

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

物理教育学



序

学科教育学是教育科学领域内正在兴起和形成中的一门分支学科。近年来，我校从事中小学各科课程、教材、教法研究的部分教师，接受了上海市哲学、社会科学“七五”规划重点科研课题“学科教育学”的研究任务。学科教育学这套书的编辑出版与科学研究是同步进行的，既富理论意义，更具实践价值。作为一门新兴学科，建立它的学科体系本身就是一项科研任务。目前对它的研究对象和性质、任务等问题的看法尚不一致，这是很自然的。

编写学科教育学这套书要解决的问题很多，但关键还在于坚持马克思主义哲学的指导。每个时代的教育科学的理论特色都不可避免地带有时代的烙印，这套书的时代性应体现在马克思主义哲学与现代科学的结合上。我们要站在方法论的高度来阐述各科的教学方法，不仅应介绍具体的教学方法，还要对这些方法以及它们之间的内在联系作总体的考察。只有这样才能揭示各学科知识与教育学的内在联系，也才能使学科教育学比传统的教学法具有更高的理论层次。1986年12月12日，国家教委负责同志在全国高师师资培训会上的讲话中指出：“我们不仅要建立自己的教育学，还要建立自己的学科教育学，这方面的工作是大量的，有广阔的天地，大有可为。如果要讲学术性，我们师范教育的学术性的特点，就在这里。……”这段话，给学科教育学的建设工作以很大的鼓舞。科研要理论联系实际，实践才是理论的源泉。

应该说学科教育学是在学科教学法课程教学改革实践的基础上提出来的。结合教学法课程的教改实践，对传统教育理论的总结、反思和对新教育理论的探索，孕育着学科教育学的形成和发展。长期以来，分科教育法偏重于某一学科教学过程中某些教学法规的研究，对学科教育的基本理论和学科教学过程中师生素质构成的研究重视不够，而学科教育学研究某一学科的教育原理和教学规律，更重视“教书育人”。应该说，“学科教育学”的孕育和诞生是教学法学科的发展和提高。分科教学法是以“学科教学过程”为研究对象，以探索学科教学过程的规律和准则为研究任务。而学科教育学则以针对学科特点，研究学科的教育规律为己任，揭示学科与教育学之间的内在联系，寻求学科与教育在教育过程中的最佳结合，要求教育学一般规律与学科特点的统一。因此学科教育学研究的目标和总的要求，显然比分科教学法更全面，更重视德、智、体、美诸方面的全面发展；其研究功能更集中地表现在现代教育理论和现代学习心理理论、现代信息理论的武装；以及学科教育评估标准和现代化手段的探究。

从学科教育法发展为学科教育学，这涉及到认知理论的发展。从马克思主义认识论的实践—理论—实践的基本原理出发，对学科的教育规律不断加深认识的过程，是与掌握知识、技能，更好地应用于社会的过程相一致的。

正如前面已经指出的，如何通过现代教育理论、信息理论的武装，不断地拓宽对教学规律审视的视角，以加深其认识，可能是学科教育学需要持续追求的目标。它不仅要吸收相关学科的营养，而且要综合研究本学科与教育学的关系。因此，它应该有自己新的研究视角和新的逻辑起点。例如，把 STS（科学、技术、社会）教育的观念引入学科教育学，就是对传

统教学法教育观念上的新突破。也就是要把传统的理科课程，提高到新的水平，要在教育过程中对科学、技术、社会三者之间的联系和参与社会决策，提出要求。

我们看到：(1)学科教育学是社会、科技发展的必然产物。当代社会的发展，以突飞猛进的科技进步为显著标志，它反映了人类社会对科技的需求；科技本身的发展既体现在学科之间的高度综合，又显示于各学科内部的高度分化。如何按照这些新特点来探索学科教育的规律，这是摆在我们面前需要解决的重大课题。学科教育学从一定意义上说，它正是建立在社会对教育科学的这种新需求和教育科学本身向纵深发展的交叉点上。(2)学科教育学是学科教育改革实践的理论总结。教育改革的实践反映到理论上，就是教育科学的发展，在这里它反映的是教育科学与某一特定学科之间的结合，探讨这一结合的最优化需要由学科教育学来承担。(3)学科教育学是培养适应时代特点，为提高学生素质服务的新师资的需要。社会主义现代化事业的建设与发展需要一代新人，一代新人的培养又依赖于高质量的教师队伍。学科教育学在建设新型教师队伍和指导教书育人工作中都将起到重要的作用。(4)学科教育学是教育科学最新成果和学科本身的新发展在教学实际中的反映的产物。这表明：学科教育学将综合教育科学与学科的最新成果，并在此基础上形成自己崭新的体系。

如上所述，学科教育学的主要功能和社会价值，集中表现在学科教育的最佳社会效益上。所以学科教育学必须以马克思主义为指导，按照“教育必须为社会主义现代化服务，教育必须与生产劳动相结合，培养德、智、体全面发展的社会主义建设者与接班人。”的方针，坚持教育要“面向现代化，面向世界，面向未来”的要求，以科学的方法为武器，通过师范教学的实践，使它不断吸收营养，在理论上加以完善。当然，任何一门学科的诞生和发展，都需要有一个不断完善、提高的过程，学科教育学也不会例外。目前，华东师范大学已研究确定逐渐把学科教学法课程发展为学科教育学。我们准备与同行们一道，在教书与育人的实践中，不断深化对一些理论问题的认识。

编写这套学科教育学的丛书工作是在浙江教育出版社曹成章、郭英英两位总编的大力支持和通力合作下进行的。我校的课程、教材、教法研究所和有关系、中心的教师参加了这项研究。目前，我们在完成中学语文教育学、中学数学教育学、英语教育学、政治教育学、历史教育学、物理教育学、化学教育学、生物教育学、地理教育学、小学语文教育学和小学数学教育学等十一门学科教育学的编写任务中，深切地体会到，基础教育是个整体，各学科教育都是相互关联的。我们一定要加强学科联系间的研究，从各学科的“横向联系”和“相互渗透”综合研究的全局去确立学科教育学的学科体系。特别要从素质教育的目标上，强调“教书育人”的观念。在编写过程中，我们力图做到思想性、科学性、理论性、可读性、实践性、时代性的统一。从不同角度综合考察各学科教育过程中的规律，从而采取对策，设计相应的原则和方法，以便有效地推进学科教育过程的优化。

感谢为“学科教育学”理论研究付出辛勤劳动的专家、学者、同志们！感谢为率先实验“学科教育学”的师生同志们！让我们携起手来为学科教育学的建设与发展多作贡献。通过大家的共同努力，深信学科教育学这棵教育科学园地上的新苗一定会茁壮成长。限于认识的局限，我们编写的这

套书一定会有不少缺点甚至错误，希望得到广大读者和专家同志们的批评指正。

袁运开 写于华东师范大学
1991年4月

第一章 绪论

物理教育学是教育学的一个分支，它属于学科教育学的范畴。

物理学是一门研究物质最普遍的运动形式和物质基本结构的自然科学。在普通中学阶段设置物理课程的重要性就在于能使中学生了解各种物理现象，并从这些物理现象中形象地认识到物质世界辩证发展的普遍规律。这在中学生形成辩证唯物主义世界观的过程中起着积极的作用。

物理学又是人们研究其他自然科学和研究各种技术科学的基础。因此学习物理课程也是提高中学生的科学素质和日后参加祖国的社会主义建设事业的必要基础。

第一节 物理教育学的研究对象

教育学是研究教育现象及其规律的一门科学，包括教育目的、教育制度、教育内容、教育方法和教育评价等等都是教育学所要探讨的问题。

物理教育学是研究物理教育现象及其规律的一门科学。具体地说，就是研究物理教育和物理教学的问题。物理教育就是要使学生掌握物理基础知识和相应的实验技能，形成科学世界观和发展智力，而要达到这一目的的基本途径则是物理教学。物理教学包括学生的学和教师的教等双方的活动。学是掌握物理系统知识、发展自我的技能技巧、培养自我解决问题的能力过程，而教则是向学生传授物理知识，给学生指点学习物理的方法与方式，指导他们学习并对他们的学习作出评价的过程。由此可见，物理教学并不是单纯地指教师把物理知识传授给学生，还应该包括教师指导学生的活动，使他们受到物理教育。教学在任何时候都不会脱离作为个性形成过程的教育而孤立存在。

物理教育学所研究的虽然只是物理教育和物理教学的问题，但是它与其他的学科教育学具有很多共性。因此它也需要研究如何将一般的教育和教学的理论贯彻到物理教育和物理教学中来的问题。尤其是从本世纪 50 年代开始，教育和教学理论已经迈入了新的发展时期，例如美国哈佛大学的教育心理学家布鲁纳 (J.S.Bruner) 所倡导的从认知心理学的角度重视“学科的基本结构”的教学理论对世界各国的中学物理教材改革产生深远的影响；芝加哥大学教授布卢姆 (B.S.Bloom) 提出的教育目标分类学以及在教学过程中所强调的形成性评价理论对各种课程的教学大纲、课程标准的制订、教育方法和教育评价的改革都起了重要的作用。前苏联教育科学院院士巴班斯基 (. . .) 的教学过程最优化理论，不仅在前苏联教育界有较大的影响，对东欧各国乃至世界上不少国家的中学各科教学方法的改革都有影响。我国的人民教育家陶行知历来主张启发式教学法。他认为教育的责任是培养学生“会学习”的能力。新知识会源源不断地出现，教师不可能一辈子在学生身边。“教、学、做”是一件事，不是三件事，他主张要在做上教，在做上学。他说：“在做上教的是先生，在做上学的是学生。”这是对物理教学的深刻的写照。

总之，物理教育学的研究对象是十分广泛的。本书将从如下六个方面进行阐述：

1. 关于中学物理教育的目的任务问题。从介绍中学物理课程的教学大纲和课程标准出发，着重探讨中学物理的教学目的与教学目标。

2. 关于中学物理的教学内容问题。对国内外中学物理教材，包括过去的和新编的，进行简单的介绍和适当的评述。

3. 关于中学物理的教学过程问题。根据中学物理教学过程的特点，分别阐述有关概念、规律的教学过程，实验、演示的教学过程以及技能训练与解题训练的教学过程等等。

4. 关于中学物理的教育评价问题。教育评价是中学物理教学过程中的一个重要环节。本书着重阐述了课堂教学评价以及如何通过考试对教学进行全面评估的问题。

5. 关于中学物理的教育手段问题。在当前的教育改革中，电化教育手段的运用也是必不可少的。本书将针对中学物理教育的特点专门探讨电化

教学方法的运用以及微机在辅助中学物理教学中的重要作用。

6. 关于中学物理教育科研问题。教育要改革，而教育科研必须走在前面。在我国物理教育的实际中，许多丰富的教学经验还没有认真总结出来，不少经验还没有上升到理论上来认识。因此教育科研工作就显得十分重要。本书简要地介绍了中学物理教育科研工作的全过程。

此外，作为本书的特点，专门介绍一些国外的现代教学理论在中学物理教学中应用的信息，便于读者借鉴运用。

第二节 物理教育学的研究目的与任务

从物理教育学的上述六个方面的问题看来，物理教育学所面临的任务是十分繁重的。那么，为什么要研究这些问题呢？我们研究物理教育学的目的是什么呢？一句话，目的就在于提高物理教育、基础教育的质量；在于提高我国全民族的科学素质。这对于我国社会主义现代化事业说来，具有十分重要的意义。

当前世界各国都面临着新的技术革命，人们越来越认识到，世界经济竞争的成败就在于技术水平的高低，而技术人才的培养归根结蒂需要依靠教育。因此目的在于提高教育质量的教育改革已经成为一个世界性的潮流。正如1984年召开的第39届国际教育大会所明确的：科学技术的启蒙教育是初等教育改革中十分重要的内容，要致力于发展儿童对科学的基本态度的认识，如创造性、客观性、严格性，并培养他们接受和运用科学概念的能力，如观察、操作、测量、探求的能力。这些与其说是当前初等教育改革的内容，倒不如说就是物理教育学所要研究的内容。

正当80年代初世界出现又一个教育改革新浪潮时，1982年党的十二大把教育和科学技术列为我国经济发展的三大战略重点之一。1985年5月《中共中央关于教育体制改革的决定》为我国的教育改革指明了方向，画出了蓝图。正是在这次会议上提出了“不适应社会主义现代化建设的教育思想、教学方法必须改革”的问题。要改革陈腐过时的教育思想和教学方法，就是要改革那种“上课抄笔记，下课背笔记，考试主要靠死记硬背”的教条式的教学方法。这种教学方法只要求学生通过死记硬背去盲目地掌握“知识”，而不要求学生进行任何独立思考。这种情况在物理教学中也或多或少地存在着。

我们研究物理教育学的目的就在于改革陈腐过时的教育思想和教学方法。要从根本上提高进行教育改革的积极性。

然而关于研究物理教育学的重要性还没有为广大中学物理教师所认识。不少同志以为只要具备一定的物理专业知识，不掌握物理教育学的知识，同样可以上好物理课，当好物理教师。这种看法显然是不够全面的。

中学物理教师所从事的是开发人类智力资源的伟大事业，担负着为祖国造就社会主义建设事业接班人的光荣任务。这些学生日后是否成为有用之材，在很大程度上取决于教师的引导。因此为了不辜负祖国和人民的重托，物理教师要获得理想的教学效果，除了需要具备丰富的物理专业知识与技能外，还需要有一套行之有效的、符合当代教学理论的教学方法。这就需要学习和研究物理教育学。

许多优秀的物理教师过去虽然并未学习和研究过系统的教学理论，但是他们的丰富的教学经验是跟他们长期的教学实践、不断地探索和总结分不开的。这个过程实际上就是探索和研究物理教育学的过程。因此有意识地系统地学习一点物理教育学，可以帮助我们尽快地掌握正确的教育方法，树立正确的教育观点。只有这样才能克服工作中的盲目性，提高工作的自觉性，为当前的物理教育改革作出更大的贡献。

第三节 物理教育学的研究方法

学习和研究物理教育学的方法是多种多样的。但无论采用哪一种方法，首先必须以马列主义的理论知识为指导，因为马克思主义的方法论是一切科学的方法论的基础。这就是说，我们学习和研究物理教育学必须以马克思主义的认识论为指导，不断探索和总结符合客观实际的物理教学经验。

学习和研究物理教育学，对于初学者说来，最重要的是钻研和领会已有的物理教育和教学理论，因为这是人们许多年来对教育规律的认识成果，接受这些成果有助于避免重复别人在物理教学上所走过的弯路。但是对物理教育学的理论上的钻研、领会必须与当前的物理教学的实际结合起来。这就是说，必须把物理教育学的学习与研究建立在实践的基础上。

例如，为了研究善于在课堂教学中安排学生活动的物理教师的经验，我们可以在一段较长的时间内有系统地、按照一定计划去观摩他的课堂教学。通过这一阶段的观摩，要解决如下的八个基本问题：

- (1) 学生在课堂教学中进行活动的目的是什么？
- (2) 教师应如何根据教学目标在课堂教学中安排学生活动？
- (3) 学生在物理课堂教学中的活动有哪些形式？
- (4) 教师在安排学生活动前和学生活动过程中应如何对学生进行引导？
- (5) 学生对待活动的态度如何？感到有哪些困难？
- (6) 教师应如何检查这些学生活动并作出恰当的评价？
- (7) 在课堂教学中学生活动的时间一般应控制多长？一般应以占整节课的多少为宜？
- (8) 在课堂教学中学生的活动对掌握知识、技能和发展他们的智力有哪些效果？

在每次观摩中把结果如实地记录下来，然后进行研究，以便在分析具体材料的基础上作出结论。像这类研究可以帮助我们阐述经过实践检验了的行之有效的教学方式和方法。有经验的物理教师也可以运用类似的研究方法来总结自己的教学经验。

近十年来，由于国外的现代教育理论和教育测量与统计技术传入我国，物理教育学的研究进一步拥有了较正规的实证与实验方法。不少中学物理教师与教育科研人员一起成立课题组选择一定的班级进行教育实验。他们首先分析所选定的实验班原有的教学情况，然后拟订出具体改进教学的方案与实施计划。工作的进程与结果都要如实地记录下来，并且加以讨论。必要时还要与没有进行过实验的对照班进行对比。这样多次地进行实验，把成功的改进教学的方法肯定下来，并在更大的范围内进行推广。本书将在最后一章里具体介绍这种教育科学研究方法的全过程。

关于中学物理课堂教学基本技能的训练与研究可以通过“微格教学”的方法进行。本书将在第九章第三节里具体介绍。

学习和研究物理教育学，还必须经常注意和关心国内外的中学物理教学动态，以便及时吸取他人的新经验作为我们改进物理教育和教学方法的借鉴。我们学习国外的教学经验，不能照搬照抄，而要把它跟我国的实际教学情况结合起来，真正做到“洋为中用”。

第二章 物理课程的教学目的与教学目标

早在 100 多年前，德国教育家赫尔巴特(J.F.Herbart, 1776—1841)就指出：要保持教育作用的统一性与一贯性，就得切实地把握教育作用的方向，从而揭示明确的教育目的乃是不可少的。同样，在中学教育中设置物理课程，也必须规定统一的教学目的与教学目标来把握物理教学的方向。本章主要阐述物理课程的教学目的与教学目标及其区别；并具体研究制订具体教学目标的问题。

第一节 教学目的与教学目标

中学物理课程的教学目的揭示了物理教学的总方向，是与全日制普通中学教育的目的任务分不开的。

我国全日制普通中学的任务是为提高全民族的素质，培养有理想、有道德、有文化、有纪律的社会主义公民，并为培养现代化建设需要的各级各类人才奠定基础。物理课程对于完成这些任务起着十分重要的作用。

国家教委制订的《全日制中学物理教学大纲》规定：

“中学物理教学必须使学生比较系统地掌握学习现代科学技术和从事社会主义建设需要的物理基础知识，了解这些知识的实际应用；要培养学生的观察、实验能力、思维能力、分析和解决实际问题的能力。

在教学中要注意培养学生学习物理的兴趣；要重视科学态度和科学方法的教育；要鼓励独立思考和创造精神。要结合物理教学进行辩证唯物主义教育和爱国主义教育。”

概括地说，《大纲》为全国的中学物理教学工作指明了“加强基础、培养能力和进行思想教育”的总方向。至于如何把它与我们日常的物理教学实践和教育评价活动联系起来，还需要进一步的具体化。

物理课程的教学目标与教学目的不同，它是指学生在学完物理课程以后应当达到的一定的学习结果。正如美国当代的课程论专家泰勒(R.W.Tyler)所说的，教育是改变人们的行为范型的历程。这里所谓的“行为”，除了包括外在的行为外，还包括内在的思考方式、感情、情绪等。因此，教育的真正目的不在于教师完成某种活动，而在于在学生的行为范型中引起某种重要的变化。

物理课程的教学目标是在教学目的基础上引伸出来的。它在叙述上主要是关于学生学完物理课程后所引起的认识作用、思考作用、理解、技能、鉴赏、态度等方面的行为变革。

下面是上海课程教材改革委员会所制订的《九年制义务教育物理学科课程标准（征求意见稿）》所规定的目标：

“通过初中物理课程规定的全部课时的教学应达到如下目标：

(1)认识一些简单的物理现象，理解一些最基本的物理概念和规律，知道这些物理知识在生活、生产和科学技术中的实际应用。

(2)能分析、比较一些物理事实，找出共同特征，初步概括出简单的物理概念和规律。

能运用所学的物理知识解释或解决一些简单的实际问题。

能阅读教科书和浅近的科普读物，逐步学会在阅读中能抓住要点，并能提出问题。

(3)初步树立世界是物质的，物质是运动的，运动是有规律的以及能的转化和守恒等基本观点。认识物理知识在人类文明发展以及环境保护中的重要作用。知道我国社会主义建设中科技发展的新成就。知道一些学者、科学家的奉献精神以及他们热爱祖国的事迹，激发爱国热情和求知欲望。

(4)对物理学习有兴趣。具有尊重事实的科学态度和初步的探索精神。养成认真学习、安全操作、爱护仪器设备的习惯和相互尊重、团结互助、遵守纪律的良好品德。”

以上所叙述的是关于物理课程的教学总目标。针对每一学期、每一单

元甚至每一节课的物理教学还需要制订具体的教学目标。

然而学生只有通过教学过程达到一定的学习结果后才能反映出他们在行为上的变革。这就是说，学生只有把在教学过程中学到的教学内容内化成自己的东西以后，这种行为变革才有可能。因此，无论怎么具体的教学目标一般都不可能“立竿见影”地达到，而需要一定的时间。对于像物理这样系统性较强的课程，具体教学目标最好是以一个教学单元为单位来制订。

关于具体教学目标的内容，在传统的物理教学中，教师的唯一目标是使学生扎实地掌握一定的物理知识与技能，但从现代教学理论看来，教学已不局限于单纯地传授知识，还要通过教学过程使学生掌握学习的方法，感受的方法，行为的方式等等。具体教学目标的选择与确定，还应尽可能地具体化和明确化，以便及时作出反馈和评价。

教学目标的选择与确定至少有如下三方面的功能：

1. 有利于教师对学生的主体地位的认识。

在传统的物理教学中，教师往往对如何教考虑很多，而很少考虑学生如何学。这就导致处处以教师为中心的想法和做法。由于教学目标是反映学生的行为变革的，这就迫使教师在教学过程中要十分认真地思考怎样帮助学生去实现这些行为变革。

2. 有助于教师间在教学要求上的交流。

过去对于涉及教学要求的行为动词，如理解、领会等，都没有规定统一的含义，因而教师们在讨论有关教学内容的要求时就不可能存在共同的语言。例如，对于理解动量定理的问题，有的教师认为学生只要能列出公式，并能讲清公式中各项的物理意义就是理解了；但有的教师却认为必须能运用动量定理来解释一个物理现象才算是理解；还有的教师会认为一定要能用动量定理解决实际问题才算理解等等。这样在同一年级组里的两位物理教师，虽然都在要求学生理解动量定理，但结果却完全是两回事。自从美国教育家布卢姆(B.S.Bloom)的《教育目标分类学》发表以来，对在教学目标的表述上所用到的各个层次的行为动词的含义都作了统一的规定。在他的影响下，我国《九年制义务教育全日制初级中学物理教学大纲（初审稿）》在关于教学要求一栏中也作了如下的说明：

初中物理的教学要求是初中物理课程结束时应达到的目标，分以下三个层次：

(1)知道。是对知识的初步认识。要求知道的知识，应该能够说出它的要点、大意，在有关的问题中能够识别它们。

(2)理解。是对知识的进一步认识。除了包含“知道”的要求外，还要了解知识的确切含义，并能用来分析、解决简单的问题，如解释简单的物理现象，进行简单的计算。

(3)掌握。除了包含“理解”的要求外，主要是运用知识的要求比理解高一些，应能灵活地用来分析、解决简单的问题，如能比较灵活地运用知识解释简单的物理现象，能比较灵活地运用知识进行简单的计算。

除了以上三个层次外，对于技能的要求用“会”来表示。所谓“会”，就是要求能正确操作并得出结果。

3. 有益于作为评价学生成绩的重要基础。

传统的教育评价，以书面测验为唯一的形式，没有统一的标准。现代

的教育评价，要求适应并发展个人的能力、能力倾向，以教学目标的达成度作为评价学生的主要依据。

第二节 物理教学目标的分类

一、布卢姆的教育目标分类体系

布卢姆认为，教育中应当达到的全部目标可以分为如下三个领域：

1. 认知领域(Cognitive Domain)。

认知原是一个心理学名词，是指当经验过的事物再度呈现时仍能认识的心理过程。它总是和其他心理活动同时进行的。这里所谓的认知是指通过感觉对接收来的信息进行分类、分析并探明其性质的过程。

布卢姆指出：认知领域的教育目标是包括有关知识的回忆或再认以及理智能力与技能的形成等方面的目标。他认为简单的教育行为可以组合起来形成比较复杂的教育行为。因此教育目标的分类可以表述为这样一种形式：属于A式的行为形成一类，属于AB式的行为形成另一类，而属于ABC式的行为又可以形成一类。这就是说，后一类目标的形成，既要利用前一类，又要把前一类作为基础。根据这样的层次分类原则，认知领域的目标又可分为如下六类：

(1)知识(Knowledge)。是指对具体事物和普遍原理的回忆。知识的目标十分强调记忆的心理过程。如果把头脑看作是个档案库，那么知识的目标就在于找到有关问题或任务的适当的信号、提示和线索，从而能最有效地把已归档或已贮存起来的知识显示出来。

对于物理教学说来，知识的目标包括对物理术语、物理事实、惯例、准则、方法论、原理和理论的记忆，并能进行比较完整的阐述。

(2)领会(Comprehension)。是最低层次的理解。领会的目标表明在学习交流中能理解交流内容中所含的文字信息的目标。在这种理解过程中，学生可能会在自己头脑中改组交流的内容，或用自己觉得更有意义的形式改组交流内容，或对扩大交流范围作出反应。

具体地说，领会的目标包括转化、解释和推断。转化是指将一个物理定律用公式或者图像来表示其物理意义的技能。解释是指对一段有关物理的材料进行重新整理、重新排列或提出新的观点的能力。推断是对某一物理现象发展趋势的预测能力。

(3)应用(Application)。是指在某些特定的和具体的情境里使用抽象概念，包括对有关物理的规则、方法和原理、定律的应用能力。

(4)分析(Analysis)。是指将材料分解成各种组成要素或组成部分，弄清各部分之间的相互关系及其构成方式，或者弄清各组成要素之间的关系的能力与技能。

分析，作为一种目标可以分成三级水平：第一级是要素分析，要求学生能把材料分解成各个组成部分，鉴别材料的各个要素，或对它们进行分类。例如要求学生能区别某一物理事实与假说的技能；或区分某一物理结论与证据的能力。第二级是关系分析，要求学生能弄清各要素之间的相互关系，确定它们的相互联系和相互作用。例如要求学生能区分某一物理事实中的因果关系和其他顺序关系的能力。第三级是组织原理的分析，要求学生能识别把材料组合成一个整体的那些组织原理、排列和结构。例如要求学生能识别一篇物理小论文的形式和模式，使之成为理解其意义的一种手段。

(5)综合(Synthesis)。是指把各种要素和组成部分组合成一个整体。

这是对各种片断、要素和组成部分进行加工的过程。

(6)评价(Evaluation)。是指为了特定目的对材料和方法的价值作出判断；包括依据其内在证据来判断，如能指出某一物理论点中逻辑错误的的能力，和依据其外部准则来判断，如能将一篇物理小论文与公认的优秀论文进行比较的能力。

2. 情意领域(Affective Domain)。

情意领域的目标包括描述兴趣、态度和价值等方面的变化以及鉴赏和令人满意的顺应的形成。

情意领域的目标又可分为如下五类：

(1)接受(Receiving)。是指学生愿意接受或注意这些现象和刺激。如果要学生对学习内容适当的定向，这显然是一个首要的和关键的步骤。

(2)反应(Responding)。是指学生专心致志于一小部分有关的现象，这表明他除了觉察现象之外，还对现象有所作为。

(3)价值评估(Valuing)。是指学生在他认为有价值的适当情境中所表现出来的信念或态度。

(4)组织(Organization)。是指学生把各种价值组织成一个体系，从而确定价值之间的相互关系，并确立主导性价值和一般价值的过程。

(5)性格化(Characterization)。是指由各种价值组成的内部一致的价值体系控制着学生的行为，使他在相当长的时间内以这种方式行事，除了在受到威胁或挑战时，这种行为不再会引起情绪或情感。

3. 动作技能领域(Psychomotor Domain)。

动作技能领域的教育目标所强调的是：肌肉或运动技能对材料和客体的某种操作，或需要神经肌肉协调的活动。

美国伊利诺斯大学的辛普森(E.J.Simpson)在布鲁姆的启发下对动作技能领域的教育目标分类进行了研究。她把动作技能领域的教育目标分为如下七类：

(1)知觉(Perception)。这是从事一种动作最实质性的第一步。它是通过感觉器官觉察客体、质量或关系的过程。

(2)定势(Set)。这是为某种特定的行动或经验而作出的预备性调整或准备状态。已确定的定势的三个方面是：心理定势、生理定势和情绪定势。

(3)指导下的反应。这是形成技能的第一步，在教师指导下表现出来的外显的行为，包括模仿、试误（尝试各种各样的反应）等。

(4)机制。这是已成为习惯的习得的反应。在这一层次上学生对从事某种行动已有一定的信心和熟练程度。

(5)复杂的外显反应。这是学生因具有所需的动作型式而能从事相当复杂的动作行动。在这一层次上，技能已被掌握。

(6)适应(Adaption)。这是改变动作活动以符合新的问题情境的要求的行动。

(7)创作(Creation)。根据在动作技能领域中形成的理解、能力和技

定势是前苏联定势心理学派的基本概念。认为由一定的心理活动所形成的倾向性准备状态，决定同类后继心理活动的趋势。例如人在重复（10~15次）感知两个大小不等的球后，对两个大小相等的球就会感知为不相等。这就是过去的感知对当前事物的感知所给予的定势影响。

能，创造新的动作行动或操作材料的方式。布卢姆的教育目标分类学对我们制订中学物理教学的具体目标具有一定的启发和参考作用。

二、克洛普弗的中学理科教学目标分类体系

美国匹兹堡大学教授克洛普弗(L.E.Klopfer)在周密地分析了中学生的科学行为的基础上，制定了一套专门适用于中学理科(自然科学)教学目标的分类体系。这个体系所提出的一个最中心的问题就是强调科学并不是简单的知识结构，而是一种有意义的极重要的探索系统。因此，当代的中学自然科学的教育应趋向于成为一个探索科学知识的过程。正是基于这个设想，他对这一套教学目标分类体系的编排主要是按照科学探索过程的顺序进行的。

这套分类体系的另一个特点是并没有像布卢姆那样把认知、情意、动作技能等三个领域的教学目标截然分开，而是在全面考虑了这些因素的基础上把整个中学理科教学目标分为九大类。在每一大类下面再分若干亚类，并且都编上号码。下面就对这套教学目标的分类体系作简单介绍。

1. 知识和领会(A.0)。

这一类是由布卢姆认知领域里最低的两类教学目标组成的。它又可分为11个亚类：

- (1) 物理事实的知识(A.1)。
- (2) 物理术语的知识(A.2)。
- (3) 物理概念的知识(A.3)。
- (4) 惯例的知识(A.4)。
- (5) 趋势和顺序的知识(A.5)。
- (6) 分类、类别和准则的知识(A.6)
- (7) 科学技能和步骤(方法论)的知识(A.7)。
- (8) 物理原理和定律的知识(A.8)。
- (9) 理论和主要概念体系的知识(A.9)。
- (10) 新环境中知识的证实(A.10)。
- (11) 知识从一种符号形式到另一种符号形式的转化(A.11)。

对于上述A.1到A.9的亚类，要求学生对这些已获得的具体资料，在需要时能加以回忆。在亚类A.7中的“科学技能和步骤”是指对一般实验技能，如观察、实验的一般要领的了解以及对科学探究过程的步骤的了解，而不是指运用这些科学技能和步骤。亚类A.10则要求学生能在新的情境下对旧知识进行证实。亚类A.11则要求学生能进行知识的转化。例如能通过一段文字描述作出物体的受力图，或通过电路图说明装置的电学结构。

2. 科学探索过程：观察和测量(B.0)。

从第2类到第5类是按照科学探索过程的顺序编排的。对于“观察和测量”这一类又可以分为如下五个亚类：

(1) 事物和现象的观察(B.1)。要求学生能对事物和现象进行正确的观察。

(2) 用适当的语言对观察的描述(B.2)。这里强调了观察信息的有效性，即要求学生能精确传递所观察到的信息。

(3) 事物和变化的测量(B.3)。这是要求学生观察的定量描述。

(4) 合适测量仪器的选择(B.4)。这里所谓“合适”是要求学生所选择的测量仪器的最大量程必须能超过所要测量的量值的范围。

(5)测量估计和对准确性的认识(B.5)。这是要求学生能正确读数，包括熟悉有效数位的规则。

3.科学探索过程：发现问题和寻找解决问题的途径(C.0)。

这一类是科学探索过程的第二步，可分如下四个亚类：

(1)对问题的认识(C.1)。这是要求学生在发现问题的同时，怎样去认识问题，有的可以通过推理的方法，有的必须通过实验进行研究。

(2)工作假设的形成(C.2)。这是要求学生对问题的答案先作出工作假设。

(3)对假设作适当检验的选择(C.3)。这是要求学生对检验假设提出适当的方案。

(4)实验检验的恰当步骤的设计(C.4)。这是要求学生在用实验检验前设计好恰当的步骤。

4.科学探索过程：解释数据和形成通则(D.0)。

这一类是科学探索过程的第三步，主要是要求学生对实验数据进行处理和定量研究，可分如下六个亚类：

(1)实验数据的处理(D.1)。对高年级学生要求进行误差分析。

(2)用函数关系的形式表示数据(D.2)。要求学生能根据数据制作图表。

(3)实验数据和观察现象的解释(D.3)。这是要求学生分析实验结果的第一步。

(4)外推和内插(D.4)。这是要求学生善于对图表的运用。

(5)按照得到的实验数据评价经过检验的假设(D.5)。

(6)由发现的相互关系保证形成适当的通则(D.6)。这是要求学生从实验数据中得出一个囊括各有关变量的抽象关系——经验定律或原理。

5.科学探索过程：建立、检验和修改理论模型(E.0)。

这一类是科学探索过程的最后步骤。当研究人员在已被人们接受的概念结构模型中进行探索时，他们并没有超越搜集知识或形成原理阶段。这种研究称为“静态研究”。这就是学生们所进行的探索研究。而在“动态研究”中，研究的目的是证实事实和形成原理，并且是建立起一个令人满意的与事实互相联系、互相适应的理论模型。我们的学生由于自我概念结构尚未定型，如果尽可能地避免把现存的科学理论作为教条牢固地树立在头脑中，有时他们也容易进行“动态研究”，同样可以得到建立和检验理论模型的经验 and 体会。这可以分为如下的六个亚类：

(1)对需要理论模型的认识(E.1)。

(2)适应于已知现象和原理的理论模型的形成(E.2)。这是确定理论建立过程的第一步。

(3)对理论模型证明了的现象和原理的评述(E.3)

(4)从理论模型推导新的假设(E.4)。

(5)对模型检验的解释和评价(E.5)。

(6)修正的、精确的、扩展的理论模型的形成(E.6)。

6.物理知识和方法的应用(F.0)。

这一类是关于知识应用的目标，它可分为如下的三个亚类，表明应用程度的不断加深。

(1)同一科学领域中对新问题的应用(F.1)。这是在学校学习中要求学

生应用的最普遍的情境。

(2)对不同的领域中新问题的应用(F.2)。

(3)对自然科学以外领域的新问题的应用(F.3)。这里所谓“自然科学以外”是指技术应用。

7.操作技能(G.0)。

这一类属于动作技能领域的目标，是指学生完成实验室工作的实际操作技能的目标，可以分为如下两个亚类：

(1)使用普通实验仪器的技能的培养(G.1)。要求学生在使用各种实验仪器时能发展操作技能。

(2)仔细而安全地操作普通实验的技术(G.2)。要求学生能完成系列操作直至明确地结束实验。

8.态度和兴趣(H.0)。

这一类与下一类都属于情意领域的目标。这里所指的态度和兴趣只适用于学生的物理（自然科学）学习范围。它可分为六个亚类：

(1)对物理和物理学家喜爱态度的表现(H.1)。

(2)对科学探索作为一种思考方法的承认(H.2)。如果一个学生把科学探索过程当作引导他的思维的有效途径，那么他在处理新型问题或异常情况时的行为将会充分地协调。

(3)采取科学的态度(H.3)。

(4)物理（自然科学）学习经历的享受(H.4)。享受学习经历的学生将会用语言或其他方式表达他的感情。

(5)自然科学及活动的兴趣发展(H.5)。这表现为学生自发地进行活动而不考虑物理（自然科学）课程的要求。

(6)从事科学事业的兴趣的培养(H.6)。

9.倾向性(I.0)。

这一类目标分为五个亚类：

(1)自然科学中各种不同观点的关系和区别(I.1)。

(2)对科学解释的局限性和科学探索对哲学界限影响的认识(I.2)。上述两亚类涉及到学生对自然科学的一些重要哲学观点的倾向性。

(3)历史的看法：对科学背景的认识(I.3)。这一亚类提出了学生对科学演变特征的倾向性。

(4)对科学进步、技术成就、经济发展间相互关系的认识(I.4)。

(5)对科学探索及其结果的社会道德的认识(I.5)。

第三节 物理具体教学目标的制订

初看起来，制订教学目标似乎只是教学大纲和课程标准编制人员的工作，与教学第一线的教师没有关系，其实不然。教学大纲以及课程标准上的教学目标是物理课程的教学总目标。这些教学总目标包括对各个具体教学内容的要求，体现了中学物理课程的标准。这当然是由专家们制订的。但是教学第一线的教师在教学过程中，为保证学生在课程结束时能达到这些教学目标，必须制订相应的更具体的教学目标。本节主要介绍在单元教学计划中制订具体教学目标的具体方法。

一、制订物理教学单元中教学目标的主要依据

物理是一门系统性很强的课程。各章教材之间以及同一章的各节教材之间都有一定的联系。为了便于教学，通常可以把一学期的物理教材分成若干个相对独立的教学单元。这样在教学中每一单元就可以作为一个整体来考虑，并且制订出比较具体的单元教学计划。对于篇幅较大的章，可以分成几个单元来考虑。例如高中物理下册第二章教材“稳恒电流”就可以分为欧姆定律和电流的功和功率，串、并联电路，闭合电路的欧姆定律和电阻的测量等四个教学单元。为了便于教学的实施和检查，对每一教学单元，都必须制订出具体而明确的教学目标。

制订单元教学计划的主要依据是什么呢？

1. 《物理教学大纲》的教学目的和对各章教学内容的说明或《物理课程标准》有关各教学知识点的具体要求。

教学大纲或课程标准是国家教育委员会制订和颁布的有关具体课程的教学工作的指导性文件，因而是我们制订单元教学目标的主要依据。即使如此，我们也不能照搬照抄。因为《课程标准》上规定的具体教学要求是对学生在学完整个物理课程时的要求，这些要求往往不是一个单元或者一二节课就能完成的。因此，在制订单元教学目标时，必须考虑分阶段完成这些教学要求的可能性。

2. 班级学生的基本学习情况。

为了使单元教学目标能切合班级学生的实际，在制订时必须考虑班级中大多数学生的基本学习情况。教学目标定得过高会使学生丧失学习信心；定得过低会使学生不动脑筋，无助于学生思维能力的培养。有经验的教师在制订所任教的同年级的几个班级的教学目标时并不采取“一刀切”的办法，而是针对各个班级的实际情况有所变化。

二、单元教学目标的制订

制订单元教学目标同样应从认知、动作技能和情意等三个领域全面考虑，但在分类上不宜像布卢姆所规定的那么细致。当前在物理教学中所采用的教学目标在认知领域里一般只分为知道、理解、掌握和灵活掌握四级。在动作技能领域里，一般只分初步学会和会两级。至于情意领域，由于不容易评估，因而在提法上不如采用教学目的的方式。

下面以高中物理下册第二章“稳恒电流”教材的第二单元“串、并联电路”为例，制订这一单元的具体教学目标。

这一单元包括串联电路、并联电路、分压和分流在伏特表和安培表中的应用等三节教材。把第二章教材仔细分析一下可以看出：这章教材是在复习初中已学过的电学知识的基础上进一步研究闭合电路的欧姆定律。因

此前两个单元都是在复习初中已学过的电学知识，并在复习中加以深化和提高，同时也为第三单元学习闭合电路的欧姆定律打下坚实基础。第二单元是对第一单元电学基础知识的应用，同时也是在复习串、并联电路的性质和特点的基础上深入研究伏特表和安培表的主要结构。

在分析教材的基础上对第二单元的知识点和实验进行排队。例如，这一单元共有串联电路的特点、分压电路和分压电阻、并联电路的特点、分流电路和分流电阻、电流表的满偏电流和内阻、分压作用和伏特表、分流作用和安培表等知识点和串联电路的分压作用、并联电路的分流作用、串联电路中的功率分配、并联电路中的功率分配、把电流表改装为伏特表和安培表等演示和学生实验。

根据教学大纲的基本要求和班级大多数学生的基本学习情况，针对上述知识点和实验内容制订出第二单元教学目标如下：

认知领域：

- (1)理解串联电路的基本特点；
- (2)理解串联电路中的电压分配情况；
- (3)理解串联电路中的功率分配情况；
- (4)理解串联电路的分压作用；
- (5)掌握计算串联电路总电阻的方法；
- (6)理解并联电路的基本特点；
- (7)理解并联电路的电流分配情况；
- (8)理解并联电路的功率分配情况；
- (9)理解并联电路的分流作用；
- (10)掌握计算并联电路总电阻的方法；
- (11)理解简单混联电路的特点；
- (12)掌握计算简单混联电路总电阻的方法；
- (13)知道电流表指针偏转角度的大小与所通过的电流成正比；
- (14)知道电流表只能测量微小的电流和很低的电压；
- (15)理解电流表指针偏转角度的大小与所加的电压成正比；
- (16)理解测定电流表内阻的半偏法的工作原理；
- (17)理解伏特表的结构和扩大伏特表量程的原理；
- (18)理解安培表的结构和扩大安培表量程的原理；
- (19)会用半偏法测量电流表内阻；
- (20)会把滑动变阻器接成分压器电路；
- (21)会正确读出电阻箱所指示的电阻值；
- (22)会正确连接把电流表改装成单量程伏特表的电路；
- (23)学会根据量程扩大的要求把电流表改装成伏特表；
- (24)在连接电路时要遵守操作基本规程，如电源最后接，先串联、后并联，电键处于断开状态，变阻器处于电阻最大值状态等；
- (25)分组实验时，注意搞好同组同学间的协作关系；
- (26)实验过程中和结束时，注意爱护实验器材。

三、单元教学目标的挑选

除了运用上述制订单元教学目标的方法外，还可以参考克洛普弗的自然科学教学目标的方式，把认知、动作技能和情意三个领域的教学目标统一起来考虑，列出一系列适合于物理教学的物理教学目标。考虑到目前我

国中学物理教学的实际情况，这个物理教学目标系列不宜搞得像克洛普弗所拟订的那么细致，大致编排如下：

- A.0 知道和理解
 - A.1 知道物理现象
 - A.2 知道物理概念、量度单位
 - A.3 知道方法与步骤
 - A.4 知道物理原理、定律或理论
 - A.5 在新情境中能识别和理解
 - A.6 形式转换与推导
- B.0 观察和测量
 - B.1 事物和现象的观察
 - B.2 对事物和现象的描述
 - B.3 对物理量的测量
 - B.4 合适测量仪器的选择
 - B.5 测量估计和读数的精确性
- C.0 物理知识的探究
 - C.1 发现问题
 - C.2 提出假设
 - C.3 提出检验假设的途径
 - C.4 实验检验的步骤设计
- D.0 实验数据的解释和得出结论
 - D.1 实验数据处理
 - D.2 用函数图像记录数据
 - D.3 得出函数关系式
 - D.4 分析误差成因
- E.0 实验操作技能
 - E.1 初步学会正确使用实验装置与仪器
 - E.2 会选择合适实验装置与仪器熟练操作
- F.0 实际应用
 - F.1 解决有关的问题和习题
 - F.2 解决简单的实际问题
- G.0 态度和兴趣
 - G.1 对实验的科学态度的培养
 - G.2 对遵守实验操作基本规程的培养
 - G.3 对学习物理兴趣的培养
- H.0 倾向性
 - H.1 辩证唯物主义世界观培养
 - H.2 爱国主义教育

上述物理教学目标系列要比克洛普弗所拟订的自然科学教学目标系列简单得多。其中第 C.0 项“物理知识的探究”是专供采用科学探究教学方法的知识点挑选的。其中有关情意领域的教学目标是按教学目的的方式提出的。

下面以高中物理下册第二章“稳恒电流”教材的第三单元“闭合电路的欧姆定律”为例，具体说明如何运用挑选的方法制订这一单元的教学目

标。具体地说，就是要列出一张关于这一单元的教学目标明细表。

高中物理下册第二章教材第三单元包括电动势和闭合电路的欧姆定律两节。首先根据这两节的教学内容编制出一套知识系列，并编上代码如下：

1.0 电源电动势

1.1 外电路

1.11 外电阻

1.12 外电压（路端电压）

1.13 路端电压与外电阻的关系

1.131 外电路断开时

1.132 外电路闭合时

1.2 内电路

1.21 内电阻

1.22 内电压

1.3 电源电动势与外电压、内电压之间的关系

2.0 闭合电路的欧姆定律

注意：上述知识系列只表明知识间的从属关系，并不涉及教学过程的顺序。

然后如下表所示，列出一张单元教学目标明细表。在表上将前面编排的教学目标系列沿纵向列出，而将这一单元的知识系列沿横向列出。根据具体要求针对每一项知识把需要达到的教学目标挑选出来，打上“×”号。例如，代码为1.3的知识内容是“电源电动势与外电压、内电压之间的关系”。这是本单元的一条重要原理，也是推导出闭合电路欧姆定律的主要依据。因此应挑选教学目标A.4、A.5、A.6。若在教学过程中采用探究的方法，则应挑选C.1、C.2、C.3、C.4。由实验得出结论，应挑选D.1、D.2、D.3、D.4。在实验操作上挑选E.1。在实际应用上挑选F.1、F.2。在情意领域中还要培养科学态度，挑选G.1和G.2。

制订单元教学目标，不仅是为了“教”，而且也为了“学”。因此制订好的单元教学目标不仅是教师备课的依据，安排教学过程的依据，更重要的是应及早发给学生，让学生把它作为好好学习的依据。在这一方面，教师完全有责任及时去指导他们如何达到这些教学目标。

表2—1 单元教学目标明细表

教学内容		1.0	1.1	1.11	1.12	1.13	1.131	1.132	1.2	1.21	1.22	1.3	2.0
教学目标													
A.0 知道和 理解	A.1 知道物理现象		×						×				
	A.2 知道物理概念、量度 单位	×		×	×					×	×		
	A.3 知道方法与步骤												
	A.4 知道物理原理、定律 或理论					×						×	
	A.5 在新情境中识别和理 解	×	×	×	×	×			×	×	×	×	
	A.6 形式转换与推导				×	×	×	×		×	×	×	×
B.0 观察和 测量	B.1 事物和现象的观察		×	×			×	×	×				×
	B.2 对事物和现象的描述		×	×			×	×	×				×
	B.3 对物理量的测量	×		×	×					×	×		
	B.4 合适测量仪器的选择	×		×	×					×	×		
	B.5 测量估计和读数的精 确性	×		×	×					×	×		
C.0 物理知 识的探究	C.1 发现问题						×					×	
	C.2 提出假设						×					×	
	C.3 提出检验假设的途径						×					×	
	C.4 实验检验的步骤设计						×					×	

续表

第三章 物理课程的教学大纲与课程标准

第一节 新中国中学物理课程教学大纲的演变

一、建国初期到 1956 年

建国以来，党和政府对基础教育十分重视。早在 1950 年 7 月，针对当时全国各中学使用的教材编排不尽合理，学生负担过重，学习不能获益的状况，中央人民政府教育部印发了供普通中学教学参考用的《物理精简纲要》草案，并指出精简的目的在求教学切实有效，而不是降低学生程度；删除不必要的或重复的教材，但仍须保持各门学科的系统性，完整性。《物理精简纲要》分初中物理纲要、高中物理纲要和高级中学物理实验教材三部分。具体规定了初、高中物理课程的开设年级、授课时数和教学内容，并对教学要求、教学方法、实验安排等方面提出了原则性的建议。

