

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中学课堂教学改革全书

物理课堂教学(上)



1. 物理教学模式及其改革

教学模式是教学思想的反映。不同的模式会培养出不同规格、质量的人才。如何根据当前社会发展的需要建构与之相适应的教学模式，应是教学研究的一个重要课题。本文在分析评价传统、现代教学模式的基础上，结合国内教改实践，探讨中学物理教学模式的新思路。

【传统教学模式评析】

随着社会的发展，人们对教育、教学的研究也日益深入。直到17世纪捷克教育家夸美纽斯在他所著的《大教学论》中，首次系统地阐述了教育、教学原理，使教学论成为一门比较系统的科学。但真正完整地建立教学模式，则是从19世纪赫尔巴特开始的。赫尔巴特的教育思想在西方教育史上被称为传统教育。他将心理学运用于研究教育、教学问题，主张教师要按照学生的心理活动规律安排教学。他认为，观念是人的全部心理活动的基础，强调教学过程的统觉作用，并由他的关于人的本性是中性而被动的观点，认为教学过程中，学生是以一种被动的姿态接受教师由外部提供的知识信息，从而形成他的心理。据此，赫尔巴特提出了传递—接受型的教学模式。其程序为教学过程四阶段：明了——联想——系统——方法。与这四阶段相应的心理活动为注意、期待、探究、行动。赫尔巴特首次将心理学原理应用于教学过程，无疑，这是对教学论研究的巨大促进。此后，赫尔巴特的弟子赖因根据当时传授知识的需要，又将“四阶段”教学模式扩展为五步骤：预备——提示——联系——总结——应用。19世纪末20世纪初赫尔巴特的教学思想盛行欧美并传入中国。

前苏联教育家凯洛夫继承发展了赫尔巴特的教育思想，强调教学过程中教师的主导作用，在“四阶段”教学理论的基础上进一步提出了“五环节”的课堂教学结构，即组织教学——引入新课——讲授新课——复习巩固——布置作业。凯洛夫的教育思想对我国中、小学教学影响很大。建国初期我国各科教学都严格地执行五环节结构模式并一直沿用至今。我国的传统教学一方面来自孔子的教学思想，另一方面也包括赫尔巴特和凯洛夫的教育思想。

传统教学模式影响深远。对其进行正确分析评价是搞好当前教学改革的前提。应该看到，传统的传递—接受型教学模式以及与其相应的五环节课堂教学结构能充分发挥教师的主导作用，有利于高效率、大容量地传授系统的文化科学知识。教师的透彻讲解可以使学生迅速扫清认知上的障碍，大量的练习巩固能使形成技能、技巧。五环节的安排既有利于知识的掌握，也符合认识规律，在社会科学技术发展相对稳定时期，能迅速培养出大批知识型、继承型人才，其历史功绩不容置疑。

然而，在当前社会急剧变革的情况下，这种单一、呆板的模式已与时代的发展对人才培养的要求相悖。对于物理教学来说，其弊端主要表现为：

第一，传统教学模式主要强调教师的讲授，在一定程度上忽视了学生的积极参与，把学生的头脑当成被动地接受知识的容器，严重地束缚了学生的个性和创造能力的发展。

第二，学生在学习物理知识之前，对丰富多采的物理世界因每个人的生活经验不同而认识各异，且学习物理的心理状态也千差万别。传统的教学模式按等量同速度进行教学，不利于因材施教，难以实现教学过程最优化。

第三，传递—接受型的教学模式，缺乏对教学信息的适时检测和反馈，不能实现对教学过程的及时调节和最佳控制。

第四，在传统教学模式中，教师的讲授只着重在物理知识的结论及其应用上。大量的作业、练习目的也都是为了应试。对于物理知识的来龙去脉、获得过程重视不够，对学习方法和缺乏指导。其结果，培养的人才思路不活，迁移能力差，不能适应未来社会发展变化的需要。

由上述可见，在批判继承的基础上，改革传统教学模式，立足于创新，根据时代的需求培养具有开拓精神、创造精神的人才已是当务之急。

【现代教学模式的发展】

对传统教学模式的改革是由20世纪初美国实用主义教育家杜威首先开始的。当时由于资本主义社会的发展，使社会科学技术、文化、生活发生了深刻变革。杜威认为教育应适应社会变化的需要。提出“进步教育”思想，对赫尔巴特的传统教育思想进行了挑战。他反对教学恪守死板的程序，主张教学应从以教师、教材为中心转移到“以儿童为中心”，提出“从做中学”的基本原则，重视教育与社会、教育与生活的联系和学生能力的培养。在这些思想基础上，提出了“五段式”教学模式，即暗示——问题——假设——推理——验证。杜威的教学模式弥补了赫尔巴特教学模式的不足，重视学生智能的培养，但忽视系统知识的教学，降低教师的作用，曾一度严重地影响了教学质量，从而被否定。

本世纪五十年代以来，由于科学技术的迅猛发展，特别是“三论”、人工智能、电子计算机的产生，对教学实践和教学研究影响深刻，教学改革方兴未艾，各种各样的教学模式相继出现。例如，斯金纳依据操作性条件反射学习原理，提出了程序教学模式；罗杰斯等人依据个别化教学理论和人本主义教学思想，倡导非指导性教学模式；根据社会互动理论，马歇尔和考科斯提出社会探索模式；由学习者在学习中心理过程出发，加涅提出了八级阶梯式教学模式；根据信息加工理论，皮亚杰和西格尔提出了认知发展教学模式、布鲁纳的概念获得教学模式、奥苏贝尔的先行组

织者教学模式相继出现；在研究学生学习特点和学习目标分类基础上，布鲁姆提出了掌握学习模式，如此等等。

这些教学模式的出现，标志着人们对教学规律认识的深入。从中也使我们看到，教学模式的研究方法已从单纯的教学经验归纳走上了理论演绎的道路，教学模式的形式也从单一化发展为多样化。各种教学模式同时并存，并在教学实践中接受检验。

【课堂教学结构分析】

教学模式的基础和依据是课堂教学的结构。

课堂教学方式方法是多种多样的。从基本结构来看，包括教材的逻辑结构；知识体系的纵横结构；师生之间的情绪结构；安排上的节奏结构。在这个结构框式下，充实以各种各样的内容，表现出丰富多彩的形式，贯彻各自的独创方法，发挥各自的优势，从而得到更好的教学效果。

(1)教材的逻辑结构

每节课都授以一定的知识内容，包含着一定的信息量。这些信息不是孤立的，是有一定的联系，是顺着一定的逻辑规律而组合的，这个规律可以由教师自己编排，也可以依照教材。上课，是要把这个逻辑结构教给学生。教师的备课，在理解熟悉教材的基础上，理清一条如何讲课的逻辑主线，并顺着这条主线，把众多的信息有机地传递出去。它的逻辑结构，一般可以是课题的提出、设疑、解疑、依据的方法、论证、结论、讨论等几步。层层深入，达到一节课的目的。

试看一个实例，高中物理中讲到原子结构模型。教材中先讲汤姆生提出的假说：正负电荷是均匀分布在原子内部的，即所谓“葡萄干蛋糕式”。卢瑟福通过小粒子散射实验，看到实验的三个结果：大部份小粒子穿过金箔偏角很小；有少数小粒子偏角较大；有个别的小粒子以原路径飞回。由这三个结论，卢瑟福提出了他的原子结构学说。那为什么由这三个结论推出汤姆生的学说是错误的呢？课本上的分析很简略，完全避开了数学上的论证。学生大多讲不清，讲不全。这个原子结构学说，学生很易记住，在初三学化学时就已有所闻，但是如何得出的，他们是第一次学到，对学生讲清分析其中的逻辑关系：为什么大部份的小粒子偏角很小？大部份小粒子能穿过薄薄的金箔，这事实说明了什么？为什么有少数的小粒子偏角较大？受什么力影响？这事实又说明什么？为什么只有极少数的小粒子才能按原路飞回？（不是弹回），……，一层层的课题提出，设疑、解决，直到讨论结束。科学知识本身是逻辑性很强的，讲清其中的逻辑关系，培养学生正确的逻辑思维，使他们有一个清晰的思路，掌握明确的主线。教师不论采用何种教学手段，首先把握住教材的逻辑结构看来是重要的。

(2)知识体系的纵横结构

教材内容在纵向与横向方面都是有联系的。

例如：原子反应堆中要用减速剂，为什么是石墨或重水。在纵向方面要运用力学知识；在横向方面要有化学知识，数学知识。在课堂教学中，不论采用何种方法，孤立地讲授物理知识，而要学生理解掌握这部份的物理概念，这看来不大可能。当然，物理方面的知识是主要的，但随时注意知识的纵横联系，提请学生注意，这是课堂教学中的一个结构内容。从宏观上看，现在教材内容，已注入了不少纵横的内容；从微观看，每个学生所学的内容，面已大大扩展，学生对完全陌生的东西不易学会，而对似曾相识，但需跳一下才能摘到的内容却是有较高的积极性。

例如：学生的数学知识到高中时已学过不少，但用到具体的物理问题时，如何运用，常不知所措，这在很大程度要依靠教师的引导。如平抛运动的轨迹为什么是抛物线？由实验当然可以看出（现行教材，也是这样教给学生的）。但如果加上水平方向 $x = v \cdot t$ ；竖直方向 $y = \frac{1}{2}gt^2$ ； $y = \frac{1}{2}g$

$(\frac{x}{v})^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{g}{v^2 \cdot x^2} = kx^2$ 。像这样的课堂教学结构，不是可把学习效率

大大提高一步吗？不再是硬套公式，死记概念，从而学得活、更快吗？

(3) 师生间的情绪结构

所谓情绪结构，主要是指教师与学生之间的感情交流，教师与学生之间的可信度、信任感、理解度。由此而互相配合的默契与促进，努力与提高，使教和学两方面都有较好的效果。

在学生方面：学生对课程的兴趣与否，学生的身体健康情况，学生上节课的思维残留，教师的课堂形象以及平时对教师的语言是否有信心等。

在教师方面：首先教师的心理不应是，我是教师，我可以难倒学生，尤其是知识方面。有了这种心理上的优越感，就很难找到师生之间的平等地位和师生之间的平衡点。因为当学生把你视作一个不可逾越的，或者是很难超过的障碍物后，逆反心理就随之而生，很难再有兴趣。

有了互相信任的情感，课堂教学中的交流就有共同的基础。而在交流之中，教师的语言是十分重要的。在这方面教师上课的语言生动、风趣固然是一个方面。而更重要的是，教师的语言应体现出有信心的。学生对教师上课时故弄玄虚。“这个……那个……”的不连贯语言是很不欢迎的，也是很易失去对教材的兴趣。

在情绪结构中，还有重要的一条是设置悬念。课堂教学是艺术，而艺术最可贵的真谛是：悬念。一望无遗，结果是思想懒惰，平淡无味，什么都清楚了，学生与教师的感情并不能沟通，“点拨”得当，师生的关系容易融洽，学生才会有“自我”的信心。而这种“自我”有多么的可贵。瑞士的皮亚杰早就提出：儿童从七八岁开始就有了“自我中心”的态度来支配自己的思维、愿望、内心要求。

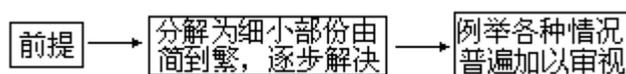
(4) 安排上的节奏结构

课堂教学要讲究节奏，有张有弛。从信息论观点看，如果在及时反馈的信息之前，马上加上新的信息，那么吸收新的信息率是要大大降低的。因为只有反馈而且是及时反馈，才能控制系统，否则很易出现偏离。

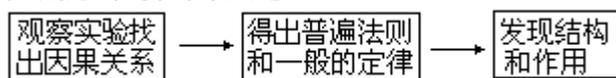
在课堂教学中节奏表现之一，是要有设问、实验、思考、归纳。同样也要有各种穿插，要使学生有喘息。有次，我们讲锦江乐园的大圆环滑车，最高点的向心力；大转轮的座椅平动等。学生这时交头接耳地讨论，是很有效的，有的女学生还说，我当时有多么害怕，尖叫起来。这不是放纵，而是放松！一般时间不宜过长(1~2分钟)，一节课依照中学生特点，最好能10~15分钟就有一次小停顿，看看效果如何？反馈的信息是否理想，是否要调整讲课程序，深广度，学生是否大部分有兴趣等等。然后再讲第二个知识的高潮点。

节奏表现之二是条理清楚。一节好的课，学生不应感到模模糊糊，而是应该感到条理清晰的，思路是明确的，结构是严密的，可信的，是可以掌握了的。

笛卡尔对问题的解决的程序用框图表示为：



牛顿提出的框图表是



不论何种模式，有一个共同点，就是从感知到认知，这是一个飞跃。条理清楚，即是引导学生从解决简单问题(是感知)依靠的是刺激 \rightleftharpoons 反应(S \rightleftharpoons R过程)，过渡到解决复杂问题(是认知)依靠的是科学概念(C \rightleftharpoons A，即条件 \rightleftharpoons 动作)。它们的信息量单位，前者是“比特”，后者是“组块”(人的短时记忆的最小单位)，这就是依靠把知识分解，要依靠条理清晰可辨。学生掌握这个分解，最后再是小结归纳，才会有一个飞跃的提高。

把各种框式综合起来，即是：



这中间的双向箭头，表示不断地检验，对照，理顺程序。

不同班级的学生对条理清楚的理解并不完全相同，解决的方法也不尽相同，我们曾对不同的基础学生讲授楞次定律时，一是先给结论，然后再以实验来审视(即笛卡尔的框式)一种是完全由学生实验来得出，再归纳(即牛顿的框式)效果可以是相同的。不同的学生应有不同的程序，但结构的每一步骤目的应用是相同的，由这一步走下一步是可信的，是学生可以接受的。

节奏结构的第三点是最后的课堂“小结”。匆匆结束，小结不明确，

马马虎虎提几句，就了结本节课的内容，这是一种“心理冷却”。一堂课有一节课的收获，解决一个或几个知识点。从信息论上说是有了多个“组块”，这是不可忽视的。这个小结应该是简洁的，明确的，有意义的。每一个知识点，它的最终表达是和谐的“外在证实”与“内在完整的统一”。这是科学美、教育美的重要方面。

讲课的节奏结构，来源于教师的备课，来源于教师对教材的钻研与再创造。

【教法与学法的最优组合】

这是构成教学模式和方法体系的技术基础。

(1) 教法与学法组合的必要性

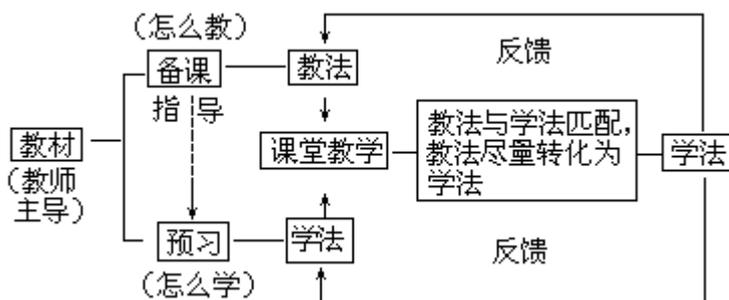
整个中学物理知识教学，是循序渐进、自成系统的。但长期以来我们的教学设计却是一个僵死的、封闭的模式。而学生思维的发展则是一个开放系统，这封闭的模式与开放系统两者本身就是相背离的。如果将学生无限的思维发展束缚在一个模式中，创造性人才的培养则是空谈。学生为主体，这是对的，但目前的教法，若仅仅把他们作为接受主体，而不是把他们作为精神主体、创造主体，必置学生于被动的主体地位，大大压抑他们自身的发展。

目前的教学状况逼着我们去研究，在教学过程中，教师如何教，学生怎样学，教法与学法才能得到最优组合。要达到最优组合须经过三个发展层次，即：变教为学 活教活学 会教会学。即教师首先要转变教学思想，同时帮助学生提高对学法学习的认识；其次，教者着重研究教法与学法在教学过程中的综合运用，突出一个“活”学；最终达到教法与学法的最优组合境界，会教与会学绝不是形式的表现，而是体现在教与学的活动之中。

