

全国中小学教师继续教育
专业必修课程教材

◎第一辑◎

物理学

发展中的创新思维选例

WULI XUE FA ZHAN ZHONG DE CHUANG XIN SI WEI XUAN LI

高锦岳 吴承坝 主编

 吉林大学出版社

全国中小学教师继续教育专业必修课教材

物理学发展中的 创新思维选例

(第一辑)

主 编 高锦岳 吴承坝

撰稿人 吴承坝 傅英凯

吕天全 高锦岳

吉林大学出版社

全国中小学教师继续教育专业必修课教材
物理学发展中的创新思维选例

(第一辑)

主编 高锦岳 吴承坝

责任编辑、责任校对:唐万新

封面设计:张沐沉

吉林大学出版社出版
(长春市解放大路 125 号)

吉林大学出版社发行
长春市第四印刷厂印刷

开本:850×1168 毫米 1/32

1999 年 12 月第 1 版

印张:10 插页:4

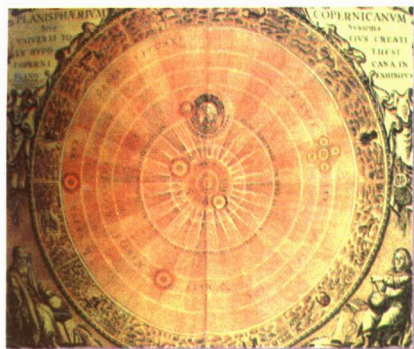
1999 年 12 月第 1 次印刷

字数:219 千字

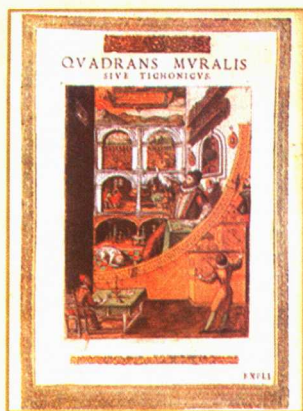
印数:1-5 000 册

ISBN 7-5601-2331-7/C·284

定价:16.00 元



■ 哥白尼的日心图



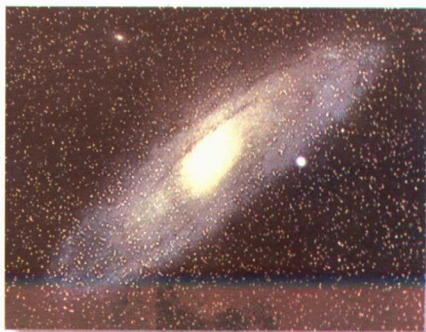
■ 第谷在他的天文观测台工作



■ 蟹状星云——
1054 年中国人和
日本人观测到的超
新星的遗迹



■ 伽利略发现的木星的 4
颗卫星

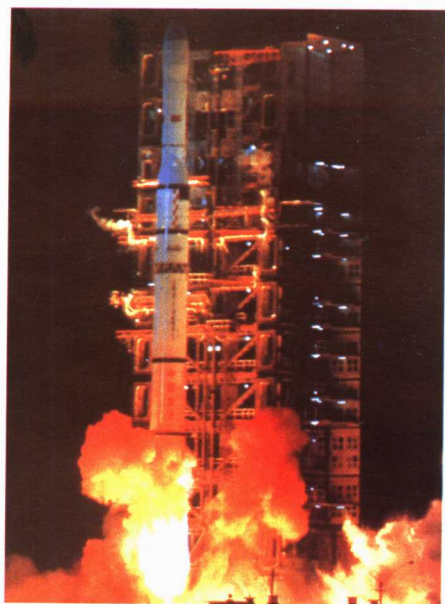


■ 仙女座大星云

SAT/69/09



■ 对称与和谐之美
——巴黎埃菲尔铁塔

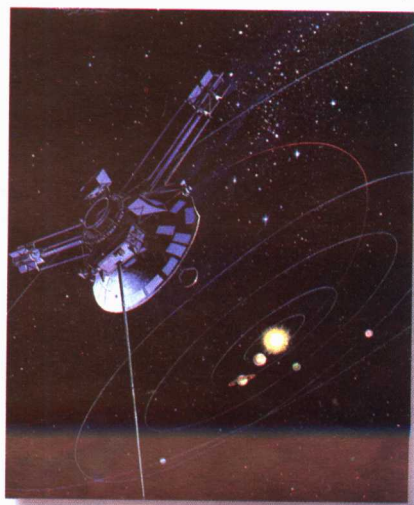


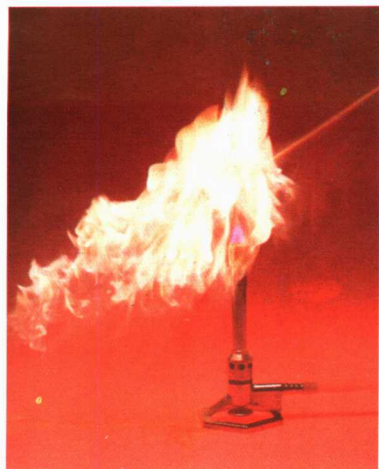
■ 1990年4月7日，我国“长征3号”火箭把美国制造的“亚洲一号”通信卫星送入预定轨道