1952 年，完成高等院校院系调整后，为了进一步加强基础教育，统一教学思想、教学内容和教学要求，1952 年 12 月中央人民政府教育部第一次编订印发了《中学物理教学大纲》（草案），在《大纲》的总说明中第一次明确提出了中学物理教学的任务，根据当时的历史条件强调了使学生奠定辩证唯物主义世界观的基础，培养爱国主义和国际主义思想；强调了物理教学中实验的重要性；并第一次对教师在运用教学原则、组织教学、制订教学计划、采用教学方法、指导作业、组织课外活动等方面提出比较全面的要求。对于教学内容（包括学生实验），《大纲》采用按章节编排的形式，写出具体条目，使教材的结构体系比较清晰，《大纲》还规定了各学年的总授课时数、各章授课时数和课外作业时数以及各学年总复习课时数。

由于这份大纲规定的教学内容仍较多，教育部在 1954 年和 1955 年先后下达了“精简中学物理教学大纲（草案）和课本的指示”和“关于精简中学物理教学大纲（草案）和高中二、三年级物理课本的指示”。

1956 年，以中华人民共和国教育部名义发布了《中学物理教学大纲》（修订草案）。这份大纲是在 1952 年《大纲》（草案）的基础上，以前苏联贯彻综合技术教育的新物理大纲为蓝本，结合我国实际制定的。与 1952 年《大纲》（草案）相比较，初中物理课时数减少 7 课时，高中物理增加 37 课时。在大纲的总说明部分，强调了要以社会主义思想教育学生，强调了培养劳动品质的重要性。为了便于教师掌握，大纲分年级对各章重要知识内容的教学要求作了详尽阐述。具体规定了各章的学生实验和演示实验，并提出了每学年参观活动的内容与次数。这份大纲制定得比较完整，内容、要求具体，奠定了建国以来我国中学物理教学大纲的基本格调。

二、1957 年到 1963 年

1959~1962 年“大跃进”期间“解放思想”，全国各地学制、课程设置有和教材极不统一，各行其是。1963 年，教育部颁布了新的教学计划（草案），并制订发布了与之相适应的《全日制中学物理教学大纲》（草案），大纲的总论部分明确分成教学目的和要求、教学内容、教学内容的安排、演示和学生实验、教学中应该注意的几点五个大部分进行阐述。在初、高中各年级教学内容中，除规定各章节内容、课时数、学生实验和演示实验外，在各章最后以附注形式阐明对某些内容的具体要求和教法建议。此外，

在高中每学年还安排了部分选做的学生实验，并给出课时。大纲还对课堂练习、平时复习、总复习、参观、机动时间的课时作了规定。这样，使得初中物理的总课时数从1956年大纲规定的153课时增加到204课时，高中物理总课时数从357课时增加到480课时。这份大纲稳定地执行了三年。1966~1976年“文化大革命”期间，中小学学制多数是9年，少数是10年，课程设置混乱，包括上海在内的一些地区，不开设物理课程，代之以“工业基础知识”。直到1976年下半年逐步恢复正常教学秩序，但各地使用的教材还不统一。

三、1978年至今

1978年党的十一届三中全会以来，教育部颁布了十年制教学计划（草案），同年以教育部名义颁发了全日制十年制学校《中学物理教学大纲》（试行草案）。在大纲规定的物理教学目的中明确提出了要“教育学生为革命而努力学习，为在本世纪内实现我国的四个现代化而奋斗”。大纲的总论部分分成物理教学的目的、物理教学的几个基本原则、教学内容的安排、教学中应注意的几个问题四大部分阐述。大纲对教学内容和课时数进行了适当压缩，初中物理为192课时，高中物理为300课时。为了“追回失去的时间”，这份大纲在教学要求上是偏高的。试行结果表明对于全国大多数地区来说，由于学生文化程度、师资水平和学校条件较差，多数学生不能适应这一偏高的要求，学习跟不上，相当多的学生学习负担过重，不利于德、智、体全面发展，不利于出人才。

为此，1983年教育部发出了“关于颁发高中数学、物理、化学三科两种要求的教学纲要的通知”，下达了《高中物理教学纲要》（草案），分年级规定了基本要求内容和较高要求内容。其中有些条目标以“*”号以表示选学内容，体现了这份纲要的弹性，并在各章内容之后以“说明”的形式表达了本章教学中应注意的地方，包括教学要求的掌握分寸和教学方法建议等。

为了加强基础教育，1985年，中央公布了《中共中央关于教育体制改革的决定》，同年，成立了中华人民共和国国家教育委员会。1985年，以国家教委名义发出了“关于印发调整初中数学、物理、化学、外语四科教学要求意见的通知”，下达了《调整初中物理教学要求的意见》。这次调整意见是从实际出发，按照初中教育的特点、教学规律、教学计划规定的课时数、多数教师经努力能达到的水平和多数学生可接受的程度提出的。调整教学要求只是在教学内容、习题的深度、广度上加以控制，进一步明确教学要求，把若干较繁难的计算题改为选做题，并规定不作为考试内容。

1986年，国家颁布了《义务教育法》，同年，在国家教委领导下第一次建立了审定中小学教材的权威机构——全国中小学教材审定委员会。在教育体制改革的新形势下，1986年12月，经全国中小学教材审定委员会审定通过，由国家教育委员会批准颁布了全日制中学《物理教学大纲》。这是建国以来第一份不带有“草案”或“试行草案”字样的大纲，这份大纲具有较高的权威性，它虽是九年制义务教育和新的高中教学计划、教学大纲全面实施前的一份过渡性教学大纲，但却是这一个时期教学的依据，教育质量评估的依据，编写与修订教材的依据，也是未实行新的考试制度之前，毕业考试、升学考试和中学会考命题的依据。澄清了以往教学、考试命题、质量分析时以教材为唯一依据的模糊看法。

这份大纲明确提出了普通中学的任务，并指出物理课程对于完成这些任务有重要作用。大纲的总论分四大部分阐明了物理教学的目的、物理教学的要求、确定物理教学内容的原则和教学中应注意的几点。这份大纲反映了改革开放、转变观念的时代精神，强调了教师的主导作用和学生主体地位的关系，并对教师提出应积极进行教学改革的要求。在各年级的教学内容中，对各章有关内容的教学要求作进一步的具体说明，在初中、高中教学内容中有部分条目和学生实验标上“*”号供选用或选做，以体现大纲的弹性。为便于各类不同学校使用，大纲在各章教学内容中第一次不给出课时数，要求在教学计划规定的总课时范围内，由各校教师根据各校教学的实际情况自行安排进度。

这份大纲一直执行到1990年6月。为了解决当前普通高中存在文理偏科、学生知识结构比例不尽合理、学生课业负担过重、不利于全面提高学生素质的问题，为了更好地贯彻教育方针，在使学生全面打好基础的前提下，注意发展他们的兴趣和特长，增强他们适应社会生活和生产的能力，国家教委于1990年3月下达了《现行普通高中教学计划的调整意见》，提出将普通高中的课程分为必修课和选修课两部分，并规定物理学科的必修课在高一、高二年级开设，授课总时数为204课时，同时开设的物理选修课在高一年级每周3课时，高二年级每周4课时。在高三年级开设的物理选修课，每周4~6课时，高三年级不再开设物理必修课。

同时，考虑到当前许多地方，特别是农村，初中学生课业负担过重，教学内容仍然偏多，教学要求仍然偏高，因此对教学大纲的初中部分也有必要减去过多的内容、降低过高的要求。

为此，1990年6月，由国家教育委员会颁发了全日制中学《物理教学大纲》（修订本）。教学大纲的高中部分修订后分为必修课和选修课两部分，这两部分教学大纲的总要求相当于或略低于1986年大纲，修订后的初中教学要求和新制定的九年制义务教育初中物理教学大纲的要求相当。大纲在修订说明中还明确指出，高中必修课教学大纲是必修课教学的依据、教学评估的依据、会考的依据和高考命题的依据；高中选修课教学大纲是选修课教学的依据和高考命题的依据。

1988年，经全国中小学教材审定委员会审定通过，由国家教育委员会批准，曾颁布了九年制义务教育《全日制初级中学物理教学大纲》（初审稿）。这份大纲的最大特点是教学内容要求具体，层次分明。大纲的最后部分采用表格形式，把教学内容（包括知识和学生实验）及与之有关的演示、教学要求和说明一一对应排列，并对表达学习水平应达到的目标的不同层次所用的行为动词——“知道”、“理解”和“掌握”的内涵进行界定。

为在全国范围内实施九年制义务教育，国家教委提出了“一纲多本”的设想。这就是说根据一个大纲，各地区可根据本地区特点，编写有地方特色的乡土教材，但每一种教材必须包括大纲所规定的最低要求的内容。因此，义务教育大纲所规定的教学内容的排列顺序并不就是教材编写的顺序，在表格中不反映任何表示顺序的数码。九年制义务教育将于1993年在全国范围内开始分期分批实施，义务教育大纲（初审稿）已颁布两年，在听取各地意见后，国家教委将定于1993年颁布义务教育教学计划和各学科教学大纲（草案）。

综上所述，1950~1990年的41年中，除去“大跃进”和“文化大革命”的13年外，其余28年中教育部根据各个不同历史时期的教学计划，总共颁布了7套教学大纲，其间还印发了各种精简、调整纲要5套。这表明大纲制订、课程和教材改革要适应经济和社会发展的需要不是一件容易的事，是需要认真研究的。回顾这段历史，还可以看出，每一次大纲颁发实施后不久，总要进行精简或调整，说明了制订大纲时的期望总是较高，而跟实际可行性间存在着较大差距；还说明了由于我国地域辽阔，人口众多，各地区经济文化发展不平衡的国情，试图用一个大纲、一套教材的做法是行不通的。国家教委在1988年8月发出“关于颁发《九年制义务教育教材编写规划方案》的通知”，指出要“用四五年时间逐步完成四种不同类型教材的编写工作”，“在统一基本要求、统一审定的前提下逐步实现教材的多样化，以适应各类地区、各类学校的需要”。这是关于“一纲多本”设想的具体化。此外，经国家教委批准，允许上海和浙江根据本地区情况，对课程、教材进行较大改革，分别制订教学计划和教学大纲，并编写教材，体现了从“一纲多本”向“多纲多本”的发展。

第二节 中学物理课程标准

一、什么是课程标准

在课程论中，“学校课程”一般理解是为了实现学科的教育目标而规定的教学科目及其目的、内容、范围、分量和进程的总和。在实行统一集中管理教育的国家或地区，通常是由国家教育行政部门（教育部）根据国家经济发展规划对人才的需要来规定各级学校和各门学科的课程标准，它对某级学校各门学科的教学目的和任务、教学内容的要点和范围、教学时间的分配、教材的编写和教具的选择、教学方法的运用和教学成绩的评定等，都作出比较具体和明确的规定。我国过去把作出这种规定的文件称做“课程标准”。新中国建立以来，中央人民政府教育部曾于1950年拟订过小学课程标准，以后因为学习前苏联，把课程标准中规定教学科目及其安排的部分单独作为一个文件，称做“教学计划”，把各科的“课程标准”改称为各科“教学大纲”。几十年来，教学计划和教学大纲的内容与体例虽然有过多次变化，但教学计划、教学大纲分开作为单独文件的做法一直没有改变。

根据上海市人民政府的决定，接受国家教育委员会的委托，于1988年5月成立了中小学课程教材改革委员会，负责上海中小学课程教材的全面改革工作。在课程改革总体方案已初步制订完毕并获原则通过的情况下，根据国家教委教材办和上海中小学课程教材改革委员会的意见，要求编订一套《课程标准》来代替“教学计划”和“教学大纲”。编订课程标准，不仅仅是把教学计划和教学大纲这两类文件合在一起，而且在内容、体例上将更全面、更广泛。

二、上海编订课程标准的体例

由于实施九年制义务教育的小学和初中，存在着“六·三”制和“五·四”制等多种学制，所以课程标准将分《九年制义务教育课程标准》和《高级中学课程标准》两本。这两本课程标准均有“总纲”和“各科课程标准”两大部分。

九年制义务教育阶段课程标准的总纲和各学科课程标准的修改稿已于1991年3月完成。总纲部分由培养目标、课程设置（包括各学科周课时安排表）、教材编选、教学过程、教学评价、教学环境、教师职责、教学管理八大部分组成。总纲和各学科课程标准均符合上海中小学课程改革总体方案的基本精神和基本要求，具体反映在：

(1)体现了教育思想的转变。从应试体制转变到提高国民素质的轨道上来；正确处理好社会需要、学科体系和学生发展这三者的关系，以提高学生素质为核心。

(2)改变了统得过死的单一模式。既有必修课，又有选修课和课外活动，在规定总课时数的前提下各学科安排课时都留有10%的余地，有利于减轻负担、提高质量，加强基础、培养能力，提高素质、发展个性。

(3)教育、教学目标明确。认知领域、操作领域和情感领域目标并重，使思想政治教育的贯彻与渗透得到落实。

(4)符合经济文化比较发达地区的学校和师资水平的实际，具有可行性。

三、上海编订《九年制义务教育物理学科课程标准》（征求意见

稿)简介

《九年制义务教育物理学科课程标准》首先阐明物理学的研究任务、物理学的地位与作用,指出初中物理学科和小学自然常识课的关系以及在义务教育阶段学习物理课程对实现培养目标所具有的重要意义。接着,《课程标准》分以下八个部分阐述。

(1)目标。包括认知领域、操作领域和情感领域的目标共四项,特别注意提出物理学科在德育方面的作用。各个领域的目标具有可操作性。

(2)课时安排。包括义务教育阶段物理课程的总课时数,八九年级的周课时数及各学期的上课周数。

(3)教学内容和教学要求。这是学科课程标准的主体。采取表格形式列出教学内容的知识点、学生实验和演示实验,并且具体指明对各知识点的不同层次的教学要求和对各项实验技能的不同要求。知识点的先后排列只反映义务教育阶段要求学习的力学、热学、声学、光学、电学、磁学、核能等各部分知识内容,并不表示教材编写一定要按此顺序。但为了便于编写教材时以及教学时教师了解并掌握教学要求,对各部分相对集中的知识,按知识体系给出了建议课时数。对各知识点的教学要求的限制,以及对不要求考查的内容,在表格最末一项说明中加以阐明。

(4)教材编选。对教材编选的原则,从精选基础教材、加强实验、选用我国经济文化比较发达地区的有关资料、介绍我国科技新成就、教材要体现弹性等五个方面提出了要求。

教材的体系是以物质、运动、能等基础知识为主要内容,指出在编写不同结构体系、不同风格特色的教材时,一般都应留有占总课时数10%的余地。

此外,对文字叙述和插图等方面也提出了原则要求。

(5)训练形式和要求。指出学生从获得知识到形成能力,主要通过观察、实验训练、应用训练和分析、概括训练来实现。并规定学生的观察实验活动量应不低于教学活动总量的30%。

(6)教学组织和教学方法。指出物理教学以班级授课形式进行,包括学生分组实验和小组议论。从原则上阐明选择适当的教学方法对培养学习兴趣、调动学习积极性、发展学生智能的重要作用。并指出要注意因材施教和重视学习方法的指导。

(7)教学评价与成绩核定。指出教学评价应根据目标,在认知、操作和情感三个领域中进行评价。并对评价的形式与要求、成绩表达的方法作出原则规定。还规定可采取灵活多样的形式对实验操作进行考查。情感领域的评价可采用记录式描述学生在学习中的思想品德、学习态度、个性特长等方面的表现。

(8)配套措施。对编写教学参考书、实验仪器更新、教学设备的规模、教学挂图、投影片、录像、学生课外阅读材料的选编等方面的要求作了原则规定。

从以上介绍可以看出,课程标准明确规定物理教学和教育目标,在知识内容和技能训练的要求上比较具体,层次分明,便于教师掌握。对教材编选作出规定,使课程标准体现了作为编写教材依据的规范性和权威性。对训练形式与要求、教学组织和教学方法、教学评价与成绩核定和配套措施等方面的原则规定,使课程标准在内容上和体例上比教学大纲更为全

面，更为广泛，能更好地符合为我国社会主义现代化建设培养多层次人才的需要。

第三节 中学物理的知识结构与体系

一、建国以来中学物理教材变革回顾

1953年以来,我国中学物理通用教材主要是由人民教育出版社编写出版的。1953年3月出版的物理学课本是根据中央人民政府编订的中学物理教学大纲(草案),并参考前苏联十年制中学八年级到十年级的物理学课本编写的,这套教材的初中物理学分两册。高中物理学分三册,内容分力学、分子物理学和热学、电学、光学和原子结构五编。根据1954年和1955年教育部下达的“精简中学物理教学大纲(草案)和课本的指示”和“关于精简中学物理教学大纲(草案)和高中二、三年级物理课本的指示”,人民教育出版社于1955年又出版了新的教材。与1953年的教材相比,编目未变,基本内容也不变,只是部分章节名称、顺序及某些内容的要求作了些精简与调整。这套教材后来虽经几次小修改,但基本内容与结构不变,一直沿用到1965学年度。

1978年全日制十年制学校《中学物理教学大纲》(试行草案)颁发后,于1979年12月人民教育出版社出版了一套供全日制十年制学校用的新教材(试用本),这套教材的初、高中物理均分上、下两册,内容安排不分编只设章。高中物理的力学部分先讲力和物体的平衡,后讲述直线运动,删去了转动部分内容,强化了动量部分内容,使之单独成章;在分子物理学和热学部分精简较多,只保留了气态方程、气体分子运动论、内能和能的转化和守恒定律,热膨胀、物态变化等知识放在初中讲;在电磁学部分,增加洛仑兹力的内容,还增加了一章电子技术基础,讲述半导体导电特性、晶体管等新知识;光学部分只讲光的本性,有关几何光学知识全部放在初中讲,高中不再重复;原子物理知识分成原子结构和原子核两章讲述。

1983年,人民教育出版社根据教育部颁发的《高中物理教学纲要》(草案)中规定的基本要求内容和较高要求内容,参照全日制十年制学校高中课本(试用本),于同年11月编写出版了高级中学课本物理甲种本三册和乙种本上、下两册。甲种本除了基本保持1978年试用本的要求外,在分子物理学和热学部分还增加了固体性质、液体性质和物态变化等内容,在光学部分增加了光的反射和折射一章,这样,这两部分知识在初中就可以只作定性讨论。乙种本的内容结构与编写体例同甲种本基本相仿,只是按基本要求编写。

1986年12月国家教委颁发了全日制中学《物理教学大纲》。人民教育出版社参照这份新大纲,在《高级中学课本物理(乙种本)》的基础上作了相应的调整和修改,于1987年出版了《高级中学课本物理》,分上、下两册,这套教材一直沿用到现在。

综上所述,使用面极广的统编教材历年来的变更,主要是由于国家制定了新的教学计划和颁发了新的教学大纲所引起,而这种变更多数属教学内容的增删、更新以及教学要求的调整。

直到1990年3月,由人民教育出版社物理室和中国教育学会物理教学研究会合作编著的义务教育三四年制初中物理系列教材才有了明显的改革特点。

这套教材是为了义务教育的需要编著的,教学要求适中,适用于全国大多数地区的大多数学校;这是一套系列化教材,不仅有教科书,还有教

师用书、学生用书、录像带等配套资料。教科书具有以下四个特点：

(1)加强实验。目的在于培养学习兴趣，使学生知道研究物理问题的方法，感觉到学习物理的趣味，使学生逐步入门。

(2)强调知识的应用，加强联系实际。在教学要求上把运用知识提高到与学习知识同等的高度。从总体上降低习题的难度，扩大知识面（主要指社会生活与生产应用方面）。

(3)力求做到生动活泼（包括内容选材、插图、版面设计等）。

(4)力求做到简明轻快，避免冗长的叙述，用图示能说明的，尽可能以图代文。

二、中学物理的知识结构与体系

我国中学物理知识结构历来都由教学大纲所规定，并由于长期以来基础教育基本上属非义务教育性质，不是为培养多层次多规格人才服务，只是为培养少数尖子学生服务的，所以不可能真正面向全体学生，即使教学大纲一再修订，从现行教学大纲来看还留有较深的“学科中心论”的痕迹，还是主要为升入高一级学校继续学习理工科专业打基础的。因此，直到目前为止，我国中学物理的知识结构仍没有突破力学、分子物理学、热学、声学、电学、电磁学、光学的基础知识和有关原子结构和原子核的初步知识这样一个比较完整的物理学科知识框架体系，初中和高中的物理知识内容的安排基本上采取二循环制。而所有教材教法的研究工作，基本上也仍围着这样一个数十年来不变的体系运转。

随着课程教材改革的逐步深入，随着人们教育思想与教育观念的转变，随着课程标准的制订和进一步完善，除加强操作技能领域和情意领域目标研究和管理外，对知识领域的目标、内容与要求也必须有相应的改变，至少应在以下几方面进行研究：

(1)以社会主义两个文明建设的需要为出发点，作为社会主义公民应具备怎样的物理知识结构才是恰当的？

(2)从培养多层次多规格人才的需要来考虑，义务教育阶段和高中必修课义务后教育阶段以及高三选修课为升入理工科大学做准备的学习阶段，这三个不同阶段中物理知识结构的关系应是怎样的？

(3)要认真分析现行教材的不足，针对我国的实情，在为建立新的知识结构选择教学内容时，要处理好升学与就业的关系、理论与实践的关系、教师与学生的关系、课内与课外的关系。

(4)要借鉴国内、外教改的理论与经验教训，要认识教材建设的长期性与复杂性。一套教材的试验周期很长，而教材对于青少年成长的影响是深远的，因此改革步子既要积极又要稳妥。

第四章 中学物理教材综述

第一节 当前全国中学物理新教材简介

1988年5月初，国家教育委员会在山东召开了教材改革规划会议，决定有计划地编写多套教材，即适合普通水平的“六·三”制教材、“五·四”制教材三套，面向发达地区和条件较好地区的教材两套，适合于老、少、边地区程度略低、基本上达到大纲要求的教材一套。同时鼓励各地方、高校、科研单位，还有专家、学者以及教师个人按基本要求编写教材，允许在内容选择和体系安排上有不同风格，包括适合不同特点的民族教材、乡土教材等。经审定后公开发行供学校选用。这样做，既可以保证义务教育的基本规格，又可以引进竞争机制，做到教材的多样化。

现将全国各地正在试用的中学物理新教材简介如下：

一、人民教育出版社义务教育初中物理教科书（试用本）

人民教育出版社物理室和中国教育学会物理教学研究会编著的《义务教育三年制、四年制初级中学教科书（试用本）物理》共2册，分别供三年制初中的二三年级和四年制初中的三四年级使用。

这套教材以全面发展为目标，“三个面向”为方向，在知识选材、内容配置、处理方法等方面，既注意有利于学生掌握知识，培养能力，发展智力，又注意有利于结合知识教学进行爱国主义教育和培养科学态度，并针对当前中学教育的实际情况，在减轻学生物理课负担和加强爱国主义教育两个方面做了更多的努力。

在特色、风格上，试用本采用的体系以学习发展水平为线索，既符合由易到难、由简到繁的认知规律，又能使学生头脑中形成适当的物理知识结构。试用本由如下四部分组成：

(1)常见的、简单易学的物理现象，侧重于培养学生的观察能力，激发学生学习物理的兴趣。

(2)力学的基本概念和规律，包括力、压强、惯性定律、功和功率、功的原理等。

(3)电学的基本概念和规律，包括电流、电压、电阻、欧姆定律、电和磁等。

以上三部分侧重于培养学生的分析、概括能力。

(4)综合的、抽象概括程度较高的关于能的基础概念和转化的规律，包括机械能、内能、电能、核能、能的转化和守恒定律等，侧重于培养学生应用物理知识解决简单问题的能力。

试用本注意到学生是学习的主体，按照初中学生学习心理的特点来组织材料，注意多方面启发引导，推动学生自觉学习，积极思考。

试用本注意加强实验，除根据大纲规定编写的学生实验外，还有穿插在各节课文中的实验，既可以由教师演示，也可以让学生随堂做；还有实验性习题和小实验等。

试用本注意加强联系实际，即注意联系重要的社会问题和注意为经济建设服务的要求。例如在讲过吸取式抽水机和离心式水泵之后，结合提水工具的选用，说明应该根据实际需要、财力、技术等具体条件选用本地最合适的设备。

二、九年义务教育高层次物理系列教材

这套教材的“高层次”是指：

(1)联系生活、分析问题的能力高。教材在联系生活、善于用所学的物理知识来分析生活、分析社会方面的要求较高。

(2)实验要求高。教材充分利用高层次学校的实验条件，编入的学生实验、演示实验和课堂上边讲边做的实验大大超过了大纲的要求，平均每堂课要做2~3个实验。

(3)物理思想及思想方法的要求高。教材在编写过程中特别注重了物理图景和物理过程的形成，而不是简单地给出结论。

(4)物理知识面适当拓宽。教材适当增加了一些教学大纲上没有列入的知识点和新知识（包括近代物理知识）。但以学生可接受，不过分增加学生负担，不冲击其他学科，有利于体现总的编写思想为原则。

(5)适当提高某些教学要求。教材中要求“掌握”的知识点和“理解”的知识点都比大纲上有所增加。这样做的目的是为了更有利于提高学生素质，发挥学生的学习潜力，培养能力，而不是为了提高教材的理论水平和扩大物理习题的深广度。

这套教材具有如下几个新特点：

(1)改变了按照力、热、电、光来分块的传统物理知识结构和教材模式，首先让学生从感知和认识物理现象入手，然后再逐步地去认识物理规律，最后再通过广泛的应用来提高和扩展，使其更符合学生的认知结构，更有利于从综合的角度来培养学生。

(2)十分重视学生对物理现象的把握和观察能力的培养。

(3)力求语言活泼、图文并茂。教材不是采取叙述式而是采取引导式展开的，以尽量避免文字冗长，能用图来说明和表示的就不用过多的文字。

(4)每章、每节的开始基本上都是从典型的生活、生产事例中提出问题，使学生感觉到问题是客观存在的。

(5)在教材编写上体现了方法的指导。具体落实了教材既是教学内容的依据，也对教学方法的改革发挥指导作用的要求。

(6)注重对学生学习能力的培养和学习方法的指导，教材中每章的最后都有知识小结。

三、北京师范大学“五·四”学制物理实验教材

这套物理教材是在1982年编写第一版的基础上，经过在北师大二附中，特别是自1984年在山东省诸城市进行了多年实验的基础上，根据九年制义务教育物理教学大纲（初审稿）重新编写的。这套教材面向四年制初中的大多数学校的大多数学生，突出了学制的优越性。总课时比三年制多34学时，主要用来：

(1)增加一部分学生实验，使学生动手、练习操作、测量的机会增多。

(2)在重要的知识点上，多花一点时间，使学生学得扎实一些。

(3)扩展一点常识性知识，加强一些与生活、社会联系的内容。

物理实验教材，在体系上未做大的变化，只做了适当的调整。第一册供初三年级使用，共九章：光现象、常见的运动、力和运动、质量和密度、压强、浮力、简单机械、功和能、温度和热量、物质的三态及其相互转变。第二册供初四年级使用，共六章：电路和电流、欧姆定律、电磁现象、电功、电功率、无线电广播简介、能源的利用和开发。这套教材除了满足教

学的各方面要求之外，主要突出的是科学方法教育。

这套教材的主要特点是：

(1)突出观察、思考和动手实验。课本中不仅安排了许多演示实验和日常生活现象的观察，而且在不增添实验设备的条件下，增加了学生动手实验，并编入了约40个课外小实验、小制作。

(2)重视教给学生方法，提高能力。主要通过观察、实验，了解现象，取得资料和数据，发掘问题；在此基础上进行分析、概括等一系列的思维活动，得出结论或上升为理论；最后运用知识来说明、解释或解决生活和生产中的有关问题。

(3)合理安排，激发兴趣，丰富情绪，锻炼意志。在教学内容的整体安排上，既考虑知识的内在联系，又考虑学生的认知规律和心理特点，力求做到两者密切结合。在选材上区分主次，突出重点，分散难点，减少学生的学习困难。

四、上海编写的、专供发达地区用的两套九年制义务教育物理教材

一套是由上海教育出版社组织编写组编写出版。

这套教材的结构体系以物质、运动和能为主线，先讲述浅显的热、光、声、电、磁等现象，然后讲述较为抽象的压强、浮力、功能等知识。在编写时力求体现如下的特色：

(1)选材新颖，体现发达地区的实际。例如上海南浦大桥的设计特点，市郊农村使用黑白地膜的物理作用等。

(2)渗透德育，体现人文因素。例如讲述扩散现象时教育学生不乱丢脏物，防止扩散污染环境；讲述运动相对性时摘取一段报章，叙述列车中扔玻璃瓶致伤事故，要求学生注意公德等。教材还不时引入一些有价值的物理学史料和祖国的建设成就。

(3)加强实验，重视技能培养。新教材仅在初二上册就编入演示实验20多个，学生实验9个，随堂实验7个，家庭小实验17个。对演示实验作了改进，例如用新型冷光射灯做光学演示实验；学生实验有新意，例如研究平面镜成像采用描像、折纸、对称方法做实验；家庭实验有趣而且容易做，例如用蚊香制作延迟开关等。

(4)发展能力，强调科学方法。教材比较强调通过观察、实验、比较、分类、类比和逻辑方法启发学生学习。使学生在学到知识的同时掌握一定的科学方法。例如讲述“速度”时首先指出比较运动快慢通常有哪几种方法，从而指出路程和时间是描述运动快慢的两个要素，然后建立速度概念。

(5)形式活泼、训练多样、知识面广。教材的编写体例做到生动活泼，图文并茂，可读性很强。叙述时从学生身边实际出发，深入浅出。减少理论计算的难度，使重点知识充实丰满。适当拓宽知识的广度和应用面。许多章节后面配有阅读材料，如“质量阶梯”、“温度集锦”、“透光古镜之谜”等。每章开始有多幅照片作为启发性导图。章末有以填充形式出现的小结；课文中穿插着“想一想”、“练一练”、“试一试”等练习，供课内讨论使用。

配套材料有：供学生使用的《学习活动册》一本，内有练习、学生实验、家庭小实验和复习题等。供教师使用的《教学指引》一本，包括目标、教材结构、各章节说明、教法建议、参考资料、教学评估等。此外还配有

彩色挂图、幻灯片、录像资料等多种教辅手段。

上海中小学课程教材改革委员会下属的另一套专供发达地区用的九年制义务教育物理教材，由闸北区教育局教材编写组编写、上海科学技术出版社出版。

这套教材也是根据上海中小学课程改革方案的《物理学科课程标准》所规定的教学内容和教学要求编写的。这套教材以加强基础、提高素质和培养科学探究方法为主要目标，具有编排体系新颖、有利于教学方法的改革、加强思想教育和强调各种训练等主要特点。

这套九年制义务教育物理教材在编排体系上采用一种从现象到规律，先易后难的新颖体系。教材打破了传统教材以力、热、声、光、电为顺序的老框框，而以探索简单的电现象、电磁现象、热现象、声现象和光现象为先导，激发学生学习物理的兴趣和积极性；进而探索几何光学的、力学的、热学的和电学的基本规律；最后再引进比较抽象的功和能的概念以及能量守恒定律。

这种新的教材体系的特点在于从一开始就强调对物理现象的观察和实验，而不强调计算；这样使学生从一开始就认识到物理是一门以观察、实验为基础的学科。例如在八年级上学期适用的教材里没有出现一个公式和一道计算题，而要求学生观察和动手做的实验却有 50 多个，这样就使学生确立了正确的学习物理的方法，而不是去死记硬背几条结论、几个公式。

这套教材与传统教材相比，其最大的特点就在于不完全采取正面叙述的方法，而适当引进科学的探究方法。因为物理的教学过程不能单靠教师的正面灌输和学生的死记硬背来完成，而必须重视发挥学生的主体作用。要把物理的教学过程看成是一个师生共同探索物理知识的过程。

基于上述指导思想，这套教材在引进章节内容时，往往先提出一些启发性的问题，引导学生思考；然后通过一些实验让学生去检验他们的想法。实验结果是填空式的，准备让学生亲自观察和实验后自行填写，而不全是由教材正面叙述出来。这样做的目的就在于培养和提高学生的科学素质。通过这种科学探究活动，学生不仅能获得巩固的物理知识，还能养成探究未知世界的积极态度和发展科学探究的能力与智慧。

这套教材还有配套的《练习册》，其中不仅安排配合各章节的各种训练题，还安排了学生实验的记录表格。在训练题的形式上除有填空题、思考题，选择题、作图题和计算题外，针对每一章的复习还安排一套自测题，供学生自行测试，了解对这一章教学内容的掌握情况。此外还穿插少量的小实验和小制作供学生课外作业。

教材还重视应用现代化教学手段，设计了配合教材使用的整套投影片和解决比较抽象的教学内容的录像片段。

跟这套教材配套的还有一套“课外读物”，内容属于教材的延伸部分，供学生课外阅读，扩大知识面，提高阅读能力和自学能力。

五、华东地区初中物理教材编写协作组试用教材

这套教材九年制义务教育《全日制初级中学物理教学大纲》为依据，结合华东地区大多数学校的实际，既能满足学生初中毕业后就业的需要，又可满足继续升学的需要。

这套教材强调要使学生在基本学习物理知识的同时，切实受到观察、实验等物理学研究方法的初步训练以及思想品德教育，从而使学生在掌握

知识的同时，能力和思想品德都得到相应的发展。

为便于学生学习，这套教材的基本体系是：先现象后本质，先宏观后微观，先部分后整体，并将物理的基本研究方法贯穿全书。

这套教材在教学过程中努力体现“以学生为主体”的精神，注意创造条件增强学生在课堂教学中的活动量。注意“教”和“学”的结合。在学法上采用“观察与思考”、“实验与思考”、“读读议议”、“想想议议”等多样化形式取代一般“叙述式”的写法，以便于废除满堂灌的注入式教学。

这套教材十分重视物理实验的作用，并强调学习物理一定要联系实际、联系生活，才能使学生学有兴趣，学有所用。

第二节 国外中学物理教材评述

总的说来，世界各国中学物理教育的状况是各不相同的。这种情况多半是由于各国的人口、国民生产总值、地理环境、政治制度的不同造成的。随着各国传统文化的发展，其理科教育也都经历了完全不同的发展途径。

然而从 50 年代末开始的、在美国首先掀起的教育改革浪潮，对世界各国产生了巨大影响。这次教育改革的浪潮虽是由前苏联卫星上天所触发的，但也体现了科学技术的新发展对教育现代化的要求。美国国会于 1958 年通过了《国防教育法》，增加了教育拨款，充实了各级学校的理科实验设备。为使教学内容现代化，组织了大批科学家和教育家编写新教材，把现代的科技成果充实到教材中去。前苏联则从 1964 年开始，用了 10 年时间对普通学校的教育内容进行改革，编写了新的教学大纲和新教材。

本节主要对国外几套在国际上有影响的中学物理教材作简单的评述。

一、美国 PSSC 物理

PSSC 是在美国国家科学基金委员会的资助下为对高中物理课程进行新的探索而组建起来的“物理科学研究委员会”的简称。它原是一个研究麻省理工学院课程计划的机构，但在组建后不久便扩大成为全国性的组织了。

根据该书编者哈伯沙伊姆(U.Haberschaim)所说，PSSC 物理课程的目的在于说明在物理学发展过程中的实践与理论之间的相互作用；通过对自然界的调查，让学生学习物理学的基本原理和定律及其适用范围和根据；培养批判地阅读的能力以及进行推理和善于区分本质与非本质的能力，从而提高所学到的技能；给想读大学理工科的学生打下一个坚实而牢固的基础。

PSSC 物理教材是由宇宙、光学与波、力学、电与原子结构等四部分组成。

在第一部分“宇宙”里，教材对时间、空间和物质等概念只作一般性的阐述，即说明怎样把握和怎样测定这些物理现象。具体内容包括什么是物理学，时间及其测定，空间及其大小，函数关系和标度的选择，沿着一定轨道的运动，矢量，质量、元素、原子，原子和分子，气体的性质，测定等十章。通过对这一部分的学习，要让学生了解物理学是一个研究课题；理解时间、空间与物质三者是不可分的。不仅如此，还要让学生知道物理学是在不断发展之中，这一发展过程正是人们进行探索和研究的用武之地。学习这一部分只是对自然界进行一次广泛而粗略的扫描，接着就要对物理学的某些领域进行较深入的探究。

在第二部分“光学与波”中，教材主要研究光学。具体内容包括光的性质，反射和像，折射，透镜与光学仪器，光的粒子模型，波，波与光，干涉，光波等九章。从教材的编排体系上看，它是从研究光的粒子说开始逐步进入光的波动说的，但重点是在光波上。

在第三部分“力学”中，教材主要是以力学的观点去进一步细致地观察运动。具体内容包括牛顿运动定律，地面上的运动，万有引力和太阳系，动量及其守恒，功和动能，热、分子运动及能量守恒等六章。

在第四部分“电与原子结构”里，教材主要研究电磁学的内容，具体包括有关电的定性的事实，库仑定律和基本电荷，在电场中电荷的能

量和运动，磁场，电磁感应和电磁波，探索原子，光是粒子、电子是波吗，量子王国、原子结构等八章。

此外，PSSC 物理还有一个补篇部分，原名为“高等课题补充教材”，介绍物理学的一些高等课题，包括角动量、统计力学、狭义相对论和量子物理学。这四个课题可以分开单独学习。作者在这里采用浅显易懂的语言，使学生不需要多少数学知识就能了解这些高等课题的基础知识。

PSSC 除编写了一套物理教材外，还编制了实验指导书、教师指导书、实验仪器介绍手册、教学影片及介绍手册、课外读物丛书、试题集等七种指导用资料。

经过实践，PSSC 物理教材受到不少批评。大家认为这套教材太深太难，只适用于少数尖子学生，远远脱离大多数学生的实际水平。虽然有部分教师在采用这套教材时，强调了科学探究，使用了新的教学方法，但多数教师却依然使用传统的教学方法，因而收效甚微。但尽管如此，PSSC 物理所提出的教育改革的方向乃是大势所趋，同时也给人们留下不少有益的经验。

二、美国 HPP 物理

1962 年前后，卢瑟福博士(F.J.Rutherford)任美国加利福尼亚州的高中教师和行政官员，他根据流传很广的霍尔顿博士(G.Holton)所著的《自然科学中的概念和理论入门》一书的内容，编写出一套物理教材的试用方案，并于 1963~1964 年间在两所中学里进行试教而获得成功。后来这一研究项目在各财团的资助下被命名为“哈佛大学物理计划”(Harvard Project Physics, HPP)，于 1970 年正式以“物理计划”的书名出版。HPP 物理教材的主要意图在于：

(1)与其让学生掌握零碎的知识，倒不如让他们把主要力量放在掌握足以代表科学的物理思考方法上，以增强对物理世界的理解。

(2)让学生理解物理学就是人在物质世界中的多方面的活动。要在历史和文化方面展开的基础上来提示它的内容，并从传统和发展与变革两方面来阐述物理学观点。

(3)即使是在让学生学习对未来有用的那些知识和技能时，也不要放过让每个学生学习立即有用的科学知识和技能的各种机会。

HPP 物理教材的最大特点是把重点放在科学发展史上。这套教材重视物理概念，讲述比较清楚；问题的引入注意启发诱导；取材较丰富，知识面很广。

HPP 物理教材共分六册，每一册都有单独的标题：运动的概念；天空中的运动；力学的成就；光学和电磁学；原子的模型；原子核。每一册还有相应的手册和学生读物；在手册里附有实验、教学影片和课外活动内容。这是对学生进行科学方法的培养和实践能力的训练的部分。

例如在第四册《光学和电磁学》中，共有四章内容。第十三章“光”主要研究了光的直线传播、反射和折射一直到光的干涉、衍射和偏振。在这一章里教材介绍了牛顿的有关光的粒子模型和达·芬奇和惠更斯所支持的有关光的波动模型。第十四章“电场和磁场”主要研究电和磁。教材先对电荷以及电荷间的作用力进行简单的讨论，然后证明运用“场”的概念如何简化了对电效应和磁效应的描述。接着讲由运动电荷所形成的电流。

再把场的概念和势能的概念结合起来，就能建立电流、电压和功率之间的定量关系。最后讨论电和磁之间的关系，这是从考察运动电荷与磁场之间的相互作用谈起的。第十五章“法拉第和电气时代”详尽地回顾了法拉第如何从重复奥斯特实验开始，终于发现了电磁感应现象。接着教材介绍了发电机和电动机的原理。最后从电力工业的发展强调了电的社会意义。第十六章“电磁辐射”主要研究光的电磁本性。教材定性地介绍了电磁原理的麦克斯韦公式，介绍了电磁波的传播、赫兹实验，最后介绍了电磁波谱。

三、英国纳菲尔德协作理科教程(NuffieldCoordinatedSciences Course)

这是一套英国最新出版的以 14~16 岁学生为对象的纳菲尔德理科教程。它与综合理科教程(Integrated Science Course)不同就在于对物理、化学、生物内容是分科编排的，但强化了它们之间的联系。

根据新的课程标准，在 15 个主要核心内容中，5 个有关物理的是：物质分子，物质的状态和特性，能量，各种力的相互作用和波。此外在教程中还开始引进某些关于电子学的内容，以加强基础电学与技术革新领域之间的联系。纳菲尔德教程的一贯宗旨就是：要让学生通过亲自实践去获得理解，该教程除了设有几本分科教材和统一的教师指导书外，还安排了一套独立的练习册(Worksheets)，作为学生的活动材料。该教程所安排的内容有利于帮助发展学生的能力和对科学方法的理解，鼓励学生对周围事物的观察。

四、联邦德国 BSV 中级物理

这套教材共分三册，专供完全中学八九十年级学生使用。现将各册教材的主要内容列出如下，括号内是教学大纲上规定的教学课时数：

第一册电流和电压(19)，力(12)，质量与密度(9)，在液体和气体中的压强(9)。

第二册加热膨胀(10)，机械能(10)，内能与电功(18)，光学(18)。

第三册静力学的基本概念(10)，电工学的基本概念(30)，电能输送和电能管理(8)，原子和原子核(18)，电子学和通讯技术(18)。

从上述内容的编排可以看出：BSV 中级物理教材在内容的选择与编排上是很有特色的。这套教材可以分为两个阶段：第一册和第二册相当于我国的初中物理，属第一阶段，其内容是最基本、最重要的物理基础知识。在编排上以电学知识开路，促使学生从一开始就对电学重视起来，同时也激发了学生学习物理的积极性。

第三册属第二阶段，相当于我国高一年级学习的内容。与第一阶段相比，在内容上有了一定的深度，计算题明显增多。周课时数也由原来的 2 增加到 3。还增加了不少技术性较强的内容。例如在“电工学的基本概念”这一章里，教材从热电子发射讲到示波器原理；在第一册欧姆定律的基础上讲基尔霍夫定律；从磁场讲到洛仑兹力、电视机原理、电动机原理；从电磁感应讲到发电机原理和变压器原理等。

此外，这套教材还注重介绍现代新技术，如半导体技术、运算放大器、核反应堆等。这就体现了教材的现代化。

五、日本高中理科《物理》选修教材

自 1978 年以来，日本高中理科课程采取必修与选修相结合的方法。必修课程《理科》是就自然界中看到的物体运动、物质变化、进化及平衡

进行观察和实验，使学生理解其原理和定律；同时使他们认识大自然和人类生活之间的关系。选修课程包括《理科》（主要是进行课题研究）、《物理》、《化学》、《生物》、《地学》等等。

《物理》选修教材主要是在大自然的事物和现象中，对力和运动、波、电和磁以及原子进行观察和实验，使学生理解原理和定律，培养学生的考察能力和科学态度。在具体内容上：第一部分“力和运动”只研究圆周运动、简谐振动、万有引力定律、动量和动量守恒定律以及气体定律、气体分子运动等。至于力和运动的关系——牛顿运动定律以及匀变速直线运动，落体运动、能量转化与守恒等内容则已作为必修部分在《理科》中学习。

第二部分“波”主要研究波的性质（包括纵波与横波、波的传播、波的干涉与衍射等）、声波（包括声波的传播、共振及共鸣等）、光波（包括光的传播、光的干涉及衍射、光谱等）。

第三部分“电和磁”主要研究电场（包括电场强度、匀强电场、电势与电势差、电容等）、电流（包括电阻定律、电源电动势、电流的功等）、电流和磁场（包括电流的磁场、磁场对电流的作用力等）、电磁感应和交流电（包括感生电动势、交流电的产生、谐振电路、电磁波等）。

第四部分“原子”主要研究电子和光（包括电子的电荷与质量、电子的波动性、光电效应、光的粒子性等）、原子和原子核（包括原子的结构、原子核的组成、放射性、核能等）。

70年代初的日本理科教材，由于受到美国高中的自然科学教育改革思潮的影响，进一步加浓了科学中心课程的色彩，由于受到布鲁纳所主张的所谓重视“学科结构”的观点的影响，而删去了不少生活理科的特点。然而这些内容如果只限于从科学课程的观点去看确实是优秀的，但是当充分考虑到教师的教和学生的学时，问题就大了。1977年2月，日本中央教学计划审议会经过多年的酝酿和准备，正式公布了《关于改善中小学教学计划的标准》的咨询报告，对高中课程标准作了修订，在教材内容上删去30%左右，而将不少内容由必修改为选修，但在编排上继续保持重视“探究过程”的特色。

六、澳大利亚新南威尔士 HSC 物理教材

这是为学生获得高中文凭(Higher School Certificate)而开设的物理课程的教材，内容可分为核心部分和选修部分两类。

核心部分主要包括力学和电学的主要内容。这是进一步学习更高级、更广泛领域的物理选修部分至少应该掌握和最必需的物理基础知识。选修部分可供教师根据他自己的专业技能或者他的学生们的能力、动机和经验来选择和处理这些教学内容。

教材核心部分的具体内容可以分为如下六项：运动的描述；各种力的作用；力学的相互作用；电学的相互作用；电磁学；波。每一项的教学时间约为6周，共36周。

教材选修部分的具体内容可以分为如下十项：(1)物理学的观念史：万有引力；气体分子运动论；光的本性；相对论；原子结构。(2)光的波动性质。(3)转动。(4)技术中的物理学：工程材料与结构；汽车上的电学系统；音乐中的物理学；光学仪器；摄影技术；能量的转换；流体动力学。(5)天文学。(6)电子学。(7)核物理学。(8)固体

的性质。(9)选修九。(10)铀和阳光。选修部分可从上述 10 项内任选 3 项。每一项的教学时间约为 8 周，共 24 周。某些选修项目，如第 1、4 项，只要求选择其中的两小项即可，而每一小项的教学时间则为 4 周。其中选修九是指其他某些学生感兴趣的项目，如能源问题、星系探索等，由当局每年公布。

下面以“运动的描述”部分为例简单介绍教材核心部分的要求和深广度。

“运动的描述”主要是研究宏观物体的运动，并通过教学模型进行描述。学生通过学习这一章应做到：

- (1)对运动的有效观察和记录的技术的运用有所发展；
- (2)能用文字描述运动，包括正确地运用如路程、位移、速率、速度和加速度等物理术语；
- (3)理解和能进行简单的矢量运算；
- (4)能解释各种运动记录，并能用语言或数字分析斜抛运动和简谐振动等；
- (5)能用公式表示和采用数学模型分析各种一维的和二维的运动。

对于这一章教材可以概括成四部分内容：矢量（包括矢量与标量、矢量的合成、矢量的分解等）；直线运动（包括平均速度与即时速度、即时加速度、匀加速运动、在重力影响下的运动等）；运动的图像分析（包括路程图线和速度图线等）；斜抛运动（包括斜抛运动的性质、速度、最大高度和行程以及运动轨迹等）。

在这一章里必做的实验主要有：学用频闪照相、振动记时器（即打点记时器）记录物体运动的实验；测定下降的降落伞、落在油中的钢珠的运动；测定制动后电车的运动；研究气垫导轨上在弹簧间摆动的物体的运动等。