(2) 实现教与学最优组合的思路与方案

要实现教法与学法的最优组合，在遵循整体性原理的基础上，必须使每一具体课堂教学都达到最优化程度，也只有优化了所有的教学活动才谈得上整体的意义。因而基础思路是：改革教材、教法 指导学生 \rightleftharpoons 实现教法与学法的最优组合。具体一堂课（或一节内容）教与学结构图如下页图：

教师备课着重考虑教法：如何有效地指导学生；学生明确如何在教师指导下积极主动进行预习和学习，然后，教师带着有利于学法的教法，学生带着能与教法呼应、默契的学法，进行课堂教学。教学中，教与学双方在协调的同时也必然会发生碰撞。一方面教师教法转化为学生学法，变成学生积极主动，生动活泼地学，另外学生的学法反馈到教师脑中，不断调整教法可能出现的“偏航”，向教与学最优化的目标努力。结果一次课更比一次课优，区域之优构成整体之优。



如学生实验课与指导说明题的最优组合。

对初中学生，物理实验无疑是他们最感兴趣的一门课程，为提高学生的动手能力，培养学生良好的研究物理问题方法，使教法与学法最优组合，可从以下几方面入手：

从明确实验目的和原理，认识仪器的名称、构造，熟悉仪器性能和使用注意点，布置短小、多形式的预习提纲，进入实验室后，让学生熟悉仪器与熟悉相结合，然后由教师一边实验一边讲解，使他们对实验程序和重要环节有一定直观感觉，也可有意适当安排违反常规、颠倒重要实验次序的错误由学生指出，最后学生利用剩余时间和第二节课（这指比较复杂的实验）再进行实验。教师只需对个别小组加以辅导即可，而对实验快、数据准，学生头脑活的小组，鼓励他们分析误差原因，点拨改进实验方法。教学实践证明，初三下学期的学生即使在一堂课内也能完成“测定小灯泡的功率”实验。

初中说理题占总题量 50%还强，而能否完整地，有条理地回答说理题关系到学生思维、表达、推理能力的高低。

对学生的指导分五步：审题（读题，明白要求） 构思答案 组织语言 写答案 检查。

将说理题具体分类，如惯性问题，摩擦问题等等，遇到什么类型即可对症下药。如惯性问题的步骤是：明确研究对象（研究对象常在疑问句或词中） 抓住研究对象原来的运动状态，现在状态又如何？ 组织语言 书写答案 默读检查补漏。

找出学生答案中在惯性前面加的“产生”、“出现”、“惯性力”等错词，这些内容反馈到教师脑中，再向学生阐明，“惯性”由于是物体本身具有的属性，只能使用“由于惯性”或“因为惯性”等句。

每遇到一种类型就解决一类问题，最后将一学期或全册的问题归纳分类，学生看到说理题就胸有成竹，不至于无从下手，更不会语无伦次。

实现教法与学法的最佳组合是提高教学质量的突破口。教与学双方处于乐教乐学的情境之中，自觉地运用学习规律，能有效地缩小差生面。

【当代我国中学物理教学模式概观】

我国广大物理教育工作者和物理教学研究人员在吸取国外教学理论精

华基础上，结合我国中学物理教学实际，创造了许多新型教学模式，概括一下，当前使用较多的有以下几种：

(1) 新型传递——接受模式

由前面分析可知，传统的传递——接受型教学模式有许多弊端，但也有值得肯定之处。为利用其合理因素，克服其弊端，各地物理教师多在原有基础上进行改造，即采用启发式的讲授。这种贯彻了启发式教学的传递——接受教学模式，暂且将其命名为新型传递——接受模式。这种教学模式的程序为：引起动机——引导观察——形成概念——巩固——运用。贯彻启发式教学能够调动学生的积极思维，增强学生学习活动的积极性、主动性。根据奥苏贝尔的意义学习理论，只要教师的讲授是有意义的、内在联系紧密的学习材料，充分利用学生原有认知结构中可以利用的物理概念、规律，学生便可顺利地将新知识同化。这种教学模式在新授课中应用较多。

(2) 引导——发现教学模式

布鲁纳认为，教学过程要使学生在教师指导下，象科学家发现真理那样去进行再发现。物理教学中引导——发现教学模式的程序为：明确课题——研究探索——建立假说——获得概念——新情境中应用。此模式能充分调动学生学习积极性、主动性，使学生理解物理知识的获得过程，有利于培养学生的探索能力。但化时较多，要求有充足的学习材料、实验仪器等，也不是对任何课题都适用。有些课题如牛顿第二定律、欧姆定律等可用此模式教学。

(3) 自学——讨论教学模式

在传统教学模式中，教师讲学生听是单通道的信息传递，不能及时接受反馈信息，不利于个体最优发展。自学——讨论式则实现了师生之间、学生之间的多通道的信息交流，显然效果要好得多。另外，这种模式能最大限度调动学生学习积极性，培养学生的发散思维能力。此种模式要求教师有雄厚的知识基础，灵活应变的教学能力，精心安排好讨论程序。学生要有较好的知识基础。

(4) 单元教学模式

布鲁纳的教育思想之一是提倡结构主义教育，强调让学生掌握学科的基本结构。单元教学模式的突出特点则是加强了知识的内在联系。单元教学模式的程序有多种。武汉师范学院黎世法副教授提出的六课型单元教学模式的程序为：自学课——启发课——复习课——作业课——改错课——小结课。这种模式适于理解能力和思维能力较强，已经能够基本进行独立学习的学生。

(5) 掌握学习教学模式

美国教育家和心理学家布卢姆认为 90%的学生在学习上的差异是学习速度的差异。只要根据每个学生的能力和学习基础，给以适当的学习时间，

改进教和学的方法，所有学生都能达到最低标准的学习目标。根据他的“掌握学习”理论，提出了掌握学习的教学模式，我国中学物理教学中应用也较为广泛。此模式程序为：确定单元教学目标——单元教学——单元形成性测验——矫正学习——终结测验。这种教学模式使教学目标明确化，重视反馈、评价的作用和非智力因素的培养，对学生只有鼓励没有惩罚，可以增强差生的学习信心，提高其学习兴趣，有利于大面积提高教学质量。由于人们的思维是前后密切联系的复杂过程，有时行为目标难以严格划分。

(6) 立体化教学模式

教学模式五花八门，种类繁多。任何一种模式都不是普遍有效的。在中学物理教学改革深化的情况下，如何获得统一的认识，建立一个具有更高层次概括的教学模式，这是值得研究的问题。

已有的教学模式多是依据某一种理论或原理建构的一维（只考虑教师如何教）或二维（不仅考虑了教师的教也考虑了学生的学）的模式。考虑到现代教学论对教学过程本质认识的深化（即教学过程是学生在教师指导下的认识和发展过程以及学生个体的审美过程），近年来开始出现了在原来二维模式的基础上，同时体现物理教学美学原理，从而建构起来的三维的、多层次的、立体化教学模式。

立体化教学模式以演绎法建立。其主题（即依据的思想、原理、理论）应依据现代教学化观点，现代认知派学习原理，辩证唯物主义认识论，物学习心理，物理教学美学原理等。

根据现代教学论观点，教学过程中教师处于主导地位，学生是主体，双方要相互作用、协调工作、发挥整体功能才能获得更佳的教学效果。从教师教的角度看，立体化的教学模式有利于教师将贮存在教材中的知识信息有效地传输出去，能够引导学生通过自己的努力将知识信息内化为自身的精神财富并转化为能力。从学生学习角度看，立体化教学结构有利于学生亲自参加认识活动，充分体现其学习主体的地位，有利于其智能发展。因此，它是以辩证唯物主义认识论和现代认知派的学习原理为指导的。

立体化教学模式还是以物理学和心理学为指导的，考虑学习者的心理结构。既重视心理结构中智力心理要素的作用，也重视非智力心理要素的作用，发挥其积极性一面，克服其消极性一面，以实现教学结构与心理结构和谐统一，同频共振。

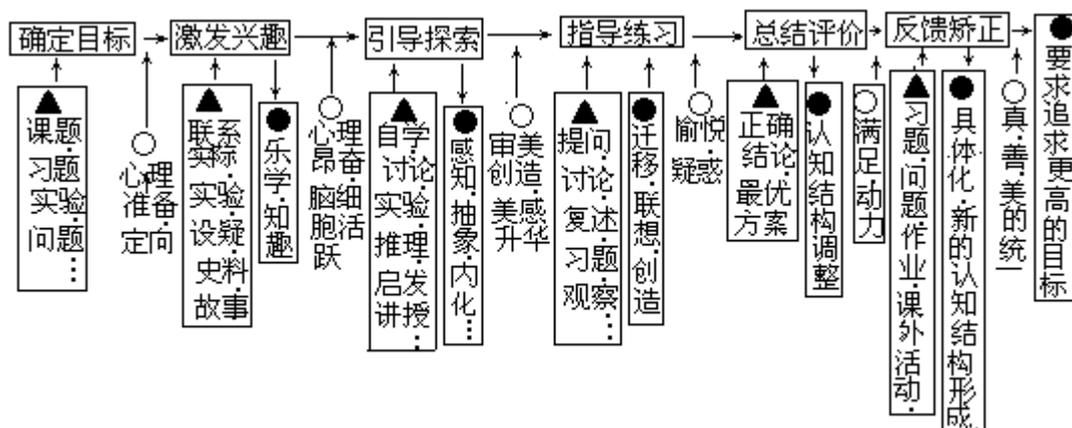
物理学家探索物理知识的过程，也是科学的思维方法形成、发展的过程。立体化教学模式的程序也注意与物理科学研究的程序相一致，使学生既学到知识，又学到研究方法，学会思考。

立体化教学模式也以物理教学美学原理为指导。物理教学中的美包含物理知识的科学美；教师、学生创造性劳动的艺术美以及教师的仪表、音容、情感、板书、板画所展示的形象美。传统教学模式只重视知识的传授，

忽视能力的培养，更不顾及情感的激励和个性的陶冶。实际上，学生有丰富多采的精神生活，表现出自己的喜、怒、哀、乐，展示出独特的个性特征。物理教师应该努力使自己的教学具有最佳的美学结构，寓物理美的享受于教学之中，使学生在获得知识的过程中产生美感，锻炼能力，陶冶情操，以实现精神的愉悦、心灵的满足，达到物理教学过程中真、善、美的统一。

立体化的教学模式从宏观上看有稳定的程序，反映教学的规律性；从微观上看，程序进行过程中采用的方法、手段则由具体的教学内容，学生、教师的特点，学校设备、条件等多种因素决定而有所不同。基于这样的认识，立体化的教学模式程序为：确定目标——激发兴趣——引导探索——指导练习——总结评价——反馈矫正。其将微观结构也包含在内可将这种教学模式用附图表示。

图 立体化教学结构模式



(注：图中 ▲ 表示教师引导学习方式，● 表示学生学习心理，○ 表示学生审美心理)

这种教学模式各程序之间相互联系、相互渗透，构成一个有机的整体。

教学模式的组成要素除了主题、程序两项外，还有目标、手段、评价几项。现分述如下：

目标：以认知目标为主，分为识记、理解、应用、综合、创造几个层次。情感、意志目标按学期确定（分类方法有待进一步研究）。

手段：分析教材特点，学习条件，具体安排一节课的微观结构。提供学习材料、仪器设备、安排讨论程序等。对学习不良者个别辅导，开展第二课堂活动，鼓励学习中的创造。

评价：编制目标参照测试题和常模参照测验题进行测验，每学期进行一次情意测验和实验操作测验。检查评价学生知识与能力、认知与情意发展情况。至于这种教学模式的可操作性，优效性如何，有待经受物理教材实践检验。

2. 物理教学方法及其改革

【改革的指导思想】

结合我国当前的教学目标和中学物理的教学目的和任务，遵循着深化中学物理教法改革的指导思想：

(1)在加强双基教学的同时，着重试验有利于发展学生智力和培养学生能力的好教法；

(2)在重视教师主导作用的同时，着重实验各种有利于确立学生的主体地位和指导学生主动学习的好方法；

(3)实验各种有利于对学生进行非智力因素和政治思想教育的好方法。

【物理教学方法分类法】

将已有的和实践中新总结出来的种类繁多的物理教学方法加以概括，进行科学的分类，这对物理教学方法的认识，扩大对物理教学方法的视野，对分析各种物理教学方法的特点起作用的范围、领域和适用条件等，无疑都是十分有益的。而只有在这个科学分类的基础上，才能使我们对物理教学方法的认识具有较全面的观点，对物理教学方法的选择和运用，也才具有较高的科学性、自觉性和灵活性。

目前国内已出版的教学论著及物理教学法书中，对教学方法的分类多是属于归纳法，即把我国传统的教学方法和在新的教学实践中成功的教学方法加以分析、概括，根据某种分类标准，进行统一分类。分类的标准也是各式各样的，既可以按知识的来源分类，也可以按学生认识的独立性程序分类。有的分类是着眼于教学的组织形式，有的分类则着眼于思维的逻辑方式。在众多的教学方法的可能分类中，福建师大白炳汉老师根据自己在教法改革实践中的体验，归纳总结出层次分类法和领域分类法两种，并在此基础上提出了一个经验水平上的物理教学方法体系。

【层次分类法】

所谓层次分类法，即根据各种物理教学方法的适用范围的大小来进行划分的方法，有些学者按物理教学方法的适用范围（或普遍程度）认为可以把物理教学方法分成三个层次：

一是适用于某一具体课题或某一个教学环节的一些特点的教学方法。例如讲授“动量守恒定律”的方法；引入“电压”概念的方法或利用某种自制教具引入某一新的课题的方法等等。

二是在整个物理教学过程中适用的一般教学方法，例如讲授、实验、练习的方法等等。

三是不仅适用于物理课程，也同样可以适用于其它课程的普遍的教学方法。并指出，物理教学方法论研究的主要对象，就是物理教学的一般方法。

进行层次分类法的必要性及其对教法改革实验的指导作用的。

(1) 一般的教学方法

一般的教学方法就是指对所有的课程或所有的学科，即不论是文科还是理科，是艺科还是术科，都能运用的方法，也可以说是几乎堂堂课课都能起指导作用的方法。教学实践中，到底有没有这样的教学方法呢？有的，例如国内的启发式教学法，国外的如上面提到的发现式教学法，还有范例教学法等，它们都是属于一般的教学方法，而不是具体的教学方法。它们实质上是代表一种新的教学思想，都是与某一旧的教学思想相对立而提出来的。比如，启发式是与注入式相对而言的，发现式是与接受式相对而言的。不同的教学思想，对教师与学生在教学过程中的地位与作用有着不同的看法和要求，启发式着重从教的角度讲的，要求教师教要富于启发，反对一味注入；发现式则侧重从学的角度说的，要求学生学要有所发现，避免单纯接受。教师教要富于启发，学生学要有所发现，哪个学科或哪堂课不应有这样的要求呢？所以说，启发式或发现法都不是一种具体教学方法，而是能对具体方法起指导作用的一般教学方法。我国古代教育家孔子所提出的“不愤不启，不悱不发”，有的学者把它归入唯心论“生知论”（吴杰编著《教学论——教学理论的历史发展》，吉林教育出版社，1980年版 P.155），有的学者认为它是属于“容器论”（汪世清：“积极开展物理教学法理论探讨，建立物理教学方法的体系”1986年）。总之，都认为其理论根据是不对的，但在教与学的关系方面，都把教学过程理解为启发与发现的对立统一过程，教师的教学艺术，很大一部分就在于教师能根据具体条件，做到恰到好处地启发指导，以帮助学生实现其力所能及的独立发现。

(2) 具体的教学方法

具体的教学方法就是根据教要有所启发，学要有所发现的总的要求，具体运用到各学科各课题，而创造出来的方法，对每一个具体课题，教师应怎么启发？启发到什么程度？学生要怎么发现？学生可独立发现到什么程度？各门课程、各个课题都会有所不同，这里就要具体情况具体分析了。

(3) 基本的教学方法

一般的教学方法太一般，体现不出不同学科的特点，具体的教学方法实际上又是非常多种的，推广与运用受到很大限制，所以人们自然会想能不能在一般的教学方法的指导下，就本学科实际出发，从传统的教学方法和教学改革实践中所总结出来的行之有效的具体教学方法中，分析概括出

