



新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列 | GAOZHONG WULI TANJU SHIYAN JI ANLI JIAOXUE SHEJI

高中物理探究实验及案例教学设计

◎冯 杰 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

未名启迪·新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列

高中物理探究实验及 案例教学设计

冯 杰 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是从科学方法论的角度和物理教与学的角度,根据《普通高中物理课程标准(实验)》的要求,配合普通高中课程标准物理教科书的主要知识点而编写的,其内容基本可以涵盖高中物理课程12个模块的相关探究实验。每章第一节的探究实验,既可以作为教案也可以作为学案,而第二节的教学设计举例主要作为教案使用。

本书可以作为“课程与教学论·物理”全日制硕士专业、物理教育硕士学位必修课的教材,可以作为物理教育本科专业的教学设计课程的教科书。尤其对中学广大物理教师的物理新课程课堂教学的设计具有重要参考价值,也可供从事物理教育研究的专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

高中物理探究实验及案例教学设计/冯杰编著. —北京:北京大学出版社, 2011. 4

(未名启迪·新视野教师教育丛书·学科课程与教学系列)

ISBN 978-7-301-18332-8

I. ①高… II. ①冯… III. ①物理课—教学研究—高中 IV. ①G633.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第256518号

书 名: 高中物理探究实验及案例教学设计

著作责任者: 冯 杰 编著

丛书策划: 姚成龙

责任编辑: 陈斌惠

标准书号: ISBN 978-7-301-18332-8/O·0834

出版发行: 北京大学出版社(北京市海淀区成府路205号 100871)

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: zyjy@pup.cn

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62754934 出版部 62754962

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 24.5印张 593千字

2011年4月第1版 2011年4月第1次印刷

定 价: 45.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话:(010) 62752024 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

从认识论的角度，物理概念的形成、规律的发现和理论的建立，都有赖于实验，理论正确性也要不断受到实验的检验。从这个意义上说，物理学是一门实验科学。

从科学方法的角度，物理学的发展是人类不断探究自然规律的思维过程，特别是近代物理学的建立、发展和研究，其中的探究型实验研究起到了决定性的作用。比如，激光原理和激光技术的发展，已经不太容易将单纯的物理理论研究与探究型实验研究分开。

从物理学习的角度，可以将物理实验分为三种类型，即演示实验、技能训练型实验和科学探究型实验，它们的作用分别是：使学生深化对物理现象、概念和规律的了解和理解；学习基本实验仪器的构造原理、进行基本实验技术和方法的训练；培养科学的思维方法。这三方面的目的和要求在高中课程标准的目标上得到了很好的体现，前两个方面是基本的学习要求，后一个方面体现在对传统物理教学模式的改革上。所以，《物理探究实验及教学案例设计》的编写力图体现高中物理课程的基本理念和主要特点，加强新课程三维目标的实施，加强科学探究和实验能力的培养，有利于学生的自主学习。本书每个实验都力图按照科学探究过程的七个要素进行设计，一般设置有“提出问题”、“假设与猜想”、“参考器材”、“探究过程”、“分析与论证”、“评估”和“交流与合作”等栏目。为了进一步启迪学生的思维，激发实验兴趣，还安排了“实践与拓展”相关内容，供有兴趣的师生阅读。最后，为突出其实用性，还设有“高考链接”。栏目的设定，不仅仅是为了符合探究实验的一般过程，主要是提供引导的思路、方法和途径。比如，“提出问题”栏目里，为学生创设一个探究前的物理情景，激发学生的探究意识和创新思维；“假设与猜想”为学生提供必要的发散性思维主题或聚合性思维的主题；“参考器材”给出部分器材，其选择性有两个目的：为学生提供较自由的思考活动空间，适应不同实验条件的学校需要，等等。

从物理课堂教学的角度，知识的传授、科学方法的运用必须适应学生的认知规律和特点，比如，必须遵守循序渐进原则，同时也要符合我国中学教育教学模式。比如，本书在探究实验案例设计基础上，同时提供了符合物理新课程理念的课堂教学案例设计，目的在于提示物理教师，首先，明确自己应当教什么，所教内容在课程和教材体系中的地位——这就是课程、教材的分析；其次，应当明确如何教，即教学对象的认知规律、学习特点和教学方式。这样，本书就构成了比较完整的教与学的实践案例设计。

《物理探究实验及教学案例设计》原来是根据《普通高中物理课程标准（实验）》的要求，配合“课程与教学论·物理”硕士专业学位课程以及普通高中课程标准物理教科书的内容编写的，其内容基本可以涵盖高中物理课程结构的12个模块中相关的探究实验。每章第一节的探究实验主要既可以作为教案，也可以作为学案（不是高中学生必读的内容），而第二节的教学设计举例主要作为实践教案使用。本书可以作为“课程与教学论·物理”

