

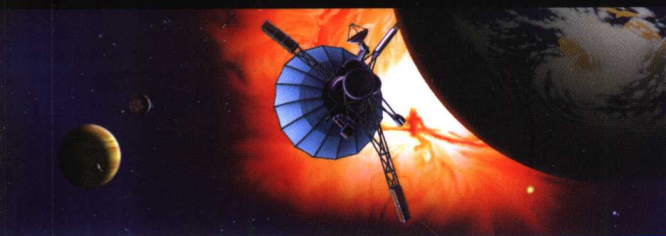


基础教育新课程
教师教育系列教材

物理新课程研究系列 ●主编 廖伯琴

物理探究式教学 设计与案例分析

李远蓉 朱 霞 邓 磊 编著



高等教育出版社

基础教育新课程教师教育系列教材

物理新课程研究系列 · 主编 廖伯琴

物理探究式教学 设计与案例分析

李远蓉 朱 霞 邓 磊 编著



高等教育出版社

内容简介

本书通过对科学探究学习内在本质的揭示,阐释了新课程理念下探究式教学的教育价值:学习科学知识,掌握科学方法,理解科学的本质和价值;讨论了有关探究式物理教学设计的理论基础、基本模式及内容等问题;探讨了基于物理新教材的教学设计,并提供了各类案例及其解析,旨在为教师提供探究式物理教学设计和实施的思路、范式和借鉴;对探究式物理教学中的评价问题进行了讨论;最后就教师普遍关注的问题如实施探究的教学条件、教学资源的开发与利用、教学评价等作了解答。

义务教育物理课程标准倡导科学探究,它既是课程目标、课程内容、评价指标,更是教与学的一种有效方式。如何通过探究式教学设计与实施,使课程目标得以实现,是广大教师渴望了解的;有一本关于探究式教学设计与实施的指南,是广大教师所期待的。本书对从事物理教学及教育研究人员、一线教师具有借鉴作用,可作为物理教师教学设计的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物理探究式教学设计与案例分析/李远蓉,朱霞,邓磊

编著. —北京:高等教育出版社,2003.12

ISBN 7-04-012383-5

I. 物... II. ①李...②朱...③邓... III. 物理课
—教学研究—中学 IV. G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 091981 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×960 1/16

印 张 14.75

字 数 210 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版

印 次 2003 年 12 月第 1 次印刷

定 价 15.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

主编介绍

廖伯琴 理学硕士,教育学博士。西南师范大学物理系教师,博士生导师。高等物理教育学会副理事长,全国性刊物《物理教学探讨》主编。教育部基础教育物理课程改革项目“中学物理课程标准研制”课题组负责人,主持《全日制义务教育物理课程标准》、《全日制高中物理课程标准》研制工作,主编《全日制物理课程标准(实验稿)解读》、全日制义务教育物理课程标准实验教科书《物理》(8、9年级)等。曾获中英友好奖学金赴英国剑桥李约瑟研究所学习,获欧盟项目资助赴英国女王大学合作科研,曾在瑞士、法国、美国等有关高校讲学,主持完成自然科学基金等多项国家级科研课题。

李远蓉 教育学硕士,科学教育博士(在读),副教授,硕士生导师,《化学教育》杂志编委,中国教育学会化学教学专业委员会理事,中国化学会重庆市化学化工学会化学教育专业委员会副主任委员,重庆市环境科学学会环境教育委员会委员。主要研究方向:化学教育、科学教育、环境与可持续发展教育。

发表论文多篇,编著有《化学教学艺术论》、《化学教育学研究》、《中国中小学绿色教育教师手册》、《中学化学学习策略》等。

总序

《基础教育课程改革纲要(试行)》的颁布,标志着我国基础教育进入一个崭新的时代——课程改革时代。《纲要》从课程目标、内容等方面提出了改革的着眼点和最终归宿——“为了中华民族的复兴,为了每位学生的发展”。这一基本的价值取向预示着我国基础教育课程体系的价值转型。新课程顺应时代发展的需要,决心彻底扭转传统应试教育的弊端,以培养学生健全的个性和完整的人格为己任,努力构建符合素质教育要求的新的基础教育课程体系,明示了课程改革的基本理念。