■ 宇航员在空间站工作

■ 1983年6月13日，先驱者号探测器离开了太阳系

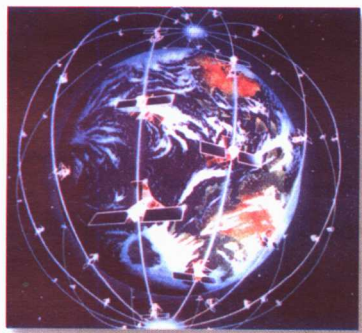




■ 温度和热

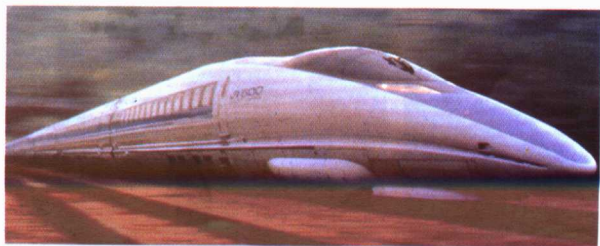


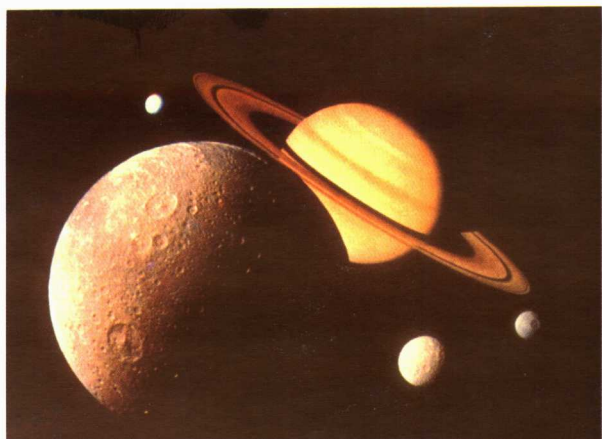
■ 热和相变——首钢公司的八流连铸生产线



■ “铱”卫星计划示意图

■ 日本新干线高速列车

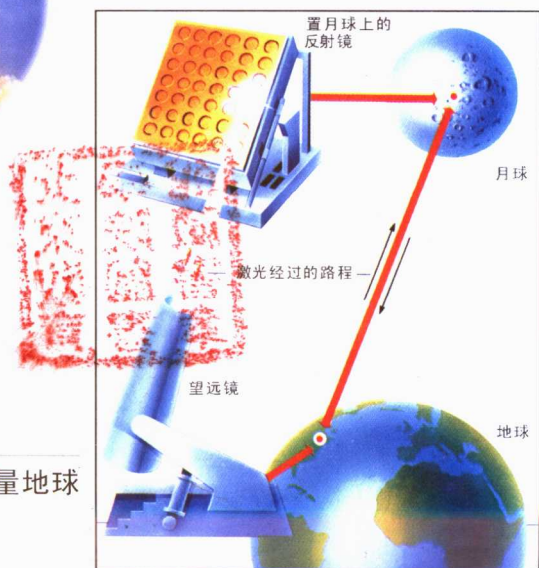




■ 土星和它的卫星



■ 美国航天飞机发射升空



■ 用激光精确测量地球—月球的距离



内容提要

本书主要选取与中学物理有关的、反映物理学发展中创新思维的典型事例或人物,加以介绍,并把每一重大创新及其“来龙”“去脉”展示出来,让读者感受、理解知识产生和发展的过程,作者并对其创新思维的特点进行适当的点评。前面的总论主要包括物理学的发展与创新、创新思维和创新素质的培养三部分内容,是阅读本书的一个导引。本书针对中学物理教师的教学需要,注重实用性,力求通俗、易懂、生动、有趣,努力使中学教师容易理解,并记得住、用得上,为教师提供一些在物理教学中,对学生进行创新思维教育的必要的背景和素材,以作为讲述中学物理教材基本内容的补充。本书的编写将不采用一次完成的方式,而将陆续分辑出版。