硕士研究生的学位课程教材，可以供使用普通高中课程标准物理教科书的广大中学物理教师参考，也可以供广大物理教育研究人员参考以及给有兴趣的读者提供一个交流的园地。

在本书出版之际，笔者要特别感谢上海师范大学以及数理学院和教育学院领导和同事的关心和支持！同时也要感谢我的研究生同学们，他（她）们为笔者收集、整理写作素材和参与研讨也付出了辛勤的劳动！最后，特别感谢北京大学出版社的支持和帮助！

由于编著者水平所限，书中错漏之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

2010年3月

前言	1
第一章 物理探究实验的基本能力要求	1
第一节 物理探究实验的基本功能	1
一、传统物理实验的教学功能	1
二、从验证性实验到科学探究的教学模式转型	2
三、关于科学探究的理论认知	3
四、科学探究实现的必要条件——小班教学	6
第二节 新课程理念下的科学探究	7
一、开展科学探究教学的意义	7
二、科学探究活动构成要素及其目标要求	8
三、科学探究的组织形式	11
四、科学探究活动的特点——就“提出问题”引出的话题	12
五、科学探究能力要素培养的分析举例	14
六、关于物理课外探究活动	20
第二章 力学的探究实验及教学设计举例	23
第一节 力学的科学探究实验	23
探究实验 2-1 用单摆测定重力加速度	23
探究实验 2-2 自由落体运动规律	29
探究实验 2-3 探究弹力与形变量的关系	33
探究实验 2-4 牛顿第二定律	37
探究实验 2-5 探究摩擦力大小的因素	44
探究实验 2-6 机械能守恒定律	48
探究实验 2-7 动量守恒定律	55
探究实验 2-8 机械振动	60
探究实验 2-9 机械波	65
探究实验 2-10 机械波的衍射	71
第二节 力学案例教学设计举例	75
案例设计 2-1 牛顿第一定律	75

案例设计 2-2	牛顿第二定律	80
案例设计 2-3	作用力与反作用力	85
案例设计 2-4	探究单摆的振动周期	89
案例设计 2-5	摩擦力	96
案例设计 2-6	共点力的平衡条件	100
案例设计 2-7	动量 动量守恒定律	104
案例设计 2-8	反冲运动	106
案例设计 2-9	用单摆测定重力加速度	109
第三节	高中物理新课程相对论和宇宙学的教学设计	113
案例设计 3-1	狭义相对论诞生	118
案例设计 3-2	光速不变原理	120
案例设计 3-3	必修 2 经典时空观与狭义相对论时空观的教学设计	123
案例设计 3-4	选修 3-4 时空相对性的教学设计	131
案例设计 3-5	关于相对论和宇宙学的课外活动设计	134
第三章	热学与原子物理学的探究实验	138
第一节	热学与原子物理学的科学探究实验	138
探究实验 3-1	探究油膜法估测分子的大小	138
探究实验 3-2	探究物质比热容	142
探究实验 3-3	探究热量做功	146
探究实验 3-4	探究原子的结构模型	148
探究实验 3-5	测定空气中的放射性物质半衰期	152
探究实验 3-6	探访核电站——核电站工作原理的实践探究活动	157
第二节	热学和原子物理学案例教学设计	158
案例设计 3-1:	热力学第二定律 (人教版)	159
案例设计 3-2:	热力学第二定律 (粤教版)	166
案例设计 3-3	原子的结构 (人教版)	176
第四章	电磁学单元的探究实验	180
第一节	电磁学的科学探究实验	180
实验 4-1	探究库仑定律	180
实验 4-2	闭合电路欧姆定律的实验探究	185
实验 4-3	探究电阻定律	188
实验 4-4	实验探究安培力	192
实验 4-5	探究法拉第电磁感应定律——感应电流产生条件的实验探究	197
实验 4-6	实验探究动生电动势——影响感应电动势的大小因素	203
实验 4-7	实验探究感应电流的方向——楞次定律	207
实验 4-8	实验探究自感现象及其应用	214
实验 4-9	实验探究涡流现象及其应用	221
实验 4-10	实验探究变压器的电压与匝数的关系	226