下面再以“物理学的观念史——光的本性”为例简单介绍教材选修部分的要求和深广度。

“光的本性”主要回顾人类对光的认识的发展过程，并理解光的波粒二象性。

对于这一部分内容可以概括为如下四个方面：

(1)描述和解释在 17 世纪出现的两种相对立的关于光的本性的学说：由牛顿、笛卡儿提出的光的微粒说；由惠更斯、虎克提出的光的波动说。

(2)描述和解释 18 世纪托马斯·杨和菲涅耳对光的波动说的贡献以及在他们的有关光的干涉的著作出版后的激烈争辩。

(3)描述麦克斯韦关于光的电磁理论的基本的定性因素，阐明光是电场和磁场以速率“ c ”传播的横向波动。

(4)描述普朗克和爱因斯坦在发展光的量子说上的贡献。

在这一部分里必做的实验主要有：粒子的反射与折射；光的干涉实验（托马斯的双缝干涉实验、牛顿环、肥皂膜实验等）；光的衍射实验；光的偏振实验和光电效应实验等。

七、前苏联中学物理课本（别雷史金）

根据前苏联教育部颁布的教学大纲规定：苏联中学物理课程应当作为一个统一的整体来看待，分两个阶段学习：第一阶段——6~7 年级；第二

阶段——8~10 年级。这里只介绍六七年级适用的物理教材情况。

六年级物理教材的主要内容有：

(1)绪论(物理学研究什么,物理现象,观察和实验,物理学和技术,物理现象的解释)。

(2)关于物质结构的初步知识(关于分子的初步知识、气体、液体、固体的扩散,罗蒙诺索夫论物质结构)。

(3)运动和力(机械运动,匀速运动和变速运动,速度

与平均速度,惯性,物体的相互作用,万有引力现象、重力,形变,弹力,天平,重力和质量的关系,力的图示,力的合成,平衡,摩擦力,分子间的相互作用力,压力,气体的压力)。

(4)液体和气体的压强(帕斯卡定律,气体和液体在自身重力下的压强,连通器,空气的重量,大气压强,抽气机,水压机,阿基米德力,浮体条件,比重计)。

(5)功和功率、能(机械的功,功率,使用机械时功的原理,机械效率,势能的概念,动能的概念,动能和势能的转化,水流能和风能)。

七年级物理教材的主要内容：

(1)热传递和功(分子的无规则运动,内能,改变内能的两种方法:做功和热传递,热传递的方法,热量,物质的比热,热量的计算,能量守恒和转化定律,燃料燃烧的热量)。

(2)物质聚集状态的变化(物体的溶解、溶解温度,溶解热,蒸发和沸腾,沸腾温度,汽化热)。

(3)热机(热机中蒸汽和气膨胀的功,内燃机,蒸汽轮机,热机在国民经济中的应用)。

(4)原子构造(物体的带电,两种电荷,带电体的相互作用,电场的概念,密立根实验示意图,电荷的可分性,电子,电荷间的作用力与其距离间的关系,带电粒子在物质中的散射,原子的核模型,氢原子的结构,氦、锂原子的结构,原子中电子的数目和核的电荷)。

(5)电流强度、电压、电阻(电荷在电场中的运动、电流、电路,通过金属和电解质的电流,电量单位的确定——库仑,以库仑表示电子的电荷,电流强度,安培计,电压,伏特计,电阻,电阻率,变阻器,部分电路的欧姆定律,串联和并联导体的电阻)。

(6)电流的功率(电流的功和功率,焦耳热,电热器,短路,保险丝)。

(7)电磁现象(直线电流和环形电流的磁场,螺线管,电磁铁,电铃,电报,继电器及其应用,永磁体,地球的磁场,电话,磁场对通电导体的作用力,直流电动机及其应用,电磁感应,发电机,苏联电气化)。

这套教材与我国现行初中物理教材相比,具有如下的特点:知识面较广,注意反映现代科学和技术的新成就。这套教材虽然是供相当于我国小学六年级和初一年级的学生用的,但涉及到的新概念不少,如弹力、失重现象、力的合成、静摩擦、气动工具、电场、致冷机、电解质中的电流、密立根实验、卢瑟福实验等。概念、规律阐述得比较清楚;重视从物质微观结构来说明物理现象。由于这套教材从一开始就介绍了“关于物质结构的初步知识”,因此有可能通过分子间的相互作用力来解释浸润现象。又如在原子结构中原子的核模型并不是正面给出的,而是通过卢瑟福实验,分析 α 粒子穿过金属箔片而发生散射现象来推出的。在每一小节教

材后面都安排了许多启发性很强的思考问题，而需要计算的练习题却不多。

第五章 中学理科课程结构

第一节 综合理科课程结构与分科课程结构

1912年，英国教育家怀特海提出了综合课程的主张。他主张将几门学科合并成为内容广阔的知识领域，即综合学科。他认为，综合课程有两种情况：一种是把某一知识领域的几门有关学科合并成为一门新学科；二是把某一类知识并入有关学科的广阔领域中去。

综合课程是以分科课程的改进形态出现的，而不是作为分科课程的对立形式出现的。它的具体形式有：相关课程、融合课程和广域课程，从综合程度上可以分为配合型、混合型和融合型。

综合课程论是一种比较新的课程理论，并没有形成像学科课程论那样系统的理论。因此我们只能综合地论述一下综合课程的基本观点。

一、综合课程是现代科学技术发展的必然结果

综合课程的实施主要由下列因素决定：

(1) 科学发展已超越了学科的界限向协同化、综合化方向发展，边缘科学不断出现。

(2) 人们所面临的问题具有复杂的特性，涉及许多学科领域的知识，要解决这些问题，需要各门学科领域的知识和各门学科的合作。

(3) 客观世界本身是一个统一的，相互联系的有机整体，课程设置及其内容应反映这一特点。

(4) 儿童的身心发展未分化，他们的生活现实具有未分化性、综合性的特点。

二、综合课程具有多方面的作用

(1) 综合课程有助于给学生提供完整的世界图像，防止学生把各门学科的知识割裂开来，有助于融合知识的分化，提供整体的观点，恢复知识的完整性，帮助学生既见树木，又见森林。

(2) 综合课程可以纠正课程繁多、学生负担过重的偏向。综合课程可以包括较为广泛的学科范围。因此可以减少课程门类，避免各种教学内容重叠、分量过重，与分科课程相比是比较经济的。

(3) 综合课程有助于对付知识的激增。综合课程可以联系知识的广阔领域，比分科课程更具有适应性。

(4) 综合课程有助于学习和学生个性的发展。综合课程是按儿童的需要、兴趣等特点编制的，它非常重视非认知因素，因此，有助于学生的学习和个性的发展。

综合理科是在综合课程论指导下，以综合课程论的基本观点为理论依据，在自然科学领域，依据综合课编制原则编写起来的，包括物理、化学、生物、地理、天文、气象等的一门综合学科。

分科课程是以学科课程论为依据的，它具有很大的优点：

(1) 它按照学科的系统组织学习，可以系统地接受文化遗产，便于精专。

(2) 强调知识的理论高度，重视揭示事物的本质。

(3) 通过学习逻辑地组织起来的教材，可以培养学生各种各样的研究方法，充分发展智力。

(4)它组织的教学便于学习，易于评估。

多少年来，许多国家的实践已证明了分科课程的以上优点。但是，分科教学在整体性、各科互相渗透、交融性上的确不如综合理科。综合理科主要就是针对分科课程的缺点应运而生的，它的优势在于加强了分科课程教育中所忽视的各种之间的关联性和完整性，将物理、化学、生物、地理、天文等综合起来；其次它的教学可以避免有些知识的重复和割裂，避免了分科课程中因为要求体系的完整性和逻辑的严密性，往往过分扩大知识范围的做法，因而也就大大减轻了学生的负担。近十几年的发展，各国也有不少成功的例子。例如，日本、新西兰根据各自国家的社会、经济、地理等条件，发展了具有本国特色的理科教育，使本国的理科教育水平不断提高，各自形成了一套符合本国国情的综合理科教育体系。当然，综合理科也有不可忽视的缺点，即在系统性上远远不如分科课程。

分科课程和综合理科各有各的长处和短处，各有各的改进方法和发展的前景，它们反映的正是世界的全貌和整个科学的进展，正如科学从整体开始分化，20世纪以来，学科一方面进一步地分化，同时另一方面又有新的综合趋势。至于中学理科究竟以分科形式还是综合形式，这要依据受教育者、学科本身的特色和本国国情而定。分科课程和综合理科各有长处，各有其适应的环境，各有其成功的范例。

第二节 世界范围内综合理科课程评述

综合理科的发展，最早起源于欧洲。欧洲许多国家都已进行综合理科教育，英国是较早开始研究和实施的国家之一。目前，英国理科课程改革的主要潮流就是把中学的理科发展成综合理科。政府的方针是尽快使所有的孩子在16岁之前用20%的时间，学习理科各方面的主要内容。主张要把中学理科改成综合理科的理由是：从教育目标来看，中学生只有一部分升入大学，将来能做学术性工作的很少，因而中学理科课程的目的主要是为了大部分不上大学的学生解决将来在工作和生活中遇到的问题，这样就不必把理科分成几科。教育内容要选择与日常生活有联系的，同时综合理科不仅可以介绍理、化、生等知识，还可以介绍地质学、气象学、天文学等知识，另外，综合理科可以在课时上减少到20%之内。英国目前中小学开设理科，虽有些不同，但趋向于向综合理科发展。一般说来，小学(5~11岁)是综合理科，中学(11~16岁)的头两年开设综合理科，每周2课时；第三年开设综合理科和分科两种，第四五年分科选修一二三科，到了中学六年级多数是选修理科课程。

在亚大区，日本、香港、新西兰、科威特等国家和地区，80年代也引入了综合理科。新西兰的学制比较复杂，他们在初中阶段的理科教学也采用综合理科教学，主要是为了培养理科探究的态度、方法和科学知识体系。其教学目标包括兴趣和态度、技能和能力、知识掌握、观念形成等几个方面。教学内容大量是探究生态环境等，符合其以农牧业为主要经济命脉的国情。新西兰的初中综合理科教学，也具有综合理科与本国社会经济相联系这一特点。

美国、加拿大、法国等也在不同年级不同程度上开展了综合理科教学。因此，世界性的综合理科教学正在各国的小学 and 中学低年级蓬勃兴起。

1988年7月在澳大利亚的堪培拉，由联合国教科文组织和科学教育协会国际委员会联合举办了综合理科教育研讨会，有来自英国、美国、法国、德国、日本、澳大利亚、巴基斯坦、中国、科威特、印度等国家的50多位代表参加。会上由科学教育协会国际委员会负责人作了“世界范围内综合科学课程评论”报告。报告中指出：联合国教科文组织在1968年发起召开了综合科学教育国际讨论会，该次会议在保加利亚的鲁巴举行。20年过去了，鲁巴会议的精神经受了时间的考验，当今仍具有一定的指导价值。鲁巴会议得出五个结论，它们是：

(1)综合科学教育有助于普通教育，它强调科学的统一整体，加深对科学在现代社会中的地位的理解，并避免不必要的重复。

(2)综合科学课程应该强调观察环境的重要性，把逻辑思维和科学方法教给学生。

(3)在不同教师和专家的共同合作下选定课程内容。

(4)综合的广度应取决于学生的年龄、教育设置类型和当地情况。中学的初级阶段一般需要实验科学方面的综合课程，中学的高级阶段也有需要，特别是对那些不准备在科学方面发展的学生。

(5)科学是初等教育的重要部分，它会激起学生对科学的好奇心，有助于逐步确立科学态度和提高技能。

1973年，在美国马里兰召开的国际会议上提到了综合科学教师的培训

问题。1975年，在英国牛津举行的小型国际性专题会议上，讨论了对综合科学教育的各种探索和评估。1978年，在荷兰奈美根举行的国际会议上，讨论了综合科学教育在全世界范围内的发展。所有这些会议的内容已在联合国教科文组织的“综合科学教育新趋势丛书”中记录在案。1985年，在印度邦加罗尔会议上，讨论了科技教育与人类未来需要。会议认为科技教育在下列八个方面与社会需要有关：

(1)健康。这里包括健康观念、生活优劣与健康教育之间的关系，健康的环境因素；健康教育对现代技术冲击传统文化的关系；健康的心理因素与道德；全球性疾病。

(2)食物和农业。这里包括传统的和现代的食物生产方法和生物工程；不同地区消耗方式和营养不良；人口增长和食物供应；食物储备、供给和分配；营养科学和农业科学的研究和发展。

(3)能源。这里包括能量的概念和资料；对能量的理解和社会意识；能源保护。

(4)陆地、水和矿产资源。这里包括陆地利用研究中的土方法和遥感技术；水资源研究中的水力技术、水源保护、水的供给和储备、水的循环和健康；矿产资源研究中的矿产类型、经济价值、开采与保护。

(5)工业与技术。这里包括初级科学课中介绍工业和技术的概念；在中级及三级课程中建立工业技术的应用。可以对工业技术基地进行教育参观，增强发展中国家的技术培训。

(6)环境。这里特别强调自然科学和社会科学两方面都应贯彻环境教育。可以促使当地的宗教、社会、科学、文化等团体成为环境保护道德观念的倡导者。

(7)信息传输技术。这里包括传单、书籍、图解、单项信息网络、会议、信息简报、复印技术、录音和录像、幻灯片、计算机模拟、电视计算结合系统、自学软件包、计算机辅助学习、通信卫星等。

(8)道德观与社会责任。这里包括对科学的本质、积极效果及其限制的深刻理解；建立公众舆论的合理基础；激励付诸行动。

科学教育协会国际委员会根据从世界各地回收的调查表，作出对当今综合科学教育状态的评论，并可看出综合科学教育发展的总趋势。调查表包括两个轴心：综合科学课程的广度和强度。广度是指综合的学科范围，强度是指综合以后所给出的材料的结合程度。调查表所包含内容包括：课程开始日期；适用年级；学生的智能范围，是选全体学生还是选一部分；预期教学时间；所用语言，组织方式；灵活程度；综合广度和强度；印刷出版物；视听和计算机软件。

在以上各项调查栏目中，综合科学课程的综合广度和强度颇为引人注目。两门学科结合的例子是自然课。高中阶段有三门学科结合的例子，但综合程度往往是低的。有的国家把两门或更多学科与非科学内容结合在一起，以强调科学与社会的关联并避免太专门化，如巴基斯坦的九、十年课程和菲律宾的综合科学课。综合强度从回收调查表中反映出可分为三种：并列型。可以显著区分化学、生物、物理等各部分。结合型。虽然仍以各分立学科作为出发点，但三门科学相互混合在一起。融化型。把各分立的学科融化成一个统一的整体，具有高度的综合程度。

调查表也表明，已经有一批教科书、工作手册、教师指南、课程指导

以及专题测验出版。视听材料也出现了幻灯片、录音磁带、电视或电台节目、录像带、电影、游戏、计算机软件。值得注意的是越来越多的计算机软件已成为课程的组成部分。但这主要在发达国家，对发展中国家来说，计算机还远

表 5—1

单元 \ 年级	1	2	3	4	5	6	7
1	环境探索						
2	玩具						
3	土壤						
4	水						
5	动物						
6	植物						
7	计量	普通物质					
8		计量	变化				
9			空气				
10			平衡				简单机械
11			计量	时间			
12				感觉			
13							摩擦
14							热与火
15							光能
16							电
17							磁
18							太阳系

没有普及。

世界各地对综合科学课程的安排不尽相同，各地都有其独特之处。例如表 5—1 列出非洲国家莱索托对 1~7 年级各单元课程的安排。表 5—2 列出津巴布韦拟定的大纲，它有三个主题：健康、环境和社会关联。表 5—3 列出欧洲国家挪威 1~6 年级的教学大纲。表 5—4 列出英国在 1984 年的普查结果。表 5—5 列出亚洲和太平洋地区的科学教育情况。

表 5—2

细 目	计 划 时 间
基础科学技能	6周(每周6课时)
细胞、繁殖和家庭生活	4周
活命的水	6周
空气和气体	6周
环境探测	6周
人体和植物	6周
电及其用途	7周
家中的化学	5周
自然资源和环境意识	7周
住宅	3周
运输	4周
健康保护	2周

近 10 年来，中学科学教学的发展趋势是：在小学或初等教育领域，科学课的数量有很大增长。其中有些是简单技术。几乎所有国家都把环境作为重要的课程内容，有的国家作为科学研究，有的作为社会问题。在中学，特别在初中，综合科学有了稳定发展。在这些课程中，有的反映科学与社会的关联，有的体现技能技巧。但仍有大部分注意力集中在传统的生物、化学和物理上。对具体课程的评价仍缺乏依据，但也有可贵的例外。对学生的评估可以用各种方式，例如公开考试、内部考试以及持续不断地跟踪。计算机和信息技术对综合科学教育课程的影响是显而易见的。但值得作周密研究的问题是：计算机应用的范围和软件的适用性。

表 5—3

周围事物探索	人体和健康
孩子的日常生活	自然界中的生命及其基础
人类的协作	资源、商业和工业
人和社会	材料、工具和技术
萨米族人	包围我们的世界
挪威和斯堪的纳维亚	通讯、戏剧、影片和媒介

表 5—4

学生百 分比	年 级	学 习 课 目	学生百 分比	年 级	学 习 课 目
12 %	9 ~ 10	生物、化学、 物理	19%		生物
8%	9 ~ 10	生物、化学	3 %		化学
6 %	9 ~ 10	生物、物理	10 %	9 ~ 10	物理
9 %		化学、物理	21 %	9 ~ 10	不学自然科学

表 5-5

国家	年 级													除必修外 注册人数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
阿富汗					C-NS				C-SS						
澳大利亚						C-GS / ES						E-SS			
孟加拉国						C-ES			C-CS			E-SS		33%	
中国									C-IS			C-SS			
印度						C-ES / GS			C-SS			C - SS	E - SS		
印度尼西亚						C - ES			C-GS			C - GS		E - SS	
伊朗									C - IS			C - CS		E - SS	40 %
日本									C - GS			C - GS		E-SS	30%
老挝									C - IS			C - SS		C - SS	
马来西亚									C - ES			C - IS		C - GS / SSE - SS	45%
马尔代夫 (亚洲)									C - ES			C - CS		C - SS E - IS / SS	60 %
蒙古												C - SS			
尼泊尔												C - GS - Health		E - SS	
新西兰												C - GS - - C - IS		E - IS / SS	60%
巴基斯坦												C - GS		C - GS - E - SS	40%
新几内亚												C - GS		C - IS - O - GS / SS	
菲律宾												C - IS + Health		C - GS - C - - SS	
南朝鲜												C - IS		C - CS - - C - SS	

续表

国 家	年 级													除必修外 注册人数	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
新加坡												G - GSC - GS0 - GS / SSE - SS			48 %
越南												GS - C - SS		C - SS	
斯里兰卡												C - ES		C - GS - E - SS	25 %
泰国												C - IS		C - IS - O - IS / SS	
土耳其												C - ESC - GSC - GS - C - CS / SS			
苏联												C - IS		C - SS	

GS—普通理科

ES—环境研究

IS—综合科学

SS—分立课：物理、化学、生物

CS—结合型科学

NS—自然研究

C—必修课

E—选修课

O—任意选修

第三节 我国开展综合理科教育课程简述

在我国，自然常识是我国小学阶段对自然科学进行启蒙教育的传统的综合性课程，在此基础上，初中进行分科学习，似乎已为我国教育界所习惯和接受，并延续至今。自本世纪60年代起，在欧洲一些中学开始设置综合理科课程，尽管对综合理科的争议一直未曾间断，但它发展很快，目前世界上已有100多个国家和地区在初中设置了综合理科课程。人们已经发现初中理科实施分科教学有其弊端。例如，在我国初中自然科学分科教学中，各自强调学科的系统性，更多地考虑升学的需要，教学内容和作业量都很重，影响了学生的全面发展。此外，现行的物理、化学、生物学科知识面偏窄，应用性较差，科学思想、科学方法和科学发展史等人文性内容较少，涉及人口、能源、环境等与人类命运有关的问题也很难在分科教学中系统地反映。而且目前我国初中开设的科目较多，分科的自然科学教学内容有不少重复的地方。这样势必造成教学内容繁琐，不利于让学生有更多的自由支配时间，也不利于选修课和课外活动的开设。为了更好地贯彻九年义务教育的精神，学校教育必须以全面提高学生素质为核心，切实做到加强基础、培养能力、提高素质、发展个性。使学生掌握一定的科学基础知识和技能，减轻过重的学习负担，增加各类活动，健康地发展个性，全面提高素质，以适应现代社会生活、劳动和进一步学习的需要。从对基础教育改革的要求来看，初中理科教学有其改革的必要。然而，根据我国的国情，要普遍开展综合理科教育还存在不少困难，如教材问题，即如何建立综合理科的教学体系；此外，缺少能很好胜任综合理科教学的师资；以及如何对综合理科进行测试和评估等。目前教师对于分科课程和综合理科课程的设置争议也不少。因此采取慎重的做法，先进行小范围试验，取得经验后，根据具体情况和条件再逐渐推广，这样做是非常必要的。

上海市教育局教研室于1986年成立了综合理科研究小组，专题研究上海地区设置综合理科课程的必要性和可行性。为了研究在初中阶段开设综合理科课程以代替分学科设置理科课程的可行性，研究小组参阅了国内外有关文献资料，设计了问卷进行调查研究，听取了专家教授、中学教师和社会各界人士的意见后，试编了一套教材在三所中学（其中包括一所农村中学）九个教学班进行小规模试教。在试教过程中，有计划地进行各种测试（包括学生掌握知识和技能情况测试，听课，召开教师、学生和家長座谈会，发问卷调查等），积累了多种评价素材和资料。目前，第一轮试验已结束，正组织专题小结工作。

试点小组在编写教材中，对综合理科教材的体系与结构作了如下有益的尝试。将综合理科以物质、运动、能、生命科学、宇宙、地球组成知识体系，遵循由近及远、由简到繁，从宏观到微观、从表象到概念的原则，采用综合——分学科知识块——综合的方式组织教材（如图5—1）。

在七年级先讲述学习自然科学的基本方法，包括基本测量，接着讲述水、空气、矿物、生物、阳光、宇宙等综合的内容。

八年级侧重于以板块结构的形式讲述物质基本结构、绿色开花植物、昆虫、力和运动等有关化学、生物、物理分学科知识，在讲述这些知识时尽可能体现各分学科知识的相互交叉和穿插。

九年级下学期讲述能的转化、能源、人口、环境等较高层次的综合性知识。

确定这样的体系与结构的根据是：

(1)有利于学生在开始学习理科知识时，能从整体上认识人们赖以生存的自然界以及研究其规律的基本方法。

(2)从12~14岁的青少年的生理、心理特点考虑，他们渴望了解周围世界，希望懂得社会生活中的新鲜事物，以便较快地适应社会。因此有必要打破理科各分学科的传统知识体系。

(3)从人文因素考虑，为加强社会主义公民意识的教育，有必要强化能源、人口、环境等内容的综合教育。

综合理科教材显示出如下的优点：

(1)在初中阶段开设综合理科以代替生物、物理、化学等学科的设置，将使总课时减少10%，这样，可以减少课程门类，以利学生个性的健康发展。

(2)由于不受各分学科传统知识体系的束缚，理科教材将有利于学生从整体上认识自然界的规律性，了解理科知识对于经济发展与社会进步的意义，了解能源、人口、环境等与人类命运有关的问题，有利于提高学生的素质。

(3)理科教材重视加强观察、实验等学生活动的内容，有利于培养学生观察、实验能力、思维能力和独立工作能力。

(4)综合理科教材降低了定量计算的要求，扩大了知识面，加强了生物、物理、化学各学科知识间的联系，有利于激发学生的学习兴趣，减轻学习负担。

根据上海市人民政府的决定，受国家教委的委托，上海市于1988年5月成立了上海市中小学课程教材改革委员会，负责中小学课程教材的全面改革，组织力量编写一套适应经济文化比较发达的地区和条件较好的学校使用的中小学教材。目前，课程改革的方案已制定完毕并获原则通过，根据课程改革方案各学科又起草了《课程标准》，并已编出教材于1991年在少数学校试点，1993年在面上学校的起始年级逐步推广试用。

课程改革方案对九年义务教育的7~9年级设置综合学科，综合型的自然学科称为“理科”，它与分科型的物理、化学、生物同时并存，学校有权自行选择采用“理科”还是采用“分科”。

第六章 中学物理教学过程

第一节 中学物理教学过程的特点

教学过程理论是教学论的重要组成部分，是组织和开展教学活动的理论依据。教学理论和实践表明，只有正确认识它，理解它，才能揭示和掌握教学过程的基本规律，制定出符合客观规律的教学原则，为确定教学方式、选择教学方法提供理论依据。

中学物理教学过程作为一般教学过程的重要组成部分，它和一般教学过程相比既具有共性，也具有个性。在教学实践中，充分把握好这种共性和个性的关系，对于探索和揭示物理教学过程的基本规律，提高物理教学质量具有十分重要的意义。因此，运用教学过程的一般性规律，结合物理学科的特点，去认识物理教学过程的特殊性，是建立最优化物理教学过程的前题。

一、教学过程理论概述

关于教学过程，从不同的角度和观点来看，可以有不同的认识和理解。对教学过程本质的完整认识应包括以下两个方面：

1. 教学过程首先是一种认识过程。教学作为一种认识过程，它与人类的认识过程有一定的一致性。这种一致性主要表现在学生认识活动的认识基础、认识目的以及认识过程等方面，从这个意义上讲，教学过程应受人类一般认识过程的规律所制约。然而，相对人类的一般认识过程，教学过程的认知活动又有其特殊性。这种特殊性主要表现在：间接性。即教学过程是运用间接的方式学习和掌握间接的经验；引导性。即教学过程的认知活动是在教师的指导下，有目的、有计划进行的，而不是学生独立完成的；简捷性。即教学过程不是简单地重复前人创立这种知识的全部过程，走的是一条认识的捷径，是一种经过专门设计的、简化的、缩短的认识过程；序列性。即人类的认识过程往往表现出具有一定的跳跃性和曲折性，而教学过程中的教学体系是以学科的逻辑性和学生年龄特征有机结合而成的，具有较强的序列性。显然认识教学过程的这种特殊性，有助于我们更好地遵循教学过程客观规律来组织教学。

2. 教学过程同时也是一个促进学生发展的过程。现代教学理论认为，教学过程中的掌握知识和发展能力是辩证的统一，即掌握知识是发展能力的前提条件，发展能力则是掌握知识的先导和加速剂。所谓的“知识即能力”、“教学即发展”实际上是一种形而上学的观点，也就是说，在教学过程中，学生掌握了知识并不等于说他们一定接受了知识中的能力因素，即使是学生在掌握知识的同时接受了知识中的能力因素，也存在着接受多少的问题。因为对于相同的知识，可以有不同的组织和传授方式，因而导致其能力价值的再现程度不尽相同。这是由于教学过程不仅是一个复杂的脑力劳动过程，同时也是学生积极参与活动的过程。也就是说，只有在学生整个身心投入到教学过程中时，才能收到良好的教学效果。而我们所说的发展，则正是心理和生理因素参与教学活动的一种本质的反映。因而现代教学理论不仅仅把教学过程看作是一种特殊的认识过程，同时也把促进学生的全面发展看作是教学过程的一个重要特征。

二、中学物理教学过程的特点

为揭示物理教学过程的特点，除应以教学过程的一般理论为指导外，还必须结合物理学科的特点来加以认识和阐述。为此，必须对物理学科自身的特点做出概括性的描述。

1. 物理学的特点。

(1)物理学是一门以实验为基础的科学。这主要表现在人类的物理知识主要来源于对自然的观察，特别是来源于物理实验。物理学中的重大发现及其理论的建立都离不开实验这一基石，通过物理实验人们可以提出课题，借助于实验人们能及时发现事实、建立假说。同时，实验也是检验物理知识真理性的标准，也就是说，人们总是利用实验来验证建立在理性推理基础上的假说是否正确。

物理学的发展充分表明，实验不仅仅是一种研究物理问题的科学方法或手段，更重要的是，当把实验升华成一种观点，作为一种科学的思想，它就为人们从更深层次上把握物理思维的方式，揭示客观世界的规律奠定了基础。

(2)物理学是一门结构严谨的精密科学。物理学的学科体系是由一系列基本概念、基本规律和理论按照一定的逻辑秩序组合而成的。其中物理概念是构成学科知识体系的基石，物理规律和理论体系则是构成学科知识体系的主干。物理学中的概念既有它的质的规定性，又最终表现为可以计量的物理量。此外，物理学中的基本定律、公式都是运用数学的语言予以精确表达的。这就为人们更准确地把握物理概念的本质，更精确地认识物理规律的内在联系提供了保证。物理学中基本概念和规律的定性表述与精确的定量表述的结合构成了物理学区别于其他学科的又一显著特点。

(3)物理学是自然科学的基础学科，拥有广泛的应用领域。物理学的研究对象是自然界中最普遍、最基本的物质运动形态和物质的基本结构，而物质的这种运动形态和基本结构存在于一切高级运动形态之中，因而物理学所揭示出的客观规律就具有很大的普适性。自然科学的发展充分表明，每当物理学的基础理论研究有重大发展或重大突破，就会极大地推动科学技术的发展，引起重大的技术革命和技术革新。

近年来，随着科学技术的迅猛发展，学科间的相互渗透日趋加强，在这方面作为自然科学基础学科的物理学表现得尤为突出。以物理学作为理论基础或手段的边缘学科不断涌现，物理学在生物学、化学、电子计算机等领域中的学科价值越来越多地被人们所重新认识。

(4)物理学是辩证唯物主义哲学的重要科学基础。物理学所揭示出的许多基本规律、定律和原理（如统计性规律、能量守恒和转化定律等），特别是物理学中的一系列重大发现（如电子的发现和相对论理论的建立等）为阐述辩证唯物主义哲学的一般规律和原理提供了重要的科学事实，使辩证唯物主义的基本原理更加丰富并不断向前发展。物理学中丰富的辩证唯物主义观点，一方面为物理学的研究指明了方向，同时也深刻影响着人们进行物理思维的方式。

2. 中学物理教学过程的特点。

(1)以观察和实验为基础。观察和实验作为一种手段，特别是作为一种物理学的基本思想或基本观点，在物理学的形成和发展中起着十分重要的作用。中学物理教学过程作为一种探索物理世界，掌握物理基础知识的特殊认识过程，与人类探究物理知识的过程有许多相似之处。因此，物理学

研究中的观察和实验的思想和方法，必然影响和制约着物理教学过程的教学指导思想，这种影响和制约作用具体表现为：要求物理教学必须建立在观察和实验的基础上。在物理教学中，观察和实验是学生获得感性认识的主要来源，它为学生进行物理思维、实现从感性认识到理性认识的飞跃提供了必要的手段，有助于学生深刻理解物理知识是在怎样的基础上建立起来的，使他们学到的物理知识不致于成为无源之水，无本之木。此外，在物理教学中，有计划、有目的地利用观察和实验来组织教学，也是激发学生学习物理的兴趣、训练和提高学生的实验技能以及培养学生的观察能力和实验能力的基本途径和重要手段。

(2)以形成概念、掌握规律为中心。我们知道，物理概念和规律是构成物理学严谨学科体系的最基本的组成部分。因此，必须特别重视物理概念和规律的教学，使之成为教学的中心之一。重视和加强物理概念与规律的教学是学生掌握学科基本结构的核心，而学生理解和掌握了学科的基本结构，一方面有利于学生通过自己的努力生成全方位的物理图像，另一方面也有助于激发学生的智慧，发展其记忆力，促进知识的迁移和缩小高级知识和低级知识间的差距。此外，由于物理概念和规律是建筑在观察和实验基础上的抽象思维的产物，因此，也有助于训练和培养学生的思维方法和思维能力。

(3)以数学方法为重要手段。数学所具有的高度概括性特征，为描述具有深刻内涵的物理概念和规律提供了最佳表达形式；数学所具有的简捷而又严密的逻辑思维方式，简化和加速了人们进行物理思维的进程。此外，数学作为计算工具所表现出的严密性、逻辑性和可操作性等特点，在物理理论的建立、发展和应用等方面更显示山重大的作用。物理概念的形成，物理规律的掌握离不开数学的方法和数学的思维，学生分析和解决物理问题能力的培养更离不开数学。因此，在物理教学中，充分发挥数学方法和数学思维在处理、分析、表述和解决物理问题中的作用，引导学生自觉地、有针对性地将物理问题和数学方法有机地结合起来，真正做到既能把物理问题转化为数学问题，又能从数学表达式中深刻领悟其物理问题的内涵，且能运用数学方法解决物理问题。只有这样，才能使学生真正理解和掌握物理知识，并在这个过程中逐步提高学生分析和解决物理问题的能力。

(4)密切联系实际。在物理教学过程中不断强化联系实际的教学指导思想主要是由物理学科的特点和人的认识规律所共同决定的。因为物理知识主要来源于实际，在工农业生产中有着极其广阔的应用领域，并且人类对客观世界的认识也是建筑在“从感性认识 理性认识 实践”的基础上的，因此，无论是从学生学习知识和运用知识的角度来看，还是从培养学生能力的角度来看，都要求在物理教学过程中必须切实加强理论联系实际。这样做，一方面可以激发学生学习物理知识的兴趣，另一方面也有助于学生更深刻地理解和掌握所学的物理知识，使他们能够获得学习、理解、操作和运用物理知识的方法。

(5)以辩证唯物主义思想为指导。物理学知识体系中隐含有丰富的辩证唯物主义思想，这种思想一方面影响和制约着人们进行物理思维的方式和进程，同时也影响和制约着人们科学世界观的形成和发展。

中学物理教学，作为中等基础教育的一个重要组成部分，其主要职能同样是为社会培养“德、智、体全面发展的人”。因此，无论是从传授物

理知识角度，还是从对学生进行思想教育角度来看，物理教学过程必须以辩证唯物主义思想为指导，并以此来揭示和阐述物理概念的内涵和外延以及物理规律的物理意义。只有这样，才能使学生在长期的教学中受到潜移默化的辩证唯物主义世界观和方法论的熏陶。

然而必须指出的是，物理学中虽然隐含有丰富的辩证唯物主义思想，但这并不等于说，在物理教学过程中，传授了物理知识即等于培养了学生辩证唯物主义的思想或观点。这不仅是因为在不同的知识结构中，其辩证唯物主义思想隐含的程度是不一样的，即使是对某一特定的知识结构，这种辩证唯物主义思想的再现程度也要受到组织和传授物理知识的方法的制约。

第二节 中学物理概念教学

一、物理概念的特点

1. 物理概念及其表述。

物理概念是客观事物的物理本质属性在人们头脑中的反映，是人们进行物理思维的基础。物理学的原理、定理、定律或规律，都是用有关的物理概念总结出来的，物理概念是在大量观察、实验基础上，运用逻辑思维的方法，把事物本质的、共同的特征集中起来加以概括而形成的。任何一个物理概念都有它明确的内涵和外延。

物理概念的内涵指的是该概念所反映的物理事物的本质属性。例如，机械运动概念的内涵是“一个物体相对于另一个物体的位置随时间在改变”。力概念的内涵是“物体间的相互作用”。这些概念已经撇开了一个个具体的运动形态或具体的相互作用形式，概括出了同类物理事件所具有的本质属性。

必须指出的是，物理概念的内涵同客观存在着的物理事件是不同的。前者是客观物理事物的本质属性在人们头脑中的主观反映，是一种思维形式，后者是客观存在着的客观事实，是不以人的意志为转移的。

物理概念的外延指的是该概念所涉及的一切事物的范围和条件。例如，机械运动概念的外延反映的是具有“物体间相对位置发生变化”这一本质属性的各种运动形态，如匀速直线运动、变速直线运动、曲线运动等，力概念的外延反映的是具有“物体间发生相互作用”这一本质属性的各种类型的力，如重力、弹力、静电力等。

物理概念的内涵通常是通过给概念下定义的方法来表示的。给概念下定义是对事物的物理本质属性的认识在一定阶段上的总结，是表现大量知识的一种手段。由于物理概念不仅对所反映的物理事物的本质属性具有质的规定性，而且常常有量的规定性，因此一般来说，物理概念既可以用文字或语言的形式来表述，也可以用数学公式予以定量阐述。

为使概念的定义能准确地揭示物理概念的丰富内涵，在给概念下定义时，应做到：定义必须确切、完整。对于可以用数学形式予以表述的物理概念（通常又称物理量），在大多数情况下是用与该物理概念有内在联系的其他物理量的比值来表述的。例如，电场强度的定义式是 $\vec{E} = \vec{F} / q$ ；电容的定义式是 $C = Q / V$ 等。

2. 物理概念的特点。

(1) 物理概念是在科学实践中逐步形成和发展起来的。一个物理概念的内涵是否正确，外延是否恰当都要用实践来检验。例如，原子这一概念，它是自然科学中最主要的概念之一。2000 多年前，古希腊哲学家德谟克利特提出了原子的概念，他认为所有物体都是由数不清的、小得人眼无法看到的粒子集合而成的，他把这些粒子称为原子。他认为这些粒子代表着把物体分为越来越小部分的最后阶段，是物质的最小单元。古代哲学家所形成的原子概念反映了当时在试图对物质进行分析时，人脑抽象思维能力的限度。

现代关于原子概念的内涵与古代相比，已经有了很大的差别。现代科学技术提供了先进的实验手段，使科学家通过对自然现象的观察和实验，有了一系列重大发现，打破了原子不可分、不可变的古老观念。19 世纪后

半叶，科学家发现了阴极射线以及放射现象等，这些实验事实充分说明了原子是可分的、可变的。随着科学技术的进一步发展，现在人们已深入到原子核内部进行研究，从而使原子概念的内涵和外延不断地发展变化。

上述例子说明，物理学上任何一个概念的形成和发展都离不开科学实践，并随着科学实践的深入发展而不断得到补充和修正。物理学发展的历史，也是物理概念产生和发展的历史。

从物理概念所具有的这一基本特点，我们可以得到这样的启示：通过各种途径丰富学生的感性认识是建立正确概念的基础；物理概念的形成应逐步深化和完善；此外，在进行物理概念教学中，恰到好处地讲些物理学史，是寓辩证唯物主义教育和爱国主义教育于物理教学之中的一个极好途径。

(2)物理概念的形成须经过科学抽象。人们在某一科学实践的过程中，获得对某一物理事件大量的感性材料，这些感性材料是形成物理概念的基础。但是要形成正确的物理概念，则必须经过科学抽象。因为，任何物理事件都有它的现象和本质。现象是指物理事件的外部形态、外部联系，本质是指物理事件内部的矛盾运动、内部的联系。由于物理事件的本质往往隐藏在现象背后，一般不能为人们直接感知，所以，必须经过科学抽象，才能透过现象，揭示出物理事件的本质。例如，力的概念的形成，就曾经历从现象到本质这样一个认识过程。古希腊哲学家亚里士多德就从“用力推车，车子才前进，停止用力，车子就要停下来”这些现象中得出结论：“力是维持物体运动的原因。”一直到17世纪，伽利略通过一系列科学实验，并对实验现象进行科学分析，才指出了亚里士多德观点的错误，抽象出“力是改变物体运动状态的原因”这一正确的概念。

由此可知，物理概念不仅仅是实践的产物，同时也是抽象思维的结果。它在形式上是抽象的、主观的，但在内容上却是具体的、客观的。

从物理概念所具有的这一基本特点，我们可以得到这样的启示：在进行物理概念教学时，要注意帮助学生进行科学的抽象。

(3)物理概念经常可用数学形式来表达。自从伽利略开创了把物理实验同数学方法相结合的研究途径以后，物理学就迅速发展为一门“精密的定量科学”。反映在物理概念上即为大多数物理概念都是定量的，可以用数学形式来表述。例如，速度 \bar{v} 和加速度 \bar{a} ，我们可以分别用 $\bar{v} = d\vec{r} / dt$ 和 $\bar{a} = d\bar{v} / dt$ 来定量地表示，这种用数学形式来表示物体运动快慢和物体速度变化快慢的物理量，不仅反映了速度和加速度概念质的规定性，同时也表达了它们量的规定性。

有些物理概念粗看起来好像不表现出定量性，但进一步分析可知，它们同样具有定量的含义。例如，平衡的概念。如果研究的对象是刚体，那么我们可以用简洁的数学形式 $\sum \vec{p} = 0$ 、 $\sum \vec{M} = 0$ 或 $\sum \vec{M} = 0$ 、 $\sum \vec{F} = 0$ 将平衡这一概念予以定量的阐述。前者是从运动学角度予以定量的表述，后者是从动力学角度予以定量的表述。

从物理概念所具有的这一基本特点，可以给我们这样的启示：在进行物理概念教学时，应在着重讲清楚物理概念的物理意义的同时，注意培养学生运用数学方法解决物理问题的能力。

(4)物理概念具有可操作性。大多数物理概念可以通过一套测量程序予

以直接或间接的测量。例如，力、质量、温度、电流、电压等物理概念可通过仪器直接测量，速度的概念也可通过测量长度和时间得到。再如电阻的概念也可以通过测量流经导体的电流和导体两端的电压得到。对于那些只具有定性特征的物理概念，如干涉、沸腾等，亦可通过实验的途径去再现它的客观性。

物理概念的这种可操作性特点，使具有高度抽象性的物理概念获得了“直观”的特征，从而为人们理解和掌握物理概念提供了一条有效的学习途径。

二、物理概念教学的基本要求

1. 物理概念教学的重要性。

物理概念教学的重要性，可以从以下三个方面来加以认识。

(1)物理概念教学是学生掌握物理知识的关键。现代教学理论和实践表明，当我们选教一门学科时，务必使学生理解和掌握该门学科的基本结构（这里所说的基本结构主要指的是一门学科的基本概念、规律和理论体系）。只有这样，才能使学生深刻了解事物之间的相互关联，才有助于知识的迁移，进而形成全方位的学科图像。

目前，中学生普遍感到物理难学，究其原因，主要在于学生对物理概念的理解和掌握仅仅停留在背定义、记公式上，忽视了对建立概念的事实依据和形成概念的抽象概括方法的理解，进而影响了学生对物理概念和物理规律的理解和掌握。所以让学生掌握好物理概念是物理教学成败的关键。

(2)物理概念教学是培养学生能力的主要途径。物理概念是建筑在实验基础上的抽象思维的产物。在其形成过程中所遵循的“从生动的直观到抽象思维，并从抽象思维再到实践”的认识过程，为在物理概念教学中培养学生的能力奠定了基础。因为在这个认识过程中，既需要经历一个由感觉、知觉和表象构成的感性认识阶段，同时更需要经历一个由比较、分析、判断、推理等构成的理性思维阶段。因此，在物理教学中，若能充分把握每个物理概念在其形成过程中所经历的主要思维形式，并注意结合学生的思维特征来组织教学，就能有效地培养学生的能力。

(3)物理概念教学是对学生进行科学方法训练的重要手段。人类在认识客观事物的过程中所表现出的与科学研究方法的密切关系，为在物理概念教学中对学生进行科学研究方法的训练和培养提供了依据。这是因为，物理概念教学过程中的学生认识过程和人类一般认识过程在本质上是一致的；物理概念的形成和发展过程，也是物理学研究方法的形成和发展过程。因此，在物理概念教学中，充分把握好物理概念的形成和物理学研究方法之间的内在联系，有意识地让学生了解物理概念是如何建立起来的，是促使学生在深入理解物理概念的同时，逐步熟悉和掌握物理学研究方法的最有效手段。

2. 物理概念教学的基本要求。

(1)使学生懂得物理概念是如何建立起来的。首先是要使学生了解建立物理概念所依据的实验事实，这是形成物理概念的基础。因为学生了解与概念有关的实验事实的过程，实际上是建立感性认识的过程，亦是对研究对象形成正确、清晰的表象过程。其次，在物理概念教学中，还应注意使学生了解建立概念所经历的抽象思维的过程，这不仅是学生掌握物理概念

的关键，同时，也是实现物理教学发展职能的重要途径。

(2)使学生理解物理概念的内涵。这主要包括：使学生知道该物理概念反映的是哪一类客观事物的哪些本质属性；它是如何定义的，如果是物理量概念，则其量值是怎样测量和计算的，单位是什么。必须指出的是，构成物理概念内涵的本质属性可能是一个，也可能是若干个。例如，匀速圆周运动的概念就包括三个方面的含义：物体在运动；物体运动的轨迹是圆形的；速度大小不变，其方向随时间不断改变。正是由于物理概念具有上述特征，因此，在理解物理概念的内涵时，不能把物理概念理解为是某类事物的所有属性。

(3)使学生了解物理概念的外延。在物理概念教学中，衡量或判断学生是否掌握物理概念外延的标准是：学生是否能准确地把握该概念的适用范围和条件；是否能正确了解该概念与相近概念之间的区别和联系。在理解或实际运用物理概念时，自觉或不自觉地缩小或无条件地外推概念的外延都将造成错误的结果。

(4)使学生学会运用概念。学生运用物理概念的过程，不仅是巩固、深化和活化物理概念的过程，亦是训练学生掌握运用概念的方法的重要途径，它有助于培养学生分析和解决物理问题的能力。在物理概念教学中，学生学会运用概念的标准是学生能运用已学的有关概念说明和解释有关物理现象。

三、物理概念教学的基本方法

1. 怎样引入物理概念。

(1)联系学生生活实际引入概念。物理学作为自然科学的基础学科，与我们每个人都有着十分密切的联系，可以这么说，我们每个人每时每刻都在自觉或不自觉地和物理现象发生一定的关系，并在这个过程中不断获取并积累一些与物理现象有关的生活经验。因此，在物理教学中，充分利用和调动学生已有的生活经验，不仅有助于学生获得必要的感性认识，同时，也有利于培养学生勤观察、细观察的良好学习品质。

例如，在关于浮力概念的教学中，教师可以让学生回忆日常生活中常见的与浮力有关的现象：木块能够浮在水面上；用钢铁制造的轮船也能浮在水面上；游泳时人感到有一种被水往上托的感觉等等。学生通过自己举例，头脑中便产生了对浮力现象的鲜明表象，然后在教师引导下，进行抽象概括，由此初步形成有关浮力的概念。

(2)通过演示实验引入概念。在有些概念的教学中，仅仅依靠学生已有的经验是不够的，因此，有必要通过演示实验来展示有关的物理现象和过程，为学生提供更为直观的感性认识。

例如，在大气压强概念的教学中，我们的教学对象虽然生活在空气中，然而他们对大气是否存在压强往往是不知道或不清楚的，如果在进行这一概念的教学中，给学生演示一组有关大气存在压强的实验，对于调动学生学习积极性和帮助学生形成正确的大气压强概念都是有积极作用的。

(3)在旧概念基础上引入新概念。从大量的实例中归纳出一类事物共同本质的特征是获得正确概念的重要途径之一。教育心理学的研究表明，概念的同化也是学生获得正确概念的基本途径。所谓概念的同化，指的是利用学习者认识结构中原有的概念，以定义的方式直接向学习者揭示概念的本质特征。

例如，加速度的概念可在速度概念的基础上引进。也就是说，在学生已形成的速度概念的基础上，通过比较作变速运动物体其速度改变的快慢来形成加速度这个概念。

必须指出的是，用这种方法引入新概念，要注意概念间本身所具有的严密的逻辑顺序，不能随意倒置。因为物理学科的内容是以相互联系不断发展着的概念体系组成的。因此，在教学过程中，教师必须注意到物理概念之间内在的必然的联系。

以上列举了几种常用的引入概念的方法，究竟选用哪一种方法来引入概念应根据具体的教学对象、内容和要求来确定。一般来说，最佳的选择应该是几种方法的有机结合，使之满足“创造一个良好的能探索物理事物本质属性的物理环境”。

2. 怎样形成正确的概念。

(1) 进行科学抽象，揭示事物本质。丰富的感性认识是学生形成正确概念的基础，但是正确的物理概念不能仅仅从感性认识中直接得到。例如惯性概念，看上去一个物体是否具有惯性与物体的大小、轻重以及物体是否运动和运动的快慢等因素有关。然而惯性概念的本质是：物体具有保持原来运动状态的固有特征。因此，在教学中要使学生能形成正确的物理概念，必须通过科学的抽象，只有这样，才能扬弃感性认识中那些表面的、次要的和非本质的东西，揭示出物理事物的本质属性。