本书除作为中学物理教师继续教育的教材外,也可作为高中生、大学生、一般科技工作者和关心素质教育、关心教育和科学技术发展的读者的参考书。

前 言

全面推进素质教育,是当前我国现代化建设的一项紧迫任务,是我国教育事业的一场深刻变革,是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施面向 21 世纪中小学教师继续教育工程,提高教师的素质,是全面推进素质教育的根本措施。

实施中小学教师继续教育,课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程,编写一批基础性教材。

我司根据教育部《中小学教师继续教育课程教材建设方案》的统一规划,参考《中小学教师继续教育课程开发指南》,以中学物理教师继续教育课程教材建设引路,在调查研究和总结经验的基础上,首先设计急需的示范性课程,编制课程标准,经专家审定后,作为编写教材的依据。我们在设计示范性课程及课程标准时,遵循了以下原则:

1. 从教师可持续发展和终生学习的战略高度,在课程体系中,加强反映现代科学技术的发展和应用的课程,加强中学物理专题研究的课程。

2. 把教育理论和教师教育实践经验的总结与教育实践活动的改进密切结合。用现代教育观念和理论方法,优秀课堂教学范例,从理论和实践的结合上,总结教学经验,提高教师教学能力,推动教育改革,落实素质教育。

3. 适应教师培训模式改革的需要,有利于培养教师的创造精神和主观能动性。

4. 注意有效,即实效性。有限,即适量性。有别,即层次

性。有序,即科学合理的系统性。兼顾整体性与个体性,科学性、先进性与针对性相统一,灵活性与统一性相结合。

根据专家审定的中学物理教师继续教育示范性课程和课程标准,编写9种基础性教材:《初中物理专题分析》、《高中物理专题分析》、《初中物理教学设计》、《高中物理教学设计》、《中学物理与现代科技》、《物理学发展中的创新思维选例》、《中学物理实验教学与自制教具》、《中学教师物理教育研究方法》、《中学活动课指导》。这些教材从今年秋季开始陆续出版。中小学教师继续教育语文、数学,中学教师继续教育英语、化学、生物,小学教师继续教育自然、社会等7个学科2~3种急需的示范性课程以及课程标准的设计已经启动,相应的教材将于明年底出版。同时我们还从全国推荐的中小学教师继续教育教材中,组织专家评审筛选一批优秀教材和教学参考书。上述这些教材和新编的基础性教材将向全国教师进修院校、教师培训基地、中小学教师推荐,供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。根据继续教育的需要,我们还将继续设计开发新的课程和教材。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统的工程,尚处在起步阶段,缺乏足够的经验,肯定存在许多问题。各地在使用教材过程中有什么问题和意见,请及时告诉我们,以便改进工作,把课程教材建设提高到一个新水平。

教育部师范教育司

1999年6月24日

目 录

总 论	(1)
一 物理学的发展与创新	(1)
二 创新思维	(11)
三 创新素质的培养	(32)
第一个从太阳的角度透视宇宙的人	
——哥白尼创立日心说	(43)
为天空“立法”	
——开普勒发现行星运动三定律	(62)
向亚里士多德的运动学说挑战	
——伽利略的落体定律研究	(77)
哥伦布发现了新大陆,伽利略发现了新宇宙	
——第一个通过望远镜凝视“天堂”的人	(98)
站在巨人肩上的巨人	
——牛顿及其代表作《自然哲学的数学原理》	(106)
苹果—月亮 地上一天上	
——牛顿发现万有引力定律	(125)
称量地球质量的人	
——卡文迪什测定万有引力常数	(146)

和谐:科学美的灵魂

- 守恒定律和对称性原理…………… (155)

挣脱地球引力,飞出太阳系

- 梦想·现实·未来…………… (177)

是非功过漫评量

- 关于热本质的热动说与热质说之争…………… (195)

自然界的普遍法则

- 迈尔、焦耳、亥姆霍兹与能量守恒定律…………… (207)

麦克斯韦速度分布律

- 分子运动论的重大进展…………… (224)

库仑定律

- 电与磁的研究从定性走向定量…………… (235)

奥斯特的发现

- 电与磁的研究从分立走向统一…………… (244)

磁源于电,动电生磁

- 安培坚定的信念…………… (249)

电磁感应,动磁生电

- 法拉第执著的追求…………… (261)

普遍电磁场理论

- 麦克斯韦的贡献…………… (277)

赫兹发现了电磁波

- 无线通信时代即将来临…………… (287)

让原子有组织地发光

- 激光的基本原理…………… (293)

