

成功导读系列丛书

PHYSICS

沈国桢 仇赛飞 编著

An illustration of a man in a dark jacket and pants climbing a complex wooden rigging system of a ship's mast. He is holding onto ropes and wooden beams. The background is a blue sky with white clouds. The mast and rigging are made of light-colored wood. The man is positioned in the center-left of the upper half of the cover.

敲开物理学之门

中国青年出版社

成功导读系列丛书

敲开物理学之门

沈国桢 仇赛飞 编著

(京) 新登字 083 号

图书在版编目 (CIP) 数据

敲开物理学之门/沈国桢、仇赛飞编著. —北京: 中国青年出版社, 2003

ISBN 7-5006-4917-7

I. 敲... II. ①沈... ②仇... III. 物理学—青少年读物 IV. 04—49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 004077 号

*

中国青年出版社出版发行

社址: 北京东四 12 条 21 号 邮政编码: 100708

网址: www.cyp.com.cn

编辑部电话: (010) 64079077 发行部电话: (010) 64010813

天利华印刷有限公司印刷 新华书店经销

*

850×1168 1/32 9.5 印张 213 千字

2003 年 1 月北京第 1 版 2003 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—8,000 册 定价: 16.00 元

本图书如有任何印装质量问题, 请与出版处联系调换

联系电话: (010) 64033570

雄狮书店: (010) 84039659

序

美国的教育学家拉比认为：“只有把科学和人文科学融为一体，我们才能期望达到与我们时代和我们这一代人相称的智慧的顶点。”现代的伟大科学家爱因斯坦也曾说过，科学结论“几乎总是以完成的形式出现在读者面前。读者体验不到探索和发现的喜悦，感觉不到思想形成的生动过程，也很难清楚地理解全部情况”。这些话告诉我们，掌握知识是重要的，了解知识的来源也是同等重要的。

长期以来，我国一直进行着应试教育，让许多人产生了认识上的误区：只觉得掌握知识本身最重要，其他的是次要的。近年来，人们认识到了这种教育的不足之处，正在逐步在教育中注重综合素质、综合能力的培养。所以，人们越来越注意在传播知识的同时，培养学生掌握知识的能力，培养学生的如何思维、提高创造力，培养学生正确的人生态度、情感、思想品德、意志力等。

中国科协曾对我国公众的科学技术素养进行了调查。调查的结果表明，我国公众掌握科学知识的水平与发达国家的相近，但具有全面科学素养的人仅有 0.3%，相当于美国的 1/23。如何培养整个国民（特别是青少年）的科学素养是一个紧迫的问题。

为了适应新的教育形势和科普要求，《成功导读系列丛书》出版了。我们非常高兴看到这样的丛书出现。这套丛书包括《敲开数学之门》、《敲开物理学之门》、《敲开化学之门》、《敲开生物学之门》、《敲开天文地理之门》等。

这套丛书讲述了各学科的知识发现过程，在人物与事件的交织过程中，向读者传授知识，展示了知识探索者的智慧、精神和人格魅力，揭示了事件的发生过程和意义，达到同时获得知识、启发智慧等的效果。

这套丛书体现了我国的教育改革的趋势和科普的要求，给予读者研究性学习方法、创造性思维的启示，提高读者的科学素质——科学知识、科学方法、科学思想、科学精神，让读者体味到科学的魅力。

这套丛书在内容上结合我国中学课本，不仅能丰富读者的知识，培养读者的智力素质与非智力素质（如态度、情感、思想品德、意志力等），帮助读者更深刻理解课本知识，也会增添读者的学习兴趣，还将给中学教育工作者提供补充的参考资料。