例如关于惯性的概念，我们可以通过介绍并模拟演示伽利略的斜面实验。这样做的目的是使学生获得较充分的与此概念有关的感性认识，然后在此基础上，通过比较分析，使学生扬弃实验中所表现出来的非本质的东西，初步认识到物体运动速度的减小是由于受到摩擦阻力的缘故，最后再引导学生运用科学的思维方法，对实验作进一步深入剖析：既然物体运动速度减小的原因是由于受到来自平板对它的阻碍作用，那么，如果让物体在一光滑的水平面上运动，由于没有使物体加速或减速的原因，则物体将会处于什么运动状态呢？在这里进一步突出了运动和力之间的本质联系，进而揭示了惯性概念的内涵。

(2) 给概念下定义要适时。给一个物理概念下定义，应建筑在对事物的物理本质属性有较充分了解或认识的基础上。过早给出概念的定义不利于学生形成正确的概念。因此，在教学中给概念下定义要适时，必须在学生已具备形成概念所必需的清晰观念时才能提出，否则就会影响学生对概念的正确理解和掌握。

(3) 讲清楚概念的物理意义。在物理概念教学中，教师的任务不仅仅是以正确的途径引入概念，使学生能顺利地形成概念，还应注意用物理语言对概念进行“强化”，着重讲清楚概念的物理意义。

例如，学生在理解有关机械波的概念时，往往容易把质点振动的传播和质点的传播混为一谈，错误地认为机械波的形成过程是质点沿着波的轨迹不断运动的过程。在教学中为加深学生对机械波概念的理解，教师必须通过一定的演示实验，并配合讲解分析使学生真正理解“质点振动”和“质点振动的传播”的含义，并在此基础上着重指出，作为机械波，传播媒体中质点间的相互作用及其作用性质是形成并决定质点振动和振动传播形式的内因，因而也是构成机械波和决定其主要特征的基本要素。

此外，在教学中教师应经常引导学生根据定义公式阐述其物理意义。

如电阻的概念， $R=U/I$ 是在实验基础上导出的，这时，学生往往会从数学的角度去理解这个公式，误认为 $R\propto U$ 、 $R\propto 1/I$ 。这时，应强调电阻概念是怎样从物理现象中概括抽象出来的，它反映了导体本身哪一方面的属性。利用公式 $R=U/I$ ，我们可在实验中测量导体的电阻。这时教师可提出这样一个问题：“因为 $R=U/I$ ，如果 $U=0$ ， R 是否也为零？”学生如果真正理解了电阻概念，就会得出正确的结论。

(4)讲清楚概念之间的区别与联系。在教学中，我们还应该用联系的观点讲概念，引导学生比较同一概念体系中不同概念之间的共同点和差异点，使学生在比较的过程中，加深理解概念的物理意义。

例如在高中力学中，动能和动量是学生容易混淆的两个概念。在教学中，我们除了向学生讲清这两个概念的相似之处外，更重要的是要帮助学生比较一下这两个概念之间的差异点，因为这些差异点正表示了这两个概念是从两个不同的侧面反映了同一个物理现象的不同的本质特征：和动能相联系的是外力的功，即动能的变化是外力的空间积累量，它决定物体反抗阻力能运动多远；和动量联系的是外力的冲量，即动量的变化是外力的时间积累量，它决定物体反抗阻力能运动多久。通过上述比较，可以帮助学生加深对这两个概念的理解。

(5)形成概念要注意阶段性，要循序渐进。对中学生来说，他们对物理概念的理解是一个由浅入深，逐步深化的过程。因而在教学的不同阶段，要求学生对概念的理解可以有不同的深度，这样可以避免在某个阶段由于讲得过分复杂而引起学生理解上的困难，或在某个阶段讲得过分简单而使学生感到没东西可学。

如质量的概念，在初中阶段，我们只要求学生知道“物体所含物质的多少”叫质量，质量是物体本身的一种属性，它具有两个性质：不随物体的形状、温度、状态而改变；不随物体的位置而改变，并且知道和学会用天平称物体的质量。到了高中阶段，在牛顿第二定律的教学过程中，通过演示加速度和质量的关系，学生有了新的认识：“质量是物体惯性大小的量度。”学习了万有引力定律后，学生又进一步认识到“物体质量的大小决定着引力的大小”，初步形成引力质量的概念。此后，学生还要在学习“牛顿运动定律的适用范围”这部分内容时，了解到当运动物体的速度接近光速时，它的质量并不是一个恒量，而是随速度的增大而增大。在高中学习的最后一个阶段，学生还要学习到爱因斯坦质能联系方程，从而初步了解到物体的质量和能量有一定的内在联系。由此可见，在中学物理教学的各个阶段，对质量概念的阐述作了不同深度的规定，学生对质量概念的理解是逐步深化的。因此，在教学中，教师应该明确现在处在哪个教学阶段，所教概念应该达到哪个深度，同时，也要注意与前一教学阶段的联系，使学生对概念的理解能融会贯通。

3. 怎样巩固概念。

为了让物理概念教学能达到预期的目的，必须注意引导学生应用物理概念解决实际问题。为此，教师必须有计划、有目的、有针对性地认真选题，使所选择的题目具有典型性和灵活性。典型性是指所选择的题目一定要突出概念的基本特征，并要结合学生学习中存在的难点和容易出现的错误。灵活性是指使学生能正确运用概念去分析、处理和解决有关实际问题。例如，在学习了惯性概念后，应使学生知道为什么在公路上行驶的汽车要

保持一定车距；为什么我们可以通过拍打衣服去除掉沾在衣服上的尘灰等。从而达到沟通知识纵横联系，使学生对所学知识能融会贯通的教学目的。

第三节 中学物理实验教学

物理实验是物理学研究的基本方法和手段。在中学物理教学中，通过物理实验不仅可以使学生获得物理知识、培养实验技能和素质，而且可以培养良好的科学态度、作风和习惯等。可是长期以来由于基础实验设施的薄弱、片面追求升学率、对实验不重视等主客观因素，造成了在物理教学中把实验教学置于理论教学的从属地位，甚至以实验理论和口头讲述来代替实际的观察和动手操作，致使物理教学中出现了理论脱离实际和学生高分低能等不良倾向。为了全面提高物理教学的质量，特别是为了能开展正常的实验教学，中学物理教师除了应掌握必要的物理实验技能以外，还应该对实验在物理教学中的意义和作用有正确的理解，对物理教学实验设计的基本原理、组织学生实验的方法和技术有基本的了解。

一、物理实验在物理学发展中的作用

1. 提供丰富的感性材料。

物理实验为建立物理概念、发现物理规律并进而建立物理理论提供原始素材的例子比比皆是。如行星运行观察资料的总结，得出了行星运动的三定律；粒子散射实验为原子核式结构理论提供了实验基础等。

现代物理研究中，通过使用日益精确的实验设备和日益先进的技术手段，使人们不仅能撇开研究中偶然的、次要的因素，控制或突出一些因素，甚至可以人为地创造许多极端的条件（如超高温、超低温，超高压、超真空、强电磁场等），从而使人类能够观察到以前无法研究的现象及其发展变化，极大地丰富了人的感性认识，从而使物理学不断有新的突破，新的发展。如 1933~1934 年间，当时的实验证明，以足够能量的射线量子轰击原子核时，它会转变成负电子和正电子，而正、负电子相撞时，又会同时湮没而产生两个射线量子，其过程遵循爱因斯坦质能关系，这就使得关于基本粒子的一些认识有了发展。以前认为基本粒子是不可创造和不可消灭的单个个体，它们在一切变化过程中将保持自身的不变，现在实验证明至少对于正、负电子来说这个观念是不成立的。

2. 检验物理假说、理论的正确性。

实验除了是发现真理的基础，还有检验物理假说、理论正确性的作用。例如，海王星的发现肯定了牛顿万有引力定律的正确性；日蚀时恒星光谱线红移证实了爱因斯坦引力理论的正确性，而迈克尔逊-莫雷实验则直接否定了“以太”假说的正确性。

3. 开拓物理应用的新领域。

17 世纪末、18 世纪初蒸汽机的制成和应用；18~19 世纪电磁学原理的应用，电报机、发电机、电动机的相继问世，极大地改观了社会的物质文明；计算机的迅速普及和智能化已经和必将有力地促进整个科学技术领域的突飞猛进，这些都是实验的功绩。

4. 近代科技发展中实验方法显示出其在物质和时间方面是极其经济的，能为人类节约大量的财富、时间和精力。例如飞机、船舶和宇宙火箭等的制造过程中，模拟实验为最后的成功奠定了基础，而模拟实验又使人类在物质材料和时间方面得到了极大的节约。

由此可知，整个物理学的发展离不开物理实验，甚至可说没有物理实验就没有物理学。

二、物理实验在物理教学中的意义和作用

物理教学中的实验一般包括教师的演示实验和学生的分组实验、随堂实验及课外小实验两大部分。物理实验是物理教学的有机组成部分，它对于提高物理教学的质量和效率有特殊意义。

1. 物理教学实验为学生学好物理学提供丰富的感性材料、创设良好的物理环境。

物理学研究的对象是自然界最基本、最普遍的运动及其规律，但是无论事物与现象有多么普遍，在未经考察研究以前，总是容易被忽略过去的。尤其对于学生来说，他们观察的能力较弱，常常不具备理解物理概念、规律所必需的素材，而这些材料犹如建造物理大厦的砖瓦，没有它们，学生的头脑中就无法形成正确的物理模型、物理图像，以致他们在理解物理概念、规律时往往会带有畸形、片面或错误的因子，或者只能死记硬背。教学实验能为学生提供认识世界的感性材料和物理环境，特别是经教师精心组织、安排的实验更能排除次要的、非本质的干扰因素，突出主要因素，暴露本质的特征和内在联系，有利于学生高质量、高效率地掌握知识、技能。

2. 教学实验是发展学生实验技能的基本途径。

正如不下水永远学不会游泳一样，观察和实验是感官和头脑并用的实践活动，只有学生亲自参加观察、实验，经过较长时期的学习和训练才有可能掌握基本的实验技能。中学物理教学大纲要求学生做好基本练习性的、测定物理常数的、验证性的和探索性的实验；指出学生应该具备的实验能力主要是学会正确使用仪器和读数、会分析实验数据并得出正确的结论、了解误差概念、会写简要的实验报告等。显然这些不仅是物理学习必要的技能和方法，也是学生今后直接参加科技活动和从事生产劳动极其有用的基本技能和知识。

3. 物理实验是培养学生对物理学科的兴趣和激发学习动机的有效手段。

实验以立体的、真实的仪器、物品代替文字、图画，让生动的、丰富多彩的现象和运动代替了枯燥的学科理论，而且在实验过程中形象、温度、声音、颜色等各方面都以其变化刺激和吸引着学生，学生身临其境，五官、皮肤、双手等各种感官同时发挥作用，头脑中的兴奋点很多，学习情绪很高，有利于对事物的综合认识和正确、深刻地理解知识，印象比较深，不容易遗忘。而且学生可以确实感到物理学研究的事物运动就是存在于他身边的客观世界，物理知识很有用，由此能激发起他们对物理学科的兴趣和学习积极性。初中物理教育可以说是中学生在物理领域的启蒙教育，在此期间培养和激发学生对物理的兴趣和积极性尤为重要。

事实证明，实验对于学生正确理解知识、发展实验技能和提高解决实际问题的能力等方面都有积极的作用。而无论知识的增长还是技能的发展都是学业的成功。学业的成功是对学生最大的激励，能引起对学科的热爱。目前中学生普遍感到物理难学，其中有种种原因，但缺乏实验或师生对实验的不重视，不能不说是主要原因之一。

4. 物理实验有利于发展学生的思维能力。

通过对教师演示实验的观察和学生亲自动手实验、制作，不仅培养了学生观察和动手操作的技术和能力，而且在此过程中学生的思维能力会有

较快的发展。他们能学会如何由诸多的现象归纳出本质的结论、如何探索物理规律、如何运用规律来解释自然现象、如何控制或改变实验条件、选择怎样的仪器来实验等。特别是学生的思维很活跃，在观察实验时往往会产生许多联想或突发奇想，能激发小创造、小发明、小制作的思想火花。

5. 物理实验有利于培养学生良好的科学作风和科学态度。科学实验本身要求实验者具有实事求是、严肃认真、不畏艰难、百折不挠、勇于发现、不断探索的科学精神和态度，而教学实验更是培养学生与同伴团结协作，爱护器材、设备，节约水、电、煤气、原材料，随时保持实验室桌面、仪器清洁整齐等科学作风和行为习性的有利时机和场所。这些科学精神、态度、行为习惯不仅对保证仪器设备的完好、延长使用期、提高实验工作的效率等有很大影响，也是提高民族素质、加强精神文明必须具备的品质修养。

三、物理演示实验在教学中的应用

演示实验广义地说除了通常用物理仪器和实物进行的实验演示之外，还包括教师在课堂上出示模型、实物；用投影教具、模拟教具进行的操作演示；放映物理录像片、电影片、幻灯片等声像教学以及利用微机进行模拟实验等。

演示实验可以在物理教学过程的任何环节中应用，为各种不同的教学要求服务。

1. 直接提供丰富的感性材料，帮助学生建立思维的模型，克服知识的难点，或为科学结论、规律提供实证。例如，对光的色散现象，假如没有用棱镜对白光的色散演示，则学生是绝对想象不出白光中如此丰富多彩的成分的，也无从了解光谱中的颜色是如何排列和渐变的。又如，圆周运动的向心力是教学中的一个难点，如何知道车辆转弯（做圆周运动）需要向心力？这力从何而来？教师可放一段豹追猫小动物绕圈运动时的录像片，录像中豹子倾斜着身子拼命奔跑的形象，清楚地表明做圆周运动的物体需要有向心力，豹子转弯时的向心力是重力的一个分力。尽管豹子不理解向心力概念，但其运动仍要受自然规律的支配（车辆同理）；向心力不是某类特殊的力，仅是圆周运动物体所受的合力或某个力的分力；许多道理不用花很多口舌学生就明白了。

2. 打破学生头脑中的“平静”，引出问题。

学贵有问。在进行概念、规律教学时希望学生的脑海中先产生出一个“？”来，有了“为什么”才会去寻找解答，从而进入未知的领域中去，而演示实验正是激发学生产生疑问的有效手段。例如，让学生回忆初中讲过的连通器原理后，把几根内径不同的毛细管同时插入装有红墨水的烧杯里，请学生仔细观察，比较管中和杯中液面的高低，可以发现连通器原理在此“失效”了，这是什么原因呢？毛细现象的教学由此开始。

3. 创造学习场景，增强课堂教学的直观性、趣味性。

在教室里布置些实验仪器、装置，创造些学习的环境、气氛，有利于吸引学生的注意力。而且在讲授中再穿插些演示实验，能使视、听、做结合，调节神经系统的兴奋中心，提高学习效果。例如在教室前面挂了一个大铁球，学生一踏进教室就能引起无意注意。上课时教师把铁球拉过来，从鼻尖处释放，当球摆出去又荡回来时，教师还站在原来的位置上不动，而学生则怀着各不相同的心情注视着球，以为球会撞到教师鼻子上去，然

而球在鼻尖前一点点的地方停了停，又摆出去了。球可能撞到鼻子吗？阻尼振荡的讨论拉开了序幕。

4. 用演示实验暴露学生认知过程的薄弱环节或先验的错误，然后加以纠正，能加深印象。

学生常有加速度变小，物体速度也随之变小的错误认识，教师取出图6—1所示的光滑轨道，让小球沿轨道从上端滚下来，要求学生画出球在A、B、C、D、E各处的速度与加速度的大小（按比例）和方向，并加以比较，则不仅上述的认识能得到纠正，而且学生对速度、加速度概念的掌握也更灵活了。

5. 用于比较（对比、类比）和总复习。

将一些有关的或类同的现象和规律，用演示实验排列出来进行比较，发现它们之间的相似、区别或关系，能加深对知识的理解。例如图6—2所示的三个实验装置（公平杯中有一根弯曲的、一端通出杯底的管子）。如果连通器的一根弯管中部断了，将出现什么现象？如果托里拆利实验中管子只有60厘米（大气压强为76厘米），会有什么情况？而此时管子的顶端碎裂出一个小孔，又将出现什么现象（与连通器弯管断裂的现象比较有否差异）？在公平杯中装水会不会漏？漏或不漏的条件是什么？依据是什么？等等。学生若能把诸如此类的问题正确地以物理知识阐述清楚，那说明他对此类现象及规律是真正掌握了。

务必使学生抓住事物的本质特征进行比较，从表面上差异很大的事物间找出它们本质上的共同点；而从表面上极相似的事物间找出它们本质上的差异。对比的方式可以是同一事物、现象在各种不同实验条件下所得结果的对照、比较，也可以是几种类同的或相反的事物的实验结果间的比较。在比较（或对比、类比）时要使学生明确比较的对象是什么、比较的目的是什么、在何种条件下作比较、比较能得出什么结论等。

若在总复习时，把众多的实验装置放在一起，重新展示，将有利于学生回忆、比较，能在较短时间里把一段时期内学习的知识、技能复习一遍，也有利于对知识、技能的综合运用和进一步提高。

6. 实验演示能延伸和扩展人的感觉器官。

过去人们认识世界主要是靠感觉器官的直接感受。而现在则大多是依赖各种各样的仪器、设备，如望远镜、显微镜的使用，使人们对空间范围的认识有了扩展；而电影、录像机、计算机的利用，则对于时间方面的变化，可进行加速、延缓和定格；对于空间方面的变化，可进行放大，缩小和特写；对现象可进行实录、模拟和预测等，以供人们对事物及其运动变化作详尽的研究。

目前电化教学仪器（也叫声像设备）在物理教学过程中的应用也越来越普遍了，这大大开阔了人们的视野，丰富了人们的知识。例如像原子弹、氢弹爆炸，基本粒子的碰撞，宇宙火箭的发射、运行等通常实验室无法进行的试验，通过电视、录像、电影可以看得很清楚。在讲电磁感应、发电机原理时，放映有关水电站和电厂的电影，就犹如让学生实地参观了一次。又如驻波现象，即使进行了实验演示，但由于波的频率较高以及视觉暂留现象的影响，学生会误以为驻波的波形犹如梭形波包（同时存在有平衡位

置两侧的位移)，此时若能用微机模拟实验，在显示屏上可同时呈现入射波、反射波以及它们合成的波的缓慢的动态过程，生动、清晰，误解顿释。

综上所述，演示实验是物理教学中重要的组成部分，它能产生许多特殊的教学效果，演示实验的应用及技术（技巧）已日益广泛地成为物理教师研究的课题了。

四、对演示实验的基本教学要求

演示实验的主要任务在于密切结合教学内容，清楚而且令人信服地显示某些物理现象或事物特征，用以推导或说明物理概念、规律，提出或解答具体问题等，为达到此目的对演示实验有些基本的教学要求。

1. 演示实验要目的明确、科学性强。

演示实验一定要紧密配合教学内容，提供素材或数据，为理解概念和规律服务。切忌为摆样子或凑热闹而演示。否则实验做了一大堆，而学生根本没弄清实验的目的和要观察的现象、特征，亦就谈不上演示实验的教学效果了。所以演示实验的个数和演示的项目不一定要多，应精选一些现象明显，能直接为概念、规律教学服务的实验进行演示。

2. 演示实验要富有启发性和趣味性。

演示实验除了提供感知材料外，它还有直接吸引学生的注意力，引出问题，激起学生思考和探求知识的主动性、积极性等作用，所以演示实验要富有启发性和趣味性。如果演示实验的结果与学生先验的直觉和原先的认知结构发生“矛盾”、“冲突”的话，则容易使学生感到惊奇，产生疑问，他们就要求去寻找科学的“谜底”，当教师或教材为他们揭开谜底时，他们实际上已在不知不觉中进入到新的知识领域了。为此，在进行演示实验时，最好是先显示出现象、特征，然后提出问题、寻求答案；切忌先把实验现象和科学结论全部讲述出来，然后再来做实验，这样就失去了用演示实验来启发学生提出问题的机会，降低学生对实验演示的兴趣，影响到他们探究科学知识的积极性。

3. 演示实验的时间要短，要尽量做到一次成功。

演示实验是为知识、技能的教学服务的，所以演示操作的时间应尽可能地短，而且即使是容易失败的实验，也应尽量做到一次成功。因为第一次的失败很容易转移学生的注意力，引起他们不必要的怀疑。尤其在利用实验组织教学、引起悬念等的情况下，实验的失败可能导致整堂课的失败或低效，所以，要求教师事先反复、充分准备，务必掌握要领，避免失误。

当意外的原因使实验未能成功时，要求教师沉着应变，迅速找出原因，排除故障，重新实验。在当堂无法再完成实验演示时，必须向学生讲明原因，表示歉意，并在下一次课上重新演示该实验，一则表明科学事实是不容置疑的，再则以教师自己的行动表明科学工作者应有百折不挠的思想品质，以及严谨的治学态度。

4. 演示实验要直观性强，可信性强。

直观性强是要求实验演示适宜于人的感官的直接感受和易于分辨，所以演示教具一般比学生实验的仪器尺寸大些，特别是指示部分要明亮、清晰，为了醒目，仪器的背后可用黑板、教师的衣服等颜色反差较大的东西作反衬。光学实验中要注意避档外来光线的干扰。在现象、读数不能被明显观察时，要用各种手段来改善。实验要重复演示一二次，以去掉偶然因素，获得可信结果，并让每个学生都观察清楚。

演示实验的直观、可信，要求实验仪器的结构简洁、外露，动作变化过程一目了然，不要在学生视力不到之处“做手脚”。例如，有的教师为了使测量的某量值可读，在仪器内部装了一个放大装置。尽管实验结果是可被读出了，但使学生对实验结果的数量级缺乏正确的感受。所以在必须装放大器等装置时，要向学生说明原因及放大倍数等。

演示实验常比它所需说明的现象、规律更复杂，教师应尽量事先消除或减少次要的、附带出现的现象，或使它们避开学生视线，或在实验前向学生交待清楚，使之对主要现象和结论加以重视。

5. 演示实验要注意安全。

演示实验要尽可能生动、有趣，但最好是有惊无险、绝对安全的。生动和惊奇是为了吸引学生的注意力，引起思索，但带有危险性或对神经有激烈刺激的实验，则会影响学习效果，并且有碍于学生心身的健康发展，应当避免。如果实验中有高温、高压、大电流、有毒物品等，要采取安全防护措施，确保学生安全。

五、物理实验中的常用设计原理和方法

一般实验并不能完全满足教学的要求，无论是现象、变化太小或太大，还是变化过程太快或太慢，都不适宜于在课堂教学中直接观察和测量，往往希望采用各种方法、手段，或调整观测对象，或改善观测方法，以使教学实验最后达到预期的教学目的、教学效果。

1. 在现象、变化、待测量很微小的情况下，可采用“放大”的方法。

放大的方法很多，放大的对象也各不相同。“机械放大”。螺旋测微计、游标卡尺是对“长度”的放大；如图6—3所示，在倒放的凳脚上钉两只图钉，图钉上各挂一根铜丝，水平铜丝的另一端用铅直铜丝推压着而不致掉下来，它的热胀冷缩由铅直铜丝的偏转显示出来。这是利用“杠杆原理”的放大；水压机则可看作是对“力”的放大。“光放大”。望远镜、显微镜是用透镜来放大；照相机是用透镜来“缩小”；光杠杆、光标检流计等是利用镜面反射原理来放大；投影式电表、教具借助投影仪来放大。“电放大”。用数码管显示电阻、电压、电流或温度的数值是一种电和光放大；喇叭、蜂鸣器是对声的放大等。

2. “转换”法。

许多特征、过程或物理量要想直接进行观测有困难，可以采取把所要观测的变量转换成其他变量进行间接观察和测量，这就是转换法。例如，力学量的光测法、电测法是一种转换法。又如，要证实平抛物体竖直方向的分运动与自由落体运动有相同的规律，在教学过程中要直接测量它们运动时的速度、加速度等来比较是不适宜的（费时、费力且效果不一定好），然而让两个小球分别做平抛运动和自由落体运动从同一高度同时落下，比较它们是否同时着地，就可以证明它们的规律是否相同了。这里是把定量测量转换为定性观察，是研究方法的转换。再如，用插在瓶塞上的毛细管里液柱的高低来显示物体（瓶）的微小形变；用毛细管中液滴的位置来显示烧瓶内气体的热胀冷缩，变化很显著；双金属片热胀冷缩时的弯曲，不用投影仪是不容易看清楚，但利用它的弯曲来接通电路，用灯的明暗来反映它的弯曲，则效果很好。这些都是用的转换法。

3. 利用平衡、等效、补偿等原理。

物理学中常利用一个量的作用与另一个（或几个）量的作用相同、相当或相反来制作仪器、进行测量，这就是所谓利用平衡（等效、补偿）原理。如弹簧秤的工作原理是力的平衡，天平的原理是力矩的平衡，温度计的原理是热的平衡，电桥是利用电路平衡，电位差计是用补偿法测电压，等等。

4. 累计求平均的方法。

对微小量的测量，用累计后求平均的方法能减小相对误差。如薄纸的厚度可测 n 层后平均而得，细丝的直径可绕 n 圈后测出，单摆的周期计几十次摆动的时间平均而得，等等。

5. 利用比较、对比、类比等方法。

比较就是在一定的实验条件下找出研究对象之间的同一性和差异性。在物理学中由于研究对象的广泛性和多样性，比较的形式也是灵活多样的，可以是比较某物理现象在实验时间内前后的变化情况，可以是同时对几类物理对象的现象、变化过程的比较，也可以是比较同一对象在不同条件下的变化情况。

例如，在研究浮力时，可以比较规则、不规则形状的物体在同种液体中所受的浮力、给定物体在不同液体中所受浮力、密度大于和小于液体的固体在液体中所受浮力及它们与物体浮沉之间的关系等。

比较方法的关键在于要从表面上风马牛不相及的事物间找出它们的同一性，而从表面上类同的事物间找出它们本质上的差异性。例如，比较机械振动、机械波与电磁振荡、电磁波，则不难发现它们之间的异同；比较极小面积上的漫反射与镜面反射的情况，可以看出它们本质上是一致的。

类比的方法是将一种特殊对象的知识，迁移到另一类对象去的思维方法，在实验中也有应用。例如，电力线用磁力线来类比；卢瑟福原子模型以太阳系模型来类比；声的折射、反射、衍射以光的折射、反射、衍射来类比等。

六、学生实验的分类及作用

1. 按照实验活动的形式和时间的不同，可将学生实验分为分组实验、随堂实验和课外实验。

(1) 分组实验是按照教学大纲和教材的要求，根据仪器设备的条件，将学生分为若干小组独立完成实验（当然不排斥教师的指导）。这些实验是学生在学习物理实验的知识和技能的主要环节及途径，实验往往在物理实验室进行，每次约 1 课时。

(2) 随堂实验也叫边讲边实验，它是在教师讲授中间，指导学生进行的实验，实验内容较简单，时间较短（一般仅几分钟），主要是定性观察，为知识讲授提供素材，并增加课堂教学中学生的活动量，调节教学气氛，提高教学效率。

(3) 课外实验是物理课外活动中主要的部分，是课堂实验教学的延伸和补充。课外实验包括课外观察、小实验；教具、模型、幻灯片的制作；摄影；微机教学软件的编制；航模、船模等科技制作以及小发明、小创造等。课外实验在加深和扩大学生的知识和技能方面，在培养他们对财物、对劳动的态度方面，在培养他们热爱科学技术、关心社会以及发展他们的创造才能方面，都是有很大作用的。因此，物理教师应该想方设法诱导和组织学生参加各种形式的课外实验和课外活动。

2. 按照实验的目的以及实验中对思维和技能的要求的不同，可将学生实验分为测量性实验、验证性实验、探索性实验及应用性实验。

(1) 测量性实验一般包括基本测量仪器的使用、基本实验技能的训练以及物理量的测量等几方面内容。要求学生掌握基本物理实验仪器的结构、原理、性能、使用方法；了解各种物理量的基本测量方法、各实验的具体要求和步骤、注意事项；学会分析简单的误差原因；能计算和处理数据，得出正确的结果或结论等。

(2) 验证性实验要求学生检验按物理规律和理论预言、期望的物理现象、特征及其变化是否确实存在，并对引起变化的原因进行分析，返回来再判断和证实物理规律、理论的正确性。

(3) 应用性实验。此类实验除了让学生了解理论知识在实践中的具体应用之外，还以加强学生的动手能力、对故障的分析、排除能力以及训练学生熟练使用基本仪器为目的。

(4) 探索性实验要求学生根据实验现象的特征和变化规律，分析其变化的原因，在原有认知结构的基础上进行猜测、联想、归纳等思维活动，以探索支配该现象和变化的客观规律，从而形成新的认知结构。此类实验对思维活动水平要求较高，有利于发展学生的迁移能力和创造性思维能力，也有利于学生掌握物理学科的研究方法，培养对物理学的兴趣。在有条件的情况下，应争取多做此类实验。

七、学生实验的组织

组织学生实验除了要求物理教师本身有较强的物理实验知识和技能，能事前准备和配齐实验器材，熟悉仪器、材料的规格、型号、性能，测定它们的一些常数、数据，钻研教学实验的内容和要求，掌握实验教学的目标分类，能对实验学生提出恰当的教学要求和进行适时的、必要的指导等常规的实验教学组织能力之外，还要求物理教师具有一定的组织学生实验的技术和技巧，以使实验教学的任务能高质量、高效率地完成。

1. 实验分组时，男、女生及实验技能强弱不同的学生要合理搭配。

男、女学生对事物观察的角度、方式不同，实验的能力和体力也有差别，分组时将理论知识掌握得好的和差的，实验技能强的和弱的，对实验有兴趣的和不甚感兴趣的以及男、女学生交叉搭配，有利于他们在实验中相互帮助，共同提高。实验时，教师应该要求学生正确处理与同伴之间的关系，并且经常更换实验中分工的情况，以保证每个学生都能全面地提高实验技术。

2 某些分组实验或随堂实验邻近两组的实验内容或实验方式可以不尽相同。

可以是按不同要求，不同方式做同一实验，也可以是做不同内容的实验，通过组际对实验现象和结果的相互交流，能使学生在指定时间内观察到较多的实验事实，掌握较多的实验方法和技能；也有利于将不同条件、不同方式下的实验现象或结果相互比较；尤其是能够保证课堂教学任务的按时完成。

3. 尽可能把演示实验变成学生实验。

把验证性实验变成探索性实验。这样在完成同样的观测实验任务时，学生动手实践的机会多了。而把验证性实验变为探索性实验，则对学生思维活动的的能力水平要求也提高了，这些都有利于学生对实验方法、技能的

掌握和培养对物理学及对实验活动的兴趣爱好。

4. 严明实验室的规章制度。

在实验中要对学生的行为习惯和科学态度等提出严格的要求，其中包括爱护国家仪器、财产，节约水、电、煤气和原材料，随时保持实验环境和仪器设备的清洁、整齐等，这不仅能保障各年级、各班级实验的按时、按期进行，减轻实验室管理人员和教师的负担，也是培养学生科学态度和良好的行为习惯的一种方法。

5. 以座位相邻的几个小组作为一个集体，要求学生对实验过程进行探讨。

学生的认知水平相近，容易相互启发，通过讨论、交流达到共同提高的目的。而且师生间的平等探讨对于发展师生间情谊、培养科学实验中的探索精神以及活跃课堂里学术讨论气氛大有裨益。

6. 在学生课外小制作、小实验完成时，及时择优进行表扬或给予文具、书籍、制作工具之类小奖品，以资鼓励，则能诱导越来越多的学生投入到科技实践中去。

总之，组织学生实验的技术、技巧很多，而且越来越受到教师 and 学校的重视，希望每个物理教师都来探讨，并取得更好的教学效果。

第七章 中学物理教学测量与评价

测量是以赋值的方式来表征事物的差异特性。由于差异的性质有所不同，便决定了所赋值的性质不同。物理教学测量是对物理教学活动中的事物作数量化的描述。

评价因对象不同或评价者的侧重点不同而有多种定义，比较广泛的定义是：评价是为决策提供信息的过程。中学物理教学评价的定义可限定为：在物理教学过程中系统地收集信息，根据教学目标的要求，对教学所引起的学生在认知行为上的变化，在定性、定量的基础上进行价值判断，为物理教学决策提供信息的过程。

中学物理教学测量和评价都要求运用各种科学的方法，系统地收集教学过程中教师和学生的“作业”资料，按照教育测量学、教育统计学的一般原理，用统计方法加以处理来获得有关数据。然后，根据评价目标通过判断、推理、比较、归纳进行综合分析，把数据和有关信息转化为评价。

第一节 中学物理教学评价的意义和作用

一、中学物理教学评价的意义

教学目标、教学过程、教学评价不仅仅是教学活动的三个主要环节，也是教学活动的三个重要因素。三者相互联系、相互依存、相互制约、缺一不可。中学物理教学目标是教学过程的出发点和基本准则，也是教学评价的依据和效标；中学物理教学过程一方面为评价提供了实际对象和样本，一方面也丰富活化了教学目标；中学物理教学评价既可以判断教学目标的正确性、可行性、实施的程度，也能对教学过程起反馈、控制和调节作用。它还可以为与教学决策有关的各个方面提供理论和现实的依据。例如：

为教学目标的编制者提供素材；

为执教老师的教学计划、教学进度和教学方法的调整提供反馈；

为学生改进学习方法、纠偏补缺、扬长抑短、自我完善提供信息；

为教育行政部门宏观管理和教育研究部门课题方案提供资料；以及家长需要了解自己孩子的学习状况，社会需要了解未来人才的素质倾向等等，都要求为特定目的服务的评价给予恰当的回答。

二、中学物理教学评价的特点

中学物理教学评价与其他学科相比有着明显的差别。在不忽略理论知识的同时，物理学科的教学评价更应突出其实验学科的特征，注意理论与实践的结合，强化科学教学意识，引进科学教学原则。物理教学是通过课堂演示、学生实验和对周围日常生活中常见的、简单的物理现象的分析来实现的。因此，中学物理教学评价的目标，其特点一是考查学生对中学物理基础知识的了解、理解、掌握和应用程度，二是考查学生的中学物理基本能力。只有这样，才有可能为直接或间接与教学相关的诸多要素提供可靠的评鉴资料。为吸引教师和学生参加评价过程，克服盲目性，增强自觉性，重视过程教学，提高中学物理教学质量，提前公布具有学科特点的评价目标，是至关重要的。下面是参照上海市考试机构为上海地区大规模校外公开考试制定的考试说明，编制的高中程度物理科评价目标，仅供参考。

表 7—1 高中程度物理科评价（考试）目标

物理基础知识	指基本物理现象、基本概念、基本定律、定理以及公式基础知识等的了解、理解、掌握和应用程度
物理基本能力	<p>理解能力：指准确理解基本物理概念、定义、基本物理规律的文字和数学表达形式、物理意义和成立条件等，认识不同概念、不同规律之间的区别和联系的能力</p> <p>推理判断能力：指根据已知条件，运用逻辑思维方式进行推理、判断，从而取得正确物理结论的能力</p> <p>分析综合能力：指分析问题、弄清物理状态、物理过程，找出其中主要因素、主要环节，把一个复杂问题分解为若干简单问题，找出它们的联系，并综合运用物理规律和数学知识加以解决的能力</p> <p>实验能力：指对学生实验的实验原理、实验仪器的选用、实验步骤的了解和掌握，以及根据要求自行设计简单实验的能力；对重要演示实验现象的观察和分析能力</p>

三、中学物理教学评价的方法

评价的方法、手段、工具没有绝对的单一模式。在强调科学性和系统性的同时，还要从实际出发“博采众长”，慎重考虑它的可操作性和实用性。为中学物理教学评价目标服务的样本和资料的收集方法，一般可分为定性和定量两大类。在具体实施过程中，根据中学物理教学评价的目的和要求，从实际需要出发，可单一选用或两者兼容有所侧重。鉴于教学活动的多元性，客观上具有复杂多变的特征，收集教学评价资料的方法必然是多种多样的。常用的有调查、观察、分析、测验等，这些方法各具特点，各有所长。只有根据评价类型的需要，选用最适当的方法，才能获得有效的信息资料，达到预期的教学评价目的。

表 7—2 四种常用评价方法的特点

	调查	观察	分析	测验
	意见	操作或某些操作结果	学习过程中的学习成果(中间目标)	态度与学业成绩
信息	自我意识	情感(尤其是情感反应)		
种	主观判断	社会性的相互作用	认识与动作	最终目标
类	情感(尤其是态度)	动作技能	技能	认识产物
客观性程度	社会意识 高度主观,带有偏见与误差	典型行为 主观,但可以客观化	某些情感产物 客观,但因时而发生变化	最高的作业水平 最客观、可靠
效益、率	省钱,但可能浪费时间	省钱,但十分费时间	不太费钱,准备时间长,但很关键	最费钱,但每单位时间可得到最多的信息
目的、果	了解学生的观点、兴趣、态度	了解学生的动作技能与行为	了解学生的不太外显的技能和情感	了解学生的学业成绩与学习能力

四、中学物理教学评价的一般模式

中学物理教学评价的一般模式,大体上可包括四个步骤。

(1)制定评价目标。包括确定要达到的中学物理教学目标,作为进行评价的依据。

(2)选择评价手段。无论是直接评价还是间接评价,都要有与之相适应的恰当方法,从不同角度获得有关评价资料,以利于评价过程与评价目标的高度一致性。

(3)实施评价计划。根据评价目标和评价方法,制定实施评价计划的方案,收集评价的信息资料,并整理得出结论。

(4)分析评价作用。对教学和教育决策提供依据的评价过程,进行价值判断。

第二节 中学物理课堂教学检查与评价

一、课堂教学检查与评价的意义及其特点

在日常教学工作中，人们经常借助于对学生学业成绩的考核来评价教师的课堂教学质量。这种通过间接的方式对教师课堂教学质量所作出的评价，虽对调整和改进课堂教学工作有一定的参考价值，但毕竟有它的局限性。这种局限性主要表现在：由此得到的教学反馈信息并没有直接揭示或诊断出影响课堂教学质量的原因。为能对教师的课堂教学工作做出科学的评价，使之成为调控课堂教学工作提供更有价值的教学反馈信息，必须依据课堂教学的客观规律，运用现代测量理论，对课堂教学的各个教学环节进行综合的检查与评价。

由于课堂教学检查与评价的有效性和可靠性是以教学过程是否遵循课堂教学客观规律为前提的，因此，这项工作的开展必将促进学校教学科研工作。与此同时，体现现代教学理论的新思想、新意识、新观念将不断渗透到课堂教学中去，进而引起传统教学观念和现代教学观念的冲突，为寻求解决这种冲突的途径和方法，势必会激发教师积极主动地去学习和探究现代教学理论，使之在实际教学过程中更好地组织和开展教学活动。由此可见，课堂教学检查与评价不仅有助于教学质量的提高，同时，也有助于教师自身素质的不断完善。

我们知道，课堂教学是由诸多教学环节构成的，每个教学环节又涉及多方面的因素。课堂教学的这种多层次、多因素决定了课堂教学检查与评价的复杂性，与这种复杂性紧紧伴随的是模糊性，即人们无法用一组确定的指标体系来准确地描述各个教学环节对整个课堂教学效果的影响程度。即使是对某一特定的评价指标，人们也无法对它的效果作出可以精确量化的评估。因此，想要用传统的教学观点和经典数学的方法对一个由多因素构成的复杂的课堂教学系统作出定量的测评几乎是不可能的。

为改变目前这种对课堂教学质量检查与评价的现状，使检查与评价更趋于科学化、客观化，所要做的工作是多方面的。其中，运用现代教学理论，依据课堂教学的客观规律和特点，制定出一套比较科学的能反映课堂教学质量的指标体系，以及寻求一种新的可以量化的数据处理模式，是首先必须解决的两个重要问题。

二、检查与评价课堂教学质量的指标体系

一套能够对课堂教学质量进行综合评定的指标体系，应该具有客观、全面以及便于理解和操作等特点。也就是说，它首先应该建立在课堂教学客观规律基础上，要体现出学科教学的特点，尽量减小主观因素对评价结果的影响。其次，在结构上要能体现课堂教学的整体性，并力求做到评价项目、内容具体明确。此外，要能适用对不同结构的课堂教学形式作出评价且易于操作，以便于实施。因此，检查与评价物理课堂教学质量的指标体系应包括以下几个方面：

1. 教学内容。

主要从教学内容的设计和教学信息的传授这二个方面进行测评，其测评内容主要包括：教材深广度的处理。教师所讲授的物理知识是否符合教学大纲的要求，教材深广度的处理是否符合学生的年龄特征，是否有助于促进学生身心的发展。教材重点和难点的处理。教师是否能正确把握

各类物理知识在相应教学过程中的地位和作用，是否能把握各类物理知识的主要特征并循序渐进地组织教学。教材中能力和思想教育因素的挖掘。在教学过程中教师是否能领悟教材中所隐含的培养学生能力和进行思想教育的因素，并寓能力培养和思想教育于物理知识教学之中。物理概念和规律的讲解。主要考查所讲授的物理知识是否科学，是否能准确揭示物理概念的内涵和外延以及物理规律的物理意义和适用范围。联系实际。在讲解物理知识过程中，所选用的实例是否确切，是否注意联系实际，特别是联系现代最新科学成就。演示实验的操作和讲解。教师演示实验的操作是否科学、规范，对实验现象的分析是否有助于学生对所学物理知识形成清晰的物理图像。

2. 教学方法。

主要从教学原则的贯彻和教学技巧的运用这两个方面进行测评。其测评内容主要包括：教学过程中的启发思维。主要考查在讲授物理知识过程中是否注意激发学生的学习兴趣，讲解是否具有诱导性，是否注意培养学生的能力。教学过程中的因材施教。教师是否能针对学生的特点进行有区别的教学，所选用的教学方法是否具有针对性。教师的语言表达。即教师的语言表达是否规范、严谨、简洁和生动。演示实验的选择和运用。主要考查演示实验的选择和运用是否符合与教学过程相结合的原则，是否同学生掌握物理知识的进程相协调。教师的板书、板画。主要指教师的板书、板画是否具有较强的概括性、条理性，布局是否合理，字迹是否清晰等。课型的选择和教学环节的安排。主要考查所选择的课型是否有助于教学活动的顺利开展，教学环节的安排是否符合学生的认知规律，各教学环节的承转是否自然，是否能体现出教师的主导作用且又有助于学生能力的培养。

3. 教学态度。

主要从课前准备和教学过程中的组织教学这两个方面进行测评。其测评内容包括：掌握教材的程度。教师对所讲授的内容是否熟练，是否能做到深入浅出、融会贯通，应变是否自如。课堂习题的选择。课堂习题的选择是否具有计划性、典型性，是否能起到巩固和深化所学物理知识的作用。课外作业的布置。教师布置作业的数量是否适中，是否能根据教学要求对作业作必要的提示和示范。教态。教态是否亲切、自然，师生关系是否融洽，是否有利于师生信息的交流。教学过程中的时间利用率。各教学环节的时间分配是否合理，教学信息量是否符合课时教学计划的要求。课程进度和学生负担。主要看教学节奏是否符合学生的年龄特征，是否有前松后紧或前紧后松的现象等。

4. 教学效果。

主要从学生的学习动机和学习成绩这两个方面进行测评，其测评内容包括：学生的学习行为。即通过课堂教学学生的学习积极性和主动性是否被充分调动起来。学生的学习意识。通过教学，学生对学习物理知识重要性的认识是否有所提高，是否对自己的学习前景充满信心。课堂教学秩序。课堂纪律是否井井有条，学生注意力是否集中，是否有一个良好的学习环境。学生对知识的理解。即学生对教师的课堂提问反应是否积极，回答是否正确，如果回答不够全面、规范，在教师的启发下是否能及时领悟。学生学习能力的表现。学生回答问题的思路是否清晰、敏捷，

是否善于提出问题，是否敢于发表自己的见解，是否能灵活运用所学知识。

对思想教育的效果。学生是否领悟了教材中所隐含的思想教育因素，是否能用正确的哲学观点来分析、理解物理问题。

三、课堂教学质量的模糊综合评价

所谓模糊综合评价指的是，对由各个具有模糊性评价因素组成的、与评价对象保持有一定模糊关系的对象进行的评价。这种评价主要是通过运用模糊数学的理论，对所获得的大量的模糊信息进行量化处理，进而对评价对象作出在多大程度上优或劣的模糊评价。由于课堂教学的质量系统具有模糊综合评价所要求的那些特征，因此，我们可以对课堂教学质量进行模糊综合评价。

1. 课堂教学质量模糊综合评价的实施。

(1) 依据评价指标体系，制作评价表。为能获得具有统计价值的关于课堂教学质量优劣的模糊信息，首先应制定一份能全面检测课堂教学质量优劣的评价表，以便参加评测的人员能按照统一的要求，对课堂教学质量进行系统、规范的测评。评价表一般由评测项目（主因素）、评测内容（子因素）和评判等级等部分组成，其中评测项目、评测内容应以评价课堂教学质量的指标体系为依据，由于它们都具有模糊性，因此，作为评判结果的量化指标也应该是模糊的，通常用好、较好、一般、较差、差五个等级作为评判标准。参见表 7—3。

表 7—3 物理课堂教学质量评价表

执教教师：____ 年级：____ 班级：____ 日期 年 月 日

评测项目 (主因素)	序号	评测内容 (子因素)	评判等级			
			好	较好	一般	较差
教 学 内 容	1—1	教材深广度的处理				
	1—2	教材重点和难点的处理				
	1—3	教材中能力和思想教育因素的挖掘				
	1—4	物理概念和规律的讲解				
	1—5	比喻或联系实际				
	1—6	演示实验的操作和讲解				
教 学 方 法	2—1	教学过程中的启发思维				
	2—2	教学过程中的因材施教				
	2—3	教师的语言表达				
	2—4	教师 4 板书、板画				
	2—5	演示实验的选择和运用				
	2—6	课型的选择和教学环节的安排				
教 学 态 度	3—1	掌握教材的程度				
	3—2	课堂习题的选择				
	3—3	课外作业的布置				
	3—4	教态				
	3—5	教学过程中的时间利用率				
	3—6	课程进度和学生负担				
教 学 效 果	4—1	学生的学习行为				
	4—2	学生的学习意识				
	4—3	课堂教学秩序				
	4—4	学生对知识的理解				
	4—5	学生学习能力的表现				
	4—6	对思想教育的效果				

(2)评价的实施与评价信息的整理。对课堂教学质量实施评价的基本过程是：评测人员首先深入到课堂听课，并认真做好听课记录，然后根据授课情况，在课中或课后对评价表中的评测内容逐一做出评判，即在相应的评判等级空格中打“ ”。一般要求对每个具体的评测内容只能选择一个评判等级。最后将各评测人员的评价表收集汇总，进行分类统计，作出评价汇总表，如表 7—4 所示。为保证评价的客观性，要求

表 7—4 评价统计汇总表

主因素 F_i	F_1						F_i					
	F_{11}			F_{1j}			F_{i1}			F_{ij}		
子因素 F_{ij}	好	较	差	好	较	差	好	较	差	好	较	差
评价人员 A_k	好	较	差	好	较	差	好	较	差	好	较	差
A_1												
A_2												
A_3												
A_4												
A_5												
A_6												
A_k												
Σ												

每次参与评测的人员不能太少，且参加者应具有一定的课堂教学经验。此外，在评测前应力求熟悉和掌握评测内容和评测标准。

(3)确定评价因素的权重。在课堂教学质量评价中，由于每个评价因素在综合评价中的地位和重要性是不同的，因此，必须事先对各种评价因素在评价中的地位和重要性作出可量化的规定，即确定每一评价因素的权重。由于评价课堂教学质量的指标体系一般由一组主因素以及与主因素相对应的一组子因素所组成，因此，评价因素的权重也应包括两部分。根据各主因素对综合评价结果的影响程度，确定每一评价主因素的权重；根据各评价子因素与相应评价主因素之间的关系，确定每一评价子因素的权重。

评价因素权重的统计意义是用一组量化的数字去反映评价因素与评价对象所保持的模糊关系的程度。因此，与某一评价对象相对应的权重数的个数，应该和相应评价因素的个数相一致。

在实际评测工作中，评价因素的权重一般是由具有丰富教学经验的教师和有关教学论专家，根据课堂教学的规律和特点，经过反复磋商共同决定的。它是获得正确评价结果的一个重要环节。