实验 4-11 实验探究远距离输电与电能损失	229
实验 4-12 实验探究电磁波的发射和接收	233
第二节 电磁学教学案例设计举例	237
案例设计 4-1 静电场的电场强度	237
案例设计 4-2 电阻的串联和并联	242
案例设计 4-3 闭合电路中的欧姆定律	246
案例设计 4-4 电磁波	251
案例设计 4-5 了解电容器	252
案例设计 4-6 决定导线电阻的因素	258
案例设计 4-7 认识多用电表	265
案例设计 4-8 楞次定律教学设计(第一课时)——判断感应电流的方向	270
案例设计 4-9 传感器与自动化	274
第五章 光学单元的探究实验	279
第一节 光学的科学探究实验	279
探究实验 5-1 探究凸透镜的成像规律	279
探究实验 5-2 液体折射率的测定方法	284
探究实验 5-3 光的干涉现象	288
探究实验 5-4 光的衍射现象	293
探究实验 5-5 光的偏振特性	296
探究实验 5-6 全反射条件和光纤通信原理	299
第二节 光学案例教学设计	303
案例设计 5-1 光的折射定律	303
案例设计 5-2 玻璃折射率测定的教学设计	309
案例设计 5-3 “寻找焦点”	312
案例设计 5-4 探究凸透镜成像规律	314
案例设计 5-5 光的干涉	318
案例设计 5-6 光的衍射	322
案例设计 5-7 光的偏振	326
案例设计 5-8 全反射 光导纤维	329
第六章 物理课堂外的探究实验	334
课外探究实验 6-1 饮水鸟为什么能持续饮水——以问题为导向的演示	334
课外探究实验 6-2 水火能相容吗——以问题点拨的分组活动	338
课外探究实验 6-3 蜡烛熄灭后水面为什么会升高——以问题诱导的设计实验	341
课外探究实验 6-4 浮沉子的工作原理是什么——以问题引导的小实验	344
课外探究实验 6-5 走钢丝者手中的杆是多余的吗——利用生活现象创设 问题情景	346
课外探究实验 6-6 瓶塞为什么能“跳高”——利用生活经验创设 问题情景	348

课外探究实验 6-7	方轮滚滚	350
课外探究实验 6-8	勤快的“啄木鸟”	353
课外探究实验 6-9	“迟疑”的沙漏	356
课外探究实验 6-10	组装和维修日光灯	359
课外探究实验 6-11	“跳猴摘桃”	363
课外探究实验 6-12	“楞次定律演示摆”制作	365
课外探究实验 6-13	热力学第二定律的发展历程	367
课外探究实验 6-14	地磁场的探究	369
课外探究实验 6-15	电磁灶可能代替燃气灶吗	373
课外探究实验 6-16	你懂得阅读家庭装修电路系统图吗	374
课外探究实验 6-17	神奇的大气现象——彩虹	376
课外探究实验 6-18	数码相机的奥秘	378
课外探究实验 6-19	变色水	380
主要参考文献		382

第一章 物理探究实验的基本能力要求

初、高中物理的教学目标有一个共同点，那就是促使学生深化对物理现象、概念和规律的了解和理解，学习基本实验仪器的构造原理，掌握基本实验技术和方法的技能，培养科学的思维方法。这三方面的要求都体现在物理课程标准“科学探究”的目标之中。而“科学探究”最基本的形式是物理探究实验（当然，理论上，逻辑思维的探究也是科学探究的形式），物理探究实验过程的七个要素是对学生的科学探究活动的基本能力要求。物理学家劳厄说：“重要的不是获得知识，而是发展思维能力，教育给予人们的无非是当一切已学过的东西都遗忘掉的时候所剩下来的东西。”培育学生科学探究能力的目的在于提高学生的科学素养。科学素养的结构包括科学知识、科学过程和科学方法、科学的本质与价值观。科学探究通常是指科学家用于研究自然并基于此研究获得的证据，提出种种解释的多种不同途径。基础教育的科学探究是指教育者指导学生应用科学探究的方法以获得物理知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家研究自然界所用的方法，从而达到提高学生的科学素养的目的。

本章主要讨论科学探究活动中的物理探究实验的基本功能和物理新课程理念下的科学探究的基本要求和作用，而具体的实验探究方法以及基本的实验技能要求则分别在本书后续的各章节之中进行讨论。

第一节 物理探究实验的基本功能

物理学是一门以实验为基础的自然学科，物理学的学习方式应当体现以实验形式为主线的教与学模式。物理实验以其形象、生动、形式多样等特点蕴藏了非常活跃的教学因素，为学生提供了全面发展的空间，活化知识结构和训练思维空间，为以后从事科研工作及其他工作打下坚实的基础。物理实验作为一种能动的时间和空间的科学探究活动，它既是青少年心理和认识发展的重要源泉和动力，也是现代经济发展和社会进步不可缺少的因素。因此，物理新课程标准将物理探究实验的目标要求提高到了中心地位。