1. 关注学生作为“整体的人”的发展。人类个体的存在是一个整体性的存在。个体存在的完整性不是多种学科知识杂汇的结果,亦不是条分缕析的理性思维的还原。第一,“整体的人”的发展意味着智力与人格的协调发展。新课程努力改革既有课程过于注重知识传授的倾向,把统整学生的知识学习与精神建构作为具体改革目标之一,力图通过制定国家课程标准的形式代替一直沿用的教学大纲,把“过程与方法”作为与“知识与技能”、“情感态度与价值观”同等重要的目标维度,承认学习过程的价值,注重在过程中把知识融入个体的整体经验,转化为“精神的力量”和“生活的智慧”。第二,“整体的人”的发展意味着个体、自然与社会的和谐发展。新课程从整体主义的观点出发,贯彻自然、社会与自我有机统一的原则,致力于人的自然性、社会性和自主性的和谐健康发展,以培养人格统整的人。例如:新课程的一个亮点——综合实践活动课程,其内容的选择和组织就是围绕学生与自然的关系、学生与他人和社会的关系、学生与自我的关系三条线索进行开展。

2. 回归学生的生活世界。教育是发生在师生之间的真实生活世界中的社会活动,课程是学生的课程,课程教学应该在学生的生活世界中关注教育意义的

建构、在现实生活中关注师生之间的对话与理解,追寻富有意义的、充满人性的教育。新课程强调要“加强课程内容与学生生活以及现代社会和科技发展的联系,关注学生的学习兴趣和经验”,这从课程内容的角度确定了课程改革与学生生活的联系,认为课程不再是单一的、理论化的、体系化的书本知识,而是向学生呈现人类群体的生活经验,并把它们纳入到学生的生活世界中加以组织,赋予课程以生活意义和生命价值。新课程还注重学科知识体系的重建,凸现课程综合化的趋势,努力软化学科界限,展开跨学科的对话,强调综合性、加强选择性并确保均衡性。因此说,新课程从结构上也倡导了一种回归生活世界的教育,所体现的不是分科的学科知识,而是综合的跨学科的知识 and 学问,注重社会生活、关照学生的经验和个体差异性,保证了每位学生全面、均衡、和谐地发展。

3. 寻求个人理解的知识建构。课程教学必须建构知识与人之间的一种整体的意义关联,使之对个人的成长和发展产生意义。新课程首先确立了新的知识观,积极倡导学生“主动参与、乐于探究、勤于思考”,以培养学生“获取新知识”、“分析和解决问题”的能力,充分表明新课程不再视知识为确定的、独立于认知者的一个目标,而是视其作为一种探索的行动或创造的过程。其次,新课程把转变学生的学习方式作为重要的着眼点,要求在所有的学科领域的教学中渗透“研究性学习方式”,强调要尊重学生学习方式的独特性和个性化。再次,新课程还力图构建具有个人意义的评价方式,建立发展性课程评价体系,要求“发挥教育的评价功能,促进学生在原有水平上的发展”,将评价视为评价者与被评价者共同建构意义的过程,强调通过学生的主体参与发展自我反思能力,以提升评价的个人发展价值,保障知识生成方式的个性化。

4. 创建富有个性的学校文化。对于课程改革来说,不仅仅意味着内容的更新、完善与平衡,更为重要的是意味着理想的“学校文化”的创造。学校文化的变革是课程与教学改革中最深层次的改革,“学校文化”的再生正是课程改革的直接诉求和终极目标。新课程正在致力于建立民主的课程管理文化,“实行国家、地方、学校三级课程管理,增强课程对地方、学校以及学生的适应性”,并提出开发校本课程,主张学校拥有课程自主权、教师是课程开发的主体、具体学校是课程开发的场所,这最能反映学校的具体情境和学生的学习需求,体现学校的特色和发展风貌。“三级课程管理”的理念赋予教师参与课程开发、管理课程的权力,有利于建设合作的教师文化,促使教师积极参与课程开发,展开交流和对话,打破原有独立作业的教学形态,培养教师的团队合作精神,逐渐在参与改革的教师之间形成“伙伴式的团队文化”,实现共同的教师专业成长。学校一旦形成民主