既符合教改指导思想，又能体现本学科特点的有限的几种基本教学方法来。这正像一位画家可以利用有限的几种基本的色彩，然后根据具体情况选择和调配，就可以创造出多种多样绚丽多彩的美丽图画那样，物理教师也可以利用本学科的有限的几种基本教学方法，根据具体教学情况加以选择或综合运用，从而创造出生动活泼的具体教学方法来。这就又提出了区分具体教学方法和基本教学方法的必要性。根据在物理教法改革实践中教师们所总结出来的行之有效的五种教学方法，即观察法、实验探索法、问题讨论法、自学指导法和学生讲演法，再加上这里未包括但在长期的教学实践中证明了也是行之有效至今仍在广泛应用的教师讲授法，在这里可提出适合于中学物理学科的六种基本教学方法。

这样，从教学方法适用范围的大小来划分，可把物理教学方法划分为如下三个层次：

第一层次 一般的教学方法，适用于所有学科，也适用于物理学科的所有课题，如启发式教学法、发现式教学法等。

第二层次 基本的教学方法。只适用于某一学科的某些课题，如中学物理学科的观察法、实验探索法、问题讨论法等。

第三层次 具体的教学方法。只适用于某一学科的某一课题的某一具体情景，如“密度”的教法，同一课题对不同班级的教法就可能不同；同一课题同一班级，不同的教师教法又可能不同。

分清一般的教学方法，基本的教学方法和具体的教学方法这三个不同层次的方法，是中学物理教法改革实验对教法的探索从不那么自觉到逐渐走上比较自觉的一个认识过程。

这种分类法对我们当前的教法改革实验有着实际的指导意义。中学物理教学方法的改革实验，不宜只停留在提倡一般的教学方法这一层次上，以避免以一般代替特殊的偏向，如提倡启发式教学法、发现式教学法或现代启发式教学法等；各门学科的教学方法的改革无疑都要以一般教学方法为指导，但中学物理教学方法的改革中，重点是否应该放在寻找具有本学科特点的几种基本教学方法这一层次上，是否应该把研究中学物理的基本教学方法作为当前教学改革中需要大家共同来探讨的一个重要课题。至于具体的教学方法这一层次，是研究和运用基本教学方法的基础，教法改革实验必须在这个层次上逐节逐课地进行，但具体的教学方法必须因条件因地因人制宜，所以在教法改革实验中更不宜囿于某一种基本教学方法的实验，防止出现以特殊当一般的另一种偏向，这就是说，不宜堂堂课课都实验一种的教学方法，比如堂堂课课都用问题讨论或都用自学指导法等。这也许是十多年来中学物理教法改革实验中大家的一个共同体验。

人们常说：“教学有法，但无定法，贵在得法”。“教学有法”这里的法既是指对各门学科，各种课题都适用的属于第一层次的一般教学方法，也指对某一学科适用的属于第二层次的有限的几种基本教学方法；“教

无定法”这里的法指的是属于第三层次的具体的教学方法，它不可能有千篇一律的固定的教学模式，也不是只有有限的几种教学方式；“贵在得法”是指教师在一般的教学方法的指导下，结合具体教学条件，选择、运用一种或几种基本教学方法而创造出来的具体教学方式。每一节课的教法都是教师的一种独特的艺术创造，所以，即使是最优秀的教案范例，也是它的作者根据具体情况或在假定的情景下创造出来的。教者有教者的实际情景，所以只能参考，切忌照搬。听示范课也是这样，因为它们对示范者是“得法”，对听课者回去教自己班的同一课题时同样教法可能就不“得法”了。

【领域分类法】

层次分类法是根据各种教学方法适用范围的大小来划分的，而所谓领域分类法，则是根据各种教学方法适用领域的不同来进行分类的。苏州大学物理系已故许国梁教授在其主编的《中学物理教材教法》一书中，主要就是在认识领域里按学生掌握物理知识的不同认识阶段，把中学物理教学方法划分为“传授与感知教材的教学方法”、“理解知识、发展智力的教学方法”、“巩固和运用知识、培养能力的教学方法”以及“检查知识的教学方法”等。

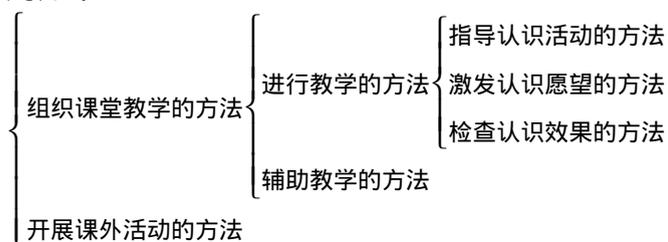
教法改革实验的教师们所总结出来的丰富的教改实践经验有许多已越出课堂，越出认识领域。例如，他们既总结课堂教学的各种方法，也总结了指导学生开展课外活动的方法；在课堂教学中，他们既总结了指导学生进行认识活动与实践活动的方法，也总结了如何激发学生的认识愿望和如何检查、反馈、矫正学生认识效果的方法；在指导学生进行认识与实践活动中，他们既总结了加强学生的观察、实验和思维的训练，让学生动脑动手主动学习的方法，也总结了运用电教手段，以提高教学效率的方法。教法改革的实践证明：除了认识方法的改革外，激发学生认识愿望的方法、检查学生认识效果的方法、运用电教手段辅助教学的方法以及开展课外活动的方法等，对提高教法改革实验班的教学质量，都起着不可忽视的作用。这些经验还证明：教学过程不单纯是一个认识过程，情、意因素，现代教学技术因素一旦进入教学方法的领域，教学效果就大不相同。

因此，对教学方法的观念需要拓宽，不能只局限改革，必须把这些领域的方法包括进来，这也就是课外活动的方法。在课堂的教学方法中，也不能只局限于组织学生进行认识与实践活动的方法，还应该有激发认识愿望的方法，检查认识效果的方法以及利用现代技术成就、辅助教学的方法等。这样，我们可以根据这些不同的教学方法的不同功能，划分出五种类型的教学方法，这五种类型的教学方法分属于五个不同领域：

(1)认识领域 指导学生进行认识与实践活动的方法。

- (2)情感领域 激发学生的认识愿望的方法。
- (3)控制领域 检查学生的认识效果的方法。
- (4)技术领域 利用常规的和现代的技术手段辅助教学的方法。
- (5)个性和创造领域 开展课外活动的方法。

根据这些教学方法之间的联系，可以把它们组成一个中学物理教学方法系列如下：



此外，还有没有列入上表但与表中各种方法的实施有密切关系的关于师生之间和学生之间互相交往与合作的方法，即社会交往领域里的教学方法。

这个教学方法分类对当前的中学物理教学方法的改革实验也能起到某些指导作用。

首先，如前面提到的，表中所列各类教学方法，对提高中学物理教学质量都起着不可忽视的作用，但其中指导学生的认识活动的方法乃是占着主要的地位。实际上如何指导学生进行认识与实践的方法也是当前国内各地中学物理教法改革实验中探讨比较集中的一个领域，对既适应新的教学观点的要求，又符合中学物理学科特点的物理教学方法的探索，乃是中学

物理教学方法要研究的一个主要对象。

其次，物理教学方法的改革实验又不能仅仅局限在课堂里和组织学生进行认识活动的方式方法上。从表中可以看出，还有许多领域的教学方法都需要我们去探讨，而正是认识领域以外的这些领域，我们的经验相对地说还不多，因此，运用这些领域（情感领域、控制领域、现代技术手段领域、个性领域以及交往领域等）中的最新成就，开展与这些领域有关的教学方法研究，那怕是只抓住其中的一个领域深入下去，做出成绩，也是大有可为的。

【教学方法体系】

上面介绍了两种比较重要的物理教学方法分类：层次分类和领域分类。如果把这两种分类法综合起来观察，可以发现，前者实际上是对后者的指导认识活动这一领域进行层次分类的，就是说在指导学生的认识活动中既有适用范围较大的（包括非物理学科）一般教学方法（如启发式教学法、发现式教学法和范例式教学法等），也有只适用某一具体学科的基本

教学方法（如适用于中学物理的观察法、实验探索法、问题讨论法等）和只适用于具体学科的具体课题的教学方法等。如果把层次分类法中适用于中学物理学科的六种基本教学方法也列入按领域分类的上述系列表中，就可以组成一个经验水平上的中学物理教学方法体系如下：

中学物理教学方法（经验体系）



此外，还有未列入表中的关于师生交往与学生间交往的方法。

【常用基本教学方法】

(1) “观察法”教学法

“观察法”教学法，就是在教师启发下，学生通过认真观察演示实验或自己操作的实验，经过思考、讨论，得出正确结论的方法。这个教学法的模式，可以归纳为如下五个环节：

- 1) 创设物理情景，提出问题；
- 2) 给出观察内容；
- 3) 学生认真观察、记录观察现象；
- 4) 分析观察结果，得出正确结论；
- 5) 将结论加以延伸和应用。

其中 2)、3)、4) 三个环节可以分层次循环进行。在应用此法之前，必须教给学生正确的观察方法，对于由现象鲜明的实验总结出的规律、概念或基本仪器的教学均可适用。

下面以“浮力”的教学为例加以说明。

创设情景，提出问题：

分别把木块和铝块淹没在水中，放手后木块上浮、铝块下沉。提出问题，木块上浮显然受到浮力的作用，那么，铝块下沉有没有受到浮力作用呢？给出观察内容：

观察 1，教师演示：把挂在弹簧秤下端的铝块逐渐浸入水中，让学生观察弹簧秤的读数。

观察 2，学生分组实验，每组有如下器材：装有适量液体的量筒（不同小组可用不同液体）、弹簧秤、铝块、线，把铝块挂在弹簧秤下方，让学生按照实验步骤和要求，认真观察并记录数据。

实验步骤：

- 1) 铝块在空气中；
- 2) 让铝块约一半的体积浸入液体；
- 3) 让铝块的四分之三的体积浸入液体；
- 4) 铝块浸没在液体中；
- 5) 铝块浸没后继续下沉（不碰底）。

记录数据：

- 1) 弹簧秤在各个步骤中的读数如何变化？并记下读数；
- 2) 在各个步骤中量筒中的液体所到达的刻度如何变化？并记下读数。

观察和记录：

从观察 1，必须看到弹簧秤的读数在减少；

从观察 2，要求能正确读数，填好表格。

分析观察结果，得出结论：

- 1) 在液体中下沉的物体也受到浮力的作用；
- 2) 浮力的大小通过弹簧秤读数差得出；
- 3) 浸在液体中的物体受到的浮力大小与物体排开液体的体积有关与浸没的深度无关。浮力与排开液体的体积都可从所记录的数据中算出；
- 4) 物体受到浮力与物体排开液体这两个现象是同时发生的。

教师分析上述 4) 的结论，强调这两个现象既然同时发生，它们之间就可能存在某种关系。浮力是力，排开液体的重力也是力，要学生根据观测到的数据，寻找两者之间的定量关系，从而启发并引导学生得出“阿基米德定律”。

(2) “实验探索法”教学法

“实验探索法”教学法，就是在教师指导下，学生应用已学过的知识与技能，自己设计实验来探索物理概念或规律，从而获得知识的方法。这个教学法的模式，可以归纳为以下五个环节：

- 1) 教师创设物理情景，提出难度适当的问题；
- 2) 引导学生各自根据已学过的知识和实践经验，由提出的问题开展思维活动，进行合理的猜想；

3)引导学生设计各种实验方案来验证猜想，共同寻找并确定最佳实验方案；

4)进行分组实验，取得实验数据，引导学生对实验数据进行分析、判断，从而得出正确的结论，获得知识；

5)引导学生把探索得到的知识加以应用，即组织知识的正迁移。应用此法时，教师应先精心设计出比较简便的实验，以保证大多数学生通过实验能得出正确结论。凡属规律性的物理知识或者有关物质属性的物理概念的教学都可应用。

下面以“玻意耳——马略特定律”的教学为例加以说明。

创设情景，提出问题：

教师指出，18世纪中期瓦特改进了蒸汽机后，掀起了第二次工业革命的浪潮，由于蒸汽机的主要工作物质是气体，于是不少科学家都致力气体性质的研究。上节课已学过，描述气体状态的参量有：压强 P 、体积 V 和温度 T ，那么要正确确定这三个量之间的关系，研究的思路应如何呢？当学生回答了应该是：先保持其中一个量不变，确定另外两个量的关系，再研究三个量同时变化时所遵循的规律后，教师指出，这节课要研究的是：一定质量的气体，当温度不变时，它的压强与体积有什么关系？

进行猜想：

有的学生说：气体的体积增大，压强也随着增大，它们之间可能成正比；有的持相反意见，认为气体的体积增大时，压强应减少，压强与体积可能成反比，等等。教师不表态。

设计实验：

要求各组独立设计实验，并画出记录数据的表格，可做如下启发：

- 1)如何获得一定质量的气体；
- 2)如何保持其温度不变；
- 3)如何多次改变气体的体积与压强，并能测出每次体积与压强的数值。

学生可能设计出各种各样的方案，教师可组织全班讨论，选用本节课最简便的方案做实验后，由学生全面叙述实验步骤及应注意的事项，教师做必要的补充。

分组实验，得出结论：

要求学生把实验数据记录在透明纸上，利用投影器作抽样显示，并引导学生寻找规律。由于气体的体积(V)增大时，压强(P)就减少，所以首先想到了他们之间可能成反比，随即提出了两种验证方法：视 P 、 V 乘积是否为一恒量；画出 $P - \frac{1}{V}$ 的图像，看看是否为一过原点的直线，从而得出玻——马定律的正确结论。

加以应用：

组织学生讨论玻——马定律在实践中应用。

与“实验探索法”相近的有一种动手实践教学法

动手实践教学法是让学生们亲手摆弄各种教学实验仪器，通过实践，由感性认识上升到理性认识，通过理性认识加深对感性认识的理解，培养学生的动手能力。

比如，在高中《楞次定律》一节的教学中，学生对“感生电流的磁场总是阻碍引起感生电流的原磁场磁通量的变化”这句话难于理解。在教学中，我们试着将“验证楞次定律”的学生实验改为探索性实验，启发学生对实验结果进行研究，由学生自己得出结论。采用了这个方法后，学生对“楞次定律”的内容就掌握得较好。

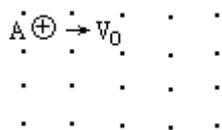
(3) “问题讨论法”教学法

此教学法，就是根据教材结构，把教材的重点、难点和学生的疑难所在编成一系列问题，在课堂中提出，组织学生讨论，再由师生共同总结，从而使学生获得新知识的方法。这个教学法的一般模式大致是：提出问题；讨论问题（包括议论和争辩）；解决问题（得出结论、获取新知识）。但是在具体问题讨论中又包含着三个层次，即学习（提出问题和讨论问题）、掌握（解决问题）和创新（学生提出新见解或灵活运用所学知识）。应用此法的核心是设计好难度适当、概念性强、思维性强的讨论题，要让讨论的重点落在对物体意义的理解、对物理过程的分析、对物理现象的解释上面；讨论题要有梯度，能吸引所有学生参加讨论，让不同程度的学生均有话可说，题目难度应是使中等水平的学生“跳一跳，摘得到”，还要注意创造融洽、和谐的讨论气氛。一般课题都能应用此法，对于新课内容是由旧知识推理而得，知识综合应用的课尤为适用。

下面以“带电粒子在磁场中的运动”的教学为例加以说明。

问题一：

如图，一个带正电微粒 q ，垂直进入匀强磁场中，其初速为 v_0 ，设磁感应强度 B 足够大，粒子重力不计，问粒子将做什么运动？为什么？



由于粒子在 A 点时所受洛伦兹力 f 与初速度 v_0 垂直，不少学生误认为粒子将作平抛或类似平抛运动。经过争论，逐渐认识到由于 f 与 v_0 时刻垂直，所以粒子作圆周运动。

教师追问：“粒子是作匀速圆周运动还是做变速圆周运动？”经进一步讨论后，学生认识到：由于 $f=qBv$ ， q 、 B 、 v 都为定值， f 的大小就不会改变，且方向时刻与 v 垂直，故粒子作匀速圆周运动。