一、传统物理实验的教学功能

杰出的物理学家、数学家麦克斯韦（James Clerk Maxwell, 1831—1879）是最早研究物理实验教育功能的学者之一。他认为：“物理实验这门学习课程，除了在实践中保持学习中长期培养注意力和分析力外，也促进学生锤炼自己观察的敏锐和动手操作的能力。”

在当代，APS（美国物理学会）联合 APPT（美国物理教师协会）在研究的课题中提到：“通过进行物理实验，学生可以：（1）建立感性认识，同时消除由于现象同本质的直接对立而产生的错误概念；（2）提高分析能力所具备的实验构想和阐述；（3）学会使用简

单的仪器和一些技巧的使用；(4) 由于实验中发现、挑战、惊讶、诡计或戏剧性等因素，实验能促进教学法提高和发展。”

在国内，专家们对中学物理实验教学持有的观点如下。

(1) 为学习物理概念与规律提供物理环境。理性认识是在感性认识的基础上形成的，实验便为形成感性认识提供了物理环境，让学生看到、摸到、触到和听到各种物理现象，将教师无法用语言表达的物理概念、规律用事实告诉学生。

(2) 能培养学生的科学态度和科学精神。实验本身是一个严谨的科学过程，要获得实验的成功，必要的条件是实验过程中的一丝不苟，并且不能存在任何半点的虚假，这对培养学生实事求是的态度以及严谨的科学精神是至关重要的。除此以外，实验还能磨炼人的意志、培养人的优良品质等。

(3) 有利于因材施教，调动学生的主观能动性。中学生的思维特点是：好奇、好问、好动、好胜、好玩、求知欲强。这些思维特点极大地刺激着学生学习的内外因素，通过实验激发学生学习的兴趣，唤醒学生的主观能动性，从而有效地提高课堂教学质量及效果。

(4) 能发展学生能力和技能，掌握科学研究的方法。实验是脑与手并用的实践活动。在实验中，学生必须阅读实验资料，自己动手操作仪器，观察实验现象，排除实验中遇到的故障及问题，对实验数据进行记录，分析实验的结果等活动，从而培养学生的实验能力与研究的方法。

(5) 具有非语言传播和评价的功能。在物理实验中，人类的感知活动、理性思维和个体的个性品质发生作用，从而影响实验过程并能够培养学生的实验能力与实验技能；同时这些能力与技能共同作用于学生分析物理过程，使学生有序地进行观察、测量和动态实验模拟等过程，并将对自然界的认识整合成自己的知识和经验，对实验的构思、设计、分析过程的评价及修改起到反馈作用，促进物理实验的顺利进行，发挥着非语言传播的功能以及对实验评价的功能。如图 1-1-1 所示是非语言传播和评价功能的简单流程。

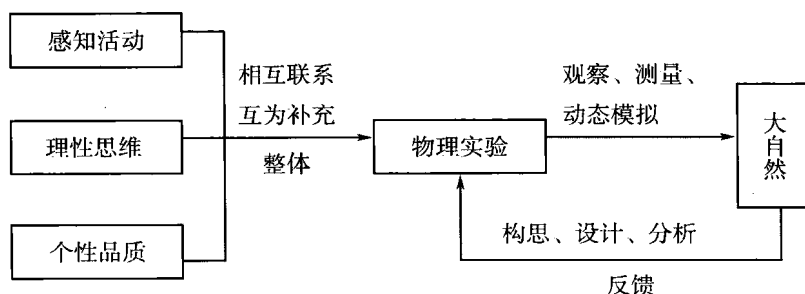


图 1-1-1 非语言传播和评价功能的简单流程

从以上国内外对物理实验教学功能的研究来看，实验教学是物理教学的有机组成部分，对提高物理教学质量、培养全面人才有不可预知的效果。

二、从验证性实验到科学探究的教学模式转型

怎样才能尽可能地发挥出物理实验在物理教学中的重要作用呢？

传统物理实验主要采用的教学模式是验证性实验，验证性实验是一种由步骤驱使的、

针对已知的实验结果而进行的教学活动，其实验器材、实验方案通常由教科书、实验手册或教师给定、实验室提供。在实验过程中，学生按事先制定的步骤进行实验，收集数据，其中真正由学生自己探索问题、解决问题、总结实验观点及结论的机会很少，可以说几乎没有多少。这样，物理实验在教学中功能，不但没有发挥出来，反而被淡化了，结果就是学生的知识能力得不到更好的培养、非智力因素得不到更大的发展空间。