的管理文化和合作的教师文化,整个学校就会显示出蓬勃的发展生机,逐渐营造出一种充满学校特色、丰富多彩的环境文化,更好地促进学生的主体发展、培养身心的和谐发展。

新课程秉持全新的课程改革理念,在课程目标、课程功能、课程结构、课程内容、课程实施、课程评价及课程管理等方面都发生了重大变革,较原来的课程有了重大创新和突破。新课程的实施是我国基础教育战线一场深刻的变革,新的理念、新的教材、新的评价,强烈冲击着现有的师范教育体系,对广大教师和教育工作者提出了更高更新的要求。教师自身的理论素养和实践能力是决定课程改革成败的关键。这就需要中小学教师必须迅速走进新课程、理解新课程,确立一种崭新的教育观念,改进原来习以为常的教学方法、教学行为和教学手段,重新认识和确立自己的角色,改变课堂专业生活方式,提升课程意识,提高教师专业化水平。

由高等教育出版社出版发行的《基础教育新课程教师教育教材》,以基础教育课程改革的新思想、新理念为指导,贯彻《纲要》关于教师培养和培训的基本精神,主要宗旨在于促使教师更快地适应新课程理念下的学科教学。这套系列教材由参与基础教育课程改革的专家、教学法专家、各师范大学和省教育学院的教师或教研员以及实验区一线的优秀教师共同参与编写。教材所涉内容既充分反映了课程教学方面的最新进展和研究成果,又贴近一线教师的教学实践,为教师在职培训和师范院校本科生的学习提供了系统的学科教育观念、教学设计的策略以及课程教学的科学性知识。它既可作为教师在职培训的优秀教材,也可作为师范院校本科生乃至学科教学论硕士研究生的主要教学参考书,是广大教师更新教育观念、理解新课程标准、提高教学艺术的重要参考读物。本套系列教材的基本特点在于:

第一,以解读学科课程标准为立足点。这套教材充分体现基础教育课程改革纲要的基本思想,把新的课程标准的各项要求融入其中,紧密结合目前课程改革的经验和教师培训的需求,吸取各学科教学论的最新科研成果,既立足当前需要,又放眼长远发展,力图准确把握学科教育发展的脉搏,分析和介绍各学科教学的内容和特点,勾勒出学科教育教学的整体轮廓。教材所表达的学科教学发展的最新理念将对我国学科教学的转型产生一定的促进作用,而其分析和介绍的学科教学的实践模式亦将对我国新的课程与教学实践产生一定的促进作用。

第二,以加强新课程教师教育为出发点。本套教材从教师实用的角度解析新的课程标准,以培养适应新课程和新教材的新型教师为出发点,本着为中小学

教师教学服务的原则,极力凸现如何使教师尽快适应新课程理念下的各学科教学。教材不仅展开了充分的教学理论阐述,而且提供了较为直接的可供读者使用的新课程典型案例和资料,具有较强的示范性、实用性和指导性,是一线教师进行备课、教学等实际工作的有力助手,有利于积极促进教师教学方式与学生学习方式的根本变革。

第三,以实现学科重建为最终归宿。这套系列教材由66册著作组成,涵盖基础教育的所有学科,分别针对小学和初中两个层次,根据学科教学论的内容,如教学策略、学习论、教学与学业评价等,全面阐释和分析了学科教学的一般理念 and 设计范式,呈现出一种崭新的学科样式。就整套教材来看,它是目前同类图书中最新的、最系统的产品,具有较高的质量和权威性,它的出版大力推动了我国学科教学论的理论研究和实践探索,也有效地推进了学科教学过程的优化。

教师发展是课程开发的中心。希冀广大教师以主人翁的姿态积极投入到实践新课程的浪潮之中,与新课程共同成长;盼望新课程的实施,进一步促进教师专业化水平的提高和教师教育事业的发展。让我们共同期待着中国基础教育课程改革的圆满成功!

钟启泉(教授 博士生导师)

2003年1月于华东师范大学

目 录

第 1 章 探究学习与物理新课程	1
第一节 科学探究	2
第二节 探究学习	8
第三节 物理新课程中的探究学习	21

第 2 章 物理探究教学设计的理论	45
第一节 物理探究教学设计的理论基础	46
第二节 教学设计的一般模式	52
第三节 探究式教学设计的基本模式	55

第 3 章 物理探究教学设计及案例解析	91
第一节 探究教学的模式设计	92
第二节 物理探究教学设计及实验教材案例解析	101
第三节 国外物理探究教学设计及案例解析	138