- 参考文献**…………… (305)

总 论

一 物理学的发展与创新

“创新是一个民族进步的灵魂,是一个国家兴旺发达的不竭动力。”

创新也是科学发展的必由之路。一部科学史,是人类科学知识不断增长的历史。科学知识的增长,有量的积累和质的飞跃,即有继承和创新两种形式。继承包括继承前人的成果、经验,也包括失败的教训,它可以使后人少走弯路。继承使人类世代积累的知识得以延续、传播和储存,是知识创新的基础。而创新则使知识从旧的质态跃变到新的质态,得到提高、深入和升华,在人类知识的增长中具有更重要的意义。科学史上有许多大大小小各种层次的创新,依其深刻程度和对个别学科乃至整个科学知识体系的影响的大小、其历史意义和社会现实意义的大小、其理论价值和应用价值的高低可以分为创新、重大创新、科学革命和伟大的科学革命。例如,发现一个前所未有的原理是创新,使一门学科发展到比较成熟是重大创新,创立一个新理论使一门学科发生变革,是一

种科学中的革命,个别学科的变革发展成为整个科学知识体系的变革,则是伟大的科学革命,是科学进步的主要标志。在自然科学领域,人们普遍承认的伟大科学革命,是与哥白尼(Copernicus, Nicolas 1473 ~ 1543)、牛顿(Newton, Sir Issac 1642 ~ 1727)、拉瓦锡(Lavoisier, Antoine-Laurent 1743 ~ 1794)、达尔文(Darwin, Charles Robert 1809 ~ 1882)和爱因斯坦(Einstein, Albert 1879 ~ 1955)等人的名字相联系的科学革命。

科学本质上是创新的。科学的生命在于创新。创新是科学发展的必然要求,是科学家和科技工作者对科学的主要贡献。科学创新体现为新的发现和发明,即创立新的概念、原理、理论和方法,及将理论研究的成果转化为技术科学、生产技术及其应用上。相对而言,创新比继承具有更大的重要性,在这个意义上说,一部科学史就是不断创新的历史。

恩格斯(Engels, Friedrich 1820 ~ 1895)在马克思(Marx, Karl 1818 ~ 1883)墓前的讲话中说:“在马克思看来,科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量。任何一门理论科学中的每一个新发现,即使它的实际应用甚至还无法预见,都使马克思感到衷心喜悦,但是当有了立即会对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候,他的喜悦就完全不同了。例如,他曾经密切地注意电学方面各种发展情况……”

1850年7月,在伦敦瑞琴特街头的陈列窗里,展出了电力机车模型,马克思看过后非常高兴和激动。他异常兴奋地和朋友们谈起这件事的意义,彻夜未眠。他们“谈着、笑着,喝着酒,直到第二天早晨”。虽然电力机车还仅仅是模型而已,马克思已敏锐地觉察到“这件事的后果是不可估计的”,他还说:“蒸汽大王在前一世纪中翻转了整个世界,现在它的

统治已到末日,另一种更大得无比的革命力量——电力的火花将取而代之。”此后 100 年,全世界基本实现了电气化,电对历史发展进程的革命性影响,完全证实了马克思的科学预言。

最初撞击出这“电力的火花”的不是别人,正是富兰克林(Franklin, Benjamin 1706 ~ 1790)、库仑(Colomb, Charles Augustin de 1736 ~ 1806)、伏打(Volta, Alessandro 1745 ~ 1827)、安培(Ampere, Andre Marie 1775 ~ 1836)、欧姆(Ohm, Georg Simon 1789 ~ 1854)、奥斯特(Oersted, Hans Christian 1771 ~ 1851)、法拉第(Faraday, Michael 1791 ~ 1867)、亨利(Henry, Joseph 1799 ~ 1878)、焦耳(Joule, James Prescott 1818 ~ 1889)、楞次(Lenz, Heinrich Friedrich Emil 1804 ~ 1865)等一群伟大的物理学家。

1747 年,富兰克林提出了“正电”、“负电”的概念。1785 年,库仑得到静电力的平方反比定律。1800 年,伏打发明伏打电堆。1820 年,奥斯特发现导线通电产生磁效应。1822 年安培提出安培作用力定律。1826 年,欧姆确立欧姆定律。1831 年,法拉第发现电磁感应现象。1835 年,亨利发现自感,1842 年发现电振荡放电。1840 年焦耳、1842 年楞次各自独立地发现了电流通过导体时产生热量的定律——焦耳 - 楞次定律。