2. 课堂教学质量综合评价的量化处理。由于课堂教学是一个由若干层次组成的分级系统，因此课堂教学质量的评价也应是一个分级评价系统。根据课堂教学评价的这一特征，其综合模糊评价的量化处理步骤是：按照影响课堂教学质量的各因素之间的逻辑关系，先对子因素作出评价，并建立起相应的子因素模糊评价集，然后在此基础上，依据各子因素与相应主因素之间的模糊关系，对各主因素作出评价，并建立起相应的主因素模糊评价集，最后再依据各主因素与课堂教学质量所保持的模糊关系，对课堂教学质量作出综合模糊评价。

(1)建立子因素模糊评价集。先给出各子因素的模糊评价结果，然后将与某主因素相对应的若干子因素的模糊评价结果用模糊矩阵形式表现出来。

例如，若用 $R_{\sim F_i}$ 表示第 i 个主因素的子因素模糊评价集，则其表达式为：

$$\tilde{R}_{F_i} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} \cdots r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} \cdots r_{2n} \\ r_{m1} & r_{m2} \cdots r_{mn} \end{pmatrix}$$

式中 m 为与主因素相对应的子因素的个数， n 为评判等级个数。每组横向数据表示某一子因素的模糊评价结果。其计算方法是，根据评价汇总表提供的数据，计算出相应子因素中不同评价等级人数占总评测人员的百分比。

(2) 对主因素 F_i 的模糊评价。根据上述子因素模糊评价集，结合主因素 F_i 的权重矩阵，即可运用模糊数学运算法则，计算出对主因素 F_i 的模糊评价。

若用 \tilde{W}_{F_i} 表示主因素 F_i 的权重矩阵，即 $\tilde{W}_{F_i} = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{im})$ 。用 \tilde{R}_{F_i} 表示子因素模糊评价集，则对主因素 F_i 进行模糊评价的计算公式为：

$$\begin{aligned} \tilde{N}_{F_i} &= \tilde{W}_{F_i} \circ \tilde{R}_{F_i} = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{im}) \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} \cdots r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} \cdots r_{2n} \\ r_{m1} & r_{m2} \cdots r_{mn} \end{pmatrix} \\ &= (\bigvee_{j=1}^m (W_{ij} \vee r_{j1}), \bigvee_{j=1}^m (W_{ij} \vee r_{j2}), \dots, \bigvee_{j=1}^m (W_{ij} \vee r_{jn})) \end{aligned}$$

式中 \vee 表示取最大值， \wedge 表示取最小值， \circ 是模糊矩阵的乘法符号，其运算法则是：将 \tilde{W} 阵中的各个元素依次与 \tilde{R} 阵中各列的诸元素逐一地两两对应相比，取其较小值，共得 m 个数，然后再从 m 个数中取最大值，得一个数，依此法进行，直至对每列都施行运算后为止，共得 n 个数。

必须指出的是，对用上述方法计算出来的一组数据应进行归一化处理。若对某一主因素综合评价结果是 $\tilde{N}_{F_i} = (0.25, 0.42, 0.23, 0.10, 0.00)$ ，则表明有 25% 的评测人员对该主因素的评价为“好”，42% 的评测人员认为是“较好”，等等。

(3) 建立主因素模糊评价集。具体做法同建立子因素模糊评价集相同。若用 \tilde{R}_F 表示主因素模糊评价集，则其表达式为

$$\tilde{R}_F = \begin{pmatrix} N_{11} & N_{12} \cdots N_{1n} \\ N_{21} & N_{22} \cdots N_{2n} \\ N_{m1} & N_{m2} \cdots N_{mn} \end{pmatrix}$$

(4) 对课堂教学质量的模糊综合评价。由于各主因素 F_i 与课堂教学质量保持有一定的模糊关系，且这种模糊关系的程度同样可用与之相对应的权重矩阵来表示，这样，运用对主因素模糊评价相同的方法就可计算出对课堂教学质量的模糊综合评价，即

$$\tilde{N}_F = \tilde{W}_F \circ \tilde{R}_F$$

若经归一化处理后的结果是 $\tilde{N}_F = (0.27, 0.33, 0.23, 0.17, 0)$ ，则其统计解释是，有 27% 的评测人员认为该教师的教学质量可评为“好”，有 23

%的人认为是“一般”，等等。

为使上述统计结果能以一种类似于百分制分数形式表述出来，需寻求一个等级分矩阵。若用 C 表示等级分矩阵，则根据表 7—5 给出的“等级”与“代表分数”之间的关系可得

表 7—5

等 级	分数段	代表分数
好	90 ~ 100	95
较好	80 ~ 89	85
一般	70 ~ 79	75
较差	60 ~ 69	65
差	50 ~ 59	55

$$C = \begin{pmatrix} 95 \\ 85 \\ 75 \\ 65 \\ 55 \end{pmatrix}$$

这样，教学质量的综合评价值可用下式计算，即

$$X = N_{\tilde{F}} \cdot C$$

第三节 中学物理测验和命题研究

一、物理教学测验的分类

所谓物理教学测验指的是对学生在认知、操作等领域中的有关学习行为进行定量的测试。它是检查物理教学质量优劣的重要手段之一。物理测验是通过提供给学生一组有代表性的物理问题情境来实现的。它要求学生一定的测试环境中，对所提供的问题情境作出反应，然后通过对学生所作出的反应进行分析，进而推断学生在相应领域中的学习行为所发生的变化，为了解和鉴别学生的学业成绩，改进和提高物理教学质量提供有一定参考价值的反馈信息。

按测验作用的不同，物理教学测验可分为三类。

(1) 诊断性测验。这种测验的目的在于帮助教师或学生初步或深入了解在学习过程中可能或已经存在的困难及其产生这种困难的原因，以便为今后的教学工作提供及时、有效的反馈信息，进而更有针对性地开展物理教学工作。

例如，在学期、学年开始或一门课、一个单元开始之前实施诊断性测验，可以帮助教师了解学生现有知识水平以及对即将要学习的新知识的准备情况。这种超前的反馈有助于教师自觉地按学生的实际组织和开展教学工作。如果在教学过程中进行诊断性测验，则可以及时地发现学生在学习过程中存在的困难。这种及时反馈，有助于教师采取有效的措施，对症下药，及时改进教学，提高教学质量。

为使诊断性测验能真正起到诊断作用，组织这种测验时，必须对所测试的每一学习领域设置一定量的测验题目，且每个题目要有明确的测验目标，这样，才能从学生对特殊题目的反应中诊断出学习困难的原因。

(2) 形成性测验。这种测验的目的主要在于帮助教师了解教学任务的完成情况，即通过一个阶段的教学，事先制定的某一单元的教学目标是否得以完成以及完成的程度。这种以过程反馈为中心的测验，意在使教师能从宏观上及时把握教学进程的速度和方向。

形成性测验一般是在一个单元的教学结束后进行的。和诊断性测验不同的是，我们虽然可以从形成性测验中了解到一些学生在学习过程中存在的问题以及问题的性质，但它更注重的是了解学生对某一单元教学内容的掌握状况，以便教师及时对教学过程进行宏观调控。

为使形成性测验能真正起到检查单元教学是否有效的作用，测验必须按照教学大纲或事先确定的教学目标来编制，即要求试题应尽量覆盖所教单元的全部知识点，且各部分内容的比例以及试题的难易程度要和事先确定的教学目标相一致。

(3) 总结性测验。这种测验的主要目的在于对一门课程的整个教学过程的效果进行总的评价，其中包括对学生学习成绩的评定和对教师教学方案有效性的评定。

总结性测验一般是在一门课程结束后进行的，它和形成性测验的区别主要表现在：形成性测验通常是对一种新技能、新概念和新规律的学习情况的检查，这种测验注重的不是给学习者评定成绩，而在于帮助了解教学的有效性，以便及时调整教学进程。总结性测验通常是对几种技能、概念和规律掌握程度的综合性测评，这种测验虽也具有检查和调控教学目标的

作用，但它更注重的是对学生学业成绩和教学效果的综合评价。

为使总结性测验能真正起到评价一个阶段总体教学效果的作用，要求其命题范围要广，而且要有代表性和综合性，题目的难易程度要适中。

按照参照标准的不同物理教学测验可分为两类。

(1)常模参照测验。这种测验主要是用来衡量学生在某特定学习群体中所处的位置，它是以强调区分某特定学习群体中不同个体的知识和能力水平的差异为测验目标的。常模参照测验在教学中的主要作用是用来鉴别学生学业成绩的优劣，常用于物理竞赛、升学考试以及为编组分班而进行的摸底测验。

(2)目标参照测验。这种测验主要是用于描述测验所达到既定教学目标的程度，它是以具体的教学目标为标准来检测每个学生是否达到既定的教学目标以及达到既定教学目标的程度。这种测验强调的是测验对教学的诊断和评价作用，并不注重对学生个性差异的比较。物理教学中，平时的单元测验、期中或期末测验等都属于目标参照测验。

二、物理教学测验试卷的编制

1. 确定测验目的。

确定测验所要达到的目的，是决定测验性质的前提条件。标准化考试理论指出，不同性质的测验其命题方式和要求是不同的，这种差异主要表现在试题的覆盖面、难度分布以及对测验结果的解释等方面。例如，某次测验的目的是要对学生所学课程进行总的评价，以确定是否达到预期的教学要求，那么所采用的测验应该是目标参照测验，对于这种类型的测验一般要求其试题的覆盖面、难度分布等应和平时教学的要求相一致，对其测验结果的评价也应突出“目标参照”的特点。

2. 确定测验目标。

所谓确定测验目标是指确定测验所要测量的学习行为的结果。比如说，测验主要是测量学生知识掌握多少呢，还是测量学生学习能力提高了多少，或者说对知识和能力进行综合测量。一般来说，测验目标是由教学目标决定的。标准化考试理论指出，若测验目标不确定，命题就会有较大的主观性与随意性，这样会使测验失去其意义。

近年来，美国著名心理学家布鲁姆的教育目标分类学为人们对学习能力的测评提供了一定的量化指标，因此，在制定测验目标时，开始由过去单一对知识的测量转变到既要考查知识，又要考查能力。必须指出的是，知识的考查和能力的考查并不是相互隔离的，一般来说，能力的考查应溶化在知识考查之中，即在对知识考查的同时，能反映出考生的学习能力。

3. 编制双向细目表。

双向细目表是一种考查内容和考查目标的双向联列表。其主要职能是，根据已确定的测验目的和测验目标，具体规定所应测试的各部分知识和学习能力在整个测验中所占的比例。表7—6是上海市高中物理统考曾经使用的命题双向细目表。表中纵列给出所要考查的知识点，横行表示所要考查的学习行为目标，表中各细格具体规定每项考查内容和考查目标所占的权重数。由于各项物理知识和学习行为目标在教学中的地位 and 作用是不相同的，因此，通常依据下列原则来具体规定各部分知识和学习行为在测验中所占的比例。各知识单元在整个学习领域的重要性；分配给各个知识单元的教学时数的比重；哪些知识对以后的学习具有较大的保留和

迁移价值。

4. 编制试题。

编制试题是编制测验试卷一个十分重要的环节，它主要包括以下两方面的工作：

(1) 根据双向细目表的要求选择试题的类型。在物理测验中，常用的试题类型有客观型试题和主观型试题两大类。所谓客观型试题是指其试题答案只能从事先给定的一组答案中选择而得的试题，其主要形式有选择题、是非题、配对题等。这类试题具有结构严谨，测量目标客观、明确，回答简单，评分客观等特点，具有较强的诊断和检查教学效果的功能。由于这类试题未能提供学习者以充分阐述个人见解的机会，因此，难以测量出学生综合和创造的能力。所谓主观型试题是指其试题答案主要由学生根据题目要求自行提供的试题，其主要形式有计算题、论述题等。这种试题较注重对学生综合和创造能力的测量，同时易于测量学生对概念理解的深度和诊断出学生解

表 7—6 上海市曾经使用的高中物理统考双向细目表

考查目标		识记		理解		应用		分析综合		合计	
		题号	分值	题号	分值	题号	分值	题号	分值	题数	分值
力学	测量			三(1)	2						
	力物体平衡			四(1)i	3						
	直线运动					一(5)	2				
	曲线运动			二(1)	3	三(2)	3				
	机械能			四(1)ii	3					12	38
	动量			二(2)	3	一(1)	2	六(1)	4		
	振动和波							六(2)	8		
							一(7)	2			
							三(3)	3			
热学	分子运动论	一(2)	2								
		一(4)	2								
	固体和液体	一(3)	2							5	14
电学	气体					三(1)	5				
	电场					三(2)	3				
	稳恒电流			一(6)	2	二(4)	3				
	磁场					三(4)	5				
	电磁感应					三(5)	2				
	交流电			七(1)	2	二(6)	3				
	电子技术			二(5)	3	七(3)	4	七(2)	5		
			二(3)	3			七(4)	3	11	35	
光学、原子物理	光的反射和折射			四(2)i	3	四(2)ii	3				
	光的本性	一(8)	2			二(7)	3			5	13
	原子核			一(1)	2						

续表

考查目标		识记		理解		应用		分析综合		合计	
		题号	分值	题号	分值	题号	分值	题号	分值	题数	分值
合计	题数	4		11		14		4		33	
	分值		8		29		43		20		100

题过程中错误的原因，可较全面地反映学生掌握知识的情况和思维水平。由于主观型试题允许学生充分阐述个人的见解，因而给客观评分带来一定的困难，即在评分方面易受评分者主观意向的影响。

(2)按照命题原则草拟试题。这项工作的主要职责是将与所要考查内容有关的材料，按照已确定的考查目标要求，进行文字编辑，使其具有特定的测试功能。这是一项技术性较强的工作，一般要求试题的文字叙述简洁易懂，题意要完整、清晰，内容应有知识性，试题的正确答案应该没有争议且易于客观评分。此外，各试题之间应该彼此保持独立，不可隐含任何与解答本题或他题有关的暗示，这也是草拟试题必须遵循的一条原则。

草拟好的试题最好通过试做等方法进行审核、检查，以确保每一试题具有明确的测试目标，并符合命题原则。在实际编制试题过程中，一般并不要求每道试题都要由自己来编写，可以从成题中挑选或改编。此外，一般要求选编或草拟的试题数量应该比实际所需的题量稍多，以备筛选与淘汰。

5. 测验试卷的编辑。

一份优良的测验试卷并不是一组试题的简单组合，而是首先应该对所录用的试题进行综合审核。其审核标准是：试题的取样是否符合编题计划的要求。在经过适当调整的基础上，再考虑对其进行科学的编排，以避免因试题编排不当而可能引起的测验误差。编排试题的方法有很多，但常用的编排方法是将同一类试题，按由易到难的顺序集中排列在一起，同时体现全卷和单题由易到难的二级梯度原则，使考生应试答题有一个“预热”过程。这样做的目的是，尽可能增强学生答题的信心，以提高测验的可靠性。为保证测验能顺利进行，还必须对测验的实施要求以及如何答题等作必要的说明，其说明的指导语应简明扼要。

6. 确定评分标准。

对评分标准作出科学、合理的规定是实现测验科学化、标准化的重要环节，为此应先做出试卷的标准参考答案。对一题多解的试题应给出相应的解答方案，然后根据参考答案和测验目标确定评分细则。对于评分细则一般要求做到客观、合理，严格细致且又要易于教师掌握。

三、物理教学测验常用题型的分析

试题的形式即题型在测验中占有很重要的地位。根据物理学科的特点，物理教学测验中常用的题型主要有：填空题、选择题、是非题、作图题、实验题和计算题等。它们各自具有不同的特点。了解这些题型的性能和特点，有助于充分发挥各类题型在物理教学测验中的作用。

1. 填空题。

填空题通常是由一个不完全叙述句构成，即在这种不完全叙述句里，空出某些关键的部分，要求学生在相应的空缺位置中，填上正确的内容或计算结果。

填空题具有结构简单，应用范围广，容易编制，便于解答且解答中猜测成分小等特点，因而有助于考查学生对特定问题的记忆和理解的程度。由于填空题通常是以填写适当的字词、数字、短语等方式作为作答的结论，因此这类试题不能清晰地反映学生解题的思维过程，不能测量学生综合运用知识的能力。

为使填空题能发挥起应有的测试功能，编制这类试题时应注意以下几个方面的问题： 题意要明确。即考查内容要具体，要有较强的针对性，对问题的叙述要清晰。 结构要合理。即填空题的空格不宜太多且应尽量把空格放在句子的末端，否则会破坏题意的完整性。此外，在进行试题的

文字编辑时，应避免使用具有暗示性的词汇。答案要简单。即要求学生回答的内容必须是问题中重要的部分或关键内容，且对每一空格的答案要简短明确，要有一定的单一性。

2. 选择题。

选择题在结构上主要由两部分组成。一部分为题干，其主要功能是呈现一个具有特定知识或能力结构的物理问题情境，通常由直接问句或不完全叙述句构成；另一部分为选项，即所求问题的可能答案。选项中正确或错误的答案一般是混杂在一起的，其中正确解答可以有一个或多个，解题时要求学生根据题意作出判断，然后按给定要求，或在现成答案的编号上做上记号，或写上答案的编号。

选择题按所欲测试的学习行为目标的不同，可分为记忆型选择题、判别型选择题以及综合型选择题等。

选择题的特点是结构较简单，概念性较强，解答方法灵活多样，测试面广，评分标准客观等。因而在物理测验中，选择型试题具有较强的教学诊断作用，可以测量不同层次的学习行为目标，且有利于考查学生思维的敏捷性。此外，还可以减少由于抽样不足而可能出现的测量误差，其评分不易受评分人主观因素的影响。

选择题的不足之处主要是正确答案的获得存在有一定的猜测成分，即人们无法完全知晓学生在真实问题情景中的可能表现。此外，这种题型不太适合考查学生的表达能力、实验操作能力等。

为使选择题能充分发挥其特有的测试功能，在编制选择题时应力求做到：每道题目要有明确的测试目标且要有利于学生正确理解题意。为此要求试题的题干应仅提出一个问题情境，文字叙述要清晰、准确。题干的编辑应尽可能以正面陈述的方式来叙述，并力求做到在同一测验中选项数要基本一致，各选项彼此要有独立性，不能有任何暗示。为尽可能减少因学生猜测带来的测量误差，应以随机方式来编排正确答案的位置。

3. 是非题。

所谓是非题就是通过用一个陈述性句子或疑问性句子来描述一个物理问题情境，要求学生在两种可能的回答中（对或错，是或非）进行选择。这类试题较适合于考查学生对简单概念的理解和认识的程度。

与其他客观型试题一样，是非题具有结构简单，容易编制，学生回答方便，评分客观，取样范围广等特点。然而，由于其答案的选择只有两种可能性，因此，测验易受随机猜测因素的影响，故可靠性较差，且不适合用于测量较高层次的学习行为目标。

为使是非题能在测试中发挥其应有的作用，在编制时应注意以下几方面问题：每一试题只能包含一个重要概念，避免在同一道试题中涉及到两个或两个以上的概念。试题的叙述应简洁明了，用词要准确，避免使用较复杂的句型结构和使用具有暗示性的词汇。试题的答案不能有争议，是与非的题数应大致相等且排列应当随机。

4. 图解题。

利用包括矢量图、函数图像或与解题有关的物理图示在内的物理图像来求解某些物理量或论证物理规律的试题称之为图解题。根据物理图像在题中所起作用的不同，这类试题又可以分为两种形式：一种是根据题中给出的条件，通过作图的方法来求解题中的未知量。如力学中的矢量图解法，

光学中的光路图法等；另一种是根据所给出的表示某一物理过程的函数图像或有关图示来求解未知物理量或物理状态。例如力学中的 $s-t$ 图和 $v-t$ 图等。

由于图解题主要是通过图像的形式来展示或描述物理过程的，因此这类试题具有形象直观、动态过程清晰、信息量大且易于理解和掌握等特点，有利于培养或考查学生运用物理图像阐述和解决物理问题的能力。

编制图解题一般要求：题中物理图像的展示或描述要与文字的叙述有机地结合起来。为便于学生较充分地了解试题所依据的物理情境，有利于学生的解答，要求所绘制的物理图像要规范、清晰，必要时应提供可供规范作图或识图的背景材料。对此类题型的评分应体现出考查学生绘图、识图和用图的能力。

5. 计算题。

所谓计算题主要是指必须运用数学演算或推理的方法来解答物理问题的试题。这类试题通常是由一段描述特定物理问题情境的陈述句和一句或若干句提出求解要求的问句组合而成。

根据测验性质的不同，计算型试题又可分为三类：

(1)基本型计算题。这类试题所需解答的物理问题，其物理过程通常较为显见，一般只要运用一次物理公式即可得出答案。这类试题经常用于诊断性测验，意在考查学生对基本物理概念和规律的理解和掌握程度。

(2)一般型计算题。这类计算题通常涉及包含有若干个同质物理问题的情境，所求解的未知量一般不能直接求得。由于解这类试题除要运用所学习的新知识外，还要用到先前已经掌握的有关知识，因此经常用于单元教学结束后的形成性测验，以便通过考查了解学生知识的系统性。

(3)综合型计算题。这类试题通常包含较为复杂的物理过程，涉及的物理概念和规律较多，所求解的物理问题具有较强的内在联系，经常用来测量较高层次的学习行为目标。

编制计算型试题的一般要求是：要有明确的测试目标，对物理问题情境的描述要准确、清晰，使学生易于理解和认识物理过程，知道所求解的问题。试题的编制要具有启发性，富有逻辑性，也就是说，呈现给学生的问题情境要有层次，要促使学生运用所学的知识来综合分析和解决物理问题。

6. 实验题。

实验题是主要用来考查学生实验能力的试题。它又可分为答卷型实验题和操作型实验题两种。答卷型实验题主要用来考查学生对实验原理、实验方法、实验步骤、实验操作规程等与实验教学要求有关的问题的理解和认识，其试题可以编制成问答题、选择题、图解题、计算题等。操作型实验题主要用来考查学生的实验操作技能，其考核方式是：根据教学要求提出实验课题，并在此基础上提供一定量的仪器设备，要求学生在规定的时间内独立操作，并进行数据处理和回答有关问题。

实验题的主要特点是具有较强的实践性，这对于训练学生的实验操作技能、发展学生的实验能力、培养学生掌握科学的研究方法有着十分重要的作用。

编制实验题的基本要求是：要有明确的实验考核目标。例如，对操作型实验题，要以操作技能领域中的行为目标为考核的目标，注重对学生

基本操作技能的检查。对答卷型实验题,应根据考查目标,结合常用测验题型的特点,合理选择题型。例如对实验原理的考查一般可采用填充题,对实验方法的考查可采用选择题等。

四、物理测验质量的测量与评价

对待测验,以往人们比较注重的是出考题,登考分,很少对测验的可靠性与有效性提出过怀疑。近年来,随着教育测量学的兴起,人们才对测验的科学化和标准化问题进行比较深入的研究,认识到如果不对测验的可靠性和有效性作出科学的评价、给出科学的结论,那么从测验中所获取的教与学的信息将是没有意义的。通常人们借助于对试卷的信度、效度和试题的难度和区分度四项指标的测量来评价一次测验的质量。

1. 信度。

一次可以被人们信任的测验应具有较高的可靠性,即对学生进行多次测量能产生前后一致的结果。信度就是对测量的这种稳定性和一致性的估计,是测验结果能够反映学生稳定水平的程度。

在测量中,按照一定的规则赋值的结果总会包括误差,从而影响测量结果的可靠性。假定某次测验的方差为 S_t^2 ,它表现出每一考生实得分数之间的差异,这种差异在相当程度上是由不同考生的实际水平的差异所致,但也有部分是由误差所造成。若由误差所造成的方差用 S_e^2 表示,那么信度的定义是:

$$r_x = 1 - S_e^2 / S_t^2 \quad 0 \leq r \leq 1$$

实际上由于无法直接确定 S_e^2 的大小,故不能依据上式求得信度。通常只能根据实测分数进行估算。从测验结果来估算信度的方法有多种,常用的有分半法、系数法和 K - R 法。

(1) 分半法。具体做法是:先按正常的程序实施一次测验,然后将测验的试卷人为分成相等、独立的两部分,即要求这两部分试题在考查目标、内容、题型、题数、难度分布、分值分配等方面都相同或大致相同。这样做的效果就相当于把其中的一半试卷在相同的条件下,对同一批学生考两次。若每个学生前后两半的分数分别为 x 、 y ,则运用公式

$$r = \frac{N \cdot \Sigma(x \cdot y) - \Sigma x \cdot \Sigma y}{\sqrt{[N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] \cdot [N\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}}$$

即可计算出这两半测验分数的相关程度,由此可以推断出测验的可靠程度。式中 N 为参加测验的人数。

由于分半法是把一次测验分成两部分,所以由此计算得到的分半相关实际上是一半测验信度的估算值,对于全题量的测验信度还要用斯皮尔曼-布朗公式进行矫正,即:

$$r_{xx} = 2r_x / (1 + r_x)$$

(2) 系数法。在实际测验中,当试题分成两半的等效性无法保证时,且试卷中既包括有选择题又有非选择题时,一般采用系数法来求信度。其公式为:

$$r_a = \frac{m}{m-1} \left(1 - \frac{\Sigma S_i^2}{S_t^2} \right)$$

式中 m 为题数, S_i^2 为考生在各题得分的方差, S_t^2 为考生在测验中总得分

的方差。

(3)K-R 法。若试题全部是选择题时，则可采用 K-R 法来计算信度值。其公式为：

$$r_{K-R} = \frac{m}{m-1} \left(1 - \frac{\sum q \cdot p}{S_t^2} \right)$$

式中 m 为题数， p 为某题答对人数的比率， $q=1-p$ 。

为提高测验的信度，首先必须使测验的程序规范化，以尽量避免与测验无关的因素引起测量的误差。其次，应注意控制试题的难易程度。一般来说，过难或过易的测验均会降低测量的信度。因为，试题的难易程度将直接影响测验分数的分布，在其他条件相同的情况下，测验分数的分布范围决定实得分数的方差(S_t^2)的大小，由信度定义 $r=1-S_e^2/S_t^2$ 可知，当误差的方差(S_e^2)不变时，实得分数的方差 S_t^2 将影响信度的值。再次，在可能的范围内应尽量增加试题的数目，这也是增加信度的有效方法。因为，测验试题越多，取样越全面，就越能消除测验中由学生猜测因素而引起的测量误差。

对于因测验题量太少而引起的低信度的测验，可通过适当增加题数的方法来提高其测验的信度，其增加后的总题量与原题量的比值(N)为

$$N = \frac{r_k(1-r_x)}{r_x(1-r_k)}$$

式中 r_x 为原题量测验的信度值， r_k 为期望的信度值。

对于用相关法计算的信度系数，在对其结果进行解释前，应先进行显著性检验。一般认为，对于小规模测验的信度值要求在 0.8 以上，对于大规模测验的信度值应在 0.9 以上。若某次测验的信度值 $r=0.9$ ，则可认为，本次测验的实得分数中有 90% 的方差来自真分数的方差，另外 10% 是来自误差的方差。

从信度系数我们不仅可以推断出整个测验的可靠程度，而且还可以从个人实得分数中推断其真分数的范围。即由信度定义式可求得测量的标准差，其大小为 $S_e = S_t \sqrt{1-r_x}$ 。由于它是误差测量的标准差，所以它可以像其他标准差一样地解释，即如果选用 95% 的可靠度要求，那么，其真分数将有 95% 的可能性落在实得分数 $\pm 1.96S_e$ 的范围内。这说明，由于测量误差的存在，我们不能以一个确定的分数来评论学生的学业成绩，而必须以“一段分数”来评价学生的实际学业成绩。

2. 效度。

效度是衡量测验结果有效性或准确性的质量指标。它反映测验是否准确地测量出它所要测量的东西。一次测验虽能反映出考生在某一方面的稳定水平，但不一定能反映出它所要测量的那个方面的水平。例如，一次物理测验，它要考查的是考生对物理知识掌握的程度，但是，如果考生仅靠语文或数学知识就能得分，那么这次测验的效度就很低了。

从测量学理论来看，一次测验得分的总方差 S_t^2 包括三个部分，即：

$$S_t^2 = S_{c_o}^2 + S_{sp}^2 + S_e^2$$

式中 $S_{c_o}^2$ 是与所测量的特征有关的因素造成的方差； S_{sp}^2 是与该测量特征无关的其他因素造成的方差； S_e^2 是测量误差的方差。

既然效度是指一个测验能测出所要测量的东西的程度，那么，效度可以定义为：

$$r_{al} = S_{c_o}^2 / S_t^2$$

上式表示，效度就是实得分数的方差中，由测量特征造成的方差所占的比率。在实际应用中由于无法直接确定 $S_{c_o}^2$ 的大小，故不能运用上式求得 r_{al} 。

对于效度，通常可以从以下两个方面加以考察。

(1) 内容效度。内容效度指的是测验是否测量到所欲测量的具有代表性课程的教学内容和教学目标，是测验的预期目标和实测结果一致性程度的反映。对于内容效度的评估，到目前为止还没有一种简单而令人满意的方法，主要依靠对测验内容和预期目标的逻辑分析和比较来推断。由于作为一次测验的试题不可能包括预期目标中的全部内容，它只能是全部预期内容的一个样组，因此，样组中各成分是否能代表预期目标的整体，即试卷是否有一定的覆盖面，试题的难度、重点知识的分布是否合理以及各测验项目的分数分配是否恰当等是检验试卷内容效度的重要方面。

(2) 效标关联效度。所谓效标关联效度指的是，通过寻找一种能够反映某类测验有效程度的测验结果作为标准（亦称效标），进而通过考查这次测验与这种效标之间的关联程度，来描述这次测验的有效性。如果它们之间有较高的相关程度，则说明这次测验是很有效的。由此可见，评价效标关联效度有效性的关键在于寻找能够说明测验有效性的效标。在实际运用中，人们通常选择与实际测验同类的标准化考试的成绩作为关联效度的效标。因为，标准化考试是一种取样范围大、题量多、覆盖面广，并经过有关专家鉴定和权威性机构确认的高效度的考试。

3. 难度。

难度指的是试题的难易程度，它是描述试题对考生知识和能力水平适合程度的指标。难度只具有统计意义，因为，一个学生对一个试题的回答通常是不足以作出该试题是难还是易的结论的，只有对一批考生的答案进行统计，才能给出试题难易的结论。难度分析是试卷项目分析的重要组成部分，亦是评价试题质量的重要指标之一。教育测量学理论指出，试题的难度对测验分数的分布、试卷的信度以及对试题的区分度等有较强的影响。

通常用下列公式来计算试题的难度：

(1) 二值计分题的难度。

$$P = 1 - Y / Y_0$$

式中 Y 表示答对该题的人数； Y_0 为考生数。

(2) 非二值计分题的难度。

$$P = 1 - \bar{X} / X_0$$

式中 \bar{X} 表示考生在该题得分的平均值； X_0 表示该题的满分值。

(3) 用“两端分组法”求试题的难度。用这种方法计算试题难度的步骤是：首先将考生的测验成绩按高分到低分低的顺序排列，然后从最高分开始向下取 27% 的人作为高分组，从最低分开始向上取 27% 的人作为低分组，再分别计算出高分组考生和低分组考生在该题得分的平均值与该题满分的比值 P_H 和 P_L ，最后用公式 $P = (P_H + P_L) / 2$ 求得该题的难度。

在实际运用中，人们通常把试题的难度划分成 5 个等级，并以此作为判断试题难易程度的标准。

表 7—7 评判试题难易程度的一般标准

评判等级	难	较难	一般	较易	易
难度指数	0.00 ~ 0.19	0.20 ~ 0.29	0.30 ~ 0.59	0.60 ~ 0.79	0.80 ~ 1.00

4. 区分度。

区分度是衡量试题对考生不同的知识和能力水平的鉴别程度。它的统计意义是：区分度好的题目，能把不同水平的考生有效地区别开来，即在这些题目上，好学生得高分，差学生得低分；反之，区分度差的试题，好学生和差学生得分呈无规律分布，因此不能有效地区分出能力强和能力差的考生之间的差异。

计算区分度的方法有多种，根据题目类型的不同，主要采用如下计算方法。

(1) 二值记分题的区分度。当题目的答案只有两种选择时，一般采用“点双列相关系数法”来计算试题区分度。其计算公式为：

$$D_{pq} = (\bar{X}_p - \bar{X}_q) \cdot \sqrt{q \cdot p} / S_t$$

式中 p 为答对人数的比率， $q = 1 - p$ ， \bar{X}_p 为答对考生总分的平均值， \bar{X}_q 为答错考生总分的平均值， S_t 为全体考生总分的标准差。

(2) 非二值记分题的区分度。对于这类试题的区分度，在满足测验的总分能够区分不同水平考生的前提下，可以通过计算不同考生在该题得分 (x) 与该考生的总分 (y) 之间的相关系数来评估。其计算公式就是积差相关系数计算公式。这样如果该题与总分之间有很大的相关，则说明它能区分不同程度的考生。

对于用上述两种方法计算的区分度值，应先对其进行显著性检验，然后根据检验结果来判断试题区分度的优劣。

(3) 用“两端分组法”求试题的区分度。用这种方法求试题区分度的计算步骤同用此法求试题难度的步骤大致相同，它可适用于计算各种题型的区分度。其计算公式为：

$$D = P_H - P_L$$

这种区分度值的取值范围在 $-1.00 \sim 1.00$ 之间， D 值越大，说明该题的区分度越大，即试题的质量越好。用两端分组法计算区分度的评价标准如表 7—8 所示。

表 7—8 用两端分组法计算区分度的评判标准

评判等级	劣	尚可	一般	优良
区分度	0.19 以下	0.20 ~ 0.29	0.30 ~ 0.39	0.40 以上

第四节 学生学业成绩的统计与评价

心理学研究指出，测验是被试对所涉及的心理特征或概念内容等若干项目作出的一种反应，测验成绩正是这种反应的量的表示。从表面来看，测验成绩仅是一堆“杂乱无章”的数据，然而在这中间却隐含着许多教与学的信息。为了能从中获得我们所需要的信息，必须应用数理统计的方法，对测验成绩加以整理和归纳。只有这样，才能从这堆“杂乱无章”的数据中找到有价值的教学反馈信息。

一、测验分数的整理

1. 编制频数分布表。

频数分布表是统计表中的一种，它是把一批分数进行分组归类，并登记在一张表上而制成的，这种统计表使我们很容易看出考生的整体概况，为我们进一步分析和研究提供一个直观的初步印象。

频数分布表的制作过程如下：

先求全距。所谓全距就是一批分数的分布范围，即

$$\text{全距} = \text{最高分} - \text{最低分}$$

其次是定组数和组距。所谓组数就是所需划分的分数段个数，组距即为每一分数段包含的间距。组数、组距的确定与全距有一定的关联，即组距=全距/组数。原则上讲，在样本容量较大时，组距小些，组数多些，反之，样本容量较小时，组距可大些，组数可少些。在实际应用时，一般选取组数为20或10，组距为5或10。

再次是决定组限和求组中值。所谓组限就是每组的起止范围，一般规定每组的最低值为该组的下限，每组的最高值为该组的上限，在发表资料 and 计算分析时，可用组中值表示各组的组限。所谓组中值就是每组上下限的中点或者说是起终值的中点。用公式表示即为：

$$\text{组中值} = (\text{组上限} + \text{组下限}) / 2$$

最后列频数分布表。

2. 绘制频数分布图。

在进行数据统计时，除编制频数分布表外，为了便于进行深入细致的分析，一般还附有频数分布图。由频数分布表即可得到频数直方图，其作图方法是，在直角坐标系上，以横坐标代表分数，以纵坐标代表频数，在横坐标上标出各组的组中值，在纵坐标上等距标出频数值，然后以各组中值为中心，组距为底，各组频数为高，作出矩形，即可得到频数直方图。

如果在频数直方图中，将每一组频数与组中值交的点，依次用直线相连，就可得到频数多边图。

前面所述的图表法，只是对测验分数的一种粗略、直观的概括，要想深入了解并描述测验分数的全貌及各种特征，还需对测验分数作进一步整理与分析。

通常用来描述测验分数分布的总体特征的统计量有集中量和差异量等，它们从不同的侧面分别对测验分数的全貌及各种特征作出描述。

3. 集中量。

它是用来描述测验分数集中程度的统计量，其主要统计功能是：反映频数分布中大量数据向某一点集中的情况。常用的集中量有算术平均数、中位数和众数等。

算术平均数(\bar{X})计算公式是：

$$\bar{X} = \sum X_i / N$$

式中 \bar{X} 代表平均分数； X_i 代表第*i*个考生的分数； N 代表考生总人数。

中位数(M_d)就是依一定的顺序排列时，居中央位置的数据。如已知一组数据的频数分布情况，则中位数(M_d)的计算公式如下：

$$M_d = L + \left(\frac{N}{2} - n_i \right) i / f_{md}$$

式中 L 是中位数所在组的下限； N 是总频数； n_i 是小于中位数所在组下限的频数总和； i 是组间距； f_{md} 是中位数所在组的频数。

众数(M_0)就是一组数据中频数最大的那个数值，通常采用英国统计学家皮尔逊提出的 $M_0 = 3M_d - 2\bar{X}$ 公式来计算众数。

平均数 \bar{X} 、中位数 M_d 、众数 M_0 与频数分布的形态有一定的关系。当 $\bar{X} = M_d = M_0$ 时，频数分布呈正态分布；当 $\bar{X} > M_d > M_0$ 时，频数分布呈正偏态分布；若 $\bar{X} < M_d < M_0$ ，则频数分布呈负偏态，如图7—1所示

4. 差异量。

描述一个分布，除了要考察分数的集中程度外，还必须考虑它的离中趋势，即数据的离散程度。差异量就是用来描述数据离散程度的统计量，常用的差异量有全距、标准差等。

全距(R)的计算公式为 $R = X_{max} - X_{min}$ ，式中 X_{max} 表示最高分； X_{min} 表示最低分。标准差()是最重要、最常用的差异量指标，其计算公式为：

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (X_i - \bar{X})^2}$$

式中 $X_i - \bar{X}$ 为离均差； n 为考生个数。

二、学生学习质量的评价

我们知道，测验并不是教学的最终目的，它只是一种手段。通过测验，我们希望得到尽可能多的教学反馈信息，以指导我们今后的教学工作。对测验成绩进行科学的整理和归纳，是我们获取教学反馈信息的重要途径。

1. 测验分数的科学解释。

教育统计学理论指出：仅从孤立的观点来考查测验的原始分数（即直接从试卷获得未经任何处理的分数），那是没有什么意义的。因为它无法反映某个分数在特定测验群体中的位置，而且有时常常会给人以一种错觉。例如，似乎一个得40分的学生其掌握知识的程度仅是得80分学生的一半，或者说一个学生在某次测验中的成绩为零分，则由此可以推断出该学生没有学到任何知识。上述看法显然是错误的。因为在我们现行的测验中，其测验的原始分数并不具备有“得零分者必定完全不具备有任何知识”的特性。此外，由于每次测验的性质、要求等条件的不同，也导致不同测验之间的原始分数并不具有可比性。因此，为使我们能从测验分数中得到更多有价值的教学反馈信息，必须对测验的原始分数进行科学的分析和解释。

对测验分数进行科学的分析和解释的指导思想是：考查一个分数的价

值必须建立在与参照群体相比较的基础上。也就是说必须与考查这个分数在特定群体中的地位紧密联系起来。基于这一指导思想，要对测验分数作出评价，必须首先找出能反映特定测验群体主要特征的一组参量，并以此作为参照点来对测验分数的价值作出科学的评价。

通常人们把特定群体中的最高分、最低分和平均分作为三个基本参照点，以此作为粗略考查测验分数在特定群体中所处地位的优劣标准。在此基础上，如果测验结果满足正态分布，则可进一步从正态分布曲线中，得到更多的有价值的教学反馈信息。

用寻找参照点的方法虽能较好地反映测验分数所具有的统计价值，但它并不能对各种测验的分数进行直接比较。这主要是由于不同测验其测验分数的性质不同，以及测量单位的不同而造成的。为使测验分数既能反映在群体中的优劣程度，又能对不同测验的分数直接进行比较，人们引入了标准分数(Z)的概念。

所谓标准分数，就是对原始分数进行标准化处理和转化的分数，其转化公式为：

$$Z = (X - \bar{X}) / \delta$$

式中X为原始分数， \bar{X} 为原始分数的平均值； δ 为测验的标准差。

上式中， $X - \bar{X}$ 的绝对值反映的是原始分数偏离平均数的大小， $X - \bar{X}$ 的正负号反映的是原始分数偏离平均数的方向。当Z为正值时，表示这个成绩在平均成绩之上；反之当Z为负值时，说明这个成绩在平均成绩之下。公式 $X - \bar{X}$ 与标准差 δ 的比值反映的是原始分数偏离平均数的程度。

由此不难看出，经过上述转化的标准分可以直观地测量出这个学生在某次测验中在其群体中的相对位置。

由于经标准化转化的Z分数具有平均数为零、标准差为1的共同特征，因此它具有可比性，即可以用它来直接比较同一考生在不同科目测验中的学习成绩。

2. 从频数分布图看学生的学业质量。

图7—2是根据1987年上海市高中物理统考抽样样本成绩制作的频数分布图，从分布曲线可知，它呈负偏态分布， $\bar{X} > 60$ ，且满足 $\bar{X} < M_d < M_0$ ，这说明大多数考生的成绩都在60分以上。由于这次统考具有较好的内容效度，因此若以传统的60分作为判断学生学业成绩是否合格的标准，那么从分布曲线可知，考生中的大多数都已基本达到教学大纲所规定的要求，从分布曲线中我们还可粗略估计学生成绩的两极分化程度。

一般来说，对学业水平的测验要求频数分布曲线呈负偏态分布，对学习能力的测验，则要求频数分布呈正偏态分布。

3. 从集中量和差异量看学生的学业质量。

频数分布图给予我们的信息虽直观，却非常粗略，为了进一步考察学生学业质量所达到的程度，需对集中量和差异量进行统计解释，从中获得更为确切的教学反馈信息。

表7—9是以参加1987年上海市高中物理统考的各类考生为样本的集中量和差异量统计一览表。从表中数据可以看到，考生成绩的集中量参数

依市重点中学、区县重点中学和一般中学的秩序逐渐递减，差异量参数依同样秩序逐渐递增。这说明，三类学校的总体学业水平和学习质量稳定性方面存在一定的差异，其总的趋势是：市重点优于区县重点，区县重点优于一般中学。

表 7—9

学校类别	集差量			
	中位数	平均数	全距	标准差
市重点中学	90.00	88.05	44	9.15
区县重点中学	85.00	82.58	66	11.92
一般中学	68.00	66.35	91	17.44

集中量和差异量的统计分析，不仅可以用来比较不同类型考生之间学业上的差异，而且可以对特定测验对象的学业质量作出评价。一般来说，如果某次测验具有较高的内容效度和信度，那么从集中量我们可以推断出学生对测验内容掌握到何种程度，从差异量可以了解到学生学业上的差异。

如果将集中量和差异量的统计分析应用于每一试题，那么，由于每一试题都与一定的知识量相对应，因而从这些统计量中我们可以更深入地了解到学生对各个知识点的学习状况。例如，从某题得分的平均值，我们可以推知学生是否基本掌握了该知识内容，同样，从该题得的全距和标准差，即可了解学生在学习上的差异。

4. 学生学习能力的评价。

由于美国著名心理学家布鲁姆的认知领域中的学习目标分类学能比较好地把知识和能力有机地结合成一个整体，使传统测验中的得分与知识的对应关系，扩展到得分与能力的对应关系，这就为我们获得更高层次的教学反馈信息——学生学习能力的反馈信息奠定了基础。

首先根据命题的双向细目表，将试题按学习目标分类，然后计算出全体学生在各类认知层次中的得分率，这样便可得到全体学生能力统计表。

通过将全体学生的各项得分按学习目标的分类进行再统计，这样就将全体学生的各项得分与不同层次的学习能力——相对应，从而反映出全体学生能力分布的概貌。若以大于等于 0.6 的得分率作为具有该能力水平的判断标准，则从能力统计表中，很容易知晓全体学生学习能力达标的概况。

表 7—10

学校类别	认知目标				
	得分率	识记	理解	应用	分析综合
市重点中学	0.98	0.93	0.88	0.73	
区县重点中学	0.93	0.88	0.82	0.64	
一般中学	0.83	0.76	0.65	0.43	

表 7—10 是 1987 年上海市高中物理统考的能力统计表，从表中数据可以看到，不论哪类学校，随着考核能力水平的提高，其得分率均呈下降趋势。若以大于等于 0.6 的得分率作为判断具有该能力水平的标准，从抽样试卷来看，参加统考学生的总体能力达到应用级，其中市重点中学和区县

重点中学达到综合分析级，一般中学只达到应用级。进一步观察表中数据可以看出，在相应能力层次上，市重点中学、区县重点中学以及一般中学的得分率存在有较大的差异。这说明，1987年物理统考能比较好地区分出三类学校考生在能力上的差异。

如果将上述统计方法运用于对每个学生的各项得分按学习目标的分类进行再统计，即可得到每个学生学习能力统计表。同样，若以大于等于0.6的得分率作为判断具有该能力水平的标准，则从能力统计表中可知晓每个学生学习能力的概况，它为在教学中因材施教提供了具有一定参考价值的教学反馈信息。

第八章 中学物理电化教学

物理学的任务是力图用一套相对稳定的模式和普遍适用的理论来描写一个物理系统，并且能根据系统的起始时刻的条件来定性或定量地预测物理系统的运动和变化。物理学习中，学生能记忆的往往是物理情境及有关秩序性、因果性相互作用的表象，同时借助于这类信息对一些物理过程作出判断和描写。从这个意义上说，物理学是天然脑机能的一种理想化产物，它是人所创造的预测操作的推广和补充。在任何物理系统中，人们直接或间接地通过他自己的认知行为和思维操作进行了干预，学生的认知结构和操作模式支配了表示物理系统及它们相互作用的框架。但是，对一个物理系统的理解总是受当时的教学方法和教学手段限制和制约，总是受大脑信息起始和边界条件的限制。例如，学生对一些物理问题的直觉和观念常常借助于物理表象和认知过程的特殊模式。从物理教学角度来讲，教学方法和教学手段是为学生认识物理世界的规律性这一教学目的服务的。本章将对中学物理电化教学的原理和运用作些分析和探讨。

第一节 电化教学的方法和运用

如果说，正确的教学方法是教师对教学规律的自觉运用，那么，有效的教学手段就是运用过程中教学媒体的综合。物理教学中，最常用的传统教学媒体是书本、板书、板画、语言符号、实物、模型、挂图、示教板等非技术性媒体。此外，较现代化的教学媒体如幻灯、投影、录音、电影、电视、录像、语言实验室、电子计算机等，与传统教学媒体恰当结合来传递物理教学信息，以实现教学的最优化，可称为物理学的电化教学。传统教学媒体和现代化教学媒体的本质属性差别在于前者往往采用自然的形、声、情结合的媒体来记录、传递、储存、调节教学信息，后者则采用电气化的声光技术媒体。

一、物理教学中教学媒体的选择原则

物理世界作用于教师和学生，即师生受到客观物质世界的作用，师生的心理活动实际上都是客观物质世界的主观映像。教师在教学信息传递和反馈过程中应处于主导地位，但主导地位的实现必须借助于教学信息的物质载体，即教学媒体。教师作为物理世界教学信息的选择、过滤、处理和编辑者，也可以理解为是物理世界信息的间接的“发射者”。但教师对物理世界信息的选择和编辑过程不能代替物理世界纯化处理的产物——物理概念和定律向学生认知结构的转化。这个转化过程往往要借助于教学媒体。也就是说，物理概念和定律向学生认知结构的转化依赖于教师，也同时借助于教学媒体。