王渝生 申先甲 赵树智

2002年12月 于北京

目 录

第一章 科学的巨星	(1)
自然科学的活百科——牛顿	(1)
为现代物理学奠基的“诚实约翰”——爱因斯坦	(5)
给电定量的物理学家——库仑	(10)
天才的物理学家——安培	(12)
自学成才的物理学家——焦耳	(15)
登上经典电磁理论巅峰的麦克斯韦	(18)
首位诺贝尔物理学奖获得者——伦琴	(22)
带来光明的天使——爱迪生	(25)
毕生精力著《论衡》的王充	(28)
集中国古代科技大成的沈括	(32)
巴黎大报头版的人物——严济慈	(36)
腾云贯长虹的火箭专家——钱学森	(39)
第二章 群星亦灿烂	(44)
两千年的研究结果——光学折射定律	(44)
殊途同归发现等温变化规律	(46)
发现能量守恒及转化定律的接力赛	(48)
里程碑式的突破——“让磁生电”	(51)
“埃尼阿克”的呱呱落地——第一台电子计算机诞生	(55)
群星灿烂的诺贝尔物理学奖	(60)
生产诺贝尔物理奖得主的卡文迪许实验室	(63)
独领风骚百年的发明家摇篮	(67)
第三章 万丈高楼平地起	(73)

万物的基础——古代原子论	(73)
长度单位的变迁	(76)
酷暑严寒知冷暖的温度计	(79)
“我发现了……”——浮力定律的发现	(83)
萨尔维阿蒂的大船	(86)
永远滚动的铜球	(88)
美丽的陷阱——永动机	(91)
原子核蕴藏的巨大能量	(94)
原子聚变将带来的新能源	(98)
剪裁云锦非刀尺的激光	(102)
“绝对零度先生”——超导的发现	(106)
采得阳光尽人意	(110)
原子的无限分割和“夸克禁闭”	(114)
第四章 走进中国古代的探索	(118)
“慈爱的石头”——磁石	(118)
最早的指南仪器——司南	(121)
最古老的天文钟	(124)
“一刻千金”——古人如何计时?	(127)
称大象与捞铁牛	(131)
“纷纷铁马小回旋”——走马灯的发明	(133)
琴瑟相和——古代共振实验	(135)
神奇的透光镜	(138)
最早的小孔成像实验	(140)
天坛处处闻啼鸟——中国古代声学成就	(143)
第五章 接触近代发明	(148)
千里眼——望远镜的发明	(148)
青蛙对电学的“贡献”	(151)
最早的蓄电池——莱顿瓶	(153)

最早的电池——打电堆	(156)
热气球让人类实现飞天梦	(160)
瓦特与他的蒸汽机	(162)
物理教师发现电流磁效应	(166)
乌云挡不住的真理之光——欧姆定律	(169)
摄走“灵魂”的机器——照相机的发明	(172)
莫尔斯电码——拉开通信革命的序幕	(175)
千里传音——电话机的发明	(179)
迎来电动新时代——跷跷板电动机	(182)
第六章 在现实中体验现代成就	(186)
模拟电路的代表作——电视	(186)
数字电路的杰作——电脑	(191)
未来人类的忠实伴侣——机器人	(194)
方寸之地的大世界——集成电路	(200)
全球共享的因特网	(203)
现代汽车的心脏——内燃机	(206)
轻舟已过万重山的现代交通——超导的应用	(210)
新世纪科技大厦之砖——纳米材料	(214)
探微尖兵——粒子加速器	(217)
扶摇直上三千尺的航天大力神	(221)
遨游银河的“神舟号”——中国载人航天工程	(226)
第七章 踏进求实的道路	(232)
御医揭开电磁学研究的序幕	(232)
“相信亲眼看到过的”——培根开创实验新风	(235)
比萨斜塔下的同时落地声	(238)
教堂里的新发现——观察的意义	(242)
马德堡市长的科学实验	(245)
制造真空——托里拆利实验	(247)