第 4 章 物理探究教学的评价	155
第一节 物理探究教学的评价原则	156
第二节 物理探究教学的评价指标	163
第三节 物理探究教学的评价方法	190

第 5 章 物理探究教学设计及实践中的常见问题	199
第一节 物理探究教学的目标	200
第二节 探究教学的内容	203
第三节 探究教学实施过程	205
第四节 关于学习者	208
第五节 教师及教学资源	210

ii 目 录

第六节 教学评价	214
后记	219

第 7 章

探究学习与物理新课程

- 科学探究
- 探究学习
- 物理新课程中的探究学习

科学探究作为基础物理课程改革的基本理念,体现在课程目标、课程内容、教学方式、学习目标和课程评价等方面。要有效地实施物理课程,需要理解科学探究的内涵,理解科学探究在物理新课程中的价值。

第一节 科学探究

科学的真理不应在古代圣人的蒙着灰尘的书上去找,而应该在实验中和以实验为基础的理论中去找。真正的哲学是写在那本经常在我们眼前打开着的最伟大的书里面的。这本书就是宇宙,就是自然本身,人们必须去读它。

——伽利略[意大利]

一个探究案例

在对权威观点的研究中发现问题

亚里士多德凭着“自信的直觉”,得出了“重物体比轻物体下落速度要快些”的观点,这种观点统治了西方学术界将近 2000 年。

1590 年,25 岁的伽利略在研究亚里士多德的这一经典理论中发现了问题。

提出自己的猜想或假设

他提出质疑,设 A 为一重物体,B 为一轻物体,按亚里士多德的观点,A、B 两物体分别下落时,A 物体下落快,B 物体下落慢,如果将它们捆在一起而形成 C 物体,则 C 物体比 A、B 两物体都要重,按亚里士多德的观点,C 物体下落比 A、B 两物体都要快。但从另一角度分析,A 物体下落快,B 物体下落慢,将它们捆在一起时,A 物体会拉着 B 物体从而使 B 物体下落比原来下落快,而 A 物体因为 B 物体的作用则会比原来慢,总体来看,A、B 在一起时的下落速度比 A 单独下落时要慢而比 B 单独下落时要快,这样亚里士多德的观点前后出现了矛盾。因此物体应该是同时落地。即伽利略认为不管是轻的还是重的,它们从高空落下时,都同时落地。为了证实自己的假设,伽利略宣布要在比萨斜塔上进行实验,证明自己

的理论。

当伽利略左手拿一个铁球,右手拿较左手的铁球重十倍的另一个铁球爬上比萨斜塔七层的阳台时,塔下已是人头攒动,比萨大学的校长、教授、学生,还有许许多多看热闹的市民,但没有一个人相信伽利略会是对的。

设计并
进行实验

伽利略将身子从阳台上探出,两手同时撒开,只见两只铁球从空中落下,眨眼之间,“咣当”一声,同时落地。塔下的人一下子都懵了,寂静片刻之后,便乱作一团。

这时,伽利略从塔上走下来。校长和几个老教授立即将他围住说:“你一定是施了什么魔术,让两个球同时落地,亚里士多德是绝对不会错的。”伽利略说:“不信,我还可以上去重做一遍,这回你们可要注意看着。”校长说:“不必做了,亚里士多德是靠道理服人的。重东西当然比轻东西落得快,这是公认的道理。就算你的实验是真的,但它不符合道理,也是不能承认的。”伽利略说:“好吧,既然你们不相信事实,一定要讲道理,我也可以来讲一讲。就算重物下落比轻物快吧,我现在把两个球绑在一起,从空中扔下,按照亚里士多德的道理,你们说说看,它下落时比重球快还是比重球慢?”

校长不屑地说道:“当然比重球要快!因为它是重球加轻球,自然更重了。”这时一个老教授忙将校长的衣袖扯了一下,挤上前来说:“当然比重球要慢。它是重球加轻球,轻球接拉重球,所以下落速度应是两球的平均值,介乎重球和轻球之间。”伽利略不慌不忙地说道:“可是世上只有一个亚里士多德啊,按照他的理论,怎么会得出两个不同的结果呢?看来还是亚里士多德错了!物体从空中自由落下时不管轻重,都是同时落地。”