新课改的教育目的，不仅仅是为传授学生知识，更主要的培养学生科学素养与能力，即不仅是要学生知道“是什么”，而且要知道“为什么”，更重要的是知道“怎么做”，要学会动脑收集、加工知识，动手实践探究，学会自我的增长知识和扩展知识。为此，物理实验的教学模式发生了重大的改变。如表 1-1-1 所示为传统实验与科学探究型实验的对比。

表 1-1-1 传统实验与科学探究型实验的对比

	传统的验证性实验	科学探究型实验
学生获取知识的角度	被动接受型	主动获取型
物理教学中的特点	单一的教师演示型	形式多样化，多方位、多角度重视实验在物理教学中的应用

三、关于科学探究的理论认知

(一) 科学探究的含义

要真正地理解科学探究的含义，首先需要把几个与探究有关的概念加以分析与区别。

1. 探究与科学探究

广义的探究指一切独立解决问题的活动，即人们通常所说的对某个现象或问题追根究底、好奇爱问，试图弄清楚事理的行为。它既包括成人那种深思熟虑的“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；既有新颖独特的，又有可能是模仿的。可以说，广义的探究倾向是人类的天性，人皆有之。

狭义的探究专指科学探究，包括科学家的探究和学生的探究。对科学家而言，他们用科学探究研究自然界，并基于研究所获得的证据，提出种种解释，他们进行的是一种系统的调查研究活动，其目的在于发现并描述事物或事物之间的关系。学生的科学探究，指的是用以获取知识、领悟科学的思想观念、领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动。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。

目前，国内对探究性学习还没有形成统一的定义，但大体可以认为是学生从各种学科领域或现实生活的问题或任务出发，通过形式多样的探究性活动，以获得知识和技能，培养探究能力和应用能力，获得情感体验为目的的学习方式。可见，探究教学强调师生互动的教学活动，而探究学习更着眼于学生的学习方式。

大多数学者认为，新课程标准中的科学探究，指的是学生探究式的学习活动，它实质上是一种思维创新方式、一种思维习惯、一种能力。明确了这一点，我们便可把科学探究定义为：在教师的指导和帮助下，让学生经历与科学工作者进行科学探究时的相似过程，学习科学的知识和技能，体验科学探究的乐趣，学习科学家的科学探究方法，领悟科学思

想和精神,全面提高科学素养。学生的探究活动,重在探索的过程而非结果,重在收集证据而非繁杂的计算,重在对结果的评价而不迷信结果。

2. 探究教学与探究学习

中学生认知活动能力和智力的培养是教育的重要目标。由于个体的各项认知能力随年龄和经验的不断增长不断发展,中学生已经达到了一定的水平,其特点表现为:①具有基本成熟的注意力;②观察力处于高度发展期;③具有丰富的想象力;④具有较为完善的抽象逻辑思维能力;⑤记忆力也进入了最佳发展期。

心理学的实验已经证明:在宽松的环境下,一个人的思维最活跃,人的创新性思维活动也体现得最为突出。科学探究的教学方法符合中学生认知水平发展的要求,为学生学习提供了轻松、愉快的学习环境,通过激发学习的兴趣来引起学生学习的注意力,通过明确的探究目的和任务培养学生的观察力,引导学生大胆利用自己的想象力对探究过程进行猜想与假设,在使学生思维得到训练的同时,还加强了学生语言表达能力和交流合作能力。

探究教学就是把科学探究引入到学校的教学过程之中。探究教学本质上是一种模拟性的科学研究活动,它包括两个相互联系的方面:一是有一个以“学”为中心的探究学习环境,既有丰富的教学材料、各种教学仪器和设备等,又体现为民主和谐的课堂气氛;二是教师给学生提供的必要帮助和指导。

与学生的科学探究相比,探究教学以学校为主要活动场所,有明确的教育目的,更强调了教师的指导作用,即突出了“教”。但是在学生方面,探究的重心和出发点仍然是学生的探究,教师只是为学生服务,因此又出现了“探究学习”的概念。

(二) 物理学的发展史本身是科学探究史的一部分

自然科学是一个知识无边的海洋,作为自然科学基础学科的物理学,也蕴藏着许多等待人们挖掘的宝藏。经过几千年历史冲刷的物理学史,累积了人类运用物理学认识和改造自然、了解科学奥秘的历史记录,见证了物理学辩证发展过程的规律。物理学史作为人类对自然各种现象的认识史,它将揭示物理学作为一个整体的发展进程。