杯水破木桶的人——帕斯卡	(250)
小风筝揭开雷电奥秘	(253)
“悬赏”带来磁电感应的证实	(257)
试玉千日实证放射性	(259)
第八章 走近创新的源地	(263)
会当凌绝顶的物理学创新	(263)
“给我支点,我可以撬动地球”	(269)
青出于蓝而胜于蓝——开普勒发现行星运动定律 ...	(273)
鹬蚌相争,渔翁得利——光的波动说和微粒说之争 ...	(277)
波粒之争孕育了德布罗意的物质波	(280)
新世纪材料革命的弄潮儿——纳米技术	(283)
对称是美不对称也是美——宇称不守恒定律的发现...	(288)

第一章 科学的巨星

自然科学的活百科——牛顿

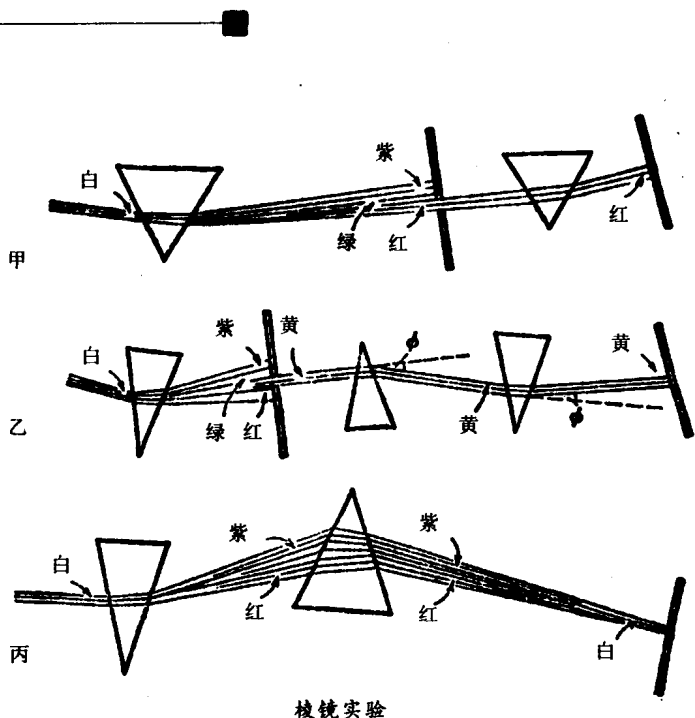
有人认为,从大多数的日常活动来看,公元 1500 年时的大部分人仍过着与公元前 1500 年的人差不多的生活。但是在过去 500 多年里,随着近代科学的兴起,大多数人的日常生活发生了质的变化。同 500 年前的人相比,我们穿着不同,饮食不同,工作不同,更与他们不同的是我们还有大量的闲暇时间。这些科技变革、经济剧变、生活方式更新等等变化的发生,多少受惠于牛顿(1642~1727)的思想创新。

17 世纪中期,正是英国社会转型的时期,工场手工业的改革,机器的使用,为近代力学的建立,起了实际的促进作用。近代史初期,欧洲是发展的中心,而剑桥是科学的中心。牛顿 18 岁时步入了剑桥大学,开始了他成功的第一步。入学后,他学习很刻苦。他对科学的兴趣是广泛的,作为一个大科学家,他的创造的范围也是广泛的。



牛顿

牛顿早期是一个光学和天



文学的爱好者。1666年，牛顿在家居住期间得到了几块三棱镜，他用它们来做了一个光学实验。他让一束白光通过三棱镜后，分解成几种颜色的光谱带，又用一块带狭缝的挡板把其他颜色的光都挡住，只让一种颜色的光从狭缝中再经过第二个三棱镜，最后出来的只是一种单色光。这样，他就发现了白光是由各种不同颜色的光合成的，这是他对物理学做的第一大贡献。

牛顿在发现白光组成的同时，也揭开了物质的颜色之谜。原来，物质色彩是不同颜色的光在不同物体上由于不同的反射率和折射率造成的。他在自己的著作中，系统地述说了这方面的基本理论和基本概念。1668年，即在伽利略发明第一台望远镜60年后，由牛顿设计并制作的第一台反射