问题二：

若粒子的质量为 m ，磁感应强度为 B ，请推导出粒子作匀速圆周运动的半径 R 和周期 T 的表达式。

学生利用洛仑兹力的公式，结合圆周运动的规律，在教师不做任何提示的情况下，大多数都能自行推出正确的结论：

$$R=mv/qB, T=2\pi m/qB$$

问题三：

试分析粒子的轨道半径 R 、周期 T 与哪些因素有关？有什么关系？

问题四：

若带电粒子以相同的速度 v ，分别垂直进入匀强电场 E 和匀强磁场 B 中，试比较它们的不同。(a)应从哪些方面来比较？(b)结论如何？

让学生充分讨论后，教师用表格和图示从力和运动（力、加速度和运动状态）及功和能两方面进行比较，作为本节课的结束。

通过上面叙述可知，当学生推出 R 和 T 的表达式及分析了它们与哪些因素有关后，就完成了第一层次——学习；这时，教师可设计有关的课堂练习，当学生能独立的完成这些作业后，就完成了第二层次——掌握；当学生弄清楚带电粒子分别进入匀强电场和匀强磁场的区别后，就完成了第三层次——创新。

与“问题讨论法”相近的还有一种问题归纳教学法

它是由美国教育家杜威 1896 年首先提出来的。杜威认为教学应当从学生的活动开始，使教学内容成为学生自己的问题，让学生在提出问题、解决问题的过程中获得知识和技能。这种教学方法有利于启迪学生思维、激发学习兴趣，有利于培养学生分析问题的能力，促进教学内容的深化。这种方法尤其适合于常规课堂教学。

比如在初中《重力》一节的教学中，可以首先向学生提出，一个物体假如没有别的物体的支撑，将会怎样？会向什么方向运动？为什么会这样运动等等，从而引导、启发学生的思维，多数学生在小学常识课所学知识的基础上，很快便能回答出是由于地球的引力作用，在此基础上，教师就可将重力产生的原因，重力的方向等问题一一交待清楚。

(4) “对比分类”教学法

它是在“问题归纳”教学法的基础上进一步展开的。主要是针对物理教学中经常遇到的互为可逆的两个过程或某物质的两种相反特性等情况时采用的，目的在于让学生在对比中掌握知识、要领，分清物质特性，弄清并牢记相关概念、原理等。这种教学方法有利于培养学生自己分析与对比的能力，尤其适用于物理概念的教学。比如初中的《熔解与凝固》、《汽化与液化》，高中的《晶体与非晶体》等章节的教学中，采用此方法均可获得较好的效果。

(5) “史论结合”教学法

“史论结合”教学法是将物理学史上的大量相关事例结合中学物理教学内容进行介绍，使学生了解物理概念、物理公式的产生、发展和完善的过程，从而完整、准确、牢固地掌握所学内容。这种教学方法易于提高学

生的学习兴趣，培养学生科学地分析问题的能力。如在高中《牛顿第一定律》的教学中，从介绍亚里士多德的理论开始，逐步介绍了伽利略等人利用科学手段和合理的逻辑推导过程，一步步地揭示出自然界的各种宏观物理现象的本质的过程，最后介绍牛顿集前人之大成总结概括出“牛顿第一定律”，从而使学生了解前人的思维方法和实验手段，培养学生的逻辑思维能力。

(6) “分段单元”教学法

“分段单元”教学法主要是把教学内容分成若干单元，把教学时间相对集中，按单元展开教学，这种分段教学方法有利于学生掌握知识结构，贯通所学知识，便于知识综合运用，有利于提高学生的综合归纳能力。

(7) “启发自学”教学法

“启发自学”教学法，是进一步提高学生自学和独立思考能力的方法，主要采用教师适当指导，个别讲解，学生自学为主的方式进行。这种方法对高中学生更为适用，可培养学生独立思考、归纳分析问题和解决问题的能力，养成良好的自学习惯。

(8) “发散思维”教学法

“发散思维”教学法是美国心理学家吉尔福特在 1967 年提出的。“发散思维”教学法也可称为“扩散思维”或“辐射思维”教学法。它主要是指一种无一定方向、无一定范围、不墨守成规、不囿于传统方法的思维方法。如某问题有很多可能的答案，思路就由此向四面八方自由地扩展开，以寻求众多的适当答案，最后选择最佳答案。这种方法对培养学生的思维能力、创造能力十分有益，它较适宜于一些难题和重点的突破。例如在讨论力学的解题思路优化问题时，我们讲了这样一道例题：

例：最后一节车厢从匀速行驶的列车中脱离出来，并走了一段路程后停止。设机车牵引力不变，列车每一部分摩擦力正比于其重量，但与速度无关。问在脱离了列车的那节车厢停止的时刻，列车速度多大？（设车厢质量为 m ，车头及前面车厢总质量为 M ，原列车的速度为 v_0 ）

解一：考虑到整个列车所受外力合力为零，系统的总动量守恒。

可利用动量守恒原理求解。

$$(m+M)v_0=Mv_t$$

$$\text{解得：} v_t = v_0 \left(1 + \frac{m}{M}\right)$$

解二：利用运动定律求解（设前段列车的初速和加速度分别为 v_0 、 a ，最后一节车厢的末速度和加速度分别为 v_t 、 a ，运动时间为 t ， $F_{\text{合}}$ 为前段列车所受合外力， f 为最后一节车厢所受的阻力。）

$$\begin{cases} F_{\text{合}} = Ma \\ vt = v_0 + at \\ -f = ma' \\ v_t' = v_0 + a't = 0 \\ F_{\text{合}} = -f \end{cases}$$

联立方程解得： $v_t = v_0(1 + \frac{m}{M})$

从解题过程明显看出，此题用动量守恒定律解题是最佳方法。

(9) “系统优化”教学法

“系统优化”教学法，是在各章节讲完后所经常运用的方法，它主要是将各章节的内容进行有机串讲，或通过相互关系图勾画出所有内容的有机联系，或所有概念的相互过度，讲清前后公式的相互关系，从而有助于学生全面准确掌握各章节主要内容。例如：高三总复习时，运动学的运动形式种类较多，为了便于学生掌握，在教学中可以利用加速度 \vec{a} 将它们串联起来讲。

$$\text{运动分类} \begin{cases} \vec{a} = 0, \text{ 匀速直线运动或静止状态} \\ \vec{a} = \text{常数}, \text{ 匀变速直线运动} \\ \vec{a} \neq \text{常数}, \text{ 变速运动。特例: } \vec{a} \text{ 与 } \vec{v} \text{ 垂直,} \\ \text{且 } |\vec{a}| = \text{常数}, \text{ 圆周运动。} \end{cases} \begin{cases} \vec{a} \text{ 与 } \vec{v} \text{ 一致, 匀加速直线运动} \\ \vec{a} \text{ 与 } \vec{v} \text{ 相反, 匀减速直线运动} \\ \vec{a} \text{ 与 } \vec{v}_0 \text{ 相反, 匀减速直线运动} \\ \vec{a} = \vec{g}, \text{ 且 } \vec{a} \text{ 与 } \vec{v}_0 \text{ 成一夹角, 抛体运动} \end{cases}$$

(10) “自学讨论法”教学法

“自学讨论法”教学法，就是由教师指示阅读要点，公布自学提纲，学生阅读课文，然后进行质疑、讨论，最后由教师讲评、总结，从而使获得知识的方法。这个教学法的一般模式是：公布提纲；自学议论；全班讨论；学生质疑；答疑总结和检查效果。应用此法应注意循序渐进地培养学生理解和归纳知识的能力，重视教材中研究问题的方法。

(11) “学生讲演法”教学法

“学生讲演法”教学法，就是在教师的指导下，发动学生认真备课(以小组为单位)，然后派代表上台讲演并解答教师和其他学生质疑的方法。这个教学法的一般模式是：

- 1) 课前(或课内)分配讲演内容；
- 2) 师生共同备课(包括准备实验、教具等)；
- 3) 学生讲演、答疑；
- 4) 教师小结。应用此法要注意选好教材，演讲对象必须由全班学生轮流担任，并做好充分的准备工作，凡属知识应用性的教材或属知识归纳型

的复习课都可应用这种方法，后者可作专题讲演。

3. 物理课堂教学常用引入方法

中学物理课堂教学一般可分为准备阶段（即课堂引入阶段）、发展阶段和巩固阶段。一堂课的成功与否，在很大程度上取决于准备阶段。

课堂教学准备阶段的任务是复习检查上一节课的内容和引出新课题，具有温故知新和承前启后的作用，是搞好课堂教学必不可少的重要环节。这个阶段的教学与其它他阶段的教学一样，不能千篇一律，应根据具体内容，采用灵活多样的方式进行。一般来讲，可以有以下几种方法，都可取得较好的效果。

(1) 提问——复习法

提出问题让学生解答，在复习的基础上设置障碍，引出新课题。

例如，讲授“改变内能的两种方法”一节时，先提问：

什么是物体的内能？它的决定因素有哪些？怎样比较两个物体的内能的大小？物体的内能可否改变？怎样改变？

这种方法，即复习了上一节课的内容，又容易引起学生的兴趣和求知欲望，很自然地引入新课。这种方法虽然是传统的方法，但是，在逻辑性、连贯性都很强的物理教学中，仍是常用的有效方法。

(2) 练习——综合法

通过课堂练习，复习巩固上节内容，从学生答案中找出疑点，引入新课。

例如：在学习“理想气体的状态方程”一节时，可先让学生分组计算下题，看谁做得快，还可让学生上讲台板算。

[题]：一定质量的某种气体，由 $P_1=2$ 标准大气压， $V_1=10$ 升， $t_1=27$ 的第一状态，分别经过下述两个不同过程达到第二状态，求压强 P_2 各是多少？

先等温膨胀到 $V_2=20$ 升，再等容升温至 $t_2=127$ ；

先等容升温至 $t_2=127$ ，再等温膨胀至 20 升。

通过这道题的计算，不仅复习了上节课的热力学温标、查理定律、玻——马定律，而且最后的答案均为 $2/3$ 标准大气压，同学们觉得奇怪，议论纷纷，引起极大兴趣，经过教师综合，自然引入新课，也为掌握气态方程的物理意义打下基础。

(3) 演示——议论法

教师一边进行演示实验，一边发问，师生相互议论总结以前学过的内容，从实验事实得到出人意料的结论，使学生产生悬念心理。

例如，在学习“毛细现象”一节时，教师先出示连通器并问：“这是什么？”（答：“连通器。”）又问：“若在连通器中注入一定量的水且使水不流动后，有何现象？”（同学说：“液面相平。”）再问：“若将两端开口的玻璃管插入盛水容器中，管内水面比容器中水面是高还是

低？”（又回答：“当然一样高。”）这时，教师将不同内径的管子插入水中让同学们观察，学生在事实面前大吃一惊，根据他们迫切要求得到正确答案的心理，教师自然地引入新课题——“毛细现象”。

(4)故事引入法

物理知识的很多内容都有历史事实或名人轶事或趣闻笑话。这些内容在日常生活、科学技术中都有重要应用和发展，教师从中选出精采部分用于教学，对激发学生兴趣，开发他们的思维和促进其掌握知识都有明显的效果。

例如，在教“液体的表面现象”一节时，可讲这样一个故事：阿凡提在街上买了一壶茶，转眼被人偷走了，望着这人背影，他摇了摇头，走向肉铺去买了一包肥肉。阿凡提手拿肥肉找到那人讲理，那人蛮横地说：“茶是你的，能叫应吗？”阿凡提说：“茶虽不答应，但它是我买的，所以认得我的钱。你若不信，我把五分硬币放在它上面，茶能托住我的钱，而它却托不住你放的钱。”那人要求当场作证，于是阿凡提用沾满油的手拿起个五分硬币，嘴里还念念有词，念完后，把钱放在茶水里，只见五分硬币稳“坐”在水面不沉，旁观者目瞪口呆。教师讲到这里，问：“阿凡提的魔法何在？”马上引入“液体的表面现象”。这样引发学生兴趣，可收到极好效果。

(5)检查预习法

教师通过检查学生对本节课内容预习情况引入本节内容，巧妙地进入教学发展阶段。例如，学习“能源的利用和开发”一节，该内容虽多，但没有难点，事前要布置预习，要求学生明确几个主要问题，上课时，通过检查预习情况，就板书出该节的提纲，然后逐一讨论和充实有关的具体内容。

(6)“开门见山”法

有些内容的课，用前述几种方法，就显得生硬或别扭，这时就可以开门见山地讲述新课。这时一般都先交代本节课的重点、难点，说明本节内容与以前学习内容的关系，提示学习本节内容的方法及要求等，每一单元的第一节课往往用这种方法。

总之，在准备阶段，要根据本节内容的特点和前后内容的联系来灵活地选择教学方法，既要激发学生学习本节内容的兴趣和求知欲，又要引起学生积极思维，自然地引入新课内容。其目的，都是为了达到使学生更好地掌握知识，更好地增强能力。

4. 物理知识记忆十法

如何提高学生的记忆力？用心理学的观点分析，关键在于如何利用暂时联系的原理，使识记的对象与主体已形成的经验结构间建立最充分的联系，借以强化识记的效果。

(1) 目标法

在明确识记目的、任务的基础上促进自觉识记的方法。识记的效果与有无识记的要求以及要求的具体程度和要求的长期性大有关系。为此，可从以下三方面抓起：

- 1) 每章导言，交待全章学习的重点、难点及全编中的地位；
- 2) 制订每节课的教学双向细目标；
- 3) 适时进行思想教育，讲清所学知识的重要性及作用。

使学生记有目标、学有重点，充分调动学习的主动性和积极性，促进记忆。

(2) 因果法

在明确概念、规律的前因后果的基础上达到理解记忆的方法。例如，只有了解了欧姆定律的来龙去脉，知道它只适用于导体，即纯电阻，才能明确在应用焦耳定律时，应首先考虑发热体是否为纯电阻，不能乱套公式 $Q=UIt$ 及 $Q=U^2t/R$ 。因为此两式是实验定律 $Q=I^2Rt$ 与欧姆定律推导而来的，必须符合欧姆定律的条件，相应地这就从根本上记住了定律及应用条件。

(3) 表象法

利用某事例在头脑中映象的形象性和概括性而引起记忆的方法。一般有以下几种：

1) 利用学生熟知的生活事例激发记忆。学生对“质量一定时、体积大的物质密度小”以及“体积一定时，质量多的物质密度大”的道理想不通、记不住，可借用生活经验：“一斤棉花一斤铁”（质量一样），棉花体积大、密度小以及“大小、形状相同（体积一定）的铜勺和铝勺”，铜勺的质量多是因为它的密度大，将抽象转化为具体，使记忆有依托。

2) 利用演示实验中的明显结论，激发理解记忆。如在进行比热概念教学时，可先让学生理解并牢牢记住“质量相等的水和煤油，吸收相同的热量时（时间相同），煤油升温快”这个实验结论。以此为基础，再让学生记忆“比热大的吸热多”及“比热小的升温快（其它条件相同）”等规律。

3) 对较难理解的抽象规律，用实验予以具体形象说明，激发深刻记忆。如电学教学中，学生对额定功率、实际功率、短接、短路的概念及串并联电路分电流、分电压、分功率的规律往往理解不深，记忆较困难。为此教师可设计如下总结性实验：

a. 将“220V、100W”、“220V、60W”、“220V、15W”三灯泡串联在照明电路中；

b. 将三灯泡并联在照明电路中；
c. 将其中任一个灯用导线并联（短接）；
d. 将整个电路（串有保险丝）短路。明显的实验结论，给学生留下深刻的印象。

(4) 图像法

图像直观易记，能有机地将“形”与“理”结合起来，减少记忆的复杂性。如凸透镜成像规律的记忆及其应用，是学生记忆的一个难点。为此，可以“看图记忆”的练习为手段，学生带着问题围绕“成像规律图反复观察，再三对照，使图像深深印入学生的脑海中，一见“图”想“规律”，讲“规律”出现“图”。