进一步的实
验证明

后来,伽利略又巧妙设计了斜面实验来进一步证明自己的理论。

1642年科学家玻义耳在实验室的真空容器中进一步证明了伽利略的这一理论。

一、科学探究的涵义

伽利略对物体落地快慢的研究便是一个科学探究活动,包含科学探究的几个基本步骤:在研究中发现并提出问题,展开猜想或

假设与假说,进行实验与分析论证,从而证实猜想或假设。

广义的探究泛指一切独立解决问题的活动,就是人们通常所说的对某个现象或问题追根究底、好奇爱问,试图弄清事理的行为。它既包括成人那种深思熟虑式的“思想实验”,又包括儿童那种尝试错误性的体验探索;既有自觉的,又有自发的;既可能是新颖独创的,又可能是模仿的。可以说,广义的探究倾向是人类的天性,人皆有之。^①

狭义的探究专指科学探究,是科学家们用以研究自然界,并基于研究所获得的证据,提出种种解释的多种不同途径;是一种系统的调查研究活动,其目的在于发现并描述物体或事物之间的关系。其特点是采用有秩序的和可重复的过程,简化调查研究对象的规模和形式,运用逻辑框架作解释和预测。实际上,对自然界的探究有许多种形式和层面,从一个小孩想知道蚂蚁如何在地下生活,到物理学家探寻物理现象,发现其中的物理规律,都可称为探究。因此,作为一种求知的过程,“探究”既指的是科学家研究自然界所用的各种方法,也指学生们用以获取知识、体会科学思想、领悟科学方法,实现科学态度和科学精神而进行的各种活动。^②实际上,学生探究科学知识和科学家所从事的研究活动和思维过程在本质上是相同的,学习者和科学家都是通过正视新的问题和新的现象,通过收集资料,提出并验证假设来构建科学的知识,获取科学的方法和养成科学的态度。在整个探究过程中,他们都经常评价或重新评价所得证据的本身价值及其有效程度,分享、批判他们的假设和其他假设。所不同的是科学家是寻求人类未知的知识,而学生是获取对人类来讲是已知的,但对他们来讲是未知的知识。

科学探究的内容不仅包含从事探究的能力,还包含如何理解探究本身以及探究何以能导致科学发现。

① 勒玉乐. 探究教学论. 重庆:西南师范大学出版社,2000

② 美国国家研究理事会. 美国科学教育标准. 北京:科学技术文献出版社,1999

二、科学探究的过程

从上面的案例我们可以总结出科学探究的一般过程(图 1-1):

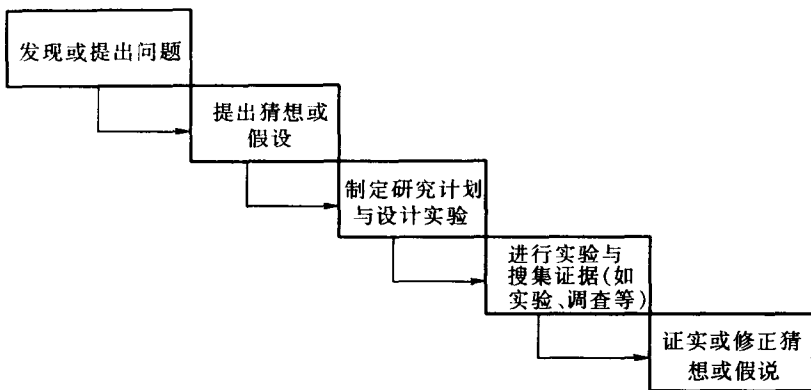


图 1-1 科学探究的一般过程

1. 在研究中发现或提出问题

天体是怎样运行的?光的本质是什么?电、磁能相互转化吗?科学研究往往从问题开始,自然界美妙而复杂的现象激发了一代又一代科学家的好奇心和探究欲,促使他们去探索隐藏在自然现象背后的本质。虽然物理学已建立起自己的知识体系,但物理学对自然界本质的认识还在继续着,微观世界仍有许多未知的奥妙,如除引力、电磁力、强作用力、弱作用力外,是否还有第五种相互作用力?星系、星团是怎么形成的?等等,这些都尚待我们去探索。

2. 提出猜想或假设

人类在揭示自然规律、创立科学理论时,往往要根据已有的科学事实和理论,经过科学的思维过程,对产生的现象或事实作出一些假定性的解释,是人们对某一事物或现象的原因尚不知道时所作的一种推测。这种带猜测性的解释在未经实验检验之前,只是一种假说,如果被实践证明是正确的,便转化为理论。科学假说的形成和发展是人类思维形式和思维方法相结合的产物,科学假说作为一种科学研究的方法,在物理研究中起着重要的作用。假说提示了