物理学史具有多方面的作用,其中对于物理教育的功能是最重要的一项。物理教学使学生掌握了有关的概念、理论、事实、结论、意义、公式和计算方法,这些知识不只是告诉学生结果,而是要他们认识得到这些知识形成的过程,让他们了解以往科学家们为了探究知识付出的汗水以及通过探究过程得到的无穷智慧和乐趣,让他们明白:记住了一些物理知识的概念、公式不等于理解了物理知识深刻的本质和丰富的内涵。只有把发现的本质放在更真实、明朗的背景下,让学生对物理知识的历史进行考察,使学生真正懂得它们的本质,才能让学生得到超出定律和公式的启示。如果能正确恰当地将物理学史运用到科学探究的教学上,这将对物理教学有十分重大的影响。

(三) 科学探究的理论依据——建构主义

1. 建构主义理论的基本观点

建构主义(constructivism)最早提出者是皮亚杰(Jean Piaget, 1896—1980, 瑞士儿童心理学家)。他认为:儿童是在与周围环境相互作用的过程中,逐步建构起关于外部世界的知识,从而使自身认知结构得到发展。

建构主义学习理论认为,知识不是被动吸收的,而是由知识学习的主体——学习者在一定的情境下,借助他人(教师或学习伙伴)的帮助,利用必要的学习资料,通过意义建

构（意义建构是指整个学习过程的最终目标）的方式获得。它既强调学习者的认知主体作用，又不忽视教师的指导作用：学生是信息加工的主体，是意义建构者，而不是外部刺激的被动接受者和被灌输者的对象，这种意义的建构不可能由其他人代替；教师是意义建构的帮助者、促进者，而不是知识的传授者与灌输者。建构主义学习过程的简要流程如图 1-1-2 所示，其主要观点如下。

(1) 知识观。建构主义认为知识只是一种解释和假设，不是问题的最终答案。知识并不能精确地概括世界的法则，并不是对现实的准确表征，而是需要针对具体情境进行再创造。教师不是知识的权威，课本也不是解释现实的“模板”。建构主义对知识的客观性、可靠性和确定性提出了怀疑。

(2) 学习观。建构主义认为，学习不是由教师向学生的知识传递，而是学生建构自己的知识的过程。学习者不是被动的信息吸收者，而要主动建构信息的意义。学习的实质是学习者通过新旧知识经验之间双向的相互作用来形成、充实或改造自己的经验体系的过程，每个学习者都以自己原有的经验系统为基础，建构自己对知识的理解。学习不仅是新的知识经验的获得，同时也是既有知识经验的改造。

(3) 教学观。建构主义学习理论中的教学观认为，教师不仅要呈现知识，更应该重视学生自己对各种现象的理解，引导学生丰富或调整自己的理解；应该转变传统教学的重心，把学生自身的努力放在教育的中心地位；学校教育的目的除了让学生掌握各类知识或能力外，还应该培养学生进行社会协商或合作建构意义的能力，并促使他们意识到自身在知识建构中的作用。此外，教师应提供富有挑战性的学习环境和真实任务，让每个学生都有机会尝试面对或解决复杂的问题。课堂教学应该通过多种途径来表征复杂的学习内容，设定不同的学习目标，从不同的角度、以不同的形式来回顾学习内容，帮助学生从深层次上理解所学习内容。

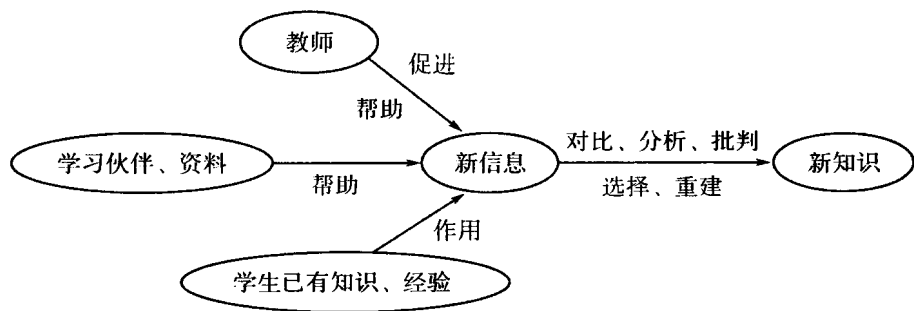


图 1-1-2 建构主义学习过程的简要流程

2. 建构主义是科学探究的理论依据

中学生普遍感到物理比其他学科难学，多数人学习物理的方法是采取背公式、概念、定律、规律等，但是碰到稍加变化的物理问题，他们便无从下手，渐渐地也就对物理失去了学习的兴趣。兴趣是学习之源，一旦学生对学习失去了兴趣，他们便对所学的知识不闻不问，失去学习的欲望。