(5) 公式法

利用公式的物理含义进行逻辑记忆的方法。“看公式、记概念（规律），易记又方便”。如从电流强度的定义式 $I=Q/t$ 出发，理解并记忆“所谓电流强度，就是单位时间内通过导体横截面积的电量。”

(6) 口诀法

“口诀、顺口溜”简单易记，饶有兴趣。如托盘天平的使用步骤及注意事项，可编成口诀：“一放平、二调零、三调横梁成水平。”“指针偏哪那边重，螺母反向高处动。”以及“称物体、先估计，左物右码（方）便自己，镊夹砝码须心细，加减对应盘高低。”

(7) 类比法

比较两个或两类物理量的某些相同或相似的属性，从而达到同化记忆的目的。如学生对一些具有比值定义特点的物理量，往往从纯数学观点去理解，忽略其物理含义。以至于刚弄清密度的含义，碰到比热，又重蹈复辙。在复习时，通过类比，可将具有此类特点的物理量，如密度、比热、电阻、速度、燃烧值、机械效率等概念的共同点一并讲解，以举一反三，触类旁通。

(8) 比较法

通过比较，确定两类事物的相同与不同点（主要是不同点），从而鉴别记忆之。如学生容易混淆“惯性”和“惯性定律”，究其原因，主要是没能及时将两者进行比较而区别之。其实，只要让学生明确如下两点即可：

- 1) 惯性是物体具有的性质，惯性定律是物体的一种运动规律；
- 2) 物体的质量不变，其惯性就不变，与外界条件无关；而惯性定律是物体在不受外力条件下才能成立的物体的运动规律。

(9) 归纳法

将具有相同属性的一类物理知识，依据相互联系，综合归纳成一有机的知识整体，从而达到整体记忆的方法。如学习了力的初步概念后，相继出现了许多不同名称的力，可及时地按力的定义及力的三要素进行归类列表（表略）。通过列表比较，使学生对力的内涵和外延加深理解，便于记

忆和学习。

(10)复现法

就是为强化知识在大脑中的印迹而采取多次复呈巩固记忆的方法。记忆的大敌是遗忘，与遗忘作斗争的良策便是复习，即所谓“一回生、二回熟”。“复现”一般应注意：

1)及时性。遗忘有先快后慢的特点，因而在学习新概念之后，应及时配备目标测试题，当堂的内容当堂复习强化，作业最好当堂完成；

2)反复性。有人经过研究认为，复习的次数，可遵循先密后疏的规律，当复习到十次以上，记忆的对象就很难忘却了。为此，首先必须充分利用复习的机会。例如课前、课后复习、单元全章复习、期中期末复习、毕业升学复习，抓住学生积极迎考的心理，反复（不等于简单重复）进行强化。其次也应注意利用平时的复习机会，例如讲授新旧知识交替部分时，及时“挂上钩”、“接上头”，这样既自然得体，又省时收效快。

3)应用性。理科知识比文科知识容易记的原因，不仅在于理科知识间联系的紧密性，还在于理科知识理解记忆多，应用练习多。在反复的练习中，多种感觉及分析器官协同活动，使大脑皮层增加了重现的可能性，这就是所谓的“百闻不如一见，百见不如一练”。

记忆能力的培养，决非易事，不可等闲视之，它是整个心理活动的基础，也是今后学习乃至成才的先决条件，教师只有在教学实践中有意识地进行培养，学生的记忆能力才能逐步得到提高。

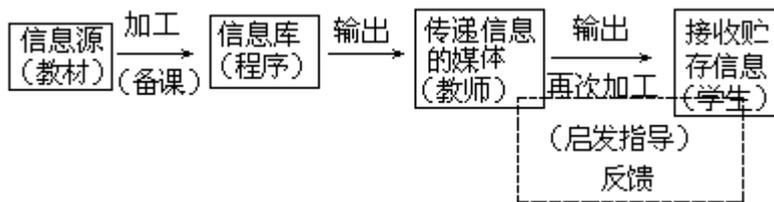
5. 程序启发式教学法

为了充分体现“教为主导，学为主体”的教学原则，使教学既能达到向学生传授知识，又能培养学生能力的目的。贵州毕节六中陈明仁老师结合自己的教学经验，把程序教学和讲授法进行有机的结合，提出了程序启发式教学法。

【教学模式】

程序启发式教学法就是把教学的内容编成程序，进行启发式教学的教学法。这一教学法的基本特点是：把教材内容由浅入深，循序渐进地组成一系列的程序问题。学生在教师的启发指导下，通过阅读、观察、分析、推理、归纳等方法完成程序中所设置的问题。

程序启发式教学法的教学模式为：



【理论依据】

程序启发式教学法的理论依据是“教”与“学”的关系。明确“教”与“学”的关系，是实施这一教学法的关键。在程序式教学法中，要求教师在了解学生的知识水平，心理特征的情况下，以教学大纲为纲，以教材为依据，深钻教材。在知识的信息源(教材)中，进行提炼和加工(备课)，然后储存在“信息库”内(即把程序编好)。在课堂教学中，教师作为媒体把“信息库”中输出的信息传递给学生(信息的贮存装置)。对于那些易于被学生掌握的简单信息(知识)，教师不必给学生启发指导。对于较难理解和掌握的“复杂信息”(较难知识)，特别是经过学生反馈回来的信息，加以启发和指导(即对信息再次加工)。以上体现了教师“教”的主导作用。

在教师的主导作用下，学生接收到信息后，也要经过自己的加工。即通过阅读、观察、分析、推理、归纳等方法加工。学生接收和掌握知识信息的过程，即是信息在学生头脑中储存，提取和再加工的过程。当传输的信息被学生理解和掌握之后，就要求储存，储存的过程是“记”的过程：一当需要这种信息的时候，随时可以提取。取的过程是“忆”的过程：当记忆的信息得以深化、概括化、系统化的时候，学生能力得到了提高。这些需通过学生的活动而获得，从而体现了学生“学”的主导作用。

“教”与“学”是相互依存的，没有学生的主体作用，也就没有教师的主导作用。学生的主体作用是变化的内因，教师的主导作用是变化的外因，外因通过内因而起作用，实现了信息的传输、存储、提取的动态过程。

【程序的编写】

教师在编写程序之前，要结合学生的实际深入研究教材，对教材的知识结构，内容层次等进行综合分析，然后才编写程序。

现以高中物理第三册（甲种本）“电磁感应现象”一节教材的教学加以说明。本章内容是《电磁感应》一章的基础。寻求感生电流的条件，是本节内容的中心，也是教学的主题。程序编写的思路，教材已提供得较为明显，如何提出问题，分析问题，得出结论等，在程序中要能体现出来。

程序质量的高低，直接影响教学的实施和教学的效果。因此，程序内容应注重知识的系统性，符合学生的思维发展过程。对于新概念的教学，应考虑从哪些方面（从旧知识引入，实验引入，现象引入或是其它方法引入）引入为好。在概念的形成过程中，要建立感性知识，采用分析、对比等方法提出问题。从而揭示事物的本质属性。对于概念的定义、物理意义，适用条件以及巩固概念等要在程序中正确体现。对于实验教学（含演示实验），程序的编写应考虑如何通过实验建立概念，揭示规律本质；如何从实验提出问题，来激发学生的学习兴趣，培养学生能力；如何通过实验手段，突破难点，加深理解等因素。

【课堂教学步骤】

在课堂教学中，教师怎样启发指导，何时启发和指导学生的观察、思考、推理、归纳等问题，要依据具体问题具体处理。

仍以“电磁感应”一节为例：

上课后，教师先说明本节的教學目的及作用，然后按照程序进行上课。

第一步：引入新课

教师提出：

程序	学生活动	教师活动
电流的磁效应说明了什么	答：	释题，接着问
用什么方法可以判断电流周围存在磁场	思考，回答	根据回答，强调方法问
磁场能否产生电流呢？	议论纷纷，各说不一	抓住时机，引入新课
磁场如何才能产生电流呢？	讨论激烈	提出用实验来研究这一问题

第二步：实施新课

(1)教师演示课本上的实验 1。演示前先对本实验的各个器材的作用加以说明，并要求学生在实验演示中，注意观察、记录、分析等（用本子记录），结合程序提出问题，解答在记忆本上。

(2)教师一边演示课本实验 1，一边提出：磁铁不动，闭合电路的部分导体在磁场中作如下几种运动时，结合实验解答下列问题。

程序	学生活动	教师活动
导体运动与磁场垂直时 有电流产生吗？为什么？	观察、判断、记录、回答 理由	肯定学生的判断， 并提示用磁力线概念去分析
导体运动与磁场平行时， 结果如何？为什么？ 以上实验结果说明了什 么？请作小结	观察、记录、回答理由 根据记录结果分析、概括	根据学生的判断分 析加以补充说明 在学生概括的基础 上接着设问 3

3)如果导体不动，让磁场运动，情况又如何呢？

观察课本实验 2，教师边实验边提出下列问题：

程序	学生活动	教师活动
磁铁 (N 或 S 极) 插入螺线管过程中 , 管内有电流吗 ? 为什么 ?	观察、判断、记录、分析、回答理由	提问甲学生 , 并根据甲回答的结果 , 释题
磁铁在螺线管内静止时 , 情况如何 ? 为什么 ? 磁铁在螺线管内静止时 , 情况如何 ? 为什么 ?	同上	查看学生记录分析情况并给予肯定 又提问乙学生 , 并根据乙回答的结果 , 说明的异同
根据记录分析结果 , 对本实验做一小结	小结	查看学生的小结后 , 接着提出问题
把上面两实验结果做一比较 , 然后归纳成一问题	分析概括	根据学生归纳结果 , 给以概括 , 然后又设问 4)

4) 如果磁场和线圈都不动 , 情况又如何呢 ?

请观察课本实验 3 , (实验中 A、B 螺线管不动 , A 为原线圈 , B 为副线圈 , 其它说明见教材) 教师边提出边演示实验。

程序	学生活动	教师活动
当 R 不变, K 接通瞬间 B 中有无电流? 为什么?	观察、判断、记录结果, 分析说明理由	提问丙学生, 根据丙的回答。做解释补充
当 R 不变, K 接通以后, B 中有无电流? 为什么?	同上	肯定学生的分析回答
当 R 不变, K 断开瞬间, B 中有无电流? 为什么?	同上	肯定学生的分析回答
当 R 不变, K 断开以后, B 中有无电流? 为什么?	同上	肯定学生的分析结果
K 闭合, 使 R 减小, B 中有无电流? 为什么?	同上	肯定学生的分析结果
K 闭合, 使 R 增大, B 中有无电流? 为什么?	同上	提问丁学生, 概括丁的回答, 释题
本实验与上面两实验结果比较, 进一步说明了什么问题。	相互讨论, 写出讨论分析结果	根据学生的讨论结果, 给以小结, 接着又提出 5)

第三步：归纳本节内容

5) 以上三个不同角度说明了磁场是能够产生电流的, 那么, 磁场产生电

流的本质是什么呢?

分析回答下列问题:

程序	学生活动	教师活动
磁通量是怎样定义的, 其物理意义是: 用磁通量的概念概括磁场产生的条件	学生回答 讨论激烈、各说不一	根据学生回答的情况, 加以补充, 并强调磁通量的物理意义 巡察学生归纳情况, 提示电路“闭合”二字, 磁通量的变化等, 并概括出产生感生电流的条件, 说明电磁感应的概念
用电流的磁效应和电磁感应说明电和磁的关系	分析、回答	根据学生的解答情况, 进一步强调电和磁之间的关系
讨论感生电流与直流电有哪些异同	讨论激烈, 各有其说	对此问题做一概括

最后教师进行全面性的小结。

第四步：练习巩固

6) 分析课本练习题。教师巡察, 个别答疑。

第五步：布置作业（略）

程序启发式教学法综合吸收了程序教学和讲授的优点，克服了讲授法中偏重教师主导作用，忽视学生主体作用的缺点。在教学中不仅向学生传授知识，而且注重了对学生能力的培养。

通过教学初步实践，该教法有如下优点：

有利于调动学生对学习的主动性和积极性。

有利于提高学生的学习能力，发展智力。

有利于学生对知识的理解和记忆。

有利于学习效率的提高。

对逻辑性强、事实性强的内容进行教学，效果较佳。例：实验课，复习课等。

但这一教法也存在局限。 不适合理论性强的内容教学； 不利于培养学生的创造性。

综上所述，把程序教学和讲授法有机结合，这样的思想是对的，这种方法是行之有效的，它为中学物理的教学改革提供了又一途径。

6. “有序启动式”教学法

这是由辛培之教授设计，经由广西、宁夏、湖南等多省市实验总结的一种程序式教学模式。

“有序启动式”教学法的主要特点是有序和启动。“启动”即充分发挥学生在教学过程中的主体作用，发挥其各种器官的功能，做到动眼观察，动手实验，动耳接受听觉信息，动口表述研讨，动脑思索创造。“有序”就是教学过程要符合学生的认知规律，即启动必须有序进行。

“有序启动式”教学法以提高学生的能力为目的，突出教学、基础理论知识、习题、课外活动及能力培养等五个方面。充分注意到培养学生适应未来学习和工作的能力。基本上扭转了“满堂灌”和“填鸭式”的教学方式，代之以“启发式”、“自学研讨式”等方式，依照教育规律，引导学生规律性地、主动地理解和掌握物理知识。

【教学程序】

“有序启动式”教学法分以下五个阶段进行：

第一阶段：主要以培养学生的阅读习惯为目的

在学生刚刚接触到物理这一门新课时，他们有一种新鲜感和好奇心，及时抓住这一心理特点，是培养学生阅读习惯的有利条件。在这方面，可引导学生通过阅读自学的方法认识并初步解决发生在身边的诸多物理现象和疑问，使他们体会到许多问题是可以自学在书本上找到答案的，“书本”是获取知识的源泉，从而树立起信心。这种思想认识对于学生今后的学习、工作和生活将产生不可估量的作用。对此，需做必要的思想准备。在布置学生阅读课本前，先启发性地讲解本节课的主要内容及阐述的物理概念、物理现象，启发性地提出一些富有情趣和思考性的问题，让学生带着问题去阅读，到书中找答案，并引导他们讨论。在此基础上，教师再对一些疑难问题做全面的解答。这一阶段需用五周左右的时间。学生基本上都可以适应这种方法，并且具备了一定的阅读能力。

第二阶段：主要是培养学生的动手实验能力和归纳能力

课前，将本节课的主要内容以“阅读提纲”的形式印发给学生，让学生带着这些问题去自学归纳。物理实验让学生作老师的助手或学生上讲台亲自动手演示办法。这样做，在一定程序上培养了学生的实验能力，激发了他们学习物理的兴趣。这一阶段的教学需用四周。

第三阶段：主要是培养学生的表达能力

具体做法是：先将“阅读提纲”印发给学生，要求学生通过自学写出“读书笔记”，课堂上采用讨论的方式对问题进行讨论，然后由各讨论组推选一人作中心发言，对“提纲”中问题逐一作口头论述，并对发言者给

予评分。同时注意将某些重点问题让几名同学重复论述，以达到理解巩固知识、培养学生口头表达能力的目的。

第四阶段：主要培养学生自己编写阅读提纲的能力和归纳演绎的能力

这一阶段从初三开始，要求学生在阅读教科书后，自己编写出本节课的“内容提要”和完整的“阅读提纲”；要求学生能分析理解教科书中主要的物理概念，物理规律，实验原理、步骤及结论。课堂仍以讨论研究为主要形式。各讨论组选派一人到讲台上论述他们讨论的结果，并注意让较多的同学都有上讲台锻炼的机会。

在以上四个阶段中，始终将习题的“有序”训练作为培养学生分析解决实际问题能力的重要一环来抓，防止“题海战术”的做法。重点提高学生灵活运用基础知识解决实际问题的能力，掌握分析解答各种类型习题的思路方法和技巧。课外作业则少而精，以减轻学生负担。

第五阶段：主要培养学生掌握“知识结构”的能力以及思维、推理、综合能力

在这一阶段，从“单元教学”逐渐过渡到“章教学”。由教师绘制知识结构图过渡到由学生自学后绘制整章的知识结构图。在对课内习题熟练分析解答的基础上，自编一部分综合性习题，在同学之间互相求解。对有些内容可结合所学知识，要求学生写一些“小论文”鼓励学生对所学知识提出自己的见解，启迪他们创造性思维能力的发展。