望远镜问世了,它长仅 6 英寸(1 英寸=2.54 厘米),直径只有 1 英寸,但可放大 40 倍。牛顿用这架望远镜清晰地看到了木星的卫星和金星的盈亏现象,这为他研究光学拓宽了视野。1672 年,牛顿将自己第一篇正式的科学论文《关于光 and 色的新理论》送交给英国皇家学会,随后发表在《皇家学会哲学杂志》上,这是他第一篇公开发表的论文,这时的他正是而立之年。以后他并未中止这方面的研究,当他发表历经 38 年研究的《光学或光的反射、折射、弯曲与颜色的论述》光学巨著时,已年过花甲。仅牛顿在光学上的贡献,就可以在物理学史上写下浓浓的一笔。

牛顿在光学和天文学的研究中,对计算问题作过无数的探讨。如果一个物体用不变的速度运动,用速度乘时间的公式就可以求出它所走过的路程。可是行星围绕太阳沿椭圆轨道运动的时候,不但运动速度每时每刻都在变,而且加速度也在变,显然,情况变得十分复杂了。怎样来计算行星在某个时刻的速度或者它所走过的路程呢?

笛卡儿的解析几何把描述运动的函数和几何曲线结合起来,这对牛顿是绝好的启示,他也有信心也有能力开始去闯一下了。牛顿在他的老师巴罗的指导下,钻研了笛卡儿的解析几何,终于有一条道路出现在他的眼前。他发现,把任意时刻的速度看做是在微小的时间范围里的速度的平均值。当这个微小的时间间隔缩到无限小的时候,就是微分的概念。求微分相当于求路程和时间关系的曲线在某点的切线斜率。一个变速的运动物体在一定时间范围里走过的路程,可以看做是在许多微小时间间隔里所走的路程的和,这就是积分概念。求积分相当于求时间和速度关系的曲线下面的面积。牛顿从这些概念出发,建立了微积分,这在数学史上也是最伟大的成就之一。

人们从生产到生活，免不了要循规蹈矩，像苹果的下落、气球的升飞、车辆起动的困难、车辆刹车时的滑行，都不是那么随心所欲的。人们在不断地探索其中的奥秘，牛顿高度地注意到了这些问题。

运动第一定律最初是由伽利略提出，后来由笛卡儿完善的。运动第三定律是由华里斯、雷恩和惠更斯发现和验证的。运动第二定律是牛顿在 1684 年发现的。这三个定律从个别地被发现到组合为一个整体，成为基本定律，有一个过程。1684 年 10 月左右的牛顿手稿中还曾经提出过运动基本六定律，1685 年《自然哲学的数学原理》初稿写成时，他把基本六定律改为基本三定律，而把其余定律作为三定律的推论。把运动三定律作为一个整体，并把它们确认为运动力学的基本定律和经典力学的基石之一，这个功绩应当归功于牛顿。

牛顿力学体系中最高的成就，就是他发现万有引力定律。牛顿确立运动三个定律跟发现万有引力定律是相互促进，相辅相成的。只有先认识了运动的变化和力的关系之后，才有可能建立万有引力定律。这四条定律组成了一个完美的体系，深刻地揭示了自然界的运动规律，加上以精确的数学计算为工具，人们开始有许多惊人的预见和发现。当人们用经典力学去计算天王星轨道时，发现计算结果与观测有细微差异，人们根据观测上实际存在的偏差，预言了在天王星轨道之外还应该有一个行星，并终于在 1846 年发现了海王星。同样，通过天体轨道的计算与实际观测到轨道的对比，使人们在 1930 年又发现了冥王星。