通过物理教学研究发现：学生对物理失去兴趣，很大程度是学生脑海中不会或不能浮现物理现象、再现物理过程及物理情景。因此，我们非常有必要为学生创设另一种符合学

生知识建构的学习模式，即在探究中激发学生学习的兴趣，用科学探究的方法建构物理知识。

在建构意义的过程中，要求学生主动去搜集并分析有关的信息和资料，结合自己已有的知识或经验，对所学习的问题提出各种假设并努力加以验证，并通过评估、讨论和交流促进知识的全面理解。这些要求都在科学探究的各个要素当中体现出来，并作为科学探究的理论依据在物理教学中发挥着重大作用。

四、科学探究实现的必要条件——小班教学

科学探究是新课程下较为新颖的教学方法，尽管它符合学生的认知水平和知识建构意义，但是它在很大程度上依赖于教学环境（包括教师、学生、教学软件和硬件等），也就是说，创设科学探究式教学模式存在着必要的条件——“小班教学”。

小班教学就是利用班级人数少的优势（根据我国的基本国情，笔者认为设置人数在25人左右为佳），使教育活动在时间与空间上得到重组，教师与学生的密度、强度以及他们之间互动关系得到增加或增强，而随之产生的全新教育理念，使教育更适合发展学生的多重智力，力求教育的每一个细节都为学生素质的发展而设定，使每一个学生都得到全面的发展和培养。

（一）小班教学的课堂教学原则

（1）机会均等原则。每个学生都得到教师的关爱，并有条件、有机会充分表现个体的个性。

（2）主体参与原则。全方位调动学生的学习兴趣和内在潜力，使其主动参与到教学过程中。

（3）个体充分发展原则。教师关注每个学生的发展，在充分尊重个性的基础上，实现因材施教，在教学过程中以不断提高个体接受教育的程度为唯一目标。

目前，很多地区都进行了小班教学的试验，如江苏太仓实验高级中学及浙江杭州康桥中学等。试验学校开办了实验班级，实验班级人数控制在25个学生以下。经过试验测试，小班教学最重要的成效就是学生的课堂参与意识、表达能力、解决问题的能力以及自主精神都有了明显的进步。

（二）小班教学在物理的科学探究教学中体现的优势

（1）空间优势。空间优势是指每个学生对空间的占有增加。因此，实验开展的参与广度也得到提高，这将有利于更生动、更充分地展示学生的个性，并在活动中得到更好的发展。

例如：在“探究自由落体运动”实验探究课程中，25个学生进行分组实验，每两个人一组，其中有1个小组是3个学生，共12个小组。教师在实验室演示真空管实验时，在组与组之间穿行展示，教师能将真空管做轻易上下灵活的调整，让学生观察实验时效果更清晰；在学生用电火花打点计时器进行实验时，组与组之间有较大的空间进行实验，实验将不受空间的限制顺利完成。

（2）时间优势。时间优势是指每个学生对课堂上时间的平均占有增加，因此，每个学生的提问、发言等机会将相对增加，学生提出问题的能力和语言组织的能力将得到充分培养。

例如学生在对“影响物体做自由落体运动的原因”进行猜想与假设时，采用小班教

学,同样是45分钟的课时,留给學生思考、回答的时间相对增加了,得到學生的答案也是多样性的,如物体的重量、形状、体积,物体下落的高度、下落的方式等。在这个过程中,采用小班教学,教师就有足够的时间去分析每个學生的猜想,并和學生一起讨论,排除不合理的猜想,得到科学的假设。即使學生的猜想是错误的,也会感觉到教师对待學生的态度是和藹可亲的。

(3) 资源优势。在进行物理实验时,采取小班教学的學生有条件人人动手操作、亲身体验,培养动手能力、实验技能,并且由于人数较少,教师可以顾及每个學生的个体差异,有精力为每个學生指导,帮助他们完善实验操作过程,尤其是创新能力的启蒙、开发和培养等。

(4) 合作交流优势。对于小班来说,教师和學生之间、學生和學生之间有直接的互动,可以帮助缓解學生学习气氛的严肃性,提高學生交流合作的能力,使學生感受到备受关注,缓解他们心理上的压力。

完成实验后,教师与學生之间通常都会有一些交流、总结。例如在课外实验对“液体折射率简单的测定”的探究后,學生根据各自小组实际实验的情况,在教师的引导下共同提出测量的新方法以及解决实验中遇到的问题——全反射现象。由于人数较少,小班组织过程比普通班级简单得多,留给學生交流讨论、合作、分享成果的时间也就相对比较充裕,从而营造良好的学习氛围,提升學生对物理课程学习的兴趣。