如果说 19 世纪中叶,电力还只是“火花”,物理学的创新是一系列电磁学原理的提出或确立,电磁现象还多半是实验室里的东西,电力机车还只是橱窗里的展品,那么,到了 19 世纪下半叶,“火花”已成燎原之势。它表现在两个方面:电磁学的一系列创新,一系列的新发现、新发明,终于导致 19 世纪最伟大的科学创新——被称为麦克斯韦(或法拉第 - 麦克斯韦 - 赫兹)革命的伟大科学革命。年青的英国物理学家

麦克斯韦 (Maxwell, James Clark 1831 ~ 1879) 以其大胆的想法力和数学上的洞察力, 在 1861 和 1862 年发表的《物理力线》及以后的论文中, 深刻改造了法拉第的理论, 把它翻译成数学语言使之精确化, 并推广了他的思想。他首次引进了位移电流概念, 并于 1864 年发表了麦克斯韦方程组, 建立了完整的电动力学体系, 他推论出自然界中存在着电磁波, 其传播速度等于光速, 揭示出光、电、磁三种现象的统一性。1888 年, 麦克斯韦电磁理论被赫兹 (Hertz, Heinrich Rudolf 1857 ~ 1894) 在实验上加以验证。法拉第和麦克斯韦引入了一种全新的物理实在, 叫做“力场”。麦克斯韦的理论从“超距作用力”过渡到以场作为基本变量, 把光学并入电磁理论, 连同发现光速同绝对电磁单位制的关系, 以及折射率同介电常数、折射率与电导率之间数量上的关系, 这一切使它成为名副其实的革命的理論。麦克斯韦的理论, 是把 18、19 世纪的经典物理学转变为 20 世纪以相对论和量子力学为代表的新物理学的主要因素。它对于人类的思想解放, 同牛顿革命具有同样的意义。

另一方面, 电磁学研究的新成果, 被广泛应用于技术和工业。以发电机和电动机的发明为标志, 以电力技术革命为中心的第二次技术革命迅猛发展, 电力取代蒸汽为大工业生产提供了前所未有的强大动力, 并促进了一系列重大技术发明和新兴工业的诞生, 人类开始步入电气化时代。把物理 (电磁学) 原理通过技术发明, 应用于生产和人们的日常生活, 这一种创新和理论的创新一样激动人心、绚丽多彩, 它们直接促进了社会生产力的提高, 使世界的面貌和人类的生活大大改观。1819 年, 近代电磁学的伟大奠基者法拉第制成了最原始的直流电机, 1831 年制成了最初的永磁铁发电机的实

验模型。1837年,美国人 S. F 莫尔斯 (Morse, Finley Breese 1791 ~ 1872) 发明了有线电报。1876年,美国发明家贝尔 (Bell, Alexander Ernst Werner Von 1847 ~ 1922) 和格雷彼此独立地发明了电话。1866年,德国电学工程师西门子 (Siemens, Werner Von 1816 ~ 1892) 发明了有划时代意义的自激式发电机,它在电力技术发展中的地位,可与瓦特蒸汽机在蒸汽技术中的历史地位相媲美,从此电能的生产和利用进入了实用阶段。1885年,意大利物理学家、电工学家法拉里 (Ferraris, Galileo 1847 ~ 1897) 提出对交流发电机有关键意义的旋转磁场原理,不久,自 1889年起,俄国电工学家多里沃 - 多勃罗沃尔斯基 (Доливо-Добровольский, М. О. 1862 ~ 1919) 相继发明三相交流鼠笼异步发电机、三相变压器、三相交流输电线,使电能的集中生产和远距离输送成为可能。电的使用,使得电机、电力、电信、电法炼钢、电化学等一系列新兴工业产生了,并极大地促进了内燃机、汽车和飞机等新兴工业的发展。伟大的电学家、物理学家、世界发明之王爱迪生 (Edison, Thomas Alva 1847 ~ 1931) 一生作出了许多发明。他 1876 年在新泽西州创建了第一个工业实验室,到 1910 年该室获得了白炽灯、电影、留声机等 1328 项专利,平均每 11 天取得 1 项。他还于 1882 年建成第一座商用发电站,历经 10296 次失败,发明了镍铁硷电池,他还发现了热电子发射现象,设计了电灯底座、室内布线、街道地下电缆系统、测量电量的仪表、发电机等电力成套设备。爱迪生共完成 2000 余项发明。他的发明,至今还在给无数的人和无数的家庭带来福利。1895年,意大利物理学家马可尼 (Marconi, Guglielmo 1874 ~ 1937) 和俄国物理学家波波夫 (Попов, Александр Степанович 1859 ~ 1906) 分别成功地进行了无线电通信实验。1901年,横越