研究的方向,是建立和发展理论的基础。例如麦克斯韦在已有电磁理论的基础上,提出“涡旋电场”和“位移电流”假说,建立了统一的电磁理论方程组,预言了电磁波的存在。美籍华裔物理学家杨振宁、李政道在解决粒子物理中著名的“ $\tau-\theta$ ”之迷时,从理论上研究认为 τ 和 θ 是同一粒子(K介子),从而提出弱相互作用下宇称不守恒的著名假说。这些假说经过实践的检验成为理论。

3. 制定研究计划与设计实验

制定一个周详的研究计划是研究得以顺利进行的保证。在伽利略设计的斜面实验中,首先,他有意识地忽略空气阻力的影响,以便抓住问题的主要方面,撇开一些次要因素;其次,他变更一些实验条件(如改变斜面的倾角),观察实验结果的变化;他选择斜面做实验,是为了延长物体在它上面下滑的时间,以适应当时的测量条件。这种实验构思极为巧妙,使原来自由落体中难以测量的量(时间)变得容易测量。

4. 进行实验与搜集证据(实验)

搜集证据,是证实猜想或假设的根本途径。搜集证据的方法包括观察、调查、测量、实验等等。就物理学而言,实验是搜集证据的主要途径。实验是科学家根据研究目的,使用科学仪器和设备,有意识地控制自然过程的条件,模拟自然现象,突出主要因素,在特定条件下去探索客观规律,从而认识客观世界的一种认识方法。实验方法,不仅是科学研究的重要手段,而且是科学发展的直接基础,推动和检验着自然科学的发展。正如诺贝尔物理学奖获得者费曼所说:“如果想要发现什么东西,就去细致地做一些实验,这要比冗长的哲学争辩好得多。”纵观物理学发展的历史,可以说也是一部实验史。物理学史上,意大利科学家伽利略把实验的方法引入科学研究,使物理学真正走上科学的道路。他所做的自由落体、抛体运动和物体沿斜面运动的一系列精密实验研究,蕴含了丰富的实验思想。

5. 证实或修正或否定

通过对证据的解释,证实或修正或否定假说是科学研究的一个基本环节。假说向理论转化有以下几种情况:

证实假说 科学事实证明了假说的正确性,假说便转化为理

论。如光的波粒二象性模型的建立。

修改假说 原假说与新的科学事实不甚吻合,需要对原假说进行修正。如惠更斯原理被修改为惠更斯-菲涅尔原理,微粒说、波动说之后的波粒二象性假说。

否定假说 假说与新发现的科学事实产生矛盾,因而原假说被否定。如波动说取代微粒说。

三、科学探究的价值

1. 揭示客观世界中纷繁复杂现象的本质,发现它们之间的相互关系,掌握自然发展的规律,建立科学知识体系

伽利略通过研究,否定了亚里士多德“重的物体比轻的物体落得快”等错误观点,提出匀速运动和匀加速运动等概念,奠定了力学的基础;牛顿在伽利略、开普勒等人的研究成果基础上,对力学理论进行创造性的综合,提出了万有引力定律、牛顿运动三定律,完成了物理学的第一次大综合;麦克斯韦在库仑、高斯、欧姆、安培、毕奥、萨戈尔、法拉第等人一系列研究和实验成果的基础上,建立了麦克斯韦方程。伦琴在实验中发现了X射线,汤姆逊发现了电子,贝克勒耳发现了物质的放射性,正是这三大发现揭开了现代物理学革命的序幕。爱因斯坦提出光速不变原理和相对性原理,创立了具有划时代意义的狭义相对论。

2. 建立和发展探究自然规律的科学方法

科学方法论是科学研究的锐利武器和有效工具。在科学研究的每个程序都要运用科学方法,如提出问题要运用假设的方法,搜集证据要运用实验、调查等方法,解释证据要运用分析、综合、归纳、演绎等方法。物理学的重大发现往往首先从方法论上打开缺口,进而发现自然规律。意大利科学家伽利略(1564—1642)继承古希腊阿基米德的传统,发展了实验和数学相结合的科学研究方法,他在观察、实验的基础上,经过推理和计算对现象提出假定性说明和定量的描写,然后再用实验加以检验,从而取得了静力学和动力学方面许多十分有价值的研究成果。其中最为突出的,是他运用逻辑分析并通过著名的比萨斜塔实验和小铜球斜面滚动实验,得出了自由落体定律,推翻了亚里士多德的学说。波耳兹曼和