可以说，所有宏观力学体系在其研究和预测上都用得着这一系列定律，无论是单摆的振动还是行星绕日的运行都是如此，牛顿建立的关于宏观物体机械运动的经典力学

是近代物理学的开端。对他所取得的这些成就,牛顿谦虚地说,自己是站在伟人肩膀上而成功的。

牛顿的伟大功绩就是继承和发展了伽利略和开普勒所揭示的力学、物理学定律和原理,并将二者综合起来,把地球即所谓“世俗”的运动规律和天体即所谓“天堂”的运动规律联系起来,把两种看起来似乎是毫无关联的运动规律,概括在一个严密的理论中,创立了经典力学的理论体系,这是人类知识自然历史的第一次理论大综合。

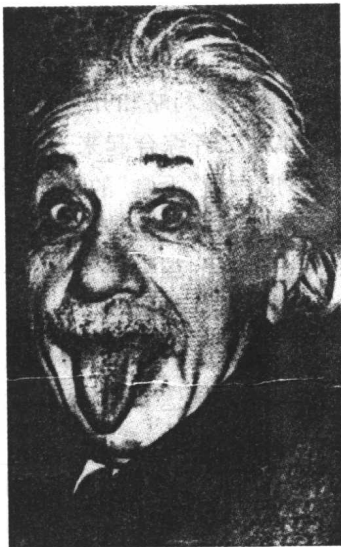
牛顿经典力学这一划时代的伟大成就,以及他的机械唯物论的自然观,统治了整个自然科学领域达 200 年之久,它的巨大的历史作用是不可低估的。恩格斯在《英国工人阶级的状况》一书中指出:牛顿由于发明了万有引力定律而创立了科学的天文学,由于进行了光的分解而创立了科学的光学……由于创立了二项式定理和无限论而创立了科学的数学(即微积分),由于认识了力的本性而创立了力学。

在那个时代,牛顿是一本活的科学百科全书。

为现代物理学奠基的“诚实的约翰” ——爱因斯坦

爱因斯坦(1879~1955)以他的著名的相对论为世人称颂,是 20 世纪最卓越的科学大师,也是世界上有头等光辉的一颗巨星。牛顿对科学的贡献深入到人类生活的许多方面,而爱因斯坦对科学的贡献跳跃在人类思想的前沿,为人类在 21 世纪迎接高新科技的大发展奠定了基础。

爱因斯坦出生在一个电气修理业主的家里,他好像发育比较慢,3 岁才开始讲话,被人认为是个迟钝的孩子;6 岁



72 岁的爱因斯坦

上学,语言迟钝,常因答不出老师的提问,陷于窘迫境地。然而,他却是一个诚实的孩子,从不做违心或骗人的事,他的同学们称他为“诚实的约翰”。他的思维十分活跃,不适应管理呆板的教育体制,在1894年4月他退学了。爱因斯坦曾说过,他有一种以概念和图像来思维的终身习惯,几乎一点儿也不用语言来思维。待思维涌来后,他也许试着用语言来表达。

在牛顿力学体系建立以后,人们以此为基础来解释自然界,建立起物理学的各个分支理论。这个理论体系描绘的世界图像是:各种物体的运动是在真实、绝对的空间中作运动,时间不过是独立于空间且不断消逝着的量。物理学家们想极力维护着这一传统理论体系,但他们刚走几步,就停止不前了,遇上难于调和的新旧理论间的矛盾。而知道了这些矛盾的爱因斯坦没有停步,正迈着惊人的步伐前进。