课堂教学是师生相互作用的场所，而相互作用的交际工具就是教学媒体。教学媒体的选择，应以使教学目标最有效为原则。教师应考虑教学内容重点、唤起学生的学习动机、发展学生能力、学生的个性特征、合理性和经济性等原则。实际上，教师将物理世界呈现在学生面前，学生的行为即发生意向性变化，学生的个性差异也随之呈现出来，这亦是媒体选择必须考虑的原则之一。此外，课堂教学中会出现双向联系而又不相适应的方面，即师生之间的“摩擦”，这种摩擦是有规律地反复出现，又是随课堂教学进程而变化的。例如，板书的大小、仪表表头指针的粗细、言语符号的清晰度、演示实验的效果、教师处理教学反馈信息的主动性等方面都是引起师生的“摩擦”的因素。减少“摩擦”的途径之一就是教师适当而及时地采用各种教学媒体，如用投影解决板书大小；用演示投影法放大仪表表头指针的画面；用录音来重复教学言语符号；用电视录像停格、慢放以至倒放来强化演示实验的效果镜头；用课堂即时反馈系统来强化课堂信息反馈等等。可见，教学媒体的选择原则，主要是教学媒体本身的现实度，学生的认知结构，教学目标和环境，学生智力的成熟度，教师的教学反馈技术等。

二、物理教学中电教媒体的作用和心理意义

物理教学中，教师本身除作为教学信息源以外，通过电教媒体的中介，又具有教学信息收集、组织、选择和编辑的功能。传统教学中，文字和实物形式的信息置换比较直接而简单，教学信息通道和流量相对来说比较小。电教媒体的作用，就是将先进的、宏观的、微观的和课外的教学信息以电教教材（或称软件）为载体集中传递给学生，拓宽了信息通道，加大了信息流量，而且由于声、光、电技术的采用提高了信息传递的质量。

从心理学角度来看，电教媒体的心理意义在于它通过物理刺激量的加强来增加心理感受量，从而提高教学效率和教学质量。道理很简单，感觉本身包括运动和变化的成分，它包括内导环节，又包含外导环节，感觉将言语符号的积极译码作用包括在自己成分中，而知觉过程的积极性质更加明显，对象知觉不仅具有多种感受器的性质，而且依靠一系列分析器的协同工作而更积极地把运动和变化的成分包括在自己的组成之中，而感知物理现象恰恰是物理学习的第一步。心理实验业已证明，学生的视觉运动在知觉物理现象过程中有决定性的作用，不动的眼睛或缺乏运动的眼睛几乎不能知觉由许多组成要素构成的图像和信号。也就是说，物理现象的知觉是以视觉运动的积极探索为前提的，正是在这一点上电教媒体能提供学生视觉的运动和变化，能动地调节强度。例如，投影视觉媒体与传统的言语符号和板书、板画相比，不仅增加了学生在感知物理现象时的视觉运动量，同时也加强了它的物理刺激量，从而能按幂定律或对数定律的量化关系来增加物理现象的心理感受量。我们曾对初中物理总复习（实验部分）的记忆效果进行媒体的对比实验。结果发现，视听结合媒体复习教学的记忆比率要比传统的听觉教学高出 67% 以上。物理教学中的投影视觉媒体采用复合、拉动等方法描述和模拟物理现象的运动和变化过程。如楞次定律的投影媒体教学可以直观地将线圈、电流方向、磁场方向、感生电流的磁场方向、感生电流方向逐次地反复呈现，如再配以声画同步的遥控装置，教师能及时地收集学生的反馈信息，适时地调整自己的教学角度。再如，电场的电力线、磁场的磁力线、洛伦兹力实验等投影教学，使实验和投影媒体的结合产生十分显著的教学效果。物理教学中电教媒体的选择，还应该考虑注意、情感和思维的心理活动规律。一堂物理课，讲解、实验和电教媒体的适当使用，实际上是学生注意力聚焦的合理调控和分配，也是教学艺术和教学手段的巧妙结合。课堂上，学生的注意力既要合理分配，又要及时而连续地转移；既要适时聚焦，又要避免注意力的疲劳，电教媒体对注意力的制约作用是非常重要的。电教媒体的使用，节省了板书和教学时间，避免了传统教学中因板书频繁而中断师生间的情感交流。此外，思维心理学表明，思维的开端永远是一定的课题，即问题情境。而物理电教媒体的采用，在较短时间内向学生提供了大量、具体、典型的教学信息，创造了一系列问题情境，加剧了学生的物理思维活动。

三、物理教学中电教媒体的中介作用

物理教学中，教学媒体的使用受许多因素的制约。从信息论观点来看，教学媒体的使用，可以用一个简单的图示（图 8—1）说明。

我们以牛顿力学的教学为例，来归纳物理教学信息交流和教学媒体的运用，如图 8—2 所示。

从图 8—1 和图 8—2 可以看到，物理教学中物理教师的主导地位受到物理世界、物理教学设计、媒体选择、即时反馈和延时反馈等因素的影响和制约。课堂教学中，一个物理现象被学生理解的过程，实际上是一个由教学媒体作为中介的信息的交流过程。图 8—2 以牛顿力学的教学为例，可以分为几个阶段。首先，教师要根据教学计划、教学原则、教学研究等教学设计策略来指导和整理自己的物理思维，即从物理世界的力学现象中用

物理纯化处理的方法在物理思维层面上的活动来分析、综合、分化、整合物理概念和物理定律的过程。然而，这些对物理现象进行分析、综合、分化、整合的精细化、准确化的产物还需教师选择恰当的词语和媒体，即要以言语和媒体层面的活动为中介。许多情况下，电教媒体包含了言语、生理和物理诸个层面上的活动，用各种形式将教师物理思维的产物传递给学生，学生又以即时或延时两种形式反馈给教师，以便教师调节自己的物理思维节奏、强度和内容，调整自己的教学角度。

当然，电教媒体传递的教学信息与现实的物理现象相比降低了本身的现实度，但并不能因此否认它的中介意义。教学媒体提供的物理现象或模拟物理现象总是在原始现象基础上加以纯化、缩放、改造、简约和抽象的产物。电教媒体的抽象化程度，可以从下列顺序来鉴别：

物理现象现实的直接的感觉接触 物理现象现实的机械提示 物理现象和物理规律的抽象公式。

例如，学生直接干预的实验、观察、演示、展览、电视、电影、图片、广播、录音、录像、公式符号等教学媒介物，其抽象程度依次愈来愈高。当以视觉符号和声频符号出现时已不再有任何它们所表示的现象、观念的一切外观，即使这样抽象的教学媒介物也具有一切教学媒介物共有的中介意义。

四、物理教学中电教媒体的应用

物理教学中，电教媒体可以广泛有效地用于教和学的各种情景，尤其是在完成一些物理现象直观教学、物理表象教学、教学时空拓宽、动态分析、物理图景展示、静态强化、物理模型立体观念、物理现象细微观察等特定教学目标时能产生传统媒体难以达到的教学效果。

电教媒体在物理教学中的应用，一般可以分为视觉媒体、听觉媒体、视听觉媒体、交互媒体和多媒体系统五类。

1. 视觉媒体。

一般来讲，载有教学信息的一切视觉材料，包括印刷文字材料都是视觉教学媒体。这里，可把注意力放在文字印刷材料以外的视觉媒体上。这些视觉媒体包括投影和非投影的各种画面、图形、实物或模型等。我们重点介绍物理教学中投影视觉媒体的应用，包括实物投影、投影、幻灯片等。

(1)实物投影。实物投影是一种对不透明材料，如物理模型、物理仪器、物理演示实验的投影方法。它是第一代电教媒体，可以投影二维和三维材料。物理教学中的实物投影基本上可以分成实物静态投影和实物动态投影两类。

物理教学的实物静态投影，主要用于放大二维和三维的物理器件、物理现象和调整观察物理现象角度。例如：物理实验仪器部件的投影，如仪表刻度、表头、指针、静电计张角等；物理演示实验结果的投影，如电流的磁场、热胀冷缩现象、光的折射等。

物理教学的实物动态投影是实物投影的主要形式。最常见的应用模式是通过水平和垂直投影将演示实验投影在屏幕上。既如实地放大了物理演示客观现象，又调整了学生的观察角度，是教学效果很好的电教媒体。下面举几个实例说明。

振动图像的实验投影。振动图像是教学难点之一，在机械振动和交流电、电磁振荡教学中都有广泛的应用。这个投影实验的关键是要让学生

在投影屏幕上清楚地看到振动图像描绘的全过程。振动图像中的相位超前、相位滞后、同相位、反相位等难点，通过这个投影实验一般能较好地解决。这个实验一般可用两个摆。摆锤上可固定用来记录振动图线的毛笔或其他记录工具。两摆的相位是由几个电磁铁来控制的。这个投影实验的主要器件有：悬摆架、刀槽、摆及记录工具、由同步直流电动机控制的走片架、电磁铁及开关等。

日光灯起辉原理实验投影。这个教学难点的突破，可以充分发挥电教媒体的优势。将启动器的金属外壳除去，放在投影仪上，先让学生看启动器的内部结构，然后再看电源未接通时静、动触片的不接触情况。当接通电源时，U形双金属片由于内层金属片膨胀率大而使自由端跟静触片接触，电路闭合。以后又可以清楚看到，当双金属片冷却回到原状脱离接触而断开电路，此时镇流器两端的高压加在灯管两端而起辉点亮。这个动态过程，实验投影清晰真实，便于学生观察，再结合教师的讲解，对日光灯起辉原理的理解就比较直观而透彻。

二极管的单向导电实验投影。这个实验，主要通过一组用有机玻璃做外壳的电流表来演示二极管的单向导电特性，从而使学生获得交流电变成脉动的直流电的知识。这个实验的关键是选择好交流电的频率，频率太高显示效果就差。北京市电教馆的一套实验投影教具在首届全国优秀电教教材评选中获一等奖，演示效果和教学效果均很理想。

干涉和衍射现象的演示投影。这个投影实验既简单，又方便，效果十分显著。只需将玻璃水槽放在投影器上就可以清晰地演示水波的反射、干涉和衍射现象。这类投影学生还可以清楚观察到狭缝宽度对干涉和衍射现象的影响。由于投影教学可见度好，学生的记忆和理解就特别深刻。

此外，电力线和等势面的实验投影和磁场、电流的磁场、物体作曲线运动条件、判断灯丝中电流的性质、静电实验等投影的教学效果都很好。

物理实物投影实验在中学物理教学中有许多成功的实例，它的优点是可以当堂投影放大教学实验的动态过程和静态特征，还可以放大一些物理现象的特写和近景镜头。这种投影方法的局限性在于较难获得师生期望的清晰度。同时投影仪大功率的灯泡产生的热量对某些实验的演示会产生干扰。

(2) 投影。物理投影教学是物理电化教学中最普遍、最常规、最有效的教学媒体。我国物理投影教学中，常用的投影教材有以下几类：

描图式投影教材。用明胶片将需要的挂图、插图、图表、示意图、结构组装图、综合分析图等临摹下来，犹如放大的教学挂图，供教师课堂讲解时使用。这种投影媒体几乎可以用在力、热、声、电、磁、原子和原子核物理的各类教材中。

叠添式投影教材。这是一种既节省教学时间，又遵循学生认知规律，逐步强化物理概念和物理规律的电教媒体。基本方法是课前将一些基本教学图形，如力学图、电路图画在明胶片上，课堂教学中教师根据教学进程在明胶片上边讲边叠画边添画。如力学中的受力分析、电学中的电路分析、电磁感应现象中的感生电流方向判断等教学内容，都可以采用这种方法。课后将叠添部分擦去，基本图形继续可以使用，既节省了教学时间，又积累了基本电教教材。

复合式投影教材。这种投影方法是将一个完整的教学图像以相同倍

率，按教学设计分解成若干张单片。教学中，与教师讲授同步地叠加组合，逐步深化，用来表现物理现象的规律，特别适合于教学难点的讲授。如楞次定律的教学，我们可以用四张投影片配以讲授来完成。四张投影片依次画线圈、磁体和磁力线、感生电流的磁力线、感生电流的方向。其中磁体和它的磁力线一般做成可以抽动的形式，以表现磁力线的变化情况。初中“浮力”教学中，应用复合投影片分析浸没在水中的正方体六个面的受力情况，获得浮力是水对物体上下压力差的物理表象，教学效果也颇受好评。目前我国物理教材中的许多内容已有商品化的复合投影片，使用广泛，教学效果亦较好。

活动式投影教材。活动式投影片主要有抽拉式和转动式两类。抽拉式一般是复合投影片，主要用于创设和模拟物理现象以实现动态教学。例如交流电的正弦波形、机械振动、PN结形成机理等，教学效果都不错。转动式投影片也是一种复合动片，是将两张以上的投影片用铆钉连接起来，可以自由或局部转动。这种投影教材既经济又方便，演示效果有时可以代替教具和演示实验。它因有重复和强化的功能，教学效果很好。初中力学中的杠杆、滑轮等教材使用这种动片颇多。

信息反馈投影片。为了及时捕捉学生课堂上的思维信息和知识链条中的薄弱环节，加强即时反馈，可以采用物理教学的信息反馈投影。这种投影有两类：一类是教师用课前制作好的投影片提问式地捕捉反馈信息。另一类是课堂作业和课堂练习时用，让每个学生将练习做在投影胶片上，教师巡回辅导，将学生各种不同的答案或解题思路投影出来当堂分析，既节省教学时间，又获得准确、真实的即时反馈信息。

线条动感投影片。这种投影片一般有两张透明片基，分别绘制不同密度、不同角度的等距平行线，利用线条交错的视觉暂留作用产生波纹运动错觉，模拟某些物理现象中的动态感。这种投影片模拟的物理现象十分逼真，有利于学生建立物理表象。波的干涉、衍射以及电流方向的演示效果就十分显著，是深受师生欢迎的一种电教媒体。

偏振投影教材。利用光的偏振原理，即光的偏振和干涉原理产生动感效果。一般利用两组偏振片，动片是作圆周运动的一组偏振片，定片也是一组偏振片。偏振投影教材可以产生轴转动动感、线圈动感、齿轮转动动感、电机转动动感、放射动感、开关动感、膨胀和收缩动感、声音传播动感、火箭喷气动感等。但是，这种投影教材制作工艺复杂，对不熟悉电教技术的物理教师来说较难运用。

(3) **幻灯教材。**幻灯片是一种小格式透明画，单个镶嵌起来，可以多次重复放映。物理教学中，将幻灯片排列成与教学进度相适应的序列来组织教学，比较灵活。幻灯在认知目标的教学中提供有关视觉刺激物的认识和鉴别，效果较好。

例如力学中的受力分析，我们可以自制几十张“135”幻灯片，由浅入深地展示，配以教师的分析和讲授，将有关重力、弹力、摩擦力的受力图逐张放映，学生通过这种“高密度、高效益”的程序图例示范，有利于把握物体受力分析的关键。

幻灯教材适合于教师自己制作，用照相机将物理现象摄成黑白或彩色的正片，配以50×50毫米的边框，就能直接用于课堂教学。有些珍贵的资料，如天文现象、物理学史上的人物像、宏观和微观的彩色插图都可以由

物理教师自己用彩色反转片直接摄制成幻灯教材。如要降低成本，可先摄制成负片，再拷贝成幻灯片。

2. 听觉媒体。

听觉媒体是价格低廉的教学媒体，制作简单，使用方便。

物理教学中，听觉媒体的使用面比较狭窄，仅限于用在特定目标的教学。如物理总复习中，教师要求学生课外录制好综合题解题时分析物理过程的录音，在课堂上评估；也有的教师将课外物理资料的录音带入课堂，提高了教学效益。

3. 视听觉媒体。

心理学研究表明，视听觉并用能获得更多的教学信息量、更长的记忆保持率和较佳的学习效率。物理教学中常见的视听觉电教媒体主要有电影、电视和录像。近年来国外教学激光视盘出现，但价格较高，我国尚未推广。

(1) 物理教学电影。物理教学电影是典型的视听觉教学媒体，国家已组织力量摄制了一批适合初、高中物理教材的教学电影，但相当一部分属科学教育普及型的影片，可以有选择地挑选片断在课堂放映。

高中物理一些抽象的内容，往往成为教学上的难点。这些教学难点如能选择一些电影片断来帮助教学，往往有显著的教学效果。例如，高中物理的《威尔逊云室》（黑白片）片长仅 11 分钟，十分吻合现行的高中甲种本教材。它对威尔逊云室的原理、构造、射线径迹及其成因以及射线在匀强磁场中的偏转情况，采用动画、构造特写等电影手法，生动、形象地展现出来，对教材中“探测放射线的方法”一节的理解，往往有事半功倍的效果。影片放映后，学生对未饱和汽、饱和汽、饱和汽压和过饱和汽压等概念以及射线径迹并非射线本身的物理现象有较好的理解。《自由落体运动》（彩色片）片长 8 分钟，通过铁锤下落、真空中的落体实验以及落体运动的频闪摄影，使学生对自由落体运动的特征有了较深的认识。这部影片，一般应配合“牛顿管”实验和频闪摄影介绍，教学效果十分显著。

初中物理的教学电影数量较多，在全国各地的使用覆盖面较广，教学效果也较显著。例如《液体对压强的传递》（彩色片）片长 13 分钟；《液体的压强》（彩色片）片长 24 分钟；《液体对容器底部的压强》（彩色片）片长 9 分钟；《连通器》（彩色片）片长 13 分钟；《大气压强》（彩色片）片长 18 分钟；《大气压强的测定及随高度的变化》（彩色片）；《离心式水泵》（黑白片）片长 6 分钟；《杠杆的作用》片长 16 分钟；《简单机械做功和机械的好处》（五部短片组成），共长 35 分钟；《透镜》（黑白片）片长 20 分钟。这些物理影片以及其他一些可以用于课堂教学的科教片，其特点是通过一些电影手法直观形象地再现物理现象和物理实验情景，还可以放大某些物理现象的细节，扩大教学时空。有时，还可以把无法用肉眼观察或难以演示的物理现象展现出来，能激发学生强烈的物理学习动机和兴趣。此外，还有大量国外摄制的科教片，虽然并不十分吻合教材，但只要精心挑选，择其珍贵镜头适当组合，在课堂上放映，效果也较好。

教学影片的缺点是不能自制，价格较高，又需专人放映，所以使用上受到一定限制。

(2) 电视和录像。物理教学中的电视和录像媒体近年来发展很快，这与它独特的功能有关。它除了传递一般教学信息以外，可以提供物理图像的

动态变化或慢镜头、快镜头以至物理现象的逆反过程的镜头，给教学创设了其他教学媒体无法提供的物理情景。当物理演示实验或模拟实验的装置复杂、庞大、昂贵时，用电视录像教材来替代实际情景将有不可比拟的优点，使无法在课堂内展现的物理过程得以观察和展示。还有一些实验，如原子和原子核物理的教材，不少实验过程使用电视录像来观察是很适宜的。有些物理过程无法在课堂教学内完成，这时可借助编辑合成技术来表达物理现象的连贯整体。有些物理实验难度较大，课堂演示成功率不高，如通过编辑、切换、分割、浓缩的技术处理，一旦被成功地录制下来，不仅能使学生比在实际实验中更清楚地观察物理过程，而且可以重复使用，产生很好的教学效果和经济效益。此外，电视和录像还具有联系抽象的物理概念和具体的物理现象的功能，学生既能看到物理过程发展的环境和条件，又可以看到每个过程阶段的特点，有助于物理概念的形成。相对电视教材，教学录像还有它自己的优势。首先，录像媒体可以记录、储存、重放电视教材，有利于教学的反馈和强化。在录像机日益普及的情况下，录像教材还可以适用于个别的辅导教学，有利于发展学生的个性。当然，电视和录像媒体有它固有的局限性。例如，单方向信息传递、缺少即时信息反馈、学生接收到相同的教学信息、设备可能出现的故障、费用较高等。

目前我国的电视和录像教材，以不同的结构和风格来组织教学内容，按表达形式的不同主要可以分成三类：

讲授记录型。这种型式一般是实况录制优秀教师课堂教学，适用于师资培训和观摩教学，但不适于直接用于学生的物理课堂教学。还有一种讲授记录型教材，是在教师讲授中插入大量物理现象、物理过程分析、物理实验情景，克服了讲授记录型单调、枯燥的缺点，在某些地区和某些章节可以直接在课堂上使用，教学效果比较好。

资料型。这类电视录像教材通过知识点排列或物理现象分类来传递物理教学信息，是一种图像式教材，主要通过视听形象和音、形汇集优势来提供物理表象和物理概念的中介和替代物，有助于学生的学习。例如，《热的传递》（彩色片）片长 18 分钟，通过热气球、走马灯等物理现象来阐述热的三种传递方式及其简单原理。《晶体奇观》（彩色片）片长 15 分钟，通过多种晶体的种类、生成外形、特性、人工生长及其应用来提供学生形成晶体概念的大量物理现象。这类资料片，虽然并不是按教材要求摄制的，但含有许多教材因素，在教师的讲解下，可以发挥很好的教学作用。还有一类资料型教学录像，是实验现象或演示实验的记录，主要用于教学实验演示或物理实验操作示范。例如《中学物理实验的开发》（彩色片）片长 27 分钟，记录和介绍了共振音叉、空气柱共振、干涉管、高压器、尖端放电、安培力、振动的描绘、交流电的有效值和内外电路电势降落等实验的装置、演示方法和实验过程。这一类物理实验资料录像片很受教师欢迎，对改进教师演示操作技术颇有效果。也可以有选择地在课堂上放映有关教学内容的片断。当然，物理科学是一门实验科学，任何教学实验的录像教材只是一种辅助手段，不能完全替代实际的物理现象和实验演示。

系列教材型。电视录像教材的系列化在我国只是近几年才开始发展的一种教材形态。长期以来，教学录像片较多的形式是“概念片”、“过程片”、“组合式片”、“资料片”、“课堂实录片”。物理系列录像教材的出现，打破了传统的单片模式，为探索物理教学课堂整体优化提供

了条件。以初二物理第一至第七章系列录像教材为例，系列录像教材主要有以下特点：

首先，每一节课均有对应的录像，一般将45分钟的内容高度浓缩成8~10分钟的录像教材。教师可以充分发挥自己的教学水平、教学风格、教学艺术，用各种不同的教学组合来使用这些录像教材。教师有充裕的时间来安排课堂练习、课堂强化、课堂讨论，基本不留家庭作业。这是一种实现“高质量、轻负担”整体优化的探索。

其次，教学信息量大，充分发挥电视录像媒体的优势，用声、形、色、画以及各种技术处理手法来强化有效教学信息。

第三，系列录像教材经过编导者的精心设计，有较完整的物理科学的知识结构。编导者在整体性、系统性、趣味性及最优化选择性方面作了不懈的努力，成为一部可以相对独立的完整的电视录像教材，对师资缺乏的边远地区可以发挥更大的作用。

第四，有利于突出重点，分解难点。由于录像教材提供了大量素材和成功的演示实验，教师就可以将备课和课堂讲授的精力集中在重点和难点上，诱导学生去思考许多问题。教师再配以演示实验的重复和强化，使课堂气氛显得宽松。

第五，有利于提高教师的语言能力和实验操作能力。由于系列录像教材集中了一批相对来说比较优秀的教师的教学经验和集体智慧，语言的规范化和实验的正确操作，对教师都有示范作用，促使教师加强自身修养。

4. 交互媒体。

教学媒体，并不是都具有交互作用的。所谓“交互作用”，是指学生对媒体呈现的刺激产生反应，学生的反应又会引起媒体的反应，这种连续性的刺激和反应构成的交互作用媒体叫“交互媒体”。

交互媒体有许多不同的种类和形式。最典型的一类交互媒体叫程序教学媒体。如计算机程序教学和计算机辅助教学，我们将在本章第二节中重点介绍。

5. 多媒体系统。

任何教学设计都是多个教学媒体的组合和这些组合在教学中的应用。一堂物理课，实际上就是教学媒体组合的设计和应用。有时也可以称为立体教学模式。以初中物理“浮力”教学设计为例，教学媒体的使用有阿基米德定律实验；研究物体浮在液体表面条件的学生分组实验；分析浸没在水中正方体、六面体受力情况的复合投影片；分析物体浮沉条件的投影拉动片；物体浮沉条件应用的录像；总结阿基米德定律的复习性录像。

近年来，还出现一种物理学习包。它围绕某个课题而组成一个多媒体学习包。可以有幻灯片、录音带、录像带、唱片、画册、文字教材、投影片、概念电影、图表、作业、实物、模型、小制作材料等。

第二节 计算机在物理教学中的应用

电子计算机的出现还不到 50 年,但它已经使人类的生活发生了根本性的变化。30 余年前,将计算机应用于教育领域,还只是少数计算机专家和教育家的设想,今天却已在世界范围成为现实。随着计算机科学的不断发展,计算机在教育领域中的应用也越来越广泛,并逐渐成为教学技术现代化的重要内容之一。就教学方面的应用来说,可分为两大类:一类是用计算机帮助教师进行测验与评分、教学计划管理、教学资源调度等,这类应用称为计算机管理教学,简称 CMI;另一类是用计算机帮助或部分代替教师执行教学功能,即向学生传授知识和训练技能,这类应用称为计算机辅助教学,简称 CAI。教育应用计算机的出现和发展,给传统的教学形式、教学方法、教学内容以及教学管理等方面带来了巨大的变化,计算机辅助教育正是顺应了这一发展潮流。计算机辅助教育作为计算机应用学科的重要分支,30 年来取得了很大发展,成为“教育技术学”的一个新分支学科。

一、计算机辅助教育的发展概况

50 年代后期,由于信息科学的发展,西方社会的各个方面都进行着现代化革新,西方的工业社会开始向“信息社会”过渡。计算机辅助教育(Computer Based Education,简称 CBE)正是在 50 年代末 60 年代初兴起的一门新兴教育技术。

计算机辅助教育是在斯金纳(B.F.Skinner)的程序教学机器的基础上发展起来的。斯金纳认为程序教学是为设计有效的学习情境而创造的一套技术与原则。50 年代中期,美国哈佛大学实验心理学教授斯金纳提出在“工业革命时代”要有一个相应的教育工业革命。他根据学习心理学的新成就,设计了用教学机器进行的“程序教学”以取代教师的“语言功能”。程序教学机是指装有程序教材,能够显示问题,分析反应,指出正误,并提示下一步应如何学习的机器。在程序教学中,利用程序可使学生学习每一单元时目的明确,注意力更集中,学习效率得到明显提高,同时也使不同程度的学生在学习时能充分发挥其主观能动作用,并在掌握知识的同时,也培养训练了一定的逻辑思维能力。因此,斯金纳的程序教学方法,50~60 年代在美国曾作为教学手段现代化的重要标志风行一时。

开展程序教学有如下特点:小的步子,积极反应,及时反馈,自定步调。图 8—3 显示程序教学的基本过程,在程序教学中,教师的主要任务是依据教学内容的逻辑结构和学习心理规律,编制供学生“自学”用的程序教材,引导学生按照一定的逻辑思维顺序进行学习。学生则通过运行教师预先编好的教学程序掌握所学的知识。这种教学活动,教师和学生是在不同的时间和空间进行的。学生的“学习过程是一种渐进的”、“尝试与错误”、直至最后成功的过程。教学过程中的“强

化”或“不予强化”的反馈,是由机器按照教师预先安排好的识别程序完成的,因而学习的每一步都可得到及时反馈。由于学生可以根据自己的程度,积极参加学习活动,不同的学生可以在不同层次上进行学习,所以有利于因材施教,发挥学生的学习积极性和主动性。

但是程序教学也有一定的局限性。如程序化的教材提供的只是学习教材的程序,而不是人脑智力发展的程序。任何程序化的逻辑推理方式都不

能代替大脑的创造性思维活动。而且并不是任何教材都能编制出教学程序的，只有那些可以把知识分为许多小部分的内容，才适宜应用程序教学。随着电子计算机技术的迅速发展，70年代以来，程序教学方法广泛应用于计算机辅助教学(CAI)，程序教学机的功能已被电子计算机所代替，且远远超出了任何性能优良的程序教学机器。程序教学的原理应用到电子计算机教学中，成为设计计算机教学软件的理论基础之一。

计算机辅助教育的兴起和发展是信息革命在教育领域中的反映，是“信息社会”对教育的新要求。CBE主要研究如何应用现代化机器——电子计算机来进行教学和训练，以逐步替代教师的繁琐和重复的脑力劳动。世界各国都很注意开发CBE技术。

国际上CBE的发展，引起国内教育界同仁们的关注。随着我国计算机数量的不断增加，80年代初CBE开始在我国发展，引起普遍的重视。1982年华东师大的微机辅助BASIC语言教学系统研制成功，有力地推动了我国在CBE领域的研究工作。1984年以来，计算机辅助教育在许多高校得到进一步发展，一批重点中学也开始研究，如中山大学和西安交通大学研制成功的BASIC教学系统，中国科技大学的PASCAL语言教学系统以及大连理工大学的工程力学解题模拟系统等相继出现。这一系列成果标志着我国的CBE已进入实用试验阶段。1985年9月和1987年3月在上海分别召开了“计算机辅助教育学术交流会”，检阅了CBE的成果。

计算机辅助物理教学是CBE的一个重要分支，相对于其他学科而言，计算机辅助物理教学发展较快，在短短的几年里，取得了长足的进步，为此，国家教委理科教材编审委员会普通物理组独具慧眼，专门成立了“微机在物理学中应用小组”，负责指导计算机辅助物理教学的研究工作。在该小组的领导下，1985年12月与1987年12月相继在上海召开了两届“全国微机在物理教学中的应用学术交流研讨会”，推动了计算机辅助教学在物理学中的应用。

目前我国主要开展的是计算机辅助教学的研究。虽然CAI在我国起步较晚，但CAI已显示出巨大的教育潜力，尤其是微型计算机以其灵活多样、功能广泛、价格低廉、自成系统的特点，为实际应用推广铺平了道路。目前在中小学中，我国正致力于开发“中华学习机”教学系统，分别在北京和上海成立了两个总部，这些都为我国的计算机辅助教学展示了广阔的前景。近年来，在国家教委的领导和组织下，联合有关中央各部委，正在规划在各级学校，特别是中等学校，进一步促进计算机辅助教学活动，尽早给中学和家庭提供“中华学习机”，以丰富课堂和课外学习活动，培养青少年的创造思维能力和独立工作能力。

综上所述，开展CBE和CAI的研究和研制，不仅是必要的，而且是历史发展的必然。

二、计算机辅助物理教学基本原理与特点

1. 计算机辅助物理教学的原理。

计算机作为现代化教学手段，如何对传统的物理教学方式进行了改革，怎样辅助物理教学，使之达到最佳教学效果，在有效的时间内，以最高的效率培养出尽可能多的创造性人才，这是从事计算机辅助物理教学的教育工作者在新时代所面临的最迫切的问题。因此，必须从我国的国情出发，探索出一条适合我国国情的计算机辅助物理教学的道路。

在回答怎样用计算机辅助物理教学之前，先分析一下物理教学的一般教学过程。当前我国中学实行的物理教学体系是工业革命后逐步发展起来的，其基本特点是以课堂为中心，教材为中心，教师为中心的“三中心”教学体系。与之相应的教学手段是语言、实物、教科书、教师、板书、挂图和模型等。在物理教学活动中，本质上是教师与学生之间的信息交流过程。首先，教师根据物理教学目标对教材进行分析和处理，决定采用什么教学方式方法和以什么形式来呈现教学内容，这实际上是教师头脑中的一个信息处理过程。从学生角度而言，他接受教师提供的信息，理解其内容，并作出适当的反应。然后教师对学生的反应作出判别，提供适当的反馈信息。在适当的时候，教师应用某种测量方法，评价教与学的成绩，以检查是否达到了规定的教学目标。这种以课堂集体教学为基础的传统教学，实际上是搬用工业化大批量生产的方法，极少注意到学生的个体差异，因此，这种教学方法的缺点是明显的。但是，在教学过程中属于教师的信息处理（备课）、信息呈现（板书、讲解或提问等）、判别、评价、反馈等功能，则为计算机模拟教学活动提供了依据。计算机辅助教学就是试图利用电子计算机来实现（或部分实现）教师的上述功能。由于计算机具有信息输入、输出、存储和逻辑判断等功能，因此可以用来模拟教师的教学行为。运用计算机教学，首先要在计算机中存储大量的教学材料。计算机是不会自发地进行教学的，因此需要人们事先编写好一套适合计算机使用的教学程序——即教学软件。先要确定教学目标，选择适当的原始教材，然后将课程内容划分成许多小的教学单元，每一单元介绍一个概念、一条规则、一个实验或一个事实。在设计教学单元时，应详细规定以什么形式在什么时候呈现什么教学内容和问题，预测学生的各种可能回答，对每种回答给出适当的反馈信息。而后选用适当的计算机语言编写教学程序，描写各教学单元之间的联系和每个单元的教学意图，即实现信息的呈现、提问、应答接收与判别、提供反馈等功能，这种用于指导计算机进行教课活动的计算机软件称作“课件”。

计算机辅助物理教学始终是围绕着计算机与学生之间的一系列“对话”而展开的。图 8—4 显示的是典型的指导型计算机辅助教学中的对话过程。

下面详叙计算机教学的过程。

(1) 选择课目。计算机中通常存储有许多课目的课件或教学软件，或利用软盘，将课件调入计算机，学生可以根据自己的兴趣或教师的安排选定一个课目，计算机将选定课目的教学程序调入内存去运行，并在屏幕上显示。

(2) 呈现信息。计算机呈现一小段教学材料，它可以用文字、图形及声音等信息形式表现教材内容。

(3) 注意信息。学生开动脑筋，力图记忆和理解教学内容。

(4) 提问。提问是为了测试学生对屏幕呈现内容的掌握程度。在计算机教学中，提问是必不可少的，提问的形式可以是各种各样的，提问后，学生应立即作答。

(5) 反应。学生经过思考，对计算机所提的问题作出反应，通常是在键盘上输入他的应答。

(6)判别与反馈。计算机接受学生的应答，判别其正确程度，并提供适当的反馈信息。

(7)注意反馈。学生对自己刚才反应的结果特别关心，然后根据计算机提供的反馈信息作进一步的操作。

(8)决策。这时计算机要根据一定的教学策略决定下一步教学行动，一般有下列选择：继续（呈现新的学习材料）；补习（提供更加详细的说明性材料）；复习（重复学习前一单元内容）；退出（根据学习内容或学生要求中断学习）。

上面介绍的是一种常用的个别指导型教学情况，目前已发展了许许多多不同的教学模式，它们的教学情景不尽相同。

2. 计算机辅助物理教学的特点。

在进行计算机辅助教学过程中，可将部分教学内容实现计算机软件化，用以指导学生进行课程学习，学生通过 CRT 显示器等其他设备和仪器（如录音机等），使用键盘与微机对话，达到视听结合来学习课程内容，回答 CAI 系统提出的问题，接受考核，给出评价。应用 CAI 对于解决重点、难点问题的分析，启发学生的兴趣，提高教学效率和效果，培养学生应用计算机处理问题的能力，有它独特的优越性。从计算机辅助物理教学来看，计算机辅助教学有以下特点：

(1)抽象内容形象化，激发了学习兴趣。物理学是研究物质运动和变化的科学，在某些方面，用传统的教学手段不易表现物理学中“动”和“变”的特点。在物理教学中有很多难理解、抽象的概念，如力学中的功和能的概念，电磁学中的电场、磁场概念，光学中干涉、衍射等，单凭语言是不易讲清楚的。再如 PN 结的形成过程，学生难懂，教师难讲。还有一些实验室无法做的实验，如光电效应等，教师只能用语言讲光电子的产生过程，学生无法看见光电子的产生和运动，这样就影响了教学效果。若采用计算机辅助教学，就可以用程序在屏幕上模拟光电效应的过程，就会使很多传统教学无法表现的现象更生动、更形象地得以实现，提高了教学效果，促进了学生学习的积极性。

按照信息论的观点，教学过程实际就是信息的发送和接受的过程。因此信息量可用香农-维纳公式表述：

$$S = Bt \log_2 \left(1 + \frac{P}{N} \right)$$

其中，S 表示信息量，单位为比特，B 表示频带宽度，t 表示时间，P 表示信号功率，N 表示噪声功率。这个公式的意义是：要在一定的时间 t 内输送较多的信息 S，必须增大频带宽度 B，必须增大信号功率 P，减小噪声功率 N。

要增大频带宽度 B，应当在教学过程中让学生的眼、耳等多路信息通道并用。据专家研究，人眼可以观察到的光波频率为 $3.9 \times 10^{14} \sim 7.8 \times 10^{14}$ 赫，人耳能接收到的声波频率为 20 ~ 20000 赫。采取多路信息通道并用，就能使 B 值加宽，这就意味着应当把抽象的教材内容，尽可能转化为能看、能听的具体形象。有关研究表明：通过视觉获得的知识占 83%，听觉占 11%，嗅觉占 3.5%，触觉占 1%。单纯靠听觉，一般能够记住 15%，如果靠视觉，一般能够记住 25%，如果视听并用，其记忆率可达 65%。因此在课堂教学中配以计算机等现代化的视听工具，效果就要好得多。我们都知

道，计算机的一个显著特点，除了它的高速运算功能外，还具有图形功能，利用计算机的图形功能，能够较好地抽象的教学内容通过图形形象地描绘出来，扩大信息传输的通频带。对于复杂的结构描述以及对于很强的动态性和微观性的描述，利用计算机都可以做到形象化。如可以用计算机显示波动的产生和干涉过程，用计算机来演示布朗运动和电子衍射实验等，都能获得令人满意的效果。

(2)实现启发式教学，调动学习积极性。中学物理教学过程与其他学科的教学过程有所不同，其突出的特点之一是：通过物理课程的教学，逐步培养学生具有一定的探索精神，也就是说，教学过程不单纯以“承受知识”的活动为主，而且要辅之以“探索知识”的活动，不但发展一般运用知识的能力，还要发展高层次的能力——创造力。

在物理教学过程中，减少学生对教师的依赖，按教学阶段逐步发展学生的独立思考、独立活动能力，这是学生进行探索性认识活动的客观要求。但在以往的传统教学中，往往以教师为中心，学生的探索性认识活动难以开展。在计算机辅助教学中，可利用计算机来向学生提出问题、分析问题，从而解决问题，引导学生遵循教学思路掌握所学内容，通过屏幕显示，逐步引导。在课程软件的编制中，可以采用增添的方法，逐步形成完整的概念，给学生以探索思考的机会。如在有的物理课目软件的编制中，可以先给出一般的概念，然后按内容逐步深入，这样学生可以边操纵，边显示，边作图，边思维，达到开发智力的目的。

此外，常规的教学是集体进行的。由于学生智能程度不同，经验各异，在新的学习中显示出不同的学习结果，教师应该分别对待，也即应贯彻教育技巧之一的“个别差异的适应”，但传统的教学往往很难做到点面结合。CAI 可适应不同对象、不同阶段的要求，注意选择所要学习的内容，学生学习时可重复选择多次，直至完全掌握，这样就不受课程教学的束缚，充分发挥了学生学习的主动性和积极性，真正可做到因材施教。

(3)学与练融为一体，提高了教学效率。采用人机对话方式，学生与计算机之间有频繁的直接通讯活动。计算机经常向学习者提出问题，学生回答后能立即得到检验，使学生处于比较紧张的环境中，必须集中注意力才行，这样就大大提高了学习效率。人机对话的交互活动还为学生提供了自行控制学习速度的机会，一般来说，仅当学生作出一定的反应后，计算机才会引导他进入下一学习步骤，因此交互活动使学生获得自定步调、反复操练的机制。人机对话的交互活动还意味着计算机对学生的反应提供评价的及时反馈，检查学生对所学内容掌握的程度，立即给出评分结果，从而激发学生积极向上、奋发进取的精神，促使他们努力学习，直到完全掌握，及时巩固所学内容，实现了自觉反馈。实验证明，及时反馈对学生的学习有非常明显的影响。图 8—5 显示的是有反馈与无反馈成绩的比较曲线图。实验中，将学生分成甲乙两组，让两组学生以最快的速度做同样的练习（比如速算练习等），连续试验 75 次，每次 30 秒钟。在前 50 次练习中，对甲组给予及时反馈，乙组则无反馈信息，练习 50 次后，两组对换，对乙组给予及时反馈，甲组则取消反馈，结果显示：前 50 次练习中，甲组成绩好于乙组，而后 25 次练习中则甲组成绩明显变坏，乙组成绩明显上升。由此可见，用交互式的教学方式，能提高教学效率。

(4)减轻教师负担，避免重复性劳动。对物理课程中的某些内容，可由物理教师、教育学者、计算机专业人员等共同编写 CAI 教材，利用计算机辅助教学。一个好的 CAI 教材，可以提供多数的教师使用，因而可节省很多教学的劳力和时间，使教师有时间去从事教学研究活动。对于有危险性或实验有困难的教材，CAI 更表现出其独特的优点。

值得指出的是，尽管计算机辅助教学有其显著特点，但若衡量教学的经济和社会效益，传统教学方式仍居重要的地位，计算机辅助教学的发展，就教学功能而言，必须伴随传统教学的主流前进，才能发挥其教学的最大功效。

三、计算机辅助物理教学的基本模式

计算机作为物理教学的辅助手段，这是由计算机和物理学科本身的特点所决定的。从计算机本身的发展来看，自世界上第一台电子计算机问世以来，40 年间计算机经历了一系列惊人的变化。一方面计算机体积不断缩小，趋向小型化和微型化，另一方面其运算速度不断提高。现在微型机的运算速度就可达每秒几十万次以上，而且存贮量大，运算精度高，尤其令人注目的是计算机具有高度的图形功能，特别适合于教学中的演示和模拟实验等。计算机的这些显著特点一开始就受到物理工作者的青睐。计算机的引入，首先能将物理体系的模型逐渐提高为教学问题的能力。在物理学中有许多模型，用计算机进行数值计算，可以帮助我们了解真实世界的运动规律，以及所提出的物理模型的有效性。其次，计算机的引入能逐渐提高用相互影响的图像来显示物理模型的结果。美国麻省理工学院的泰勒 (Taylor) 教授把计算机辅助物理教学归纳为五个方面：

(1)计算机用于个别指导。即所谓“计算机与人对话”。通过频繁的人机对话，指导学生学一些普遍感到困难的物理内容，如密度、矢量的应用、电压等概念。这种模式信息反馈快，有利于因材施教。

(2)演示程序。即利用计算机显示图像，把抽象的物理概念或物理过程形象地演示出来，如电力线的分布、波的叠加等等。这种模式中栩栩如生的画面能激发学生的兴趣和积极性，获得更多的感性认识。

(3)模拟工具程序。以已有的物理规律和物理事实为依据，在一定的理论模型上用图像或数据反映真实物理世界的一种模式，常称为“干式实验”，如卢瑟福的 α 粒子散射实验的模拟、原子核衰变模拟实验等，这种模拟模式具有省时、省费用、安全、不受客观条件限制却能达到效果等优点。

(4)实验的辅助手段。可以用作个别指导，可用作模拟工具，也可帮助学生分析实验，进行数据处理。在用于分析实验结果的方式中，学生处于控制计算机的立场上，可使教学实验带有研究性实验的成分。

(5)学生作为程序的编制者。在这种情况下学生将是创造者。

目前在中学物理教学中，计算机辅助教学方式用得比较多的是课堂演示与辅助实验等。

四、微机在中学物理教学演示实验中的应用

中学物理教学内容对中学生的抽象思维能力提出了较高的要求。一般在初期，学生在分析问题时借助于实物的帮助，有时常常因脱离实物而无法对物理现象进行抽象思维。现行的教材又有很大一部分内容没有与之配套的直观教具，有些内容涉及微观或宏观过程，因此无法在课堂教学中

进行演示。由于必要的直观演示不足，所以有些抽象的物理概念、物理规律未经感性认识阶段而直接上升为抽象的理论，使得抽象思维较弱的中学生难以认识这复杂的世界，造成了中学物理难教难学的被动局面。用微机作为辅助教学的工具，则可充分发挥它的优势，在传统演示教具中无法涉及的地方大显身手，弥补学生直观感觉的不足，减少其抽象思维的难度。

1. 课堂演示，强化学生的直观感觉。

微机由于具有彩色作图的功能，所以在演示实验中可利用图形的变化来激起学生的强烈好奇心和兴趣，并可补充演示实验的不足。例如，在讲解光的双缝干涉时，演示实验必须在暗室进行，学生对单缝及双缝对干涉条纹形成所起到的作用印象不深刻。若用微机来模拟双缝干涉实验，则无须在暗室就能模拟双缝干涉的原理。学生在荧光屏上看到七条彩色条纹所代表的白光，由狭缝射入并经双缝分成两束相干光源。由于各色光的波长不同（用线段的长短来代替波长），相邻同色亮条纹之间的宽度也不同；因此在中央由七条彩色条纹组成的白光，两边出现彩色纹，并且紫光在内红光在外。整个过程都暴露在学生的视野范围内。它不但弥补了常规演示的不足，同时声音和色彩也给学生留下了直观印象，使学生注意力集中，脑、眼、耳等器官同时工作，加深了感知程度，提高了学生动态思维的能力，物理概念的抽象性降低了，而物理规律却牢牢地印在学生的脑海中。

2. 建立物理模型。

探索物理问题时不仅要从实验出发，同时要忽略次要因素，抓住反映过程的主要因素和本质来形成物理模型，这是研究和学习物理学的一种很重要的方法。在常规演示中，往往无法突出其主要矛盾，学生容易被表面现象所迷惑。如布朗运动从显微镜中只能观察到花粉颗粒在非常缓慢地移动，无法观察到它运动的原因在于液体分子对它碰撞的不均匀性。若用微机来模拟，学生就会看到一个大的花粉颗粒在不停地受到来自各个方向小的液体分子碰撞，花粉颗粒的移动正是由于液体分子碰撞的结果。花粉运动的不规则性恰好反映了液体分子运动的不规则性，使学生牢牢掌握分子杂乱无章的运动正是布朗运动的本质。又如，用微机来模拟交流电对电容的充放电过程时，它能让你看到电子在电场力的作用下运动，在两个极板上分别呈现出多余的正负电荷并且不断变换，这些用常规演示一般是无法实现的。因此，在一定范围内，直观、具体有时甚至是夸张的模拟却能协助学生化抽象为具体，逐步建立起一个个物理模型，最大限度地发挥学生的创造力和想象力。

3. 展现宏观或微观世界。

物理学所研究的物体小到微观粒子，如原子、电子等，大到宏观天体，用普通办法无法向学生演示，虽然可用挂图等来描述，但不能反映其动态的变化规律。在这方面微机的辅助教学是可以发挥很大作用的。如在讲解开普勒定律时，微机能为学生描绘一幅天体运动图像。行星围绕太阳运转时，其轨迹为椭圆，太阳位于椭圆的一个焦点上。用微机还能向学生显示行星和太阳的连线在相等时间内扫过的面积相等等概念。在微观领域，可用微机来显示带电粒子在磁场中运动，电子能级的跃迁等现象，化微观为宏观模拟，这样的演示实验形象生动、活泼，可以调动学生的注意力，使学生在轻松、愉快的气氛中学习，极大地调动学生探索自然的兴趣。

4. 显示实验的中间过程。

有些演示实验，我们一般只能看到其最后的结果，而形成结果的原理却很难反映，给学生带来了一定困难。例如在示波器的使用中，学生只能从荧光屏上看到各种各样的图形，对这些图形在形成过程中与电场的关系不甚明了。用微机模拟时，可显示一剖开的示波管，再把电子在电场中运动的轨迹显示在屏上，改变各种条件，可使电子束的轨迹发生变化，然后把内部构造与示波器的外部旋钮相联系，可使学生理解各部分的作用，其效果就很显著。

5. 代替危险性较大的实验演示。

如核裂变内容由于条件及危险性的限制，不可能用于演示。但如用微机来模拟核裂变的内容，可以看到在核裂变时不断有能量释放，使学生有一种身临其境的感觉。

第九章 国外教学理论在中学物理教学中的应用

第一节 发现法与物理教学

一、发现法及其心理依据

美国哈佛大学的教授、心理学家、哈佛“认知研究中心”的创设者布鲁纳(Bruner, Jerome Seymour 1915~)倡导了一种“发现学习”的教学思想和方法,通常称之为发现法。发现法的基本精神就是组织和引导学生自己去探索、去发现。布鲁纳认为:“发现不限于寻求人类尚未知晓的事物,确切地说,它包括用自己的头脑亲自获得知识的一切方法。”他提出要从儿童好奇、好问、好动的心理特点出发,在教师的指导下围绕一定的问题,依据教师和教材提供的材料,通过学生积极的思维活动,亲自探索和主动研究,并让学生亲自把事物整理就绪,使自己成为“发现者”。

对于学生的学习活动,有些教学理论认为只要给学生某种刺激,使他们作出相应的反应,在刺激与反应之间就形成某种联系,不断地给予刺激、强化联系、控制发展就是学生的学习过程。但是,布鲁纳认为这样的学习是不需要较高的心理过程的,它不断重现旧的、教师“给予”的东西,而不是去发明创造新的东西。而发现法则要求学生不断应付新涌现的问题,发现新的东西,这需要运用分类、比较、分析、归纳、推理、猜测等较高级的心理过程。他还指出,以往当学生对刺激的反应正确时,就予以奖励,错误时就给予惩罚,所以在教学中尽量使用表扬、高分、金牌或斥责、留级等方法,这些都是从外部刺激、激发学生学学习动机的方法。然而,学生对学科本身并没有兴趣,只是为了争取奖励或避免惩罚而学习,所以当它们离开学校后就不愿再学习了。而且,这种习惯也会影响他们对待日后的其他工作。发现法则强调培养对学科本身的兴趣。青少年的好问、好动都不是依靠外部动力,而是对活动本身感兴趣。在学习中,如果遇到新奇的、有趣的、复杂、困难的东西,他们同样会去积极探究的,而教师应该在认知领域中,充分利用新奇、怀疑、矛盾、困难去引起学生思维的冲突,诱使他们主动去解决问题。这种由学科本身激发学习动机的方法,应从低幼年级开始做起,同时配合运用从外部激发动机的方法。

二、实施发现法的基本要求和基本步骤

发现法的宗旨是要求学生以科学家的工作方式来研究学科知识。犹如物理学家的工作中经常伴随有猜测、估计、试验、探讨等活动一样来开展学习活动。因此,在教学中围绕中心课题,要提出一系列的问题来引导学生讨论,并充分利用已有的物理知识和技能,提出各自的见解和建议,从中求得合理的、可行的或正确的方案、结论。让学生在积极的、创造性的学习中主动地掌握知识,加深理解,而不是死记硬背教师和教材所“给予”的东西。

教学中要鼓励学生,使他们相信自己能够解决问题,通过集思广益、取长补短的探讨,争论能够获得最后的成功。在帮助学生最后达到教学要求的过程中,应尽量激发他们潜在的智慧火花,向他们介绍假设、对比、分析、论证等物理思维和研究的方法,促成他们的发现,并在使学生对所研究的课题以及整个学科发生内在兴趣的同时,培养学生共同协作探索的良好学术态度和风气。

运用发现法组织教学的基本步骤为：

(1) 提出要研究的中心课题或要执行的具体任务。如设计物理仪器的结构、线路等。

(2) 针对要解决的问题，提供基本素材，设置探讨的环境。例如，回忆或复习基本事实、概念、规律，提供必要的器材等。

(3) 按照发现法的学习顺序，逐级提出问题，“制造”矛盾等，让学生经常处在需要“想一想”、惊讶、还有“毛病”要改善等思维状态中，造成求知心态。

(4) 通过实际试验和七嘴八舌提方案、补充、摆论据等的探讨，找出解决问题的初步方案和结论，进行可行性试验或实证。

(3)、(4) 两步骤的反复实施和成功，实际上就是学生对研究问题的认识的深化及螺旋式前进的过程，其中教师的启发、诱导和鼓励对学生成功地“发现”具有极其重要的作用。

(5) 由学生总结得出物理结论或最佳解决方案。尽管发现法着眼于学习过程中研究方法、学习能力的提高，但是作为学习活动来说，对知识的正确和深刻的理解，仍应是追求的重要目标。所以这最后的科学结论就是终结的发现，也就是发现活动追求的重要结果，应予以重视。

三、物理教学中应用发现法的几个实例

例 1，简单机械（初中）的教学。

杠杆及其作用原理是简单机械教学中的重点与关键点。现行统编教材是由撬棒的作用原理来开展讨论的。然而，教学中对撬棒各处力的方向、力臂的大小的分析，由于初中学生缺乏感性认识而不易理解。而按照布鲁纳的智力发展三阶段论可以如下方法组织教学讨论：

(1) 问：大人与小孩能否一起玩翘翘板？若能玩起来，则对他们坐的位置（指距转轴的远近）有什么要求？

(2) 提供由刻度尺、钩子等组成的杠杆及一组同样大小的钩码（图 9—1）。要求学生找出各自调节到平衡时，两侧钩码的重力大小及它们到支点的距离，列出表格（如表 9-1），并寻找它们共同的规律。

以上步骤相当于智力发展中的动作表象阶段。学生通过亲自实践操作来了解事物的规律，要求得出左、右力矩相等，即 $M_{左} = M_{右}$ 的规律。

(3) 通过力矩盘的平衡，找出一般情况下计算力臂的方法，并验证 $M_{左} = M_{右}$ 的规律对力矩盘（可看作变形杠杆）或一般定轴转动的物体都适用。

表 9-1

组次	左侧		右侧	
	砝码重 (只数)	到支点距离 (格数)	砝码重	到支点距离
1	1	4	1	4
2	1	6	1	2
			1	4
3	1	7	1	3
	1	1	1	5
4	2	4	1	2
			1	6
5	1	6	1	1
	2	3	1	4
			1	7
...

