
电脑硬盘的革命——巨磁电阻	(170)

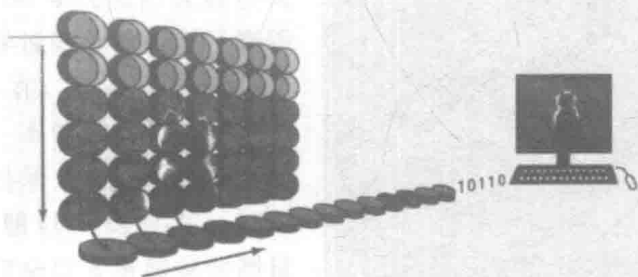
小心翼翼地追寻——基本粒子面面观

第一个粒子的发现——电子纪元的开创者	(177)
来自脑海中的灵感——云室的发明和改进	(181)
对称的美——反粒子的发现	(186)
打开原子核的大门——中子的发现	(194)
奇妙的现象——中子散射的妙用	(198)
旋转中的能量——回旋加速器的身世	(206)
量身定做的容器——形形色色的探测器	(211)
预言成为现实——捕捉到 π 介子	(217)
难以理解的粒子—— J/Ψ 粒子和中间玻色子	(223)
不同寻常的粒子——从夸克谈起	(228)

严谨的科学艺术品

——测量与检测技术

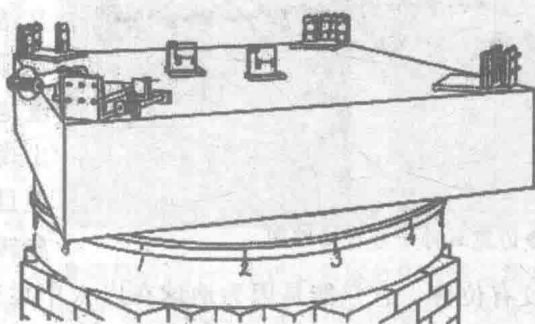
许多科学发现都依赖于精确的检测和测量技术。精密测量技术是获得成功的基础，同时也是科学前沿，对科学发展提供有力的支撑和促进。精密测量有效数字每提高一位，往往预示着新的物理效应或自然规律的发现，现代物理学就是在不懈地追求精密中发展起来的。过去几十年，精密测量技术和方法在欧美发达国家发展较快，取得了一系列重要突破，拓展了人类对客观物理世界的认识。与此同时，精密测量方法在不同领域和社会需求等方面的广泛应用正在逐步改变着人们的生活。可以预计，精密测量物理还将继续取得更大的进展，从而在认识客观物理世界和满足国家重大需求等方面开创新的局面。





绝妙的艺术品——迈克耳孙干涉仪

1907 年诺贝尔物理学奖授予美国芝加哥大学的迈克耳孙 (1852~1931 年)，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广泛应用。

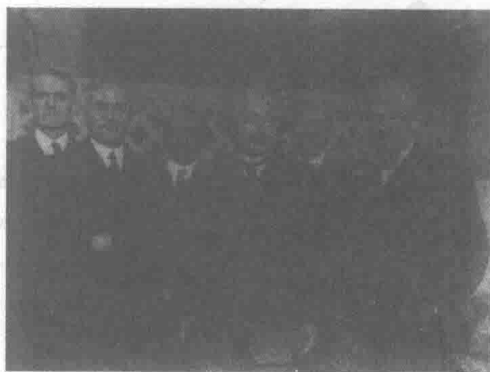


◆为了保证精确度和不受震动，迈克尔孙和莫雷将干涉仪浮在水银上

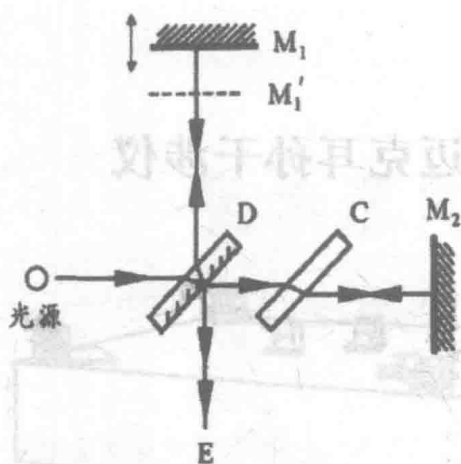
迈克耳孙—莫雷实验

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。

为了证明以太的存在，1887 年，刚做完有史以来最精确的测量光速实验的迈克耳孙与莫雷一起设计的后来称之为迈克耳孙干涉仪的实验。他们探测以太的理论基础是：若空间充斥着以太，则顺以太