因此,培养创新人才,提高教学的质量,将科学探究的教学模式真正落到实处,根本出路在于小班教学。

第二节 新课程理念下的科学探究

新一轮课改标准的制定,将“科学探究”列入了课程标准。在科学课程中,将“科学探究”上升为独立的课程内容。从“启发式—合作式—主体式—发现式—……—探究式—……”这种古老的教学方法延续的角度,将“科学探究”作为新颖的教学方法,其在新时期下实施的理论依据、实施步骤以及教学策略,值得我们深入研究。

探究式学习是一种学习方式,实质上是指在教师的指导下,學生仿照科学家进行科学探究的过程来学习科学探究的内容,促使學生在掌握科学知识的同时,体验科学探究乐趣,认识科学思想观念,培养科学探究能力。科学探究的特点是:重在过程,而非结果;重在收集数据,而非繁杂的计算;重在结果评价,而不是迷信结果。与传统的接受性和训练性学习相比较,探究式学习具有更强的问题性、参与性、实践性和开放性。

在高中物理课程教学中,探究式学习还是學生的学习目标。作为目标,基础教育阶段的科学探究是一种精心设计的、为培养学生的科学探究能力服务的教学活动,使學生掌握科学知识、认识其本质,发展科学探究的能力,提高学习效率。

一、开展科学探究教学的意义

(一) 科学探究与传统教学

传统的物理实验课程通过验证性实验,检验已知概念或关系,以促进學生对所学知识的理解和培养学生的物理实验能力,學生在实验过程中“按部就班”地操作,其智力活动水平得不

到较好的提高。从教学设计的角度看，验证性实验的教学目的更强调行为与规则的统一。

科学探究是学生积极主动地获取物理知识、认识和解决物理问题的重要实践活动，其目的是让学生通过亲身经历和体验与科学工作者科学探究的相似过程，掌握物理知识与实验技能，体验科学探究的乐趣，学习科学家科学探究的方法，领悟科学的本质、思想和精神，挖掘个体智力的潜能，培养实事求是的科学态度和敢于创新的探索精神。

相比之下，探究性实验更看重学生全方位能力的培养，更适应时代的发展。物理课程标准中的内容标准已经明确地表述了科学探究在物理教学当中的重要地位，内容标准包括：科学探究及物理实验能力要求（七个探究要素和探究能力的基本要求）。这已经说明：科学探究的探究要素是学生在物理课程中重要的学习内容；学生的学习重心将由强调知识的传承和积累分化到培养学生的探究能力，成为学生除“双基”（即基本知识和基本技能和基本方法）目标要求以外所要达成的另一目标要求；不仅如此，科学探究作为一种重要而有效的学习方式，促使学生学习知识由被动接受型转移到主动获取型，它对发展学生的科学素养、创新精神等具有不可替代的作用。

（二）科学探究与当代科技

我们知道，物理学的发展离不开科学探究，而当今的科技进步更是离不开科学探究，科学探究在科技发展中发挥着极其重要的作用，过去如此，现在如此，展望未来亦是如此。以下仅举几例来说明。

1. 科学探究与计算机的发展

数学家冯·诺依曼（约翰·冯·诺依曼，John Von Neumann, 1903—1957，美籍匈牙利人，数学家、计算机之父）一直关注计算机的发展，并对计算机深入地进行探究，因此促使了电子计算机的高速发展。计算机不仅仅在生活、工作上被人们广泛应用，计算机网络和多媒体技术的飞速发展已经将地球变成了地球村，带领我们进入了信息时代。为我们开展科学探究提供更加快捷简便的工具。

2. 科学探究与可持续发展

能源的取得和利用是人类生产、生活的头等大事，核能的利用为我们地球的可持续发展能源问题开辟了道路。但是，核电的发展速度和普及程度并没有达到 20 世纪 50 年代科学界的期望，原因是多方面的：经济成本比设想的要昂贵，核燃料的原料不像原来设想的那么丰富，核废料的处理尚无一劳永逸的妥善办法，以及核事故造成的恐惧心理等。然而核电迫切要求发展已经成为不争的事实，因此，如何利用技术降低成本充分发挥其经济效益，将是我们探究的方向之一。

我们要让学生明确，所谓创新、创造发明、科学实验和研究就是探究，所以，科学探究与科学技术各领域（比如信息技术、材料技术、医疗技术发展等）都有密切的联系。由此可见，科学探究与当今科技的发展不可分割。学校的教与学、课内与课外的探究活动，在提供学生收集资料、进行实验机会的同时，还让学生了解到科技进步离不开科学探究。

二、科学探究活动构成要素及其目标要求

《科学课程标准》规定了义务教育阶段科学课程的基本学习内容和应达到的基本要求。内容标准由科学探究和科学内容两部分组成。内容标准注意科学知识的学习和技能的训练，强调科学过程和科学方法的学习，有关 STS（科学、技术、社会）的观念渗透，注