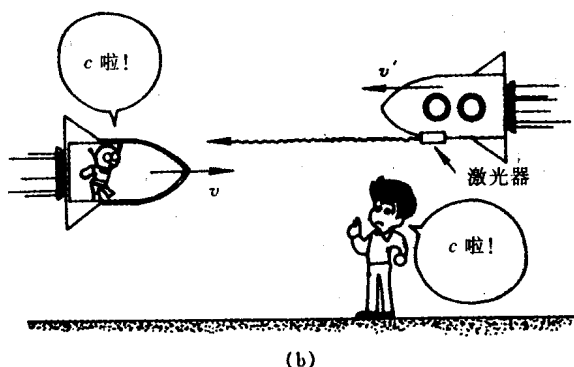
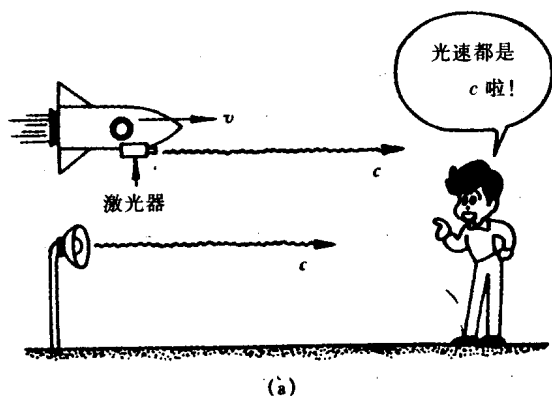
当时,光电效应一直困惑着许多物理学家。爱因斯坦在大学刚毕业不久,就关注着这个问题的研究,1905年3月,他发表了《关于光的产生与转化的一个启发性观点》一文,提出了假说——“从点光源发射出来的光束的能量在传播中,不是连续分布在越来越大的空间之中,而是由个数有限的、局限在空间各点的能量子所组成,这些能量子能够运动,但不能再分割,而只能整个地被吸收或产生出来”。这就

是关于辐射问题的崭新观点,他论证了光的量子性质,得出了光电效应的基本定律。爱因斯坦因此获得了诺贝尔奖金。

在爱因斯坦创立相对论之前,电磁学方面的实验和理论结论跟经典物理学发生了一系列矛盾,法拉第关于物理场的概念跟牛顿关于万有引力的超距作用概念不同。19世纪末这种矛盾更加尖锐了,从麦克斯韦方程组可以推算出光在真空中的速度大约是每秒30万千米,这个速度和光源本身的运动无关(即光速不变原理)。1887年,美国的物理学家迈克尔逊(1852~1931)和化学家、物理学家莫雷(1838~1923)做了一个测量光的速度的实验,一改以往人们的错误看法:光的速度顺着地球走得快,逆着地球走得慢。他们用精确的实验证实光速是不变的,它和所选取的坐标系无关。

一个坐在火车上的人,以火车作为参照系,人的速度为零;为什么会有与参照系没有关系的不变光速呢?经典物理学解释不了这个问题。在这场物理学破旧立新的大变革中,爱因斯坦不墨守成规,敢于面对科学现实,敢于向权威挑战。他根据迈克尔逊-莫雷的实验,紧紧抓住地球运动不影响光的速度这一事实,进而推想,光速既然不随地球运动而变化,那么也必然不随其他任何体系,如月亮、太阳以及其他一切星球的运动而变化。于是,他提出了狭义相对论的两个基本原理:物理学定律在所有惯性体系中是相同的,不存在一种特殊的惯性系,即相对性原理;在所有的惯性系内,光在真空中的速度具有相同的值,即光速不变原理。

基于光速不变原理,爱因斯坦得出钟慢、尺缩的结论——物体高速运动的时候,运动物体上的时钟变慢了,尺子变短了。爱因斯坦在《物理惯量与能量的关系》一文中,指出质量与能量相当性,得出质量随运动速度而增加的结论,并写成了表达式: $E=mc^2$ (E 表示为能量, m 代表为质量, c 为



光速不变原理

光速)。也就是说,物体的能量相当于质量与光速的平方的乘积。这一发现,向人们揭示了原子内部所蕴藏的巨大能量的秘密,这为人类利用核能展现了无限广阔的前景。

狭义相对论的创立改变了人类的宇宙观,它是爱因斯坦 10 年潜心研究牛顿经典力学的心血结晶。有人请教爱因斯坦:人生有成功的公式吗?科学大师思索了一下,说:有, $A=X+Y+Z$ 。爱因斯坦解释说: A 代表成功, X 代表工作, Y 代表休息, Z 就是少说废话!爱因斯坦有永不休止的进取精