◆多名诺贝尔物理学奖得主，前排左起迈克耳孙、爱因斯坦和密立根



◆ 迈克耳孙干涉仪光路图

风行进的光波之速度。此实验在美国凯斯技术学院进行。仪器的结构如左图所示：从一光源发出的光经分光板 D（C 为补偿板）分成互相垂直的两路光束，它们各经一个平面反射镜 M_1 、 M_2 反射回到分光板时又结合在一起射入望远镜的目镜 E，在那里形成干涉条纹。为了最大限度地显示两路光束因以太风的存在出现的光速之差，两位科学家在注视目镜中干涉条纹的同时将仪器台旋转 90° ，如果发现目镜内的干涉条纹有位

移，它只能是因为地球在以太中运行所致，从而便能证明以太的存在。地球以每秒 30 千米的速度绕太阳运行，因此，两位科学家认为与地球同一运动方向传播的光波受以太风的影响其速度应减慢每秒 30 千米，即真空中光速每秒 30 万千米的 0.01%，他们设计的实验应灵敏到足以探测出这一数量级的效应。但令他们失望的是实验结果未能证明以太的存在，测得的光速与仪器的运动方式无关。以此实验结果为基础之一，爱因斯坦建立了他的狭义相对论。



小知识

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。



名人介绍——严谨的迈克耳孙

迈克耳孙为光速测量毕生奋斗，从 20 多岁改善傅科的实验方法起，到 30 多



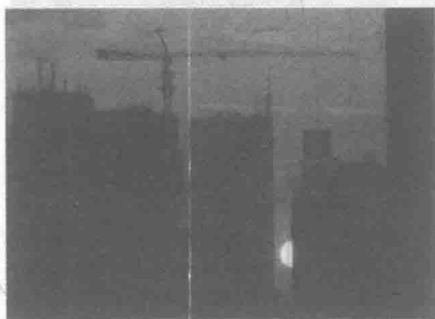
岁时测出全世界公认的光速值。在迈克耳孙所处的时代，光速是一个最难测的物理量，但因为它在电磁波理论中所处的地位，更加精确的测量是很必要的。

他对科学实验实事求是、一丝不苟的作风是科学创新的必备要素。曾作过他的助手的密立根（1923年诺贝尔物理学奖获得者）回忆迈克耳孙时说：“他最显著的特点是异乎寻常的诚实正直，他痛恨粗心大意的、不严格的、含糊其辞的说明，以及所有的欺骗和错误的说明。即使在病重期间，迈克耳孙仍然认为‘更准确地测量光速，是我一生中努力追求的目标之一。这是所有物理常量中最难测的一个，但我决不能放弃这一机会’。”



◆迈克尔孙——年过七旬以后仍为提高测量精度呕心沥血，直至1931年逝世，给我们深刻的启示

检测技术的革命——光散射和拉曼效应



◆ 散射无处不在

因此拉曼光谱作为红外光谱的补充，是研究分子结构的有力武器。

在光的散射现象中有一特殊效应，和X射线散射的康普顿效应类似，光的频率在散射后会发生变化。频率的变化决定于散射物质的特性，这就是拉曼效应，是拉曼在研究光的散射过程中于1928年发现的。拉曼光谱是入射光子和分子相碰撞时，分子的振动能量或转动能量和光子能量叠加的结果，利用拉曼光谱可以把处于红外区的分子能谱转移到可见光区来观测。