【教学要求】

1) 实验教学、基础理论知识教学、习题教学、课外活动的开展及能力培养这五个方面的关系是相辅相成，缺一不可的。其中，要始终坚持将物理实验置于一个非常突出的位置。在实验教学中，大量应用了幻灯、录像、投影、录音等电教手段。基础理论知识教学是教改研究的核心。要求学生每一章节中的物理概念、定律、公式、物理常数及物理单位都一一搞懂，对每一个基本概念一要讲清、二要理解、三要记住、四要会用。对每一个物理量要求一定要理解它是表示哪种客观事物的什么性质或特征，而不能只是死记硬背其

定义和定义式。

2) 在加强实验教学和基础理论知识教学的同时，重点抓习题教学从“无序”到“有序”的过渡。遵循由浅入深，由简到繁，由易到难，从基本到综合，从纵向深入到横向扩展的认知规律。在解题过程中，强调让学生总结基本解题方法和技巧，要求学生挖掘“题中之题”，即由一个问题引伸出的若干问题，并引导学生一题多解，收到了十分有效的成果。

这一教改方案的有序与启动贯穿于教学的全过程中，在“启”与“动”的过程中，学生从问题中来，到问题中去的动态转化过程本身就培养了他

们在课堂内外主动获取知识和应用知识的能力。

【操作要点】

有序启动式教学法教改实验，是以教好物理基础知识为核心，引导学生规律性掌握物理知识的。物理知识可分为物理概念（物理量），物理定律（定理），物理公式，比例常数和物理常数，物理单位等内类，而每类物理知识都有一定的特征。教师在讲授物理学各部分内容时，有意识地将各类知识的特征渗透到有关内容中去，久而久之，学生认识了各类物理知识的共性，就能举一反三、触类旁通，缩短理解知识的过程。从而有效地促进物理教学质量的提高。然而，各类物理知识的特征，对于初中生，不要求也不可能全部渗透。因此，可着重在以下几方面加以引导：

(1)对于物理概念教学，重在概念建立的思维方法和表达方式

例如“力”的初步概念教学，通过“力”的现象的10个实例，引导学生从具体物体的个性，找出它们的共同特征：有两个物体，发生了某种作用。推广到一般，力的特征就是“物体对物体的作用”，这即是力的概念。

又如“机械运动”概念的教学，运用学生已有的感性知识列举“运动”若干例，引导学生找出它们的共同特征为：某一物体（我们研究的对象）对于另一“不动”的物体（称为参照物）发生了位置变化，我们用“机械运动”这一概念来反映这类现象的共同特征，定义为“一个物体相对于别的物体的位置改变叫机械运动”。

通过多数反复渗透，使学生懂得要建立一个物理概念，必须首先观察某些客观事物（物体、物质、物理过程、物理事实、物理现象等）或创造条件进行某些实验（重现当时当地难以观察到的某些事物）。通过分析找出它们的共同特征，然后用简单明了的语言将这一共同特征概括表达出来，即给它一个明确的定义，这就形成了一个物理概念。此后，就可以让学生按照这一方法去学习掌握某些物理概念了。

(2)对于物理量教学，着重在定义、定义式、单位和单位规定的规律

初中物理中重要的物理量有速度、密度、压强、功、功率、电阻、电流强度、电功、电功率等等。根据教改实验方案的精神，我们在“速度”教学时，向学生渗透如下的层次：

为描述什么物理现象而引入“速度”这一物理量？（描述物体运动的快慢程度）

如何定义速度才能正确反映物体运动的快慢程度？（定义为单位时间内通过的路程）

速度的定义式如何表达？ $\left\{ u = \frac{s}{t} \right\}$

速度的单位是什么？它是如何规定的？（1米/秒，每秒钟通过1米的路程）

速度不仅有大小，而且有方向。

速度的大小不由 s 、 t 决定。

在“密度”教学时，仍按“速度”的层次进行渗透：

为描述什么物理现象而引入“密度”这一物理量？

如何定义密度才能正确反映体积相同的不同物质的质量不同这一物质的特性？

密度的定义式如何表达？

密度的单位是什么？它是如何规定的？

密度只有大小，而没有方向。

密度的大小不由 m 、 v 决定。

经过如此渗透，学生已大体知道物理量的一些特征，觉得物理知识很有规律。实践表明，学生很容易接受这些特征，而且接受后很容易发生知识迁移。我们在讲授“压强”、“功率”、“电流强度”、“电功率”等物理量时，都按上述层次提出问题，由学生自己找出这些物理量的特征，这种迁移都能够顺利实现。

(3)对物理规律教学，着重于理解，主要是让学生弄清楚

某定律反映的是什么样的物理事实的客观规律？

如果该定律能用公式表达，则公式中的物理量有什么样的相互依赖关系？

应用该定律时应注意些什么？

如在“阿基米德定律”教学中，我们在做好实验的前提下，通过演示和练习，主要让学生理解好：

阿基米德定律是反映浸在液体中的物体所受浮力大小的规律；

应用时要注意到这个规律适用于液体和气体；物体排开液体的体积与其浸入液体中的体积相等；

阿基米德定律可以写成公式：

$$F_{\text{浮}} = \rho_{\text{液}} \cdot gV_{\text{排}}$$

可见浮力的大小只跟液体的密度和物体排开液体的体积有关，跟物体的形状、物体浸没在液体中的深度、构成物体的物质的密度均无关。

(4)初中物理中的刻度尺、天平、弹簧秤、量筒（杯）、温度安培表、伏特表等仪器的使用

它们也有着共同特性（例如：如何刻度、最小刻度多大、准确度如何、怎样读数及记录等），在教学中也注意到引导学生“有序”地掌握它们的规律。

其它各类物理知识，象物理公式、物理单位、物理常数等，我们都结合学生的实际，按“方案”的基本精神进行教学。

实践表明，引导学生规律性地掌握知识，有利于发挥学生在学习中的主观能动作用，培养学生的能力。提高物理教学质量的关键在于使学生不仅理解结论，更重要的是掌握学习物理知识的方法和规律。

7. “程序——启动式”教学法

在十九世纪七十年代末期，杜威提出了“问题教学法”，尽管重视了学生思维的启发和能力的培养，能激发学生的求知欲，但在学生接触实践锻炼方面存在着局限性。后来在二十世纪三十年代美国的一些教育工作者提出了以自学为主的“程序教学法”，这种方法能适应不同程序学生的学习，但限制了师生的情感交流和认知上的及时反馈，以及学生学习范围和知识深广度。在中学物理的教学中，湖南桃江教研室戴健秋、桃江四中康敏教师实验并总结了一种通过一定途径，运用多层次启发、采用多种教学手段、强化学生的主体作用，让学生尽可能在学习中找到自我思维的最佳点和最优角度的教学程式，即“程序——启动式”教学法。

【基本结构和操作程序】

现代教学法的方法结构是和课程的知识结构、学生的认知结构、课堂教学的心理结构、教学目标等诸方面联系在一起。中学物理的内容，力、热、电、光、原各部分之间既彼此独立，也存在着有机的联系。就每堂课来说，可以把它分解成几个教学阶段和若干教学层次。在讲授之前，根据不同的教学内容，学生中基础知识、接受能力的各个层次，不同教学手段的要求，将教材通过处理后，编成适合不同程度学生的教学程序，让学生按照编写的程序进行自学、自探。课堂上教师成为“导演”，根据“演员”——学生的“演技”，进入“角色”的程度，来调整进程的快慢。根据认识论的观点，可归纳为以下几个程序进行教学。

(1)再现程序

引入新的知识，可以联系学生已经学过的知识，具有“承前启后”的作用。教师提出的问题，让学生回答，然后启发学生思考新的问题，达到巩固旧知识，培养纵向思维和发散性思维的能力。

(2)感知程序

对一个新的问题，尽量让学生从感知认识开始，就新的现象或事件，通过观察和自己动手演示、操作形成意识。这是认识事物的感知阶段，必须指明其感知的对象，其关键是要教师编写的程序能符合学生的思维习惯，这样有助于培养学生的观察、动手、归纳、推理能力。

(3)理解程序

理解和消化是掌握知识的重要环节，在感知认识的基础上指导学生分析现象的原因。从而揭示事物或事件的本质。在授课中或设置“疑点”（模棱两可的问题），让学生讨论或提出有关实质性的问题，并暗示问题讨论朝哪个方面去分析，以强化学生的学习兴趣，树立自信心，有“跳起来可摘到果子”之感。也可提出一些与之并列的问题与其对照，以培养横向思

维的能力。

(4) 创造程序

高中阶段的学生，或多或少都具有创造欲望和能力，在课堂教学中，精心设计一两个有争论性的问题，或有创新因素的习题，让学生争论、思考、评价。鼓励学生创造性的解决问题（或改进实验、或从新的角度解答习题、可写小论文等）。让他们那种“初生牛犊不畏虎”的拼劲在物理学中体现出来。

【教学实例】

教学内容：功与机械能的关系。

课型：新授课

教材分析：功与能的关系是对机械能这一章的总结，在已学过的知识（动能定理、机械能守恒定律）的基础上归纳出功与机械能的关系。教学过程：

(1) 复现

提出问题“机械能守恒定律的内容的是什么？”让学生回答，并强调“只有重力做功”是成立的前提，并指明“只受重力作用”与“只有重力做功”的不同处。

(2) 引入新课

这是感知的过程。就一些现象分析其实质，以达到巩固旧知识，熟悉新知识。首先提出下列问题，让学生思考并讨论。

- a. 在水平轨道上加速直线运行的火车，动能变化的原因。
- b. 跳伞员在张开降落伞后匀速下降，势能变化的原因。
- c. 起重机加速提升货物，机械能变化的原因。

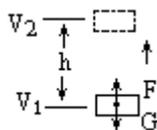
教师针对学生的讨论，前两个问题是学生基本上可以得出正确结论的，只需略加分析就可以指出结论。

(a)中，牵引力做正功，阻力作负功，且正功的数值大于负功的数值，火车的动能增加。

(b)中，重力作正功，重力势能减少。

但在(c)中，能独立分析清楚的就屈指可数的了。教师应重点分析，指出功与机械能的关系。

(3)在(c)中：货物受两个力：吊绳的拉力与货物的重力（不计阻力），若速度从 v_1 增大到 v_2 ，重心提高 h 。指导学生首先求各力的功及机械能的变化



重力的功： $W_1 = -mgh$

动力的功： $W_2 = F \cdot h$

机械能的变化： $E = E_2 - E_1$

$$= \left(\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \right) + mgh$$

提问：机械能的变化 E 等于重力与拉力的功的代数和？这是一个容易混淆的问题，让学生思考，并用动能定理去澄清。

$$(F - G)h = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

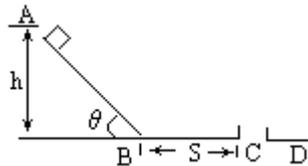
$$Fh = \left(\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 \right) + mgh$$

指出：物体机械能变化的原因是其它力对物体做功；其它力对物体作多少功，机械能变化多少。这就是功与机械能关系，简称功能关系。注意指明“其它力”的含意（不包括重力和弹力）。也可以请学生回答。这里接着布置课后思考题：“动能定理与功能关系有何区别？”

以上就是理解程序。

(4) 例题

如图质量 m 的物体，从斜面顶端 A 静止开始滑下，在斜面底连接一水平面，物体与接触面间的摩擦系数为 μ ，若 $h=10$ 米， $\mu=0.1$ ， $\theta=45^\circ$ ，问物体在水平面上的位移？



这题可以用牛顿运动定理、动能定理、功能关系求解，并且后一种方法比前一种方法优越，让学生自己去思考，会有同学分别用三种方法求解，将用功能关系求解讲解一下。受三个力的作用，除重力的功外，只有摩擦力做功。

$$\begin{aligned} W &= W_{AB} + W_{BC} \\ &= -\mu mg \cos\theta \cdot \frac{h}{\sin\theta} \cdot \cos 180^\circ + \mu mg \cdot s \cdot \cos 180^\circ \\ &= -\mu mg(s + h \cot\theta) \end{aligned}$$

机械能的变化

$$E = (0+0) - (0+mgh) = -mgh$$

$$W = E$$

$$\text{即：} -\mu mg(s + h \cot\theta) = -mgh$$

$$s = \frac{1 - \mu \cot\theta}{\mu} h$$

代入数值得 $s=90$ 米。

接着指明，若 c 处是缺口，物体能否跨过缺口呢？不能的话，可采取

什么办法呢？这可启发学生思考实际中的问题。指出“不能”。若有一块木板，在 B 后面构成一个斜面，可以使物体沿斜面运动，脱离斜面后作斜抛运动，“跨过缺口”。

这一过程，就是创新程序。

“程序——启动式”实际上是一种自学为主加之现代教学手段进行教学方法。但仍然存在局限性，课堂教学中限制了学生的学习范围；同时，下等生反映有一种“吃力”之感。反应在平均成绩提高幅度小。

“程序——启动式”教学法可用来进行新授课，习题课，实验课的教学。

8. “以实验为基础”的启发式教学法

针对物理教学中最大的弊端：一是实验教学薄弱。二是以传授知识为依据的注入式教学占了统治地位，为了改变这种情况，广东省教育厅教研室廖标仁，布正明老师设计并主持，由顺德一中和勒流中学实验并总结了一种加强实验，实行启发式，着重以培养能力、发展智力作为出发点的教学方法——“以实验为基础的启发式教学法”。

【加强实验教学】

(1) 通过实验激发学生学习物理的兴趣

兴趣是学习的动力。但目前中学生普遍对物理学缺乏兴趣，感到难学，这是一个严重的问题。原因是多方面的，但在教学中，由于采取注入式的教法，少做实验，脱离实际，把具体、生动的物理现象变成了空洞、枯燥无味的东西，这是主要原因。针对这种状况，教学要有效地培养学生的学习兴趣。

初中学生具有好动、好问、好奇的心理特点。因此要让他们多观察、多动手，激发他们的求知欲。

例如，从初二序言课开始，便要有意识地在教学中通过演示实验、放录像和参观物理实验室等使许多精彩的物理现象展示在学生面前，从而唤起他们学习物理的兴趣。

为了使学生的兴趣持久有恒。通过在直觉观察物理现象的基础上，教学中善于提出问题，用以启发学生的求知欲，引导他们去探索物理现象的本质及其因果关系。

使学生了解物理知识在经济建设和日常生活中的重要作用，增强对学习物理必要性的认识，也是使兴趣深入发展的有效途径。例如，讲保温瓶保温的道理、家用电器的连接、水电站发电量的计算、能源开发、太阳能的利用等，学生都感到非常有趣。我们还布置了一些与应用有关的课外活动，如光学潜望镜的制作，水位自动控制模型的实验等，很受学生欢迎。

(2) 改进各种实验教学形式，注意培养学生动手能力和探索精神

1) 把一部分演示实验改为边讲边实验。

传统的演示实验是以教师表演为主，其主要作用是为传授知识提供感性材料，较少考虑能力的培养，这对培养学生能力与发展智力是不利的。因此，把部分演示实验改为边讲边实验。其教学形式，有下面四种：

A. 把有利于帮助学生克服糊涂认识，建立正确的物理概念和规律的演示实验，改为边讲边实验。

例如在牛顿第一运动定律的教学中，许多学生都和亚里士多德的想法一样，持有“力是维持物体运动的原因”的错误观点。为了深刻地纠正这

种错误，并帮助学生进行思维推理，得出牛顿第一定律，要让学生在教师指导下进行实验探索，提高了教学效果。

B.对操作技术性较强，应用较广而学生又易出差错的实验，采用边讲边实验。

例如在长度测量的特殊方法一节的教学中，在堂上让学生动手做了六个小实验：

用棉线测地图上的铁路的长；

测课本一张纸的厚度；

测乒乓球的直径；

测圆锥体的高；

测一个硬币的厚度；

测细铜线的直径等。

通过学生实验，教师有的放矢的讲评，使学生对测量的正确方法与读，有一个深刻的认识，并为下一节误差的教学打下基础。

C.对具有典型性，代表性的某些教学重点或难点的演示实验，改为边讲边实验。

例如用滑动变阻器改变电路中的电流强度的线路连接及其作用是学生学习中和实验操作中的重点和难点。可让学生通过实验进行对比、分析来解决问题。

D.对于可见度小或物理过程快，学生不易观察清楚的演示实验，一般也采用边讲边实验。

有目的地采用边讲边实验的教法，可以把教师的教与学生的学有机地结合起来，这样既发挥了学生主动学习的精神，又加强了教师教的效果，有利于学生对知识的理解和巩固，更重要的是培养了学生的思维能力与实验技能。