这一步骤相当于智力发展中的图像式表象。为了帮助学生理解力矩盘中的变形杠杆，可以先提供一个“变形”翘翘板作为过渡。变形翘翘板的中间是弯折的，成“了”的形状（图9-2）。变形翘翘板不仅增加了学习的趣味性，而且为引出力臂的概念铺设了“桥梁”，也为学习其他变形杠杆（如轮轴、滑轮等）打下了基础。

(4)最后要求得出一般定轴转动物体的平衡条件： $M = F_1 d_1 = 0$ 的过程，相当于智力发展中的符号式表象，这实际上是达到了理性认识阶段。

(5)作为发现法的最高目标——培养创造性思维，还可以出示一个绕线的轮轴，告诉学生线自轴的上方绕过去然后由下方回来，现在将线轴放在桌面上，并向右（图9-3）拉动线头，试问线轴是向右（顺时针方向）滚动呢，还是向左（逆时针方向）滚动？请同学猜测后演示。

这例子突破了杠杆支点在中间的常规，而且施力的方向（角度）不同，可以得出两种截然不同的结论。如果对此实例学生能以物理语言正确、清晰地加以阐明，则表明学生对物体的转动或力矩概念的认识达到了“创造性思维”的程度了。而最重要的是整个教学过程是置于游戏和惊奇之中的，学生很感兴趣，培养了对物理学科的热爱。

发现法的主要精神在于“发现”，所以实施中并不一定按智力发展三阶段严格执行，尤其对于较高年级，教师的语言可帮助学生“跨越”某些阶段。

例2，惠斯通电桥设计思想的探索。

在物理实验中常遇到许多设计精良、使用方便，且有助于提高实验效果的仪器，人们对设计者的智慧和技能往往表示出由衷的钦佩。然而，从精益求精的思想出发，对一些基本实验的方法、线路、装置不断改进、完善，那么，人人都可能有所发明创造，成为设计家、发明家。本例想在这方面给人以启示，并且说明如果将物理仪器结构的讲授课改为设计课或设计思想探讨课，则实际上就是实施了发现法，则教学效果可大为提高。

目标：设计一个能精密测量电阻的装置。

设计思想和步骤：

(1)从测量电阻的最简单的方法开始。根据欧姆定律，用伏安法测电阻（原理图如图9—4）。测出 I 、 V ，则所求电阻为 $R=V/I$ （实验测量线路如图9—5）。

问题：在图9—5中电流表测出的电流 I 实际上是通过电阻 R 和通过电压表 V 的电流之和，即 $I=I_R+I_V$ 。显然，为了提高测量的精度，应要求 $I=I_R$ ，如何改进线路呢？

最容易想到的改动是把电流表接到伏特表回路里面去，即把外接法改成内接法（如图9—6）。这样，虽满足了 $I=I_R$ 的要求，但现在伏特表测出的电压是两部分之和，即 $V=V_A+V_R$ ，而且这里如果要求 V_A 尽可能地小，则 I 也要小，这意

味着 R 两端的电压 V_R 也要减小，这样将导致测量的相对误差增大，可见，内接法并不比外接法更优越，此法不可取（排除失败的途径也是获取成功的必经之路）。

再回到外接法来讨论。这里要求 I_V 越小越好，最好是设计出一种“没有电流通过也能测出电压的‘电压表’来”，有没有可能呢？（如果讨论陷入“冷场”，可提示学生：电阻两端电压的大小能否用另一电压与之比较来了解呢？）

(2)改用由线路图9—7所示的测量方案。

从图可以看出，这里是用一个与待测电阻回路相同的线路（图中虚线框内）来代替原来的电压表。当检流计指零（平衡）时， a 、 c 两点间的电位差为零，伏特表的示数就等于待测电阻 R 两端的电压。然而此时流过伏特表的电流不再流经电流表 A ，也就是说现在测量回路（虚线内）对待测回路毫无影响，相当于是一个“没有电流通过而能测出电压”的电压表了。而且由

$$\begin{cases} V = V_{ab} = V_{cd} = \frac{E_0 R_2}{R_2 + R_3} \\ I = I_R = \frac{E}{R_i + R} \end{cases}$$

可求得： $R = \frac{E_0 R_2 R_1}{R_2(E - E_0) + ER_3}$ （电池内阻分别计入 R_3 、 R_4 中）

问题的进一步深化：在上述线路中，即使全部器件标准化了， R 是否能测得很精确呢？

事实上我们知道，测量的量太多的话将引起误差的积累，势必影响 R 的精确性，而且从图9—7的线路可以看出，至少两组电池可合并为一组公用电源。

(3)精简掉一组电源后的线路（见图9—8a）。

两组电池合并为一公用电池组至少有两个好处：可省略对两电源电动势的测量；可减少误差积累效应，提高电阻 R 的测量精度。

图 9—8(b) 是(a)的变形,也就是大家熟悉的惠斯通电桥原理图。当 R_1/R_3 取简单的整数值时,电阻 R 的测量可达 5~6 位有效数。

由此可知,精密仪器的设计也是由简单装置和线路的不断改善而来的,绝非凭空想出来的。发现法的目的就在于引导和培养学生孜孜以求的探索精神,培养创造性人才。

四、发现法的优缺点

布鲁纳及实施发现法的教师们认为发现法有如下优点:

(1)能充分发挥学生认识的积极性及主动性。在学生认识活动的过程中经常伴随着惊奇,困惑,不满足、不完善,然后紧张地沉思、探讨、设想,提方案,寻找理由、证据和答案等。它能激发学生学习的兴趣,有利于外部动机向学科内部动机的转化,变“要我学”为“我要学”。

(2)能充分调动学生智力、能力和个性等的潜力,并通过对刺激的反应,对信息的组织、交流、反馈、重组等活动学会解决问题的方法,而且从中得到尽可能多的有用东西,增强理解力,迅速发展智力和能力。

(3)让学生用科学的观点认识和评价现象,总结规律,从而学会科学研究的方法和工作方法,为进一步发现打下基础。

(4)由于发现活动是通过学生紧张积极的思维活动达到目标的,所以有助于长期记忆和信息的复现,也有助于把已掌握的知识迁移到新的情景中去应用。

(5)由于发现活动是在师生和同伴间平等协作、相互补充、取长补短的活动中实现的,因此有利于学生正确认识自己和他人,也学会了平等、合作、友善地与同伴相处。

发现法也有其不足之处:

(1)它是一条不经济的学习道路,需要学习者花费大量的时间和精力。

(2)它不利于学生掌握大量的、系统的知识和练就全面的必要的技能。

(3)对于在某些领域不能“发现”的学生,将是一种致命的打击,会抑制学习心理。

针对发现法的弊病,物理教师们探索出在专题研究中或将物理仪器(如电流表)的讲授课改为“设计”课中运用发现法,因为是在掌握了系统知识后的应用或是为探索某规律时偶尔用之,所以不影响对知识的系统学习,而且在这种没有“标准答案”的探索活动中,虽然多用了些教学时间,但活动富有创造性,为了发展学生的思维能力也是划得来的。

第二节 奥苏贝尔的“意义接受学习说” 在物理教学中的应用

一、理论架构

1 奥苏贝尔(Ausubel)的意义接受学习说。奥苏贝尔和布鲁纳(Bruner)一起共为当代著名认知心理学派的代表人物。认知学派用“认知结构学说和同化理论”来解释学生的学习,在他们看来,学习就是认知结构的组织和重新组织。所谓认知结构,即原有的知识经验及其组合,学习者利用认知结构中原有的有关概念理解新概念,这种获得概念的方式叫做概念同化。

布鲁纳强调发现学习,而奥苏贝尔则提倡意义接受学习。他们两人都强调已有知识经验的作用(即原有认知结构的作用),也强调学习材料本身内在的逻辑结构,具有内在逻辑结构的教材与学生原有的认知结构联系起来,新旧知识发生相互作用,新材料在学习者脑中才获得新的意义。这就是学习变化的实质。对于如何获得新的认知的过程,两人强调的重点有所不同,布鲁纳认为意义和理解必须通过归纳性发现的方式来获得,而奥苏贝尔则强调通过演绎性同化的过程来获得意义和理解。

奥苏贝尔对学习的分类比较符合学校条件下学习的实际,他根据学习进行的方式,把学生的学习分为接受学习与发现学习;又根据学习的内容,把学习分为机械学习与有意义的学习。

在接受学习中,要学习的全部内容都是以定论的形式呈现给学习者的,这种学习的任务不涉及学习者方面任何独立的发现,只需他们将学习材料加以内化,以便日后的某个时刻可以再现并运用。而发现学习则是教师只提供适于学生进行再发现活动的教材,学生通过自己的探索、独立思考来发现知识然后再加以内化的学习方法。

学生在课堂里主要接受的书本知识,是用语言文字、符号表示的。在不良的教学条件下,学生可能并未理解由符号所代表的知识,仅仅记住了某些符号的组合或词句,这就是机械学习;在良好的教学条件下,学生能理解由符号所代表的知识,并能融会贯通,从而发展了智力,提高了能力,这样的学习就是意义学习。意义学习过程的实质,就是符号所代表的新知识与学习者的认知结构建立起非人为的和实质性的联系。

无论是发现学习还是接受学习,都有可能是机械的,也有可能是有意义的。

根据学校教与学的特点,奥苏贝尔提倡有意义的言语接受学习,即学习者把以定论形式呈现给自己的学习材料与其已形成的认知结构联系起来,以实现这种学习材料的掌握的学习方式。奥苏贝尔认为,认知结构是按一定层次组织起来的,较高概括、抽象和包摄性的观念类属着较低概括、抽象和包摄性的从属概念及具体的事实数据。在学习过程中,当新材料进入认知领域便同认知结构中原有较高包摄性的观念发生相互作用,并类属他们之下。如果新知识能与认知结构中稳定的原有观念相联系,这种材料就有了可类属性,就被同化到已有的认知结构中去,学生就获得了新知识的意义。同时这种类属过程又引起原有认知结构的不断分化。如果新学习材料不具有可类属性,那么,学生对学习材料便只会孤立和片面地学习和记忆,这时材料就具有机械的性质。

2. 意义接受学习说对教学的启示。意义接受学习理论为学校沿用已久的讲授法提供了一种心理学、逻辑学上的理论依据；讲授法并不过时，这是学生获取知识的一种经济、有效的首要方法。言语讲授教学并不等同于注入式教学，意义接受学习是学生积极主动地获取知识的过程。对于浩瀚的人类文化遗产，事事去进行再发现，既无此必要，也不可能。

同时，意义接受学习说又使人们认识到传统教学方法的不足之处。奥苏贝尔的理论提醒教育工作者关注学生的已有想法。有经验的教师都察觉到学生对一些未经教授的概念往往已有一套自己的想法，用以理解日常生活遇到的各种现象，这些想法有时和科学的概念并无冲突，但许多时候则是不相容的。国外研究者们称之为“前概念”(preconception)或“相异构想”(alternative framework)。20多年来的研究表明这些先入为主的想法根深蒂固，不易改变。学生头脑中这些不同于科学概念的相异构想如果得不到纠正，它将影响新材料的同化和顺应，甚至歪曲新材料的意义。

二、相异构想研究概述

1. 概况。了解学生对各种科学概念的直觉想法，是近年来科学教育的一个重要课题。英、美、法、德、澳大利亚、新西兰及南朝鲜等国均有人致力于此项研究。较有代表性的全国性大型研究有新西兰的“科学学习研究计划”(Learning In Science Project-LISP)和英国的“儿童科学学习研究计划”(Children's Learning In Science Project-CLISP)。这些研究有系统地、广泛地探讨学生对各种不同科学概念的看法。研究样本大多选用于中学生，亦有少部分用于小学生和大学生。

个别项目的研究分布极广，包括物质粒子性质、力、运动学、能量、引力、光、热、温度及简单电路等。较有代表性的研究已编成专著出版。

2. 研究方法。为确认学生是否达到理解的程度，需要设计一套问卷来引出学生的回答，从中深入探测学生头脑中的概念。问卷中的试题要不同于普通教科书上的常规性问题，又并不深奥复杂，而只涉及一些基本的物理概念，一般是非量化的。

调查方式有晤谈方式和笔答测验两种。新西兰 LISP 计划采用一对一的晤谈方式，调查员先出示绘有某项物理实验或现象的示意图，提出问题，诱导学生说出他的想法，晤谈过程全部录音，然后转录成文字，再作分析。英国的 CLISP 计划采用开放式问题，由学生自由发挥，写出自己的想法。也有个别研究采取晤谈和笔答测验两种方式并用的。晤谈方式的取样较笔答测验为少，但探测学生的想法较为深入，笔答测验取样多调查面广，但不及晤谈深入灵活。

3. 相异构想特征。归纳多年对相异构想的研究，可得出如下一般性结论：

(1) 学生在接受正规授课之前已经形成对一些物理现象的想法，这些想法是学生用来认识周遭世界、理解日常现象的策略；

(2) 这些想法与科学家的正统想法许多并不一致，故此称为相异构想；

(3) 在一些共同的物理课题中，学生一般是拥有一些共同的相异构想。一些研究指出，不同国家、文化的学生对某些课题的相异构想没有太大分别；

(4) 传统的教学方法不易更正这些相异构想；

(5) 某些相异构想是在授课后形成的，与课程内容及教学方法有关，学

生学习时，旧的概念可能与新的概念产生干涉，原来并不牢固的概念变成相异构想。将这些想法称为相异构想，是将这名词原来的定义拓广，泛指所有与正统科学概念不同的想法。

三、相异构想研究选例

本文的例子皆取自笔答测验，调查问卷中的测试题都采用自由发挥论文式题目，让测试样本在一定时间内各自写出他们的想法。

1. 球 A 自左向右作匀速运动，球 B 在一稍稍倾斜的斜面上向右运动，开始时球 B 的速度大于球 A 的速度，然后球 B 慢慢减速最终停止，球 B 先超过球 A，后来球 A 又超过球 B，在各相同时刻（以数字表明）两球所处的位置如图 9—9 所示，在 2 和 4 达相同位置。问这两球达到过速率相等没有？若有的话又有几次？

本题用于测试学生对速度和位置两概念的区别程度。题中给出球 A 和 B 在 2 和 4 两时刻达到同样的位置，这并不表明这两处球 A 和 B 的速度大小相等，球 A 速度恒定不变，球 B 的速度开始大于球 A，逐渐减少以至为 0，因此两球速度必有也只有一次达到大小相等。

据调查结果，含相异构想的答案是“速率有两次相等”，14.5% 的学生持这类观点，究其原因有二：一是速度与位置概念的混淆，二是把瞬时速度概念中的“瞬时”绝对化。

2. 如图 9—10，路轨是两条倾斜直线底部由一圆弧相连，小球从静止开始沿轨道运动，脱离轨道后上升到一最大高度，然后落到地面又被弹起，不计摩擦，试标出球在 A、B、……、G 各位置的加速度的方向。

本题是测量对加速度概念的理解。正确答案是 $a_A \searrow$ ， $a_B \uparrow$ ， $a_C \swarrow$ ， $a_D \downarrow$ ， $a_E \downarrow$ ， $a_F \downarrow$ ， $a_G \downarrow$ 。共有 35.5% 的人拥有相异构想，其中，11.3% 的人标出“ $a_B \rightarrow$ ， $a_C \nearrow$ ”，这类答案错把球的运动方向当成加速度的方向；6.5% 的人认为 a 处处向下，他们牢牢记住“物体总要受到重力作用，方向向下”，而忽略了其他作用力；17.7% 的人认为 $a_B = 0$ ，因 B 是圆弧段的最低点，球在该点速率达最大值，所以速率对时间的变化率为 0，而忽略了方向因素。

3. 如图 9—11，一火箭在外太空沿一直线飞行，因为远离星球所以它不受任何外力作用，当飞到 B 点时，火箭引擎中的燃料开始燃烧，向外喷出气体，对火箭产生一个恒定的作用力，当火箭达到 C 点时引擎熄灭。试画出火箭从 B 到 C 的路径以及引擎熄灭后从 C 点起始的运动路径。

本题用于考察对力与运动关系的理解，正确的画法如图 9—12。12.9% 的人画从 B 指向 C 的射线，认为从 B 到 C 过程中

燃料燃烧向外喷出气体使火箭产生竖直向上的速度，与原水平方向的速度合成指向 C 点，过 C 点后沿合成速度方向。9.7% 的人画出线段 BC，对 B 到 C 过程的理解同上，到 C 点后，火箭不受力作用，所以停止飞行。从中可看出，占 22.6% 的人头脑中仍有“力产生速度”的错误概念，9.7% 的人认为“运动意味着力的作用，物体不受外力作用则将停止运动”。

4. 如图 9—13，水平玻璃桌面上有两条平行线 M 和 N，有大小相同的两物块 A 和 B，底面皆光滑，A 是铜制品，B 是塑料制品，A 和 B 在线 M 处

从静止开始，由一鼓风机提供风力作用，使管口与物块距离一定，从而提供一恒定风力，分别使 A 和 B 在 MN 两线间沿直线运动，问 A 和 B 在达 N 线时动量是否相等？速度是否相同？

本题是在实验的背景上来考察学生对动量和动能概念的理解。有 29% 的学生认为在通过 N 线后 A 和 B 的动量相等，他们的理由是作用于 A 和 B 的力 F 相同，因而冲量相等，所以动量就相等。其实，作用力 F 相等，距离相同，即力对 A 和 B 做功相等，故 A 和 B 获得相同的动能，因质量不同，故速度不同。冲量并不相等，动量也不相等。

5. 如图 9—14, P_1 、 P_2 、和 P_3 位于等边三角形的三顶点上，三点的电势相应为 +10V, 0 和 -10V。请你用实线画出电力线图，用虚线画出等势面图。

只有 11.3% 的人画出正确图形，均匀电场、等势面为平面（正确的结果可能并非仅此一例），而竟有 67.7% 的人含错误概念，其中 43.5% 的人把电势相应为 $\pm 10V$ 的两点看成一正一负两点电荷了，电力线以 +10V 的点发散出来，部分指向 -10V 的点，部分指向 ； 24.2% 的人在电场中某一点画出了不止一根的电力线，不知电场方向的唯一性，在电势不相等的两点间并非一定存在电力线。

四、教育启示

为纠正学生的相异构想，可按下列步骤编排教学活动：

(1) 设法了解清楚学生对某一课题的相异构想，这可用演示实验作开端，要求学生进行预测，并进行讨论。

(2) 有意识地构造概念冲突，根据学生的想法，举一事例，要求学生解释，从而令他们清楚自己想法的不足之处。

(3) 概念变更，教师须引导学生得出新的更有效的概念。

(4) 新概念的接纳，把正确想法应用到事例上，在旧概念不适用的地方代之以新概念而取得成功，理解新概念比旧的更优越、更有效。

可见，相异构想的研究除对学习理论提出新的观点外，又能结合实践，直接影响课堂中进行的的教学，有助于改变我国传统的较为封闭的物理教学方式。

第三节 物理微格教学

当前欧美各国在教师培训领域里流行着一种专门培训新教师的基本教学技能的课程，叫做微格教学(Microteaching)。受训的学员(师范生或在职新教师)在导师的指导下对一小组学生进行10~15分钟的微格教学，并当场将教学的实况摄制成录像片；然后由导师和受训学员们共同反复观看录像，同时进行讨论和评议；最后由导师对该学员的微格教学情况进行小结。这样依次使所有的受训学员轮流进行多次微格教学，从而使他们的基本教学技能有所提高。很明显，这是一种利用现代化教学手段来培训新教师的良好方法。物理微格教学就是在吸取了国外微格教学的基本方法的基础上结合物理教学的特点进行的一种专门培训物理新教师的基本教学技能的训练方法。

一、国外微格教学情况简介

微格教学起源于1963年的美国加利福尼亚州斯坦福大学。当时在斯坦福大学培训中学师资的课程中，是作为训练基本教学技能的方法而推出的。斯坦福大学的微格教学共分六个步骤：设计(Plan)——教学(Teach)——观摩与评议(Observe and Critique)——再设计(Replan)——再教学(Reteach)——再观摩(Reobserve)。这样就构成了微格教学的一个完整的过程。每个过程都是针对教学实践中的某一项教学技能进行的。例如，如何引进一个概念、如何提高提问的频度、如何引导学生讨论、如何留意学生的发言以及启发学生回答问题等等。

70年代以来，英国新犹斯脱大学的布朗(G. Brown)对微格教学的斯坦福模式作了不少改进。他以三四名学员和一位导师组成的小组作为进行微格教学的单位，这就比斯坦福模式的工作效率高得多。小组学员们可以一起设计教案，如果愿意，他们可以选择相关的甚至相同的课题。当一位学员进行微格教学时，其余的学员就成了他临时的“学生”。然后他们与导师一起观摩彼此的实况录像，一起讨论和评议。导师最后小结。这个布朗模式只有三个步骤：设计——教学——观摩(评议)，省略了随后的再设计、再教学、再观摩。布朗认为，深入细致地讨论和评议可以弥补不进行后面三个步骤的损失。况且实践表明：学员立即再教学所得的成绩几乎总没有第一次教学得好。

布朗提出了微格教学的三个要素是：设计(Planning)、感知(Perception)、实施(Performance)。这实际上也是课堂教学的三要素。

设计是进行微格教学的主要环节。对于刚参加教学工作的新教师说来，尤其重要的是：要专心注意学习各项基本教学技能，要有计划地去实践各种技能。这就是设计的真正目的。然而不能认为各项基本教学技能是孤立的，教学是一种艺术，其中各种技能往往是混在一起的。因此从一开始就应该使用各种技能。在设计时应把重点放在某一种技能上，以便集中地探索它在教学中的作用。

感知是指在实践中对师生相互作用的反馈信息的感知。它是提高教学技能的重要手段。只有感知灵敏的教师才能使他的教学更加切合学生实际。

不能把实施看作是教师对事先设计好的“剧本”的演出过程。课前确定的备课计划不应该是一成不变的。对于一个以学生为中心的教师说来，

在实践中应通过对师生相互作用的感知，不断修正原来的备课计划来切合学生实际。

图 9—15 所示是布朗所提出的在课堂教学中设计、感知和实施三者之间的关系示意图。从图中可以看出：由于感知而修正计划从而影响随后的实践过程；因此随着实践过程的进行，教师对教学的感知逐渐增多，同时计划不断得到修正。

布朗还设计了一系列成绩分等表(Rating Schedules)和师生相互作用分析法(Brown's Interaction Analysis System)，使微格教学体系进一步得到完善。

目前微格教学作为教学法课程的实习作业已经遍及各国。例如，日本已有 16 所大学采用各种方式的微格教学，几乎都作为教育实习之前进行的一种教育训练方式。日本京都教育大学还把微格教学作为对在职教师的训练之用。

二、物理微格教学的理论基础

图 9—16 是一般课堂教学的模式示意图。图中 T 表示教师，P 表示学生。教师的意图就是学生学习 X，这里 X 可以是物理事实、概念、理论或者实验技能等等。要把意图变成行动就需要教师分析他的任务，并选择最恰当的方法去获取他的目标。教师的中央处理库就是专门把他的意图转换为行动和实践的地方。这个中央库包含着教师的语言技能、认知能力、个性变量、教师品质以及他作为教师在学生心目中的威望等等。所有这些因素就构成了教师的教学能力。在教师的中央库起作用以后，教师的行动就引起了学生的行为变化。这些行为变化又作为反馈信息被教师所感知。教师感知到的反馈信息在输入中央库以后又作为教师采取新的教学行动的依据。

如果说教学是个复杂的过程，那么培训教师的过程更为复杂。图 9—17 就是培训教师的模式示意图。图中的代号基本与图 9—16 相同，只是 ST 表示新教师，他具有双重意图：在他的学生学习 X 的同时，他要学习 Y，这里 Y 就表示某一项教学技能。作为新教师，他必须不断发展他的设计技能，去使用和扩展储存在他的中央处理库中的教学基础知识，随时去感知他的学生们的反馈信息从而修改他的行动。培训教师的过程不仅要使新教师从理论上掌握设计的规则、实施的规则和感知的规则，更重要的是要使新教师把这些规则贯彻到行动中去。

关于设计、实施、感知等三方面的理论知识，新教师可以在教学方法论等理论课程中学到。但如何将这些理论知识转化成教学技能还需要经过长期的教学实习才能逐步做到。一般说来，在设计教案中，新教师必须学会如何将一个课题分解成小单元，要明确各单元的教学目标和选择恰当的教学方法。在教学实践中，新教师还必须学会如何针对各个小单元运用相应的基本教学技能，而这些基本教学技能又是由一些教学步骤的模式构成的。实践每一教学步骤还需要掌握相应的一些要领。

在教学实习中，教学是以节为单位的，不仅时间长，班级规模大，而且还带有综合教学技能的性质。因此，对于新教师和师范生说来，教学实

习是在综合水平上进行的训练。微格教学则不同，它具有时间短、班级规模小、技能训练内容比较单纯的特点。这样就减少了新教师和师范生的心理负担。这就是说，通过微格教学来训练新教师可以在任何水平上进行。它可以从单一的基本教学技能开始训练，逐步达到综合训练的目的。

另一方面，师生之间相互作用的感知，能使教师了解他的教学行动对学生们的行为变化所起的作用，从而修正他的教学计划和随后的教学实践。对于新教师说来，像这种教学上的敏感性是必须认真学习的。然而简单地给新教师去观摩别人教学的机会本身并不会增强他们在教学上的感知技能。采用微格教学的方法不仅能使新教师们观看到他们自己的教学形象，同时也观看到相应的学生们的反应。而通过反复观看录像和小组评议，在小组同伴的帮助下就能使他非常具体地觉察到哪些教学行为得到了好的反应，哪些教学行为却得不到好的反应。因此，微格教学是提高新教师教学上的感知技能的好方法。

三、物理微格教学的基本模式

物理微格教学的研究对象是中学物理课堂教学的基本技能。具体地说，就是中学物理教师在课前计划、教学感知和教学实践等方面所应该具备的基本技能。在研究方法上，物理微格教学最大的特点是并不停留在理论研究上，而偏重于实践、偏重于训练；其次是通过录像设备等现代教学手段帮助师范生及时获得反馈信息，不断改进教学，发展基本教学技能。

物理微格教学课程的教学过程基本上采用微格教学的布朗模式：设计——教学——观摩（评议），但在具体教学过程中作如下的修正：

(1)物理微格教学强调课堂情境的真实感。布朗模式的缺陷就在于缺乏课堂教学的真实情境。它以同组成员为“临时学生”，这样就使师生间的对话、讨论失去了真实感。如果删去师生共同活动的环节，必然导致“满堂灌”，或者把微格教学局限为微格试讲，从而影响对其教学感知技能的培养。

物理微格教学强调课堂情境的真实感，它规定师范生进行教学实践时不以同组成员为临时学生。为此，师范院校所开设的物理微格教学课程可以在教学实习或教学见习期间进行，以便抽用实习或见习学校相应班级的少数学生作为临时学生。

(2)物理微格教学的组织形式以班、组相结合。在组织形式上，物理微格教学以六七名师范生和一位导师构成一个小组，作为进行物理微格教学的单位。三个小组构成一个班。在讲授教学理论时以班的形式进行；在进行微格教学实践、讨论和评议时则以小组的形式进行。在分组时要考虑到师范生的各种特点。有时采用自愿结合的原则可以调动师范生的积极性。

(3)物理微格教学的时间控制。在进行物理微格教学时，为了针对某一项基本教学技能来研究探讨，可以选择一个比较完整的教学片断作为研究单位。然而所选择的片断不宜过长，一般控制在10~15分钟之间，这样探讨起来可以深入些、针对性强些。为了帮助师范生养成控制教学时间的习惯，可以要求他们在进行物理微格教学前，对这一教学片断所需的时间作出确切的估计。当进行到最后2分钟时，由导师发出信号以便及时考虑结束。

(4)物理微格教学比较强调讨论和评议环节。物理微格教学比较强调小组深入的讨论和评议。在一位师范生谈了他的教学意图和教学实践的感想

以后，小组成员在导师的引导下可以根据观摩实况录像的结果帮助他分析：哪些意图是实现了，是怎样实现的；哪些意图没有实现，为什么没能实现；哪些地方有待于改进，如何改进等等。小组成员的发言，既要有观点，又要有材料。这就比较有说服力，对他本人的帮助也较大。一般说来，容易发现别人的缺点，但作为导师应该号召大家要善于去挖掘别人的优点。有的师范生比较关心别人对自己教学的评议，却不太关心对别人教学的评议。应该强调，深入细致的讨论和评议不仅对被评议者，就是对评议者也是十分有帮助的。总之，彼此的评议愈是坦率，其价值也愈高。

在整个物理微格教学课程中，导师的作用在于帮助和指导师范生如何改进教学，提高教学效果；在课程结束时能对师范生在物理课堂教学的基本技能的提高上作出比较客观的鉴定。

在物理微格教学前，导师将从理论上指导师范生如何设计教案。在进行物理微格教学时，导师应对每位师范生的教学仔细观摩，帮助他们找出各个教学片断的优缺点和改进意见，必要时要做好详细记录。在小组讨论和评议时，导师要引导小组成员认真开展讨论，做到畅所欲言，并指定专人作好记录。最后，导师要把小组的意见归纳起来，对每个教学片断作出恰如其分的小结。

四、物理微格教学的第一次作业

为了便于对新教师在参加物理微格教学课程前后在物理教学技能上的进步作出比较客观的鉴定，在课程一开始，先要向新教师布置一次物理微格教学作业：

(1)设计一个你认为比较有趣的物理教学片断，并估计一下教学时间。在你的导师和小组成员面前进行实施，并将实况摄制成录像片。

(2)在与导师和小组成员一起观摩你的实况录像片前，先向大家介绍你的教学意图和教学重点。

(3)仔细观摩你自己的教学实况录像片，然后向小组汇报你自己的看法，包括评价你的教态以及在这一物理教学片断中，有哪些优点，有哪些缺点和错误，哪些地方需要改进，如何改进。

(4)请小组成员根据你的发言和实况观摩进行讨论和评议，最后由导师小结。对于别人的评议和导师小结的内容，你必须作好详细记录。

(5)在全部讨论和评议工作结束后，你要再一次仔细观摩自己的教学实况录像片，同时忠实地回答如下的问题：

你是否考虑过要学生通过这一教学片断获得哪些知识与技能？

你是否考虑过在这些要求学生获得的知识和技能中，哪些是重点、关键？

你是否考虑过这一教学片断应按怎样的教学顺序进行？

你是否考虑过在这一教学片断中应采用哪些教学方法？

通过这一教学片断，你认为学生们学到了哪些知识与技能？哪些知识与技能尚未学到？

你是怎样知道学生们已经学到这些内容和尚未学到那些内容的？

(注意保存这些原始记录，便于以后进行对比)

五、物理微格设计

为了顺利完成物理教学任务，教师必须在课前作好一切准备工作，其中最主要的就是设计教案，即认真做好备课工作。通过物理微格设计

(Microplanning)可使新教师掌握设计教案的系统方法。

认真钻研、分析教学大纲和教材，了解学生学习的基本情况是教师能设计出一份较好的教案的先决条件，也是新教师进行物理微格设计的先决条件。关于如何进行物理微格设计的问题实际上可以从前面第一次作业中提出的六个问题得到启示。这六个问题就是在具体设计过程中所必须考虑的关键性问题。其中的第(1)(2)题是确定教学目标的问题；第(3)题是安排教学过程的问题；第(4)题是选择恰当的教学方法的问题；第(5)(6)题是考虑如何及时接收教学反馈信息的问题。

具体地说，物理微格设计的全过程至少应该包括如下的五个步骤：

(1)确定课题范围与训练目标。微格设计是进行微格教学的准备，而在每次进行微格教学前都必须有明确的训练目标，同时确定课题范围。例如明确训练目标是“怎样引进课题”，确定课题的范围是“力学中的运动学部分”。受训的学员就可以在这样的课题范围内选择自己感兴趣的课题作为微格教学的内容，并尽力去完成训练目标。

(2)制订教学目标。

制订教学目标必须切合学生实际；同时还必须符合教学大纲的要求。教学目标还要订得十分具体，以便随时检查这些教学目标是否已经完成。

(3)设计教学过程。设计教学过程是微格设计的重要环节。首先要将课题所包含的教学内容分解成若干个组成部分，并明确各组成部分的意义与作用。即使是十几分钟的教学片断，也要考虑把它分解成几个小部分，还要明确各个小部分的作用。然后安排恰当的顺序进行组织。对于较长的片断还要考虑安排引言和小结。

(4)选择教学方法。教学方法是指完成教学过程的方法。教学方法是多种多样的，但归纳起来不外乎讲授法、讨论法、有指导的探究法和发现法四种。必须指出：教学方法的选择与教学过程的设计往往是同时进行而分不开的。但是在设计过程中不仅要考虑“教”，还要考虑“学”。即要同时考虑安排学生活动的内容以调动学生学习的积极性。

(5)检验微格计划。在物理微格计划初步确定以后，还需要有个检验过程，即再反复检查一下选定的课题、教学过程与教学方法是否跟教学目标相匹配；也就是设想一下经过这样的教学过程，采用这样的教学方法是否能达到所制订的教学目标。如果不能匹配，就应该进一步修正微格计划，使它们相互匹配起来。

六、物理课堂教学的技能技巧

教师在教学实施过程中的成功与失败固然与课前的教案设计有关，但在一定程度上又决定于教师对各项基本教学技能技巧的掌握情况。俗话说：“熟能生巧。”有经验的教师正由于掌握了一系列课堂教学的技能技巧，因而在课堂教学中可以运用自如。这些教学上的技能技巧显然是他多年来教学经验的积累。物理微格教学是一门研究物理课堂教学技能的课程，其目的就在于通过训练可以让新教师在较短的时间内掌握物理课堂教学的技能。

根据中学物理教学的特点，我们可以列出物理课堂教学的基本技能如下：引进物理课题的技能；物理概念教学的技能；物理规律教学的技能；演示物理实验的技能；指导学生物理实验的技能；课堂提问与提示的技能；引导学生参与讨论的技能；分析物理问题的技能；在物理教学中进行德育

教育的技能；鼓励学生进步的技能；控制学生课堂活动的技能；解答学生提问的技能；使用现代化教学手段的技能；物理课堂教学结尾的技能等等。下面重点介绍几项物理课堂教学的基本技能。

1. 引进物理课题的技能。

所谓引进就是引导学生参与学习的任何手段或过程。它能使学生的注意力完全集中到学习上来，集中到所要研究的物理课题上来；它还能排除学生对其他活动的感知和学习。因此，慎重地选择对学生说来是很有趣的引进是很重要的，而引进与所要学习的物理课题内容之间必须具有明显的联系。

引进的重要性除了在于把学生的注意力集中到所要学习的内容上来而外，还可以刺激学生的兴趣，让学生了解学习新的物理概念或原理的意义，从而激发学生们的学习动机。

在物理课堂教学中，怎样才算得上是一个好的“引进”呢？这可以分两步走：

(1) 学生注意力的初步获得。一定要在学生注意的情况下开始讲课，这可以通过停顿、巡视四周，直到全班学生都注意为止。大喊大叫和训斥将会很快失去它的效率。

(2) 定向。选择一个事件、学生日常生活中常见的一种现象、做一个演示实验，甚至从一道习题出发使学生感到有趣，逐步把学生的全部注意力引进到所要学习的内容上来。但是作为引进的内容必须与教学内容、教学目标相一致。如果引进的内容虽然很有趣，却与紧接着要学的内容相距甚远，这就失去了定向的作用，甚至会起相反的作用。

2. 物理概念教学的技能。

科学概念是人类思维的一种形式。人们就是借助于这种思维形式来认识各种客观事物和现象的本质特征的。人的认识总是从感性阶段进入到理性阶段的。形成科学概念是人们掌握理性认识的首要条件，是人的认识从感性阶段进入到理性阶段的第一步。

中学物理教学过程是中学生在教师指导下认识客观世界，认识基本物理现象的过程。这个过程同样需要经过从感性到理性的阶段，所不同的就在于有教师的指导。实践表明：学生的认识活动不仅要从感性认识开始，而且在形成概念、上升到理性认识时还需要通过学生自己的思维活动，教师是不能包办代替的。

教师在进行中学物理概念教学时，必须掌握如下几条要领：

(1) 要善于先向学生提供丰富的感性材料。既然学生的认识是从感性开始的，教师就必须先向他们提供丰富的感性材料，这是学生形成正确的物理概念的基础。进行演示实验是教师有计划、有目的地向学生提供感性材料的主要途径。例如，在研究“浮力”的概念时，教师先要通过演示，让学生亲自感受到物体在液体中经受浮力的现象。

(2) 要让学生逐步掌握一些正确的思维方法。学生的认识从感性到理性需要有一个概括过程。复杂概念的形成有时还需要经过一个判断和推理的过程。因此在形成概念过程中有必要引导学生开展积极的思维活动，帮助他们逐步掌握一些正确的思维方法。

例如在初中物理的“汽化”教学中，在学生观察了一系列演示实验后，教师可以引导学生通过对比，让学生自己归纳出蒸发和沸腾这两种汽化方

式的本质特征。又如在高中物理的“电磁感应”教学中，教师在演示了各种形式的电磁感应现象以后，可以引导学生运用归纳推理概括出电磁感应现象的本质特征是磁通量的变化。

(3)要突出概念的物理意义。在帮助学生形成新的物理概念时，不能单纯从概念的定义出发，而要突出概念的物理意义。实际上即使学生能一字不差地背诵定义，如果不了解物理意义，仍不能认为他已经掌握了这些概念。例如，在关于“功的概念”教学中，如果从一开始就直接提出功的定义，学生就会感到抽象而不易接受。因此教师必须先让学生了解使用简单机械可以省力的例子。通过进一步的分析，让学生意识到“省力”就要“费距离”，然后引导他们认识到在利用简单机械工作时，用的力和用力距离的乘积是个常量，最后才归纳出功的公式。这实际上也就是历史上工程师们发现“功”、建立“功”的概念的过程。

(4)要明确定义在概念形成中的作用。在帮助学生形成概念中，定义是用来明确概念的内涵（含义）和外延（适用范围）的方法。然而对于一个物理基本概念说来，往往很难用一句话来下个精确的定义。因此在开始时大可不必过分强调定义的严密性，而可以采取逐步加深的办法。在概念教学中，教师不宜过早地向学生说明概念的定义。在学生还不具备理解概念定义的感性知识时提出概念的定义，就会造成学生对定义的死记硬背，这样就无助于概念的形成。只有在教师已经引导学生概括出物理现象的本质特征之后，用概念的定义来总结学生形成概念的过程，才可以使定义起到画龙点睛的作用。

(5)引导学生分清物理量的定义式、量度式、单位以及各种公式的适用范围。物理量是可以量度的物理概念。因此物理概念教学最后不可避免地要落实在物理量的教学上，这就要求教师引导学生分清物理量的定义式和量度式。例如对于密度说来， $\rho = m/V$ 就是定义式，但对于电场强度说来， $E = F/q$ 是定义式，对于任何电场均适用，而 $E = kQ/r^2$ 、 $E = U/d$ 均为量度式，前者只适用于点电荷的场，后者只适用于匀强电场。必须指出：定义式并不反映物理量之间的函数关系，而量度式却反映了这种函数关系。此外还要逐步培养学生能从定义式得出物理量单位的量纲的方法。对于某些物理量还必须要求学生掌握其测量方法。

(6)物理概念教学的巩固。物理概念教学不仅需要引进，同样也需要巩固。最好的巩固概念的方法是让学生运用新概念去解决、分析一些实际问题。在这过程中，个别学生不可避免地会产生一些错误，这时教师必须及时分析学生造成错误的原因，及时加以澄清。有时教师还需要引导学生将初步形成的物理概念与其他一些容易与之相混淆的概念进行分析对比，这样不仅可以帮助学生分清不同物理概念之间的区别与联系，还可以使学生对新概念的理解更为深刻。

3. 演示物理实验的技能。

演示实验是指教师为了配合教学内容而演示给学生看的实验。通过演示实验教师可以指导学生对有关的物理现象进行观察和分析，并使学生获得生动的感性认识，为进一步上升为理性认识创造条件。

为了保证演示实验的顺利进行，提高演示实验的效果，教师必须掌握如下几条要领：

(1)在课前要做好充分的准备工作，包括熟悉演示实验仪器的性质，考

考虑演示实验的步骤，还必须反复试验多次以保证操作上的规范化。

(2)在进行演示实验前，先要向学生明确实验目的，介绍实验装置和它们的作用原理。让学生充分了解实验条件。对于初中学生可以用板画与实物结合起来介绍，效果更好。

(3)在进行演示实验时，必须反复演示几次（至少两次），要让学生经过反复地观察和研究后，自己作出结论。在有条件的情况下可以让学生自己来操作演示实验，并用他们自己的语言作出结论，而不是重复教材上的结论。

(4)对于初中学生，或者对于一些较复杂的内容，教师可以适当指导学生观察什么、如何观察。一般说来，教师要让学生自己去观察、研究，逐步培养学生独立研究、思考问题的习惯。

在中学物理教学中，我们对演示实验的基本要求是：

(1)要求符合科学性。演示实验仪器不同于教具或模拟实验器，不能弄虚作假；否则就不利于培养学生实事求是的科学态度。对于只能定性说明问题的演示实验，不要强求定量。

(2)要求演示装置的结构简单，使用方便。这样可以节省准备时间。

(3)要求演示装置结构牢固，性能稳定。在重复演示时所得到的效果要求前后一致。

(4)可见度大，能使全班学生在各自的座位上都能清晰地观察到。

(5)对于初中学生，演示内容最好能做到与教材密切配合。

4. 引导学生参与讨论的技能。

在中学物理课堂教学中开展讨论活动，应用十分广泛。所谓讨论就是教师根据学生的已有知识和实际生活经验，针对教学内容，通过布置一系列思考题，引导学生按各自的想法，各抒己见，并相互得到启发的一种教学方法。

在中学物理课堂教学中开展讨论活动的作用是：

(1)有助于学生深入思考问题。在传统教学中，学生的主要任务是“静听教师的讲解”，可以不加思索地记笔记。开展讨论要求学生深入思考问题。在准备发言时，迫使他们开动脑筋，考虑自己对这些思考题的想法，还要考虑如何来阐述这些问题。

(2)有利于学生们交流学习心得。学生在讨论中，通过相互启发，实际上是在交流相互的学习心得。例如对于“动量”的概念，课本上的阐述和教师的讲解不可能是非常全面的，学生在一些思考题的启发下进行讨论，可以从不同侧面来理解它。经过讨论，就可以集思广益，加深理解。