散射与散射拉曼光谱

散射是一种普遍存在的光学现象。在光通过各种浑浊介质时，有一部分光会向四方散射，沿原来的入射或折射方向传播的光束减弱了，即使不迎着入射光束的方向，人们也能够清楚地看到这些介质散射的光，这种现象就是光的散射。有白天和晚上之分的原因也是大气层的散射。正因为地球被大气层包围着，宇航员从太空看地球，看到的是一个美丽的“蓝色的星球”。当激光照射到物质上时，也会出现散射，我

没有散射，我们在白天看到的天空将与晚上一样，唯一不同的是有一个十分明亮的太阳在黑色的背景上发出耀眼的光芒。





们称它为拉曼散射光谱。

1928年印度物理学家拉曼用水银灯照射苯液体，发现了新的辐射谱线。在透明介质的散射光谱中，频率与入射光频率相同的成分称为瑞利散射；频率对称分布在入射光频率两侧的谱线即为拉曼光谱，其中频率较低的成分又称为斯托克斯线，频率较高的成分又称为反斯托克斯线。1962



◆南京大学的拉曼光谱仪

年，珀托和伍德首次报道了运用脉冲红宝石激光器作为拉曼光谱的激发光源来开展拉曼散射的研究。从此激光拉曼散射成为众多领域在分子原子尺度上进行振动谱研究的重要工具。激光器的问世，提供了优质高强度单色光，有力地推动了拉曼散射的研究及其应用。拉曼光谱的应用范围遍及化学、物理学、生物学和医学等各个领域，对于纯定性分析、高度定量分析和测定分子结构都有很大价值。



天空为什么是蓝色的？

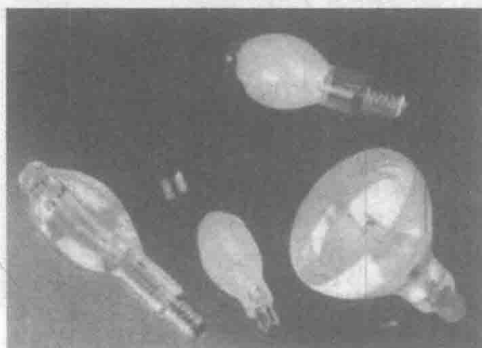
瑞利散射可以解释天空为什么是蓝色的。白天，当日光经过大气层时，与空气分子（其半径远小于可见光的波长）发生瑞利散射。因为蓝光比红光波长短，瑞利散射发生得比较激烈，被散射的蓝光布满了整个天空，从而使天空呈现蓝色。但是太阳本身及其附近呈现白色或黄色，是因为此时你看到更多的是直射光而不是散射光，所以日光的颜色（白色）基本未改变——波长较长的红黄色光与蓝绿色光（少量被散射了）的混合。



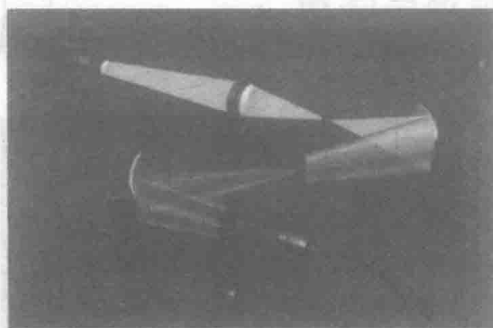
◆天为什么这么蓝？

当日落或日出时，太阳几乎在我们视线的正前方，此时太阳光在大气中要走相对很长的路程，你所看到的直射光中的蓝光大量都被散射了，只剩下红橙色的光，这就是为什么日落时太阳附近呈现红色，而天空的其他地方由于光线很弱，只能说是非常昏暗的蓝黑色。如果是在月球上，因为没有大气层，天空即使在白天也是黑的。

拉曼光谱仪的结构



◆汞灯已经被激光光源所替代



◆单色仪

拉曼光谱仪一般由光源、外光路、色散系统、接收系统、信息处理与显示五个部分构成。

光源的功能是提供单色性好、功率大并且最好能多波长工作的入射光。目前拉曼光谱实验的光源已全部用激光器代替历史上使用的汞灯。

外光路部分包括聚光、集光、样品架、滤光和偏振等部件。用一块或两块焦距合适的会聚透镜，使样品处于会聚激光束的腰部，以提高样品光的辐照功率，可使样品在单位面积上辐照功率比不用透镜会聚前增强 10^5 倍。样品架的设计要保证使照明最有效和杂散光最少，尤其要避免入射激光进入光谱仪的入射狭缝。为此，对于透明样品，最佳的样品布置方案是使样品被照