2)适当增加和改进学生实验课。

学生实验课是全面地、综合地培养学生独立实验能力的教学形式。它包括实验的原理、方法，实验的技能、技巧，以及实验结果的分析等。为了增加学生动手的机会，可尽量把实验小组分得小些。

例如，重点中学二人一组，农村一般中学四人一组。学生实验课的数量和质量按教学大纲和教材的要求全部完成。还可把一部分验证性的演示实验改为探索性的学生分组实验，如在讲述弹簧的伸长与拉力的关系时，教师让学生在堂上自己做实验，探索出弹簧的伸长和它所受的拉力成正比的关系。在这基础上，教师又让学生自绕一个铜线做的弹簧，让他们探索弹性限度的概念，学生很感兴趣而且理解更深刻。

3)开展学生课外实验活动。

对于课本的小实验都可安排在课外要求学生全部完成，并定期检查和组织讨论。对于课本的实验习题，则布置学生进行制作和观察。例如自制

简易天平、惯性演示器等等。对学生制作的成果，要进行评比、展览和给予鼓励。还开展了小型实验竞赛活动。这些课外实验活动使学生的物理知识与能力得到了扩充和提高。

【以实验为基础的启发式教学】

以加强实验为基础的启发式教学，经过从初二到初三两年的摸索，初步形成“提出问题——实验观察——启发思维——练习运用”的课堂教学结构。

(1) 提出问题，即设置疑问

它起着激发学生兴趣，明确学习目的，启发学生思维的作用。设问的方法多种多样。有教师引问，也有学生的质疑。教师可以从设置一定的情境中引出问题，可以在复习已学知识基础上直接提出新的问题，也可以让学生在实验观察或做练习中自己产生问题。设问的运用，贯穿课堂教学的始终。在课始，发掘问题，引起兴趣；在课中，设计问题，循循善诱；在课末，留下问题，诱发深入。让学生带着问题学，才能学得主动，积极，自己去探索和获取知识。

(2) 实验观察

是指通过教师演示或学生实验，或者两者交错进行，在教师指导下，让学生小心观察，动脑、动手、动脑、动口去研究问题，获取知识。学生通过实验观察，有利于形成正确的物理概念，加深理解物理规律，提高分析和解决问题的能力。

(3) 启发思维

是在实验的基础上，经过教师的引导，进行分析概括，由感性到理性、由个别到一般的抽象思维过程。也就是通过议论、分析把实验中观察到的物理现象，概括出物理概念、规律。启发思维的运用形式，可以是教师与学生的问答式，也可以是教师启发引导下的学生议论小结，也可以是学生议论基础上的教师讲述。

(4) 练习运用

是指学生通过练习运用所学物理知识，达到加深理解，巩固知识和培养能力。主要是在堂上让学生做习题，还有解释实验或生活中的一些物理现象，实验验证等。

提出问题、实验观察、启发思维、练习运用，每个环节都有自己的特点、作用，各有区别，又互相联系，彼此渗透，相辅相成。

在具体的教学中，各个环节不要形成死板的模式，可以交错重复地使用，例如“实验观察”和“启发思维”就常常交织在一起，提出问题则渗透在各个环节中，采用“讲解、实验、小结”相互穿插进行，使课堂教学的几个环节有机地结合起来。

9. 初中物理课堂演示启发式讲解教学法

这是由江苏海门中学保萍老师实验并总结的。

初中物理的教学，经常是将课堂演示与启发式讲解结合进行。这不仅能调动学生的直觉思维，获得感性知识，还能通过教师的启发式讲解，步步深入地把学生引入抽象思维，逻辑思维的境地，使教师的主导作用得到充分发挥，学生的学习兴趣、求知欲亦得到很好的调动。

【教学模式】

(1) 先演示、后讲解

初中学生，由于年龄、性格的特点，具有好奇心理，酷爱“胡思乱想”，同时，学生由于思维层次的限制，教学中的某些教学内容，宜先进行课堂演示，再进行启发式讲解。

1) 引入抽象物理概念，宜先演示后讲解。

例如，讲授“惯性”概念时，学生对保持原来运动状态的“顽固性”理解有困难，先演示一个小实验：将盛水的玻璃杯压在一条纸带上，让纸带在杯底与桌面间迅速抽出，观察到纸带被抽出而杯子留在原来位置，针对这一物理现象，提出问题：

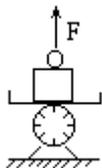
原来杯子与纸带处于什么状态？

当纸带的运动状态（所处位置）发生变化时，杯子的运动状态有什么变化？

产生这一物理现象的原因是什么？

这样很自然地引入惯性概念，然后进行启发式讲解。

2) 解决学生容易混淆的问题，宜先演示、后启发讲解。学生对物理概念、规律的理解往往有反复、特别是对那些“似是而非”的理解，一定要摆事实、讲道理、先演示、后讲解。



例如，学生总会认为“压力就是物体的重力”，压力是与物体的重力有关的”。为消除学生的这种错误观念，先演示如图所示的实验，在砝码上拴一细线，略用力竖直向上提，但不使砝码离托盘称，让学生亲眼看到，托盘仍受砝码的压力，不过压力已小于砝码的重力 4.9 牛，再将砝码提离托盘称，这时砝码的重力不变，仍是 4.9 牛顿，但托盘称上的压力已不存在。在上述演示的基础上，再启发讲解什么是压力什么是重力、压力和重力有什么区别和联系，从而澄清了学生“似是而非”的糊涂认识。

3) 对物理规律进行探索时，宜先演示后启发讲解。爱因斯坦认为：科

学研究中，“真正可贵的因素是直觉思维”。教学中培养学生的探索思维能力，帮助学生认识未知规律，宜先进行演示实验，再进行启发式讲解，让学生从观察到的物理现象入门，进行猜想、归纳、分析，让思维沿着一定的台阶逐步深化。如讲“电磁现象”中的右手定则时，要探索闭合回路中的一部分导体作切割磁力线运动时产生感生电流的规律，就得先按课本介绍的实验先演示，让学生思考。然后通过师生对话，总结规律，介绍判断方法——右手定则。这样学生便于理解、容易接受、记忆牢固。

(2)先讲解、后演示

启发式讲解的目的，在于阐述概念的物理意义，讲解物理规律的适用范围，为学生点拨知识的重点和难点，使他们在这方面多下功夫，认真钻研，打好坚实的基础，对于教材的某些部分，也可采取先启发式讲解后演示实验的教学方法。

1)新旧知识衔接较紧时，宜先讲解后演示。有的新授内容与已学过的知识有紧密联系，教材中承上启下的作用自然，这时可发挥学生思维定势的积极作用，因势利导，顺水推舟，通过板演、师生对话，在复习旧知的基础上，自然引入新概念。为要巩固和熟悉它的应用，发展学生的扩散思维，就得进行必要的演示实验。例如在“斜面”教学中，先总结：“斜面长是斜面高的几倍，所用沿斜面向上的推力就是物体重力的几分之一”这一结论，就可采用这种方法组织教学。因为学生已学过功的原理，知道使用任何机械都不能省功，所以通过先解一道简单的斜面练习题，应用简单逻辑推理得出： $F/G=H/L$ 的关系式，最后通过数形结合，演示课本上的实验进行验证，使学生心领神会、记忆深刻。

2)验证物理规律和现象，宜先讲解后演示，如讲解“改变物体热能”时，可先用启发式回顾用热传递的办法可以改变物体的热能，接着演示课本上的三个实验，验证做功确能改变物体的热能，从而得出做功和热传递都能改变物体的热能。这种先启发式讲解后演示实验，目的明确、指导性强，对学生定向思维能力的培养是较好的途径。

不管采用先讲解后演示还是先演示后讲解的教学方法，目的只有一个，即增加学生的感性认识，活跃课堂气氛，调动学生的学习积极性，活跃学生思维，提高知识传授和思维训练的效果，提高教学质量，所以教学中要注意：

演示实验与启发式讲解应和谐配合。

重视其它辅助教学手段的作用。

如利用电教手段以提高演示的可见度、动态效果、利用板画、挂图或实物解剖以增加对物理现象和过程的理解。

10. “二因素、三渠道、四层次”教学结构模式

物理学科既有一般学科的共同点，更有自己的学科的特点。所以物理学科的教学结构既有一般学科的教学结构的特点，也有自己的特点。中学物理教学结构模式应该是“二因素、三渠道、四层次”的立体化结构。其中，二因素的教学目标为横向复盖面，三渠道的教学方法为纵向，四层次的教学内容为垂直方向。

(1) “二因素”是指物理教学目标有二个因素：智力因素、非智力因素

一般认为，人的智慧活动中，不直接参与认识过程的心理因素称为非智力因素。加强对非智力因素的培养，对提高教学质量有重要意义。美国罗杰斯的“情感中心论”，前苏联沙塔洛夫的“合作教育论”，保加利亚洛扎洛夫的“暗示教学论”，以及我国冷冉同志的“情知教学论”都成功地说明了这点。所以，把非智力因素作为物理教学结构的横向因素之一，有利于物理教学指导思想的转变，有利于教学目标的立体化。具体地说，要求我们在物理教学中，要设法培养学生对物理的兴趣爱好，激发学生对物理学习的动机，形成活跃、愉快、和谐的学习环境，从而实现物理教学目标的立体化。

(2) “三渠道”是指物理教学方法有三个渠道：多种感官的渠道，多种教学法的渠道，多种活动的渠道

采用多种感官的渠道要求我们在物理教学中充分调动学生视觉、听觉、嗅觉、味觉、皮肤觉、运动觉、平衡觉，从而获得丰富的感性认识。采用多种教学法的渠道要求我们根据教材和学生的心理特征灵活地选择讲授法、谈话法、读书指导法、演示法、实验法、参观法等。尤其是注重演示法和实验法，它是物理教学中的重要教学法。采用多种活动的渠道要求我们广泛地开展多种课外活动，比如：自制教具、写小论文、设计小实验、物理竞赛、物理讲座、物理参观等。从而实现物理教学方法的立体化。

(3) “四层次”是指物理教学内容有观察、实验、思维、分析四个能力层次

物理学是研究物理现象的科学，中学物理教学大纲中明确指出中学物理教学目的是使学生在掌握物理知识同时，培养学生的观察能力、实验能力、思维能力、分析能力。在观察物理现象和实验操作的过程中，学生用眼睛看，用耳朵听，用鼻子闻，用手摸，产生了对物理现象中的物体个别属性的反映。在思维分析的过程中，抽象出物理现象的共同属性以后认识了有关的物理概念，抽象出物理现象的变化规律以后认识了有关的物理定律。所以，把这四个能力作为物理教学内容的四个层次有利于纠正忽视能力培养的错误倾向，有利于教学内容的立体化。具体地说，要求我们在物理教学中，要注重引导学生观察仪器、分析实验数据、写好实验报告，逐步养成自学习惯，逐步养成独立思考习惯。善于发现问题，解决问题，善

于抓住中心，抓住重点，从而实现物理教学内容的立体化。

美国心理学家布鲁纳认为：“有认知的学习理论，亦须有认知的教学原则，这些教学原则应着重学习过程，而非着重学习效果。”这里重学习过程正是教学结构的立体化，而重学习效果正是违背了教学结构的立体化。例如：有的教师在物理教学中，以最短的时间，尽快地速度授完新课，然后挤出大量时间进行解题训练，大搞题海战术，这种结构忽视了非智力因素的教学目标，枯燥使用讲授法的教学方法，遗漏了培养能力的教学内容，这样做只能欲速而不达。所以，我们应该按照重学习过程的教学原则，建立起立体化教学结构，真正提高学习效率。

11. “四环节”启发教学法

本教法的宗旨是：发挥教师的主导作用和学生的主体作用，采取启发、诱导方式，激发学生学习物理的兴趣，逐步培养学生主动学习、积极思维的品质和解决实际问题的能力。本教法由“预习、提疑，解难和练习”四个环节组成。这是由元孝恭老师实验并设计的。

【第一环：预习】

学生的知识和能力发展的根本原因在于他们本身内部的矛盾性。为了促进其内部矛盾产生，课前老师出预习提纲，指导学法结合教材内容进行预习。并写出预习笔记。记下基本概念和发生的疑问两部分。老师定期审评预习笔记，帮助和促使学生看书，培养其看书能力。特别是使学生在预习中能发生各式各样疑问，并记录下来，这样能逐步培养学生的发散思维。

例如，讲“功”这节课时，可给学生提出以下几个预习题：

- 1) 举例说明什么叫功？与日常人们所说的“工作”、“劳动”、“做工”有何区别？
- 2) 做功的两个必要因素是什么？
- 3) 如何由演示实验推导出功的大小与两个必要因素成正比？
- 4) 试理解功的计算公式和单位。

学生在课前基本上都能完成预习，记好笔记。

【第二环：提疑】

爱因斯坦认为，发现问题、提出问题比解决问题更重要，更有价值。在课堂上，首先让学生提出预习中的疑问。哪怕是点滴疑问也可。老师将重要的、具有普遍代表性的问题书写于黑板的一侧。这一环节，虽只有几分钟时间，但作用较大，一方面能调动学生积极思考问题，并激发其兴趣，另一方面能促使学生完成好预习环节，同时也增强下一步听课注意力，起到承上启下作用。学生开始提疑后，此起彼伏，接二连三。他们兴趣很浓。

例如：学生预习“功”这节课内容后，提出以下的一些问题：

- 1) 如何区别物理学中的“做功”和日常生活中所说的“做工”？
- 2) 书上所说的“在力的方向上通过的距离”怎样理解这句话？
- 3) 汽车在公路上跑 100 米是人在做功还是有哪个力做功？
- 4) 我把 5 块砖从校门外搬到校院里算不算做功？再将砖从一楼搬到二楼呢？如果再把这 5 块砖从二楼搬到一楼，又算不算对砖用功？
- 5) 一块瓦片从房上掉下来，有无对瓦片做功？朝鲜妇女用头顶着筐子走平路是否做了功？

【第三环：解难】

教学过程是一个不断分析矛盾，解决矛盾的过程，教学方法不仅为教学目的制约，还要受到学生认识规律的制约。学生提疑，说明有较强烈的求知欲，“不愤不启，不悱不发”。抓住这个时机，老师通过演示实验、启发、引导等方式，来敲开学生的急待求知的心灵。特别是演示实验，尽量让学生自己动手作，激发他们兴趣，使知识在潜移默化中被他们基本掌握。这一环节是关键的一环，解难时教师要根据教材的重、难点，有意识地讲解学生的疑问。能否排除疑难，达到预期目的，一方面要求认真备课，另一方面要掌握学生的理解水平。要避免讲解中的“蜻蜓点水”现象。此环节大约是 20—25 分钟左右。

对于“功”这节课，可分以下三个步骤进行启发。

(1)用实例从正反两方面来分析“做功”的真实含义，使学生明白其基本概念

首先用四个正面的例子：对上提、上举、水平推、自由下落的物体的做功情况组织学生进行分析，启发学生提出“做功”必须具备的两个因素，一是作用在物体上的力，二是物体在力的方向上通过的距离，二者缺一不可。

然后再举几个例子，说明作用力对物体是不做功的，引导学生判别各缺哪个因素：

1)10 个人用了很大力推汽车，但未推动。

2)两人抬筐土走了 100 米的距离。

3)某同学把凳子从三楼搬到一楼。

4)一辆 2×10^4 牛顿重的汽车在平路上前进了 100 米的距离，重力做了多少功？

如果启发学生能清楚上述力没做功的道理，再让他们对自己的疑问进行解释（参看板书的疑问），他们会基本理解，自我解难。

此环节不但能调动学生学习主动性，提高学习兴趣，而且能逐步培养他们的解题能力。

(2)由演示和图例导出功的计算分式

用演示和图示说明功的大小跟作用在物体上的力成正比，跟物体在力的方向上通过的距离成正比。即 $W=F \cdot S$ ，并要求学生明白公式中各字母的物理意义和单位。

(3)引导学生用分式解题

举例题：

某人用 20 千克力把 1000 牛顿重的小车水平推动了 1 千米，他对车做了多少功？车受的重力做了多少功？（解法略）

此题目的目的是熟悉公式、统一单位、掌握概念。

【第四环：练习】

遵照教学的巩固性原则和理论联系实际的原则，课堂练习是必要的。但要巧练，要调动学生的主动性、激发其兴趣的练。因此，可采取短时“知识竞赛”，分组（或男、女学生分两大组）当堂进行必答题、抢答题等方式竞赛练习，老师记分于黑板上。由于学生都有自尊心、好胜心，他们生怕自己一方失败。便极力用脑思考，争先恐后抢答，使课堂最后出现一个小高潮阶段，牵动着所有学生的心灵，激发着他们的兴趣，使课堂显得活而不乱，富有生机，在后 10 分钟左右也能收到好的效果。

有时，也采用分四人小组讨论练习或由老师主持，全班性探讨具有代表性的问题。

如“功”的练习，在男女生之间组织的短时的智力赛。

(1) 必答题

1) 口答：（要求 30 秒内解答）

（男）某同学用 100 牛顿的水平推力，把一个 200 牛顿重的木箱在平地上移动 1 米远，他对木箱做多少功？重力做了多少功？

（女）说出功的计算公式中各字母表示的物理意义及单位。

2) 判断正误：（要求 10 秒钟内答，错了讲原因，幻灯映出）

（男）1、功等于力跟物体在运动方面上通过距离乘积。

（女）2、只要有力作用在物体上就一定做功。

（男）3、用 1 千克力的水平推力将小车平移了 100 米，则此力对车做了 100 焦耳的功。

（女）4、重 100 牛顿的小车水平前进了 1 米，做 100 焦耳的功。

(2) 抢答题：（10 秒内答出）

1) 判断下列情况，力对物体是否做功？（男、女间隔答题）

把一桶水从井里提上来。

某人提着两桶水在平路上走了 100 米。

举重运动员举着杠铃接受记者拍照。

某人提着重物站在平路上的匀速行驶的汽车上。

人沿楼梯从一楼走到四楼。

人乘电梯上楼时，人是否做功。

苹果从树上掉下来。

我将黑板擦举起 0.5 米高，又水平移动 1 米远。

2) 板演：（要求 2 分钟内作完。男、女生中选程度基本相等两学生。）

（男）某人把 10 千克的重物举起 5 米高，做了多少功？

（女）质量 10 千克物体从 3 米高处自由落下掉在地面上，重力做了多

少功？

老师随时记分，最后累计。对胜方表扬，对负方提出鼓励，学生拍手祝贺，甚感兴趣。

作业布置，一般一至两个代表性题，个别章节课程可不布置作业。

12. 物理“实验、启导、和谐、高效”启发式教学

由湛江市教研室林济英老师设计和主持，与湛江市第一中学一起坚持12年有目的、有计划、有步骤的物理教学改革实验，逐步摸索出一条中学物理“实验、启导、和谐、高效”的启发式整体教学经验。他们遵循教育规律，根据本学科的实际，一步一个脚印，扎扎实实地进行教学改革，为大面积提高教学质量做出了努力。同时，为我们进行学科的教学改革提供了可资借鉴的方法。

这一实验设计是在80年代初以来先后进行了“激发学生学习兴趣，搞好初二物理入门教学”；“高中物理（单元导学法）试验”；“初中（六课型）单元教学法试验”；“高中（强化教与学双边活动，探讨实现主体与主导最佳配合）试验”；“以启发式教学为中心，充分发挥学生主体作用”等教改试验项目的基础上，于90年代初总结而成的。富有湛江特色的中学物理启发式教学法，达到了既减轻学生课业负担，又大面积提高教学质量，培养有理想、有道德、有文化，有纪律的一代新人。

【实验为基础】

在教学中除了认真做好每一个演示实验外，还设计与制作更多的演示实验，学生实验一人一组，仪器不足则分批进行。试行实验考试，成绩按比例列入物理总分，还完善课外活动小验，培养尖子学生，开展科技和教学仪器小制作活动。运用幻灯、电影、电脑等先进教学手段来提高实验效能，同时改革与创新实验用卡片记录，便于保留及推广，定期评选优秀成果。

【启导与和谐为核心】

- 1)制定学习目标，包括知识、智力及非智力因素培养三方面。
- 2)精心安排创设物理教学情境，运用故事、趣闻、实验、电影、质疑等手段。
- 3)加强新旧知识的联系，在学生原有知识结构中去同化接受新知识，形成系统化网络。
- 4)不照本宣科，对教材增、删、剪、拼恰当组合，突出重点，攻破难关。
- 5)多给学生课堂上思考、发言、讨论的机会，不搞满堂灌，也不用提问来惩罚学生。
- 6)恰当安排课堂教学中的“高潮”。“高潮”，是一堂课最精彩的地方，也应是重点（或难点）一被攻破，学生思维最活跃的时刻。

- 7)教师要善于质疑、启发诱导。
- 8)提高教师的教法、语言、板书、仪表、教态等艺术修养。
- 9)精选例题和习题。注重能力培养、减轻学生负担。
- 10)善于注重学生实际，了解反馈信息，及时调整教学方法及计划。
- 11)既教书又育人。结合教材知识对学生进行辩证唯物主义和爱国主义教育。
- 12)因材施教。对尖子和后进生应用不同启导方法，让各自在原有基础上得到提高，在情感、爱心上则一视同仁。
- 13)追求和谐的课堂教学气氛，重视学生主体与教师主导的最佳配合。

【高效是高、精、细、准、新】

- 1)“高”是指高标准，课堂容量较大，速度合理，保证中上学生“吃饱”。
- 2)“精”是指教学要精练。包括语言、板书、练习等，还包括要突出处理好重点、难点及知识关键点的教法。
- 3)“细”是指方法要过细。尤其是重点关键知识务必使学生理解透彻，掌握好知识网络。
- 4)“准”是有的放矢，针对多数学生实际，通过练习、测验进行科学的定量分析，作为选材、教学的依据。
- 5)“新”是指学习新的教学思想、教学理论与设计新的教学方法，还包括新的仪器、新的实验、新颖的练习和创新的解题方法。

13. “探索型”实验教学

培养学生能力是中学物理教学的主要任务之一。所谓能力是完成某项活动的心理特征，在物理教学中培养学生能力主要是：获取信息的能力——观察力、注意力；存储信息的能力——记忆力；处理信息的能力——思维力、想象力；再创信息的能力——创造力等等。

实验教学在形成和发展学生能力的过程中有着不可估量的作用。然而，传统的实验教学多是验证型的（这当然是必要的），但从培养有知识有能力的创造型人才这一点来看，仅仅以验证型实验为主还不能很好完成培养能力的任务。

天津 45 中冯保才老师在实验教学中试行“探索型”实验教学，创造条件，变以验证性实验为主为探索性实验为主。办法如下：

(1) 充分调动和发挥学生的主动性、积极性

学生能力的形成与发展是和他的具体活动联系在一起的。“探索型”的实验教学，是能很好调动学生学习的积极性的。

例如：闭合电路欧姆定律，采用改进后的全电路欧姆定律实验装置，接成如图一所示的电路，让学生从实验结果中探求闭合电路中 $\epsilon = v + V$ 的规律，从而导出 $I = \frac{\epsilon}{R + r}$ ，这样，学生在实验中自始至终处于积极思维的状态，把对实验结果的探索变成探究学习的有效动力，从而调动了学习的积极性。

(2) 观察力是智力活动的门户和源泉

“探索性”实验在培养学生观察力方面有着重要作用，因此安排每个实验都要给学生创造观察条件，同时教给学生观察方法，引导他们分辨主次，并培养他们从隐蔽的细节中，发现与教学内容有关现象的能力。

图一

例如：学生做自感现象研究的实验时，先让学生连好电路，通、断电各做两次，再引导学生注意观察通电时两个灯泡是否同时亮，断电时小灯泡亮度有什么变化。

再如，做闭合电路中路端电压和外电阻关系的实验，引导学生观察滑动变阻器阻值改变时电压表读数怎样变化。

通过观察，学生不仅对学习容易于接受，而且往往还能在细微的观察中发现的问题。如学生在做电磁感应的研究的实验时，他们发现，通电原线圈不仅在副线圈中插入或取出时，副线圈有感生电流产生，就是在副线圈上端平移，或者贴近副线圈外边上下移动亦有微弱电流产生，而在副线圈中转动则很难看到电流表指针偏转。这样，学生对产生感生电流条件有了更深刻的认识。

(3) 培养和发展学生的思维能力是能力培养的核心

探索型实验在这方面的优势，是验证实验无法代替的。因而在设计探索实验时，要充分考虑到学生思维能力的培养。

(图二) 打点计时器

例如：证明单摆振动角度很小时是简谐振动，可用一个摆长 2 米左右，摆球（铁质的）约 500 克的单摆，在铁球上粘上纸带，纸带穿过打点计时器（如图二所示），拉开纸带放手后，在纸带上打出半个周期的点。将纸带上两个端点比齐对折找出平衡位置。再量出每个时刻的位移，在坐标纸上画出振动图线。通过对图线的分析，进行推理、判断，认识其运动规律。这样的实验，使学生通过思考，进行前后对比、左右联系，深入追究和探索，既有利于打开学生思路，又能培养他们独立思考和积极探索的能力。

(4) 培养学生的创造力是新时代对我们的要求

探索型实验有利于培养学生创造性地运用知识和解决实际问题的本领。在教学中，不让学生只按照教师设计好的步骤、程式去照葫芦画瓢，而是要引导他们通过自己独立思考，运用已有知识创造性地去获取新的知识。

例如：电磁感应这一单元的教学中，可首先安排两节探索型实验，实验时，桌上摆出原线圈、副线圈、电源、条形 U 形磁铁、方框线圈、变阻器、电键等，让学生根据教材要求选择实验器材，设计实验步骤。

又如测电源的电动势和内电阻的实验，不仅摆出用伏安法测定所需要的器材，还摆出电阻箱、定值电阻等，实验的结果让学生充分讨论，相互补充、纠正，共同寻求实验的结论。这样对培养学生思考问题、解决问题和创造性的学习能力是大有裨益的。

(5) 创造条件安排实验

应尽量利用现有条件，把验证的实验改变为探索型的，这往往需要改装或自制实验器材。

14. “四步启发式”物理教学法

疑，即疑问；疑惑，亦曰疑义、疑难。获知始于生疑。物理教师若能采用有效的教学方法，充分地调动学生善于质疑、设疑，启发他们排疑、解疑，帮助他们消除学习心理上的障碍，逐步掌握科学的学习方法，就能促进他们顺利地运用旧知识来同化新知识，跨越知识间的难度障碍。从指导学生感知、认知、获知的原则出发，湖北通城一中余拱焰老师设计并运用了“四步启发式”的教学方法，即“自学质疑——精讲释疑——讨论排疑——练习解疑”就是以“疑”来组织课堂教学的方法。

【第一步：自学质疑】

自学，尤其是在指导下的自学，在任何教育体系中，都具有无可替代的价值。自学能力，是学生今后从事工作的基本能力之一。指导自学无疑是物理教学的基本方法之一。这里所要求的自学，不是一般浏览教材，而是阅读——钻研——思考。教学时，通常要先给阅读思考题（并非普遍的陈述教材内容的阅读提纲，而是具有一定思考性、能加深理解教材内容的思考题），并在课堂上留出一定时间（以减轻学生的课外负担）让他们自学阅读。教师通过巡视和观察，了解他们提出的不同问题，予以个别指导，及时发现各类学生自学时出现的不同情况，引导他们逐步养成正确的阅读方法，即要能抓住教材的脉络（知识间的联系及基本思路）和要点（重要、难点），能大胆的质疑。

“疑则进”。能否质疑，不仅是检验学生动没动脑，是否会动脑的重要标志，也是了解各类学生对教材的理解程度和掌握情况的重要依据之一。善于质疑者必善于学习。学习通过阅读——钻研——思考到阅读——质疑——理解的过程，是完成自学任务的基本过程。经历了这样的过程，他们就能逐步地由“不读书”到“读书”；由“不会读书”到“会读书”，并能逐步地学会从课本中发现物理教材叙述的特点和研究问题的方法，掌握物理思维的技巧，不断地提高自学的自觉性和独立性，逐步地适应物理学习的要求。

【第二步：精讲释疑】

学生在自学过程中遇到了一些不懂的问题，引起了疑惑，产生了疑问。有的虽经老师巡视时的个别辅导已受到启迪，但大多数学生仍有不少问题须通过老师点拨的精讲而得到解决。这是教师课堂教学的基本任务之一。

精讲，与一般的讲课不同，它不是照本宣科或少讲，而是在学生通览教材并经一般性思索的基础上所进行的讲解。因此，要用精炼而概括的语

言把重点或难点讲透。须知，对学生在自学中遇到而难以解决的问题，若不讲透，可能会使自学落空；不管学生是否弄懂，讲得过细，也不给他们以思考的余地，可能又重新回到满堂灌、注入式的老路上去，使自学流于形式。而要做到这一点，教师必须善于在学生所掌握的全部知识储备中把解决面临疑难所需要的那些知识抽取出来，通过精讲来启发他们进行灵活的应用。

教师精讲，一定要抓住学生难于接受的内容，抓住学生易于混淆的内容，抓住学生中带共性的内容。一定要注重物理过程的分析，注重介绍物理问题的研究方法。只有这样，学生才能集中注意力，才能按照自己思考的路子抽取其需要的知识，用以填补思路中的“空白”，连接思路中的“断点”。

教师讲得精，学生听得也就认真。其实讲得过多，学生的大脑兴奋点也不易集中，不易抓住要点，讲得精，可以破除学生依赖教师讲授，被动地接受知识的习惯，也可以克服他们阅读不思考、自学不质疑的毛病。有经验的物理教师在课堂上都是惜话如金，从不多讲、乱讲，而用精讲来提高时效的。

【第三步：讨论排疑】

物理知识不仅是物理科学的结论，而且包括物理思维的过程。为了开阔学生的思路，培养他们分析问题、解决问题的能力，有必要给他们一个议论自己提出的问题的机会。凡是学生能解决的问题，尽量交给他们自己去解决；经过教师引导、点拨后能解决的问题，也尽量交给他们去解决。有了这样一个机会，能促使学生在自学过程中潜心思考，提高使用参考书和工具书的积极性；也能逼使他们在教师精讲过程中独立分析，提高为取得讨论发言权而积极寻找理论依据的自觉性。

讨论的过程，也是培养学生思维能力的过程。因此，教师要善于“激疑”，善于提出适量的表面矛盾，让他们深思，让他们亲自体验一下“跳起来摘桃子”的心情，从而激发出深入求知的兴趣。

通过议论，可以培养学生运用物理语言的表达能力，消除学习的畏惧感，使那些具有相同见解的学生产生学习的快感，使那些具有不同见解的学生欲罢不能，使那些仍有困惑的学生在教师的引导下能顺着问题的线索去寻求解决的思路。这样，讨论的过程就变成了排疑的过程，通常情况下，疑难经过争议、讨论之后，基本上能得到较为完善的答案。

为使讨论始终沿着正确的方向而获得理想的结果，一方面教师要善于启发，特别要及时鼓励那些敢于发言和勇于争论的学生，使讨论不断引向深入；另一方面，还要留心观察，把握动向，针对出现的问题，抓住时机，予以适当的点拨。

【第四步：练习解疑】

练习的过程是运用已学过的旧知识解答新疑难的过程，让学生通过解题练习并从相互联系和相互依存的关系中对抽象出来的概念与规律进行反思，使前后知识相互挂钩衔