(3)有利于培养学生的逻辑思维能力和口头表达能力。学生在讨论中，对别人发言中的正确内容和错误内容需要进行判断，有时甚至会发生争议。这对于培养学生的逻辑思维能力和口头表达能力大有益处。

在中学物理课堂教学中，开展讨论的方式可以是小组的形式，即以全班学生为单位来进行讨论；也可以是小组的形式，即以座位前、后、左、右四人为一组来进行讨论。小组讨论的优点是可以直接在教师的指导下进行，缺点是发言人数过少，不能畅所欲言。小组讨论的优点是比较灵活，但比较分散，教师不易控制、掌握，讨论结果还须有一个汇报过程。这两种方式一般可以交替进行；或者可以先小组，后大组。

在中学物理课堂教学中开展学生讨论活动，需要教师很好引导，同时

还需要有一个培养的过程。引导学生参加讨论的要领是：

(1)开始讨论的问题要具体，要带启发性和趣味性。在学生逐步养成讨论习惯以后才逐步将讨论问题加深。

(2)教师要打破学生的顾虑，形成自由讨论的气氛。讲错了纠正就好，可以不计成绩。

(3)在讨论中要不断启发学生。在一位学生发言后，还可以请其他学生补充，或者请另一位学生来判断前一位学生讲得对不对。有时还可以要求学生发表自己观点的同时说明理由。

(4)要从鼓励学生出发。当发现有学生发言出错时，不必忙于纠正，而让他讲完，然后请别的学生继续发言，最后再引导学生来判断哪些说法正确，哪些说法不正确，并说明理由。要鼓励后进的学生参加讨论。要防止其他学生讽刺发言出错的学生。

(5)为了提高小组讨论的质量，还需要培养小组长。要求小组长们在讨论中起启发作用，并及时记录生动的例子和典型的错误，但要防止小组长包办代替小组发言。

(6)在讨论结束以后，教师在比较全面地了解讨论情况后，必须及时对讨论的问题进行小结。要让学生十分明确讨论中的一些有争议的问题究竟是孰是孰非。不能让讨论放任自流。

5. 鼓励学生进步的技能。

及时地、正确地对学生的学习成绩和学习态度进行评价，不断鼓励学生进步可以激发学生的上进心、自尊心和集体荣誉感。对青年学生表扬多于批评、鼓励多于指责，可以更好地激起学生积极的学习动机。

赫洛克曾经做过这样一次教育实验。他让 106 名小学四五年级的学生每天做 15 分钟难度相等的加法运算，并把这 106 名学生分为四组，其中一组，单独练习不作任何评价；其他三组为实验组，其中甲组称为受表扬组，教师每天宣布学生的名字，予以表扬和鼓励；乙组称为受训斥组，教师每天宣布学生的名字，予以训斥；丙组称为受忽视组，教师完全不注意该组学生，只让他们静听其他两组学生受表扬和受训斥。经过五天的实验，各组平均成绩如图 9—18 所示，充分表明不断鼓励学生进步的显著效果。

然而，过分的夸奖将会造成学生骄傲和忽视自己缺点的倾向，从而引起消极的结果。

鼓励学生进步的要领是：

(1)发现学生在学习成绩和学习态度上有点滴进步就进行表扬，但对学生的评价必须客观、公正和及时。如果教师对学生的评价带有主观印象，或者不公正，这样的表扬不仅不能激起学生的学习动机，反而会产生相反的结果。

(2)对学习自信心较差的学生，要挖掘他们在学习中的积极因素，多鼓励和及时表扬；而对过分自信的学生，应更多地向他们提出要求，在表扬的同时提出他们的不足之处和需要改进的地方。

(3)对高年级学生通过集体舆论来进行表扬，效果更好。

(4)对学习态度差、进步较慢的学生应从鼓励出发，指出他们的主要缺点，但不要指责和训斥。

七、物理微格教学的感知

教师在设计教案中确定了教学目标，并设计了教学过程。然而教师在具体实施以后怎样才能判断学生已经达到这些教学目标，或者尚未达到这些教学目标呢？这就需要依靠教师在实施过程中对教学的感知。有经验的教师往往能随时接收到学生的反馈信息，并不断修正教学过程以达到预期的教学目标。

怎样才能及时接收到学生对教学的反馈信息呢？最重要的途径是：善于观察学生的反应；有意识地提问学生，并倾听学生的回答；利用练习纸全面接收学生的反馈信息。

善于观察学生的反应，就是在课堂教学中教师必须非常注意学生的行为变化和表情。首先，教师在上课时应仔细观察极大多数学生的注意力集中在哪里。很明显，当教师在进行讲解时，极大多数学生的注意力应该集中在教师身上。有时教师带进教室的演示装置没有放好而引起了学生的好奇心，他们的注意力就会集中到演示装置上。有时如果教师的讲解缺乏吸引力，学生的注意力就有可能集中在黑板上，或书本上。从极大多数学生的注意力集中在哪里就可以判断出在这堂课里，学生的学习积极性是否已调动起来。学生学习缺乏积极性的例子可能是把注意力集中在窗外、在自己身上或者在其他学生身上。

如果教师所设计的教学过程比较适合于学生实际，那么学生上课的表情比较开朗，课堂气氛也比较融洽，大多数学生尚能跟得上或者基本能跟得上教师的思路。如果教学内容安排过深，进度过快，学生表情就显得烦躁，甚至三三两两议论起来，感到迷惑不解或者皱眉不语。这时教师就应该对原来的教学过程进行修正，或是增加例子，或是改变教学方法以达到预期的教学目标。

有时学生的反馈信息还反应在对待教师提问的态度上。当教学内容切合学生的实际情况时，学生通过认真思考，多数学生举手踊跃。如果教师提问过难，学生无从回答，就会出现没有反应、独自发愣的表情；有的学生举手是被动的，实际上他对如何回答问题根本没有考虑过。

为了进一步了解学生接受知识的深度，教师可以有意识地向学生提问，从倾听学生的回答中接收反馈信息。在这种情况下，教师必须仔细倾听学生的回答。要抓住学生回答中的主要论点、缺点与错误。很明显，通过对几个比较典型的学生的提问，从他们的回答中可以确定大多数学生对正在研究或讨论的知识理解程度。即使发现学生回答中出了错也不必急于当场去纠正它，应该仔细倾听他的回答，让他把话说完，这样就可以全面了解学生造成缺点错误的根源。

运用练习纸(Worksheet)通过课堂练习可以全面接收学生的反馈信息。练习纸是欧美各国中学里各门课程所经常采用的。教师事先将整堂课的教学重点内容和主要结论安排成若干简单的填充题、思考题和简单的计算题，油印成练习纸，在课堂教学结束阶段分发给全班学生，让他们当堂花7~8分钟完成。教师在课后批阅中就可以全面了解学生对这堂课的教学内容的理解与掌握程度。如果时间有余，还可以当堂订正。因此经常运用练习纸不仅可以全面接收学生反馈信息，还可以督促学生认真听讲，参与讨论；还可以使学生对获得的知识起到巩固的作用。

总之，只有通过各种途径随时接收学生的反馈信息，才能及时了解学生对教学内容的理解和掌握程度，并通过不断修正教学过程以达到预期的

教学目标。

八、物理微格教学的评估

评估一段微格教学片断是进行物理微格教学的重要环节之一。然而评估微格教学片断的目的与方法与一般的教育评估有所不同。这种评估的重点是放在课堂教学的技能技巧上。评估微格教学片断的目的就在于考查受训学员是否已掌握各种物理课堂教学技能的要领。

评估物理微格教学片断的方法很多，可以完全借助于观摩者和导师个人的印象来进行评估，也可以根据事先准备好的一系列标准，比较客观地进行评估。下面介绍两种常用的物理微格教学片断的评估方法。

1. 分等评估法(Rating Schedules)。

针对每一项物理课堂教学技能，先确定一系列必须具备的要领，组成一系列评估的项目。每一项目划分为七等。观摩者包括参加教学实施者本人和导师在观摩物理微格教学的同时对参加教学实施者在进行微格教学中的表现给予评价。5、6、7等给予表现较好甚至优秀的；3、2、1等给予表现较差甚至表现失误的；4等是给那些在这段微格教学片断里不必表现或者没有涉及的项目的。

下面是一张关于引进物理概念教学技能评估的记录表。

在采用分等评估法时，必须注意：

- (1) 要保证受训学员在物理微格教学前了解各个项目；
- (2) 要保证受训学员在观摩物理微格教学片断前阅读各个项目；

物理微格教学分等评估记录表

评估项目：实验演示引进物理概念教学技能

教学实施者：

评估人： 评估日期：

要 领	分等评估						
	否			4	是		
	1	2	3		5	6	7
1. 引进物理概念的方法很有趣							
2. 引进吸引了绝大多数学生的注意力							
3. 引进的演示实验效果很好							
4. 引进的实验反复演示为绝大多数学生所接受							
5. 引进的演示实验可见度大							
6. 引进与要研究的物理概念联系紧密							
7. 引进时教态自然、热情							
8. 引进具有启发性							
9. 演示操作技能上的规范化							
10. 演示启发学生自己得出结论							

对整段物理微格教学片断的评价：

- (3) 在观摩时对一时不能确定的项目以评4等为宜；
- (4) 不必将各个项目等第相加，因为它们没有相加性。

2. 量化、分析评估法(BIAS)。

这是一种专门用来评估课堂教学中师生相互作用的方法。评估前观摩者包括参加教学实施者本人必须学习有关这种量化分析评估法的分类情况。在物理课堂教学中师生相互作用可以分为如下几种类型：

TL 教师讲解——描述、解释、举例、引导……

TD 教师演示——进行示范、演示

TW 教师板书——列提纲、板画……

TQ 教师提问——提出要求学生回答的问题

TR 教师反应——接受或采用学生的意见，对学生的反应作出评价，称赞、鼓励学生

PR 学生反应——直接回答教师的提问，完成教师所要求的任务，如重复演示、小结等

PV 学生自告奋勇地向教师提问或提出想法

S 短时间的沉默

X 不属于上述各类的情况

评估时，每人备有一张如下格式的记录纸。

在观摩物理微格教学片断的同时，每隔 8~10 秒钟记录一次，判断在这一时间间隔内，教学情况属于哪一类，就在这类空格里作个记号“ ”。依次记录完毕后，根据记录情况可以分析出在这一教学片断中师生相互作用的情况。

利用这张记录纸，通过统计可以分析出在这一教学片断中学生活动的比重和教师讲解的比重。如果教师讲解时间超过总时间的 50%将属于“满堂灌”的范围。此外，从这张记录纸上还可以分析出在这一教学片断中，教学的大致情况。

第十章 中学物理教育科学研究

中学物理教育科学研究是指以中学物理教育的目的、任务、内容、方法、手段为主要研究对象的科学研究工作。经常开展教育科学研究工作不仅是提高教育质量的重要途径，也是提高教师素质的有效方法。

与一般的教育科学研究工作一样，中学物理教育科学研究工作同样具有确定研究课题、制订研究方案、实施研究计划、分析研究结果和撰写研究报告等五个步骤。本章主要针对中学物理教育科学研究工作的五个步骤作简单介绍。

第一节 中学物理教育科学研究课题的选择与确定

中学物理教育科学研究虽然属于学科性的教育科学研究，但是其研究领域十分广泛。根据中学物理的学科特点，其教育科研的领域可以分为如下三类：

1. 基础理论研究领域。

所谓基础理论研究，是指把中学物理教育看作一个整体，从理论上研究其目的的任务、教学原则、历史演变以及其在中学教育中的地位、作用等问题。基础理论研究的特点是探索面广、不确定因素多、研究周期较长。典型的课题如：

- (1) 中学物理教育的培养目标的研究；
- (2) 高、初中物理教育目标分类的研究；
- (3) 高、初中学生物理学习心理的研究；
- (4) 高、初中物理教育中的德育研究；
- (5) 高、初中物理教育中能力培养的研究，等等。

2. 应用研究领域。

应用研究注重于探索中学物理教育中的具体问题，包括教学内容、教学方式、方法和教学手段等问题，以及探索如何将基础理论研究的成果应用到教学实践中来。应用研究的特点是实践性强、比较实用。这类研究不仅有利于提高中学物理的教育质量，也有利于理论研究成果的检验与深化。对于在教学第一线的中学物理教师说来，参加这一领域的教育科学研究最为适宜。典型的课题如：

- (1) 高、初中物理具体教学目标的研究；
- (2) 高、初中物理教材体系的研究；
- (3) 高、初中物理教学方法的研究；
- (4) 高、初中物理实验教学方法的研究；
- (5) 高、初中物理教育测量与评估方法的研究；
- (6) 高、初中物理课堂教学的评估方法的研究；
- (7) 高、初中物理课外活动项目的研究；
- (8) 高、初中物理复习方法的研究；
- (9) 高、初中物理考试命题工作的研究；
- (10) 高、初中物理教学中如何进行物理学史教学的研究，等等。

3. 开发性研究领域。开发性研究注重于物理仪器、装备, 物理教具、学具, 以及物理教学视听材料, 计算机辅助教学软、硬件的开发。这也是中学物理教师乐于参加的研究领域。典型的课题如:

- (1) 中学物理实验仪器改进的研究;
- (2) 高、初中物理实验组合仪器试制的研究;
- (3) 初中物理教具、学具试制的研究;
- (4) 高、初中物理计算机辅助教学软、硬件试制的研究, 等等。

为了选择和确定具体的研究课题, 事先需要做许多准备工作。其中最主要的是要考虑研究课题的“价值”问题。也就是说, 要考虑这个研究课题是否值得你去研究。这可以从如下四个方面去考虑:

(1) 研究课题对当前的中学物理教育是否有针对性, 是否联系当前的教学实际, 对当前的教学改革是否具有现实意义和实用价值(实用性原则)。

(2) 研究课题是否具有独创性, 是否是在前人或别人没有解决或尚未完全解决的基础上有所前进, 有所发展。否则就是重复他人的研究, 那是毫无“价值”可言的(创造性原则)。

(3) 研究课题在教育理论上是否有依据, 在事实上是否有根据。否则就有可能得到错误的结论(科学性原则)。

4. 研究课题的目标是否具体、明确, 开展研究后所必须具备的物质条件、组织条件和人员素质条件是否具备(可行性原则)。

为了保证研究课题符合上述原则, 在研究课题初步选定后, 就需要对该课题作系统的、批判性的分析。这种分析还包括搜集与该课题有关的各种资料和信息, 以便了解他人对该课题的研究工作已做到何种程度。只有经过上述分析才有可能使初步选定的研究课题进一步具体化。一般说来, 研究课题不宜过大; 越小、越具体越好。

接下来的准备工作就是制订课题的具体研究方案。在制订具体研究方案时, 还要进一步考虑所确定的研究目标是否明确、具体; 要求是否确当; 研究的设想是否合理, 能否与研究目标相匹配; 所采用的研究方法是否科学, 是否能实现; 实施计划是否具体、周密, 并且切实可行。因此, 课题的具体研究方案至少应该包括如下的九个内容: 课题名称; 研究成果形式; 完成日期; 研究目的及其意义; 研究的主要内容; 该课题在国内外的研究现状及其发展趋势的分析; 运用的主要研究方法和手段; 具体实施计划; 课题经费估算。

关于“研究目的及其意义”。研究者必须明确、扼要地说明所研究的问题对解决中学物理教育的实际问题具有哪些价值, 或者对验证和发展中学物理教育理论具有哪些贡献。只有认真细致地归纳和表述研究的理论意义和实用价值, 才能正确地判断出开展该项教育科学研究的价值。

关于“研究的主要内容”。研究者必须对研究的问题中所涉及的自变项和因变项以及重要的概念作必要的说明和明确的界定, 对所涉及的各个不常用的或容易产生误解的术语也必须作出明确的定义; 从而使人们对研究问题中的各个变项、概念和有关的术语的确切含义有所了解。在这里, 研究者还必须进一步说明研究问题所产生的背景、问题的性质和范围。然后以问句的形式阐明待研究问题, 即各个变项之间的定量关系; 同时研究者还须提出自己的假设, 虽然这些假设还有待进一步证实。对于研究者难以控制的因素以及研究结果的适用范围等内容, 也应在这里表述清楚。

关于“该课题在国内外的研究现状及其发展趋势的分析”。研究者必须概括国内外公认的有一定影响的专著和以前的研究结果，表明在本课题中哪些是已知的，哪些是未知的，哪些是尚待检验的。教育科学研究与任何科学研究一样，都是建立在前人科学研究的基础上的，但也要避免无用的重复研究。了解与该课题有关的研究现状及其发展趋势有助于对研究课题提供有用的假设和建议。

关于“运用的主要研究方法和手段”。这是制定具体研究方案的最重要的部分。这部分的设计是否精密完善将直接影响到整个研究课题的成败。这包括如下四方面的内容：

(1)研究样本。在中学物理教育研究中，总是根据样本研究所得的结果来推测总体的。因此在本课题中准备摘自哪种总体，人数多少，准备采用哪种抽样方法等问题，研究者必须作出详细说明。

(2)研究工具。在研究过程中用来搜集资料的工具有问卷、测试、量表、操作、仪器等等。研究者对在本课题中准备采用的研究工具的性质和特征都必须进行详细说明。如果采用现成的测验纸或量表，必须说明其测量内容、效度和信度；如果采用自编的测试工具，还必须说明其试验性研究资料。

(3)资料搜集。在这里研究者还必须说明需要搜集哪些数据资料，按怎样的步骤进行搜集以及搜集时的注意事项等。

(4)资料分析。在这里研究者必须说明资料的整理过程和统计分析方法等等。

关于“具体实施计划”。研究者最好能够列出一张时间表，把具体的实施步骤都列上去。只有这样才能有效地预算出本课题的研究内容和所需的时间，有利于提高研究效率。

关于“课题经费估算”。研究者必须按照勤俭节约、实事求是的原则，从实际情况出发如实地列出各项开支。

关于研究“课题名称”的正确表述，也必须进行认真推敲。课题名称通常是陈述性的，但有时也可以用疑问的形式以求醒目。课题名称不宜过大，必须有足够的范围限制，以便得到一个确定的结论。一个好的课题表述，往往对指导研究过程起着目标的作用。

对于规模较大并具有一定实用价值的研究课题，在课题组研究人员制定好具体的研究方案以后，可以向省、市一级教育科学研究所提出研究规划项目申请，填写“教育科学研究规划项目申请议定书”，经专家论证后认为该研究课题确实具有一定的研究价值，该研究课题就可被批准列为教育科学研究所的研究规划项目。

第二节 中学物理教育科学研究方法

中学物理教育科学研究的方法是多种多样的，但无论运用哪一种方法都必须以马列主义的唯物辩证法为指导。唯物辩证法认为，一切事物都是发展变化的。要研究事物的变化发展就必须从事物的内部，从它与其他事物的联系上去研究。研究中学物理教育现象也必须从它的内部，从研究它与其他现象的联系入手。例如研究如何培养学生学习物理的兴趣问题，首先就要研究青少年发展的内在规律，研究教育与发展的关系，研究影响青

少年发展的各种因素。因为我们对青少年的培养、教育，只有符合青少年发展的内部规律才能起作用。

下面介绍几种在中学物理教育科学研究中常用的基本方法。

一、科学考察方法

科学考察对研究中学物理教育实践具有十分重要的意义。科学考察的特点就在于能亲自感受到中学物理教育工作中某一方面的现实情况。由于身临其境，参与考察的人员可以获得较深刻的印象，所谓“百闻不如一见”。例如区、县一级的教研人员通过经常性的科学考察不仅可以及时了解各地区物理教学的实际情况，还可以及时发现问题，及时给予指导和帮助。又如小规模观摩教学也属于科学考察的范畴。

科学考察可分为全面考察和抽样观察两种形式。

全面考察的特点是长期、系统和带综合性。例如为了总结某一地区或者某所中学在物理教学上的先进工作经验，可以组织人员进行全面考察一段时间，搜集大量的事实材料，包括听课、评课记录和参加教研组活动的记录等，从中分析归纳出特点，便于提高到理论上来认识。对于为总结优秀教师的教学经验而采取的追踪观察也属于全面考察的一种形式。所谓全面考察的综合性是指它在一般观察的基础上，由于时间许可还可以进行座谈、访问、专家评定等调查方法，使搜集到的材料与信息得到更准确的说明和补充。这类方法不仅涉及校长、教师、家长和学生，有时还会涉及校外有关部门的工作人员。

抽样观察可以选定在某一特定时间进行观察；可以有意识地选择某些特定场面进行观察；也可以选择特定的典型人物（教师或学生）进行观察。

为了做到有目的、有计划的科学考察，在科学考察前必须制订好周密的考察计划。对于每一项考察项目都必须写好考察提纲，制订好考察标准、记录表格、速记符号等。在具体观察时要写好观察记录，事后还应及时整理所获得的材料，将观察到的现象数量化、系统化和本质化。

常用的观察记录方法有如下三种：

(1) 评等法。这是按照事先制订好的观察标准进行评等的方法。一般可以分为七等：一二三等是做得很好、较好和尚好的等第；五六七等是做得较差、差和很差的等第；四等是指一时尚不能确定好、坏的等第。例如在课堂教学观摩的观察记录中有一条事先确定的观察标准是：在课堂演示时要保证一定的能见度，使课堂里的每个学生都能清晰地观察。考察人员就可以根据观察到的实际情况对这一条进行评等。如果在这一堂课里没有课堂演示，就可以评四等。

(2) 记频法。这是按照事先要求记录某一现象的频度的方法。例如要求记录在一节物理课内学生受到提问的人次，学生活动所占用的时间，学生积极举手要求回答问题的人次等等。

(3) 续记法。这是着重记录某一教育现象的变化情况的方法。

考察人员在观察中必须坚持观察的客观性和全面性，以提高观察的信度和效度。

二、科学调查方法

科学调查是一种间接的观察方法。它通过各种方式，有目的、有计划地深入了解中学物理教育中的实际情况，弄清事实，借以发现问题。科学调查的目的就是在分析研究了大量的调查材料的基础上确定工作中已取得

的成绩，同时找出经验教训，从而概括出中学物理教育中的规律性问题。它与观察方法相比，具有不受时间和空间限制的特点，通过访问、座谈和问卷等方式向熟悉研究对象的当事人甚至第三者了解情况；也可以通过搜集书面材料的途径来了解情况。

科学调查根据调查目的不同可分为常模调查和比较调查两种。常模调查属于一般的情况调查；而比较调查是比较两个或两个以上群体的调查。根据调查性质不同还可分为事实调查和意见征询调查两种。

运用科学调查进行中学物理教育科学研究，一般可分为如下的四个工作步骤：

(1)确定课题，制订计划。这是调查前的准备工作，包括明确调查目的，确定调查课题，确定调查范围，选取调查对象的原则与方法，草拟调查提纲，制订调查计划等。

(2)实施调查，搜集材料。这是科学调查的关键环节。根据调查计划所规定的调查方法以及所设计的调查表格和调查提纲进行实际调查，同时搜集调查材料。在进行实际调查前，调查人员必须进行培训以做到步调完全一致。对调查的具体方法和获取调查材料的基本途径要非常熟悉。要充分估计可能出现的困难及其克服措施。通常所采用的具体的调查方法与手段是填写调查表、发问卷、访问、开调查座谈会。此外还可以进行测验，包括个性测验、教育测验、教学测验、能力倾向测验和智力测验等。必要时，还可运用录音、摄像等手段。

要尽可能采用多种手段广泛搜集材料。调查人员要实事求是地记录材料，切忌按主观想象来取舍材料。

(3)整理、分析材料。这是实施调查后必须及时进行的工作。整理材料，把调查搜集到的原始材料进行整理、分析，使之系统化和条理化。在整理材料时，要把调查到的事实材料和搜集到的各种意见和建议区别开来。因为意见和建议往往带有被调查人的主观色彩，必须加以鉴别后方可运用。此外，对于被调查者提供的材料还要进行核实，以检验材料的可靠性。

(4)总结、撰写报告。这是科学调查的最后总结的环节。根据对调查材料进行理论分析后所作出的调查结论。在撰写调查报告时，既要做到观点鲜明，又要有足够的材料说明观点的正确性。

总的看来，运用科学调查来研究中学物理教育现象不应停留在了解现状上，还需从中发现问题，提出新的研究课题。

三、科学实验方法

科学实验是运用人工控制某些变量，建立实验条件，对中学物理教育的方式、方法进行研究的常用方法。在实验研究中，至少要对一个自变量进行有目的的处理或改变。这个自变量就叫做实验变量。因此实验研究的核心问题就在于如何控制实验变量以外的其他各种变量，即其他各种干扰因素。

实验的方法是多种多样的，因此在实验前先要根据实验的目的和提出的问题设计出一套切实可行的实验方案，其实验程序可以用规定的符号以公式的形式表述出来。下面就通过举例对五种最简单的实验程序作简单介绍。

1. 单组实验程序。

例如在初中物理教学过程中要想检验一下究竟是采用探究教学法效果

好，还是采用讨论教学法效果好，这就可以考虑在一个班级里运用单组实验程序。于是这个班级就成了实验对象，通常用符号 S 表示；而探究教学法和讨论教学法就是要进行实验的两个实验变量，通常依次用符号 X_1 、 X_2 表示。在实验前进行的测试叫做初试，通常用符号 IT 表示；而在实验后进行的测试叫做末试，通常用符号 FT 表示。把两次测试的成绩作一比较，即可得出所产生的变化，通常用符号 C 表示，即 $C=FT-IT$ 。在同一班级里，按照上述单组实验程序进行两次不同的实验处理，分别得出两种变化 C_1 和 C_2 。把两次得出的变化加以比较 (C_1-C_2)，就可以知道究竟哪一种教学方法效果比较好了。像这种单组实验程序就可以用如下的公式表述出来：

$$S-(IT-X_1-FT-C_1)-(IT-X_2-FT-C_2)。$$

$$\text{实验结果}=C_1-C_2。$$

在采用单组实验程序时，必须具备如下的条件：

(1) 后一次实验处理 X_2 在实验对象 S 中所产生的变化 C_2 必须不会受到前一次实验处理 X_1 的影响；

(2) 除了实验变量 X_1 、 X_2 以外的变量必须得到控制，至少要使它们对两次实验所产生的干扰是一样的，或是无关重要的；

(3) 测试必须尽可能准确。两次测试题的难度必须基本相同，否则会使实验结果的误差很大。

2. 等组实验程序。

将不同的实验变量分别在两个或两个以上情况基本相同或相等的班级里进行实验，然后比较他们所得到的变化，这种实验程序就叫做等组实验程序。它可以用如下的公式表述出来：

$$RS_1-(IT-X_1-FT-C_1)；$$

$$RS_2-(IT-X_2-FT-C_2)。$$

$$\text{实验结果}=C_1-C_2。$$

如果实验变量增多，就相应增加实验对象。例如，实验变量有三个，则在程序中将相应增加

$$RS_3-(IT-X_3-FT-C_3)。$$

$$\text{实验结果}=C_1-C_2-C_3。即把得出的三种变化相互比较即可。$$

在采用等组实验程序时所必须具备的最重要的条件就是各组实验对象必须尽可能均等。所谓均等就是指实验变量以外的其他变量对实验的干扰必须相同。例如所选用参加实验的班级学生的原有水平必须基本相同或相等。上述公式中实验对象 S 前面的符号 R 就表示实验对象条件均等。

为了使参加实验的对象条件均等，在分班级或者分小组时可以采用随机取样法或测量选择法分配。所谓随机取样法就是用抽签的方法使参加实验的学生按自然呈现的机会来分组。所谓测量选择法就是把参加实验的学生全部测验一次，然后按测验得分进行合理分配。

采用等组实验程序的优点就在于各个实验变量都是在不同的实验对象中进行实验处理的，彼此不会发生相互影响。

3. 循环实验程序。

将各种不同的实验变量轮换地在各组实验对象中进行实验处理，然后根据各组所发生变化的总和进行比较来决定实验结果。这种实验程序就叫

做循环实验程序。它可以用如下的公式表述出来：

$$S_1 - (IT - X_1 - FT - C_1) - (IT - X_2 - FT - C_2)$$

$$S_2 - (IT - X_2 - FT - C_3) - (IT - X_1 - FT - C_4)$$

$$X_1 = C_1 + C_4 ; X_2 = C_2 + C_3。$$

$$\text{实验结果} = (C_1 + C_4) - (C_2 + C_3)。$$

采用循环实验程序的优点就在于各组实验对象的条件可以不均等。这就减少了实验前的分组的麻烦环节；同时又减少了其他变量的干扰。例如，在比较两种教学方法效果好坏的教育实验中，不同教师教学水平的高低、学生家庭学习环境的好坏都是其他变量。采用循环实验程序，两种教学方法（即两种实验变量）都被每个教师实施过、都在每一班的学生中实施过。因此，即使教师的教学水平有高低、学生家庭学习环境有好坏，而循环的结果却把这些差异所产生的影响均匀地分配给各种教学方法。这样就没有偏向了。

4. 有控制组的实验程序。

最简单的未试有控制组的实验程序可以用如下的公式表述出来：

$$RS_1 - X_1 - FT - C_1 ;$$

$$RS_2 - FT - C_2。$$

$$\text{实验结果} = C_1 - C_2。$$

如果实验变量不止一个，实验组可以扩展，而控制组只需一个就够了。这种实验程序可以用如下的公式表述：

$$RS_1 - X_1 - FT - C_1 ;$$

$$RS_2 - X_2 - FT - C_2 ;$$

.....

$$RS_K - X_K - FT - C_K。$$

$$RS_{K+1} - FT - C_{K+1}。$$

实验结果可将 $C_1、C_2...C_K$ 均与 C_{K+1} 相比而得出。

另一种是初试、未试均有控制组的实验程序。它可以用如下的公式表述出来：

$$RS_1 - IT - C_1 - X_1 - FT - C_2$$

$$RS_2 - IT - C_3 - X_2 - FT - C_4$$

.....

$$RS_K - IT - C_{2K-1} - X_K - FT - C_{2K}$$

$$RS_{K+1} - IT - C_{2K+1} - FT - C_{2K+2}$$

实验前的初试可以设想用与实验变量有关的题目进行；也可以用计划中的未试题目的副本进行。实验前进行初试的优点在于进行数据分析时可将初试分数作为统计控制量，这样容易得出实验处理前后的差异。因此初试题目与未试题目在内容和形式上都要尽可能地近似，以便相互比较。

5. 索洛门(Soloman)四组实验程序。

这是由实验教育家索洛门于 1948 年提出的实验程序。它可以用如下的公式表述出来：

$$RS_1 - IT - C_1 - X - FT - C_2$$

RS₂—IT—C₃——FT—C₄

RS₃——X—FT—C₅

RS₄——FT—C₆

从上述公式中可以看出：四个组是两个实验组和两个控制组。两个实验组所接受的是同样的实验处理，所不同的是一组接受初试而另一组不接受初试。两个控制组也一样，只有一组接受初试。因此，实验结果可以从实验组和控制组的测试成绩的比较中得出。

索洛门四组实验程序的优点在于能查出实验前的初试可能产生的影响，因为有些组参加了初试，而另一些组没有参加。一般说来，初试有可能对未试的成绩产生影响，它也有可能对实验处理产生促进或干扰作用。通常初试被看作是一种保证研究确实性的特殊手段。

上述五种基本的教育实验程序在实际运用时也可以综合起来考虑，但事先必须通过周密的考虑，才能设计出一套较好的教育实验方案来。

关于如何分析实验结果的问题，方法是多种多样的。请看下面两个例子。

〔例一〕某人运用三组实验对象进行两项实验变量的教育实验，其中一组是作为控制组用的。由于在实验前进行了随机取样，三个组均未进行初试，却都进行了两次末试：一次是在实验处理刚结束时进行的，而另一次却是在实验处理结束一段时间后进行。这样做的目的是要判断实验处理是否存在延期效果。这个教育实验程序可以用如下的公式表述出来：

RS₁—X₁—FT₁—C₁—FT₂—C₂

RS₂—X₂—FT₁—C₃—FT₂—C₄

RS₃——FT₁—C₅—FT₂—C₆

试分析如下四种可能得出的实验结果：

(1) C₁=C₃，而 C₁、C₃ ≠ C₅，但 C₂=C₄=C₆。

(2) C₁ ≠ C₃，且 C₁、C₃ ≠ C₅；C₂ ≠ C₄，且 C₂、C₄ ≠ C₆；但 C₁=C₂，C₃=C₄，C₅=C₆。

(3) C₁=C₃=C₅=C₆；但 C₂、C₄ ≠ C₆，且 C₂ ≠ C₄。

(4) C₁=C₃，且 C₁、C₃ ≠ C₅；C₂=C₄，而 C₁、C₄ ≠ C₆；但 C₁ ≠ C₂。

〔分析〕

(1) C₁ 与 C₃ 均不等于 C₅，表明 X₁、X₂ 这两种实验处理都有近期效果；但彼此无差别，因为 C₁=C₃。但从 C₂ 与 C₄ 均等于 C₆ 可知，这两种实验处理均不存在长期效果。

(2) C₁、C₃、C₅ 相互均不等，表明 X₁、X₂ 这两种实验处理都有近期效果，并且彼此的效果也不同。C₂、C₄、C₆ 相互也不等，表明这两种实验处理 X₁、X₂ 也都有长期效果。又从 C₁=C₂、C₃=C₄、C₅=C₆。可知它们的效果均具有持续性。

(3) C₁、C₃、C₅、C₆ 均相等表明 X₁、X₂ 这两种实验处理均无近期效果。但 C₂、C₄ 均不等于 C₆ 却表明它们都有长期效果；而且彼此的效果不同，因为 C₂ ≠ C₄。

(4) 表明 X₁、X₂ 这两种实验处理既有相同的短期效果，又有相同的长

期效果。但长期效果与短期效果是不同的，因为 C_1 C_2 。

〔例二〕某人对索洛门的实验程序作了改进，采用了六个组，增加了检验是否存在延期效果的内容。这个实验程序可以用如下的公式表述：

$RS_1-IT-C_1-X-FT_1-C_2-FT_2-C_3$

$RS_2-IT-C_4-X-FT_2-C_5$

$RS_3-X-FT_1-C_6-FT_2-C_7$

$RS_4-X-FT_2-C_8$

$RS_5-IT-C_9-FT_1-C_{10}-FT_2-C_{11}$

$RS_6-FT_2-C_{12}$

试分析如下三种可能得出的实验结果：

(1) $C_2=C_6$ ，而 C_2 、 C_6 C_{10} ；但 $C_3=C_5=C_7=C_8=C_{11}=C_{12}$ 。

(2) C_3 C_5 ，而 C_3 、 C_5 C_{11} 。

(3) C_2 C_6 ，而 $C_6=C_{10}$ ； $C_2=C_3=C_5$ ； $C_6=C_7$ 、 C_8 、 C_{11} 、 C_{12} 。

〔分析〕

(1) C_2 、 C_6 均不等于 C_{10} ，表明这种实验处理具有短期效果，无论是否举行初试，情况都一样，因为 $C_2=C_6$ ；但从 C_3 、 C_5 、 C_7 、 C_8 、 C_{11} 、 C_{12} 均相等可知，这种实验处理没有长期效果。

(2) C_3 、 C_5 均不等于 C_{11} ，表明这种实验处理具有长期效果；但 C_3 C_5 ，表明这种效果对于是否举行初试的组是不相同的。从这一点可以看出，初试对这种实验处理是有干扰的。

(3) 从 $C_6=C_{10}$ 可以看出，这种实验处理是没有短期效果的，又从 C_6 、 C_7 、 C_8 、 C_{11} 、 C_{12} 均相等可知，它也不存在延期效果。但是从 C_2 C_6 可知初试对这种实验处理是有干扰的，而且这种干扰还是长期持续不断的，因为 $C_2=C_3=C_5$ 。

上述六组实验程序的特点是：除了可以用来检验实验处理的短期效果和长期效果外，还可以检验初试的影响以及两次未试的影响等。

四、历史研究方法

运用历史方法探究中学物理教育的本质，揭示和掌握中学物理教育发展的客观规律也是中学物理教育科学研究的方法之一。所谓历史方法就是借助于已发表的论著和资料，从历史发展的角度来研究中学物理教育现象。用历史方法总结以往学校和教师个人的中学物理教育、教学经验可使我们从前人获得的成就或走过的弯路吸取经验教训，从而改进和推动今后的中学物理教育工作。

历史研究要求资料齐全。教育史料是研究教育发展的前提条件。任何关于历史研究的课题，如果资料不全或者得不到开展研究所必需的资料，即使已有很好的构思也只得作罢。例如对“初中物理教学方法的历史研究”这样一个课题，至少必须普遍翻阅解放以来的《物理通报》、《物理教学》、《物理教师》等中学物理教育杂志才有可能。

中学物理教育科学的历史研究法要以辩证唯物主义和历史唯物主义为指导，必须处理好教育领域中的史观与史料的关系，处理好广大教师智慧与某些教育家个人贡献的关系以及教育的普遍规律和特殊规律的关系。

五、比较研究的方法

教育的比较研究是从比较国家、地区、学校的各种教育现象中发现其间的类似性和差异性开始的。但比较研究的意义不仅在于指出其异同点，还要探明造成这种异同的原因，发现共同的原理。

教育的比较研究起源于1817年，法国教育家朱利安(M. A. Jullien, 1775 ~ 1848)首次提出过一个比较教育的计划。他从直觉观察的立场出发，用纪实的方法介绍了外国优秀的教育制度和教学方法，其目的在于借鉴外国优秀教育的观点，研究外国的教育制度为本国所用。到了20世纪，这种研究受到社会学发展的影响，逐渐采用了分析各种因素的手法，目的是为了更深刻地理解外国的教育，探明形成各国教育制度的因素。

20世纪中叶以后，教育的比较研究方法变得更加科学。按照美国教育家乔治·贝雷迪(G. Bereday)在《教育中的比较法》一书中所提出的见解，比较教育研究工作必须经历如下的四个阶段：

(1) 纪实。广泛搜集有关研究对象的资料，客观地描述事实。搜集资料的方法可以有阅读资料和直接观察两种，而最重要的是直接进行考察。

(2) 解释。对所了解到的教育情报资料进行解释，以便不仅了解事物是怎样的，而且要了解事物为什么会这样。为此，必须把所描述的事实的内容进行多元的解释，即对影响这些事实的各种因素进行分析。

(3) 并列。将已经判明的事实加以整理，按可以比较的形式排列起来，确定比较的格局，并设立比较的标准。然后进一步分析资料，提出比较分析所必需的假说。

(4) 比较。通过全面地比较研究，验证所提出的假说，作出一定的结论。

中学物理教育中的比较研究方法是多种多样的。最常用的方法是区域研究与专题研究相结合的方法。具体地说，区域研究是专题研究的前提，而专题研究又是区域研究的深化。

所谓区域研究就是分别研究事先选定的若干个区域（如地区、城市、区县、学校等）的中学物理教育的实际情况。为此，首先必须全面了解情况，掌握丰富材料。研究人员可以通过实地参观访问来获得第一手的感性材料。有人甚至提倡采用“参与观察”的方法。采用这种方法，研究人员必须作为研究对象的成员，身临其境，进行比较长期的观察研究。例如，要研究一所学校的教育，研究人员最好作为一名教师，参与该校的教学工作，进行实地研究。这种研究方法的优点是所得的材料真实可靠。此外还可以通过分析资料来了解情况，例如区域内的教学计划、教学补充材料、会议记录、汇总表、学生成绩统计报表等等也都可以视为第一手材料。了解情况、掌握材料之后，就要深入分析研究，抓住问题的实质。我们通过调查研究了解到某个区域的中学物理教育情况之后，还要深入研究其原因，做到不仅知其然，还要知其所以然。为此，必须采用科学的分析方法，即适当运用因素分析、质量分析、数量统计等方法来深入分析中学物理教育的全过程，包括教育效果等问题。只有通过深入的分析研究，才能对所研究的问题有一个实质性的认识。

所谓专题研究就是比较研究两个或若干个区域的某个专门性的问题。为此，首先必须把各个区域的同一类问题并列在一起进行比较。例如可以把几个区域的中学班级平均人数、物理教学方法、教师平均工作量、实验室数量、实验设备、实验教学情况、考试命题情况、教学效果等问题分别排列在一起分析比较，从中找出各个区域的特点和共同趋势。由于教育现

象极其复杂，它所涉及的范围也极其广泛，因此在分析时必须从内在的联系上来分析问题，而不要简单地以表面现象来判断一切。

第三节 中学物理教育科学研究的成果形式

教育科研论文、调查总结报告、经验总结报告、实验性研究报告等都是中学物理教育科研的成果形式。撰写好研究报告对于教育科研人员十分重要，否则就会有“功亏一篑”之感。总的说来，这些研究报告和总结至少应达到如下三点要求：

(1)要详尽地反映研究工作的全过程，包括研究目的、研究方法、研究结果等。

(2)要反映研究者对该研究课题所持的结论，以及阐明这个结论是怎样分析得出的。

(3)研究报告和总结中所提出的观点要鲜明，涉及的方法必须具体描述。材料要充分，如报告中涉及的一些数据和实例都应该具有一定的信度，而不是编造出来的。

教育科研论文和研究报告的撰写并没有统一的格式，但一般可分为如下六个部分：

(1)序言（问题的提出）。这一部分主要阐述该研究课题的目的意义，说明该研究课题的背景材料，以及该研究课题是怎样被提出来的。例如，研究者是通过哪些文献资料得到启发，打开思路，提出课题的。其次，对所研究课题的含义也可以在这里表述清楚。有时还可以指出研究该课题的重要性和必要性。

(2)研究过程与方法。这一部分应详细叙述研究该课题所采用的方法和研究工作的整个过程，包括对研究前准备工作的描述，如研究对象的选择，抽样方法的采用等等。这一部分必须详细描述，因为它是评价该课题所采用的研究方法是否科学、合理，设计是否周密的主要依据；也是今后提供推广的主要“蓝本”。

(3)研究结果的整理、检验与分析。这是属于数据处理的部分。要求能把研究结果直观、形象地显示出来。在表述上可以进行典型事例的分析。有时还可以把各种测定的数据按照内容列出标题，用统计图表列出来。

(4)讨论。这是对该研究课题涉及的理论、方法以及尚未明确的问题作适当的讨论和补充说明。例如，对研究课题中所采用的研究方法和研究效果的可靠性作适当的讨论。

(5)结论（我们的看法）。这是有关研究该课题所得出的结论部分。对于研究结论的措词要认真推敲，要力求确切地表达出研究的成果。对于应该否定的假设必须明确予以否定，而不能含糊其词。

(6)参考资料。在研究报告的最后部分，把与研究该课题有关的重要文献和著作列出来，包括在报告中引用过的资料、观点和语句的出处。这样可使读者了解在这些问题上，该课题的研究者的研究有了哪些进展。

第四节 当前国内外物理教育科学研究趋向介绍

我国的教育理论研究自 1978 年党的十一届三中全会以来有了很大的发展。由于思想解放，开始引进和介绍了国外尤其是欧美国家的许多新的教育思想和教育理论，从美国的布鲁纳、布卢姆，瑞士的皮亚杰，到苏联的赞可夫、苏霍姆林斯基等，同时对美国杜威的实用主义教育思想和苏联

凯洛夫的教育思想也重新做了实事求是的评价。在教育科学研究方法上也有了新的突破，引进了教育实验、教育测量、教育统计和教育目标分类与评价等方法。这些进展对于中学物理教育科学研究都起了巨大的推动作用。

一、当前我国物理教育科研的方向

根据全国第二次教育科学规划会议精神，我国现阶段教育科学研究工作的指导思想是坚持以马列主义、毛泽东思想为指导，以研究我国教育事业发展与改革过程中的理论问题与重大现实问题为中心，逐步建立具有中国特色的社会主义教育科学。

当前我国教育改革的形势大好。从学制、课程到教材、教法都在进行新的试验。过去的那种“一纲一本”的局面已被打破。根据国家教委有关教材建设的规划，目前全国共有八套九年制义务教育的教材正在编写和试用之中。因此，当前我国物理教育科研的方向与其他学科的教育科研方向一样，要积极地当前的教育改革服务。

具体地说，在课程建设问题上，要研究物理课程应单独设置好呢，还是作为综合理科的一部分好。根据国家教委《现行普通高中教学计划的调整意见》，高中物理课程在高一、高二年级设必修课，每周3课时，而在高三年级设选修课，每周4~6课时。要研究在教学内容上该作怎样的调整。

在教材问题上，由于出现了多种物理教材的局面，要研究如何评价教材并且达到量化的问题。各套新教材均有一个试用阶段。在试用阶段里要研究如何通过教学达到预期目标的问题。

在教学方法与手段问题上，要研究如何运用新教材在教学中渗透德育的问题，培养能力和发展智力的问题，突出重点的问题等；还要研究如何运用电教手段包括计算机辅助教学等问题。

在实验教学问题上，要研究如何针对新教材开发新实验，试制新设备，制订新目标，进行探索性实验的问题。

在教学评估问题上，要研究如何针对新教材进行标准化考试的问题，进行教学测量与统计的问题。还要研究如何进行实验测试与考试的问题等等。

二、国外物理教育科学研究的趋向介绍

(1)教育研究在哲学上的转变 从仿效自然科学到把教育研究看成是社会科学、实证科学的研究。开始把观察、验证、现象与原理的一致看作是教育研究的精髓。

(2)在研究模式上向认知方向发展 改变了过去只对外部现象进行研究的传统。过去由于受到行为主义理论的影响，往往把学生的外露表现，如测验、练习、语言行为和家庭作业等作为学科教育研究的因变量。近年来，一方面由于皮亚杰学说的巨大影响，另一方面由于对计算机应用的研究，指导研究的模式已开始变化，被试者的认知过程已成为教育研究的重要内容。

(3)在研究方法上从定量研究到定性研究的变化。本世纪以来，由于统计学在教育研究中的大量采用，使许多教育研究人员确信，实验技术是处理教育问题的最强有力的研究方法。有些人甚至认为只有定量研究才是真正的科学研究。而对定量研究方法持反对意见的人则断言唯有非实验的

方法，即采用定性研究方法才能发现那种准科学的教育研究所难以接近的“现实”。定性研究方法的特点是把自然情境作为资料的直接源泉，运用参与观察(Participant observation)和深入交谈(indepth interview)深入到学校、课堂、学生中间和其他场所，了解与课题有关的事情。定性研究方法所关心的是过程、事实和对资料的归纳、分析，而不仅仅是数据、结果。例如，若要研究某位教师物理教学方法的特点，固然可以用调查法、谈话法、随机实验设计法；但也可用六个月乃至一年的时间，深入地观察和研究这位教师在一个班级教学的全部情况。从这种实地观察的记录中，可以得到许多并不亚于实验提供的信息量。因此，从表面上看来这两种研究方法是相互冲突的，但实质上它们是相互补充的。定量的和定性的研究方法只是从不同的方面帮助我们认识研究的对象。同时采用这两种方法的研究比只用其中一种方法的研究更能产生好的效果。

(4) 研究场所和研究材料两方面的变化。对学习问题，过去曾有过许多实验室研究，而现在更多的研究却在学校和课堂中进行，所用的材料也就是实际教学中的物理教材。这就是说，现实的教学问题已逐渐成为重要的研究课题，而在实验室中人为设计的材料已不再占统治地位。

(5) 许多研究人员已开始从事教育成品或技术的研究，而不只是研究事物本身。例如，由英国剑桥郡艺术与技术学院(Cambridgeshire College of Art and Technology)试制成功的一张录像唱片(videodisc)《运动：直观的资料基础》(Motion: a visual database)相当于194部电影短片或者一本55000页的画册。这是为师生进行物理教学所提供的一套全新的教学资料，里面包括各种运动物体，如撞击汽车与火车、落体、转动物体、网球运动、运动员和体操的运动、火箭、宇航员在太空中的运动，还有实验室里物体在气垫导轨上的运动等等。因为与之配套的还有一套微型计算机的软件，所以教师在微型计算机的辅助下可以对这些运动物体进行定性和定量的分析。

(6) 研究重点的变化。开始重视对教学问题的研究。由于对认知问题研究的重视，开始研究教师对教学工作的看法，利用录像研究教师的教学过程，了解教师为什么要这么教的问题等等。