明部分呈光谱仪入射狭缝形状的长圆柱体，并使收集光方向垂直于入射光的传播方向。同时光路中还必须要有滤光装置。安置滤光部件的主要目的是为了抑制杂散光以提高拉曼散射的信噪比。如果要做偏振谱测量时，必须在外光路中插入偏振元件。加入偏振旋转器可以改变入射光的偏振



方向。

色散系统使拉曼散射光按波长在空间分开，通常使用单色仪。目前，拉曼散射信号的接收类型分单通道和多通道接收两种。光电倍增管接

收就是单通道接收。为了提取拉曼散射信息，常用的电子学处理方法是直流放大、选频和光子计数，然后用记录仪或计算机接口软件画出图谱。

目前，拉曼散射研究在国内外相当活跃。1981年开始至2003年已召开12届拉曼光谱会议。



名人介绍：印度物理学家——拉曼

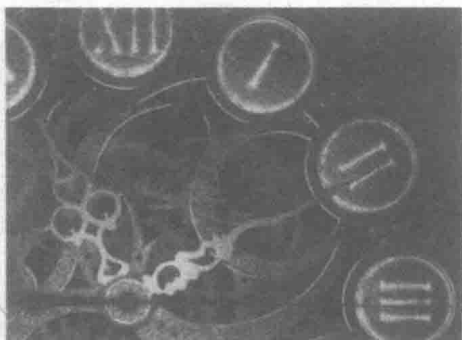
拉曼是印度一位伟大的物理学家，他因为在光散射和拉曼效应的工作而在1930年获得诺贝尔奖，当时他是亚洲第一位获此殊荣的科学家。

1928年关于拉曼效应的论文就发表了57篇之多。拉曼是印度人民的骄傲，也为第三世界的科学家做出了榜样，他大半生处于独立前的印度，竟然取得了如此突出的成就，实在令人钦佩。特别是拉曼是印度国内培养的科学家，他一直立足于印度国内，发愤图强，艰苦创业，建立了有特色的科学研究中心，走到了世界的前列。



◆印度著名物理学家——拉曼

最准的时钟——时间的精确计量

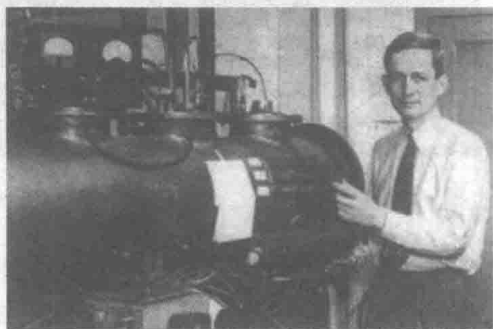


◆时间标准是人类探测和研究物质运动和变化的标准。

不知道你听过诗人惠特曼的一个诗句没有：我现在这一分钟是经过了过去无数亿万分钟才出现的，世上再没有比这一分钟和现在更好。这句话似乎更加适合今天我们提到的一个冷门话题——原子钟。

原子钟是目前人类最精确的时间测量仪器，主要是利用原子不受温度和压力影响的固定频率振荡的原理制成。原子钟用在对时间要求特别精确的场合，比如全球定位系统以及互联网的同步都采用了原子钟。格林尼治时间和北京时间的时间基准也都依靠原子钟为标准。

什么是原子钟？



◆年轻时的拉姆齐。

拉姆齐 1915 年 8 月 27 日出生在美国首都华盛顿。中学毕业后，进入哥伦比亚大学学习物理学，获得学士及硕士学位，在英国剑桥大学工作两年后，于 1937 年夏回到哥伦比亚大学，在著名分子束专家拉比教授指导下攻读博士学位。有趣的是拉姆齐导师的第一个忠告是“分子束方面没有多少前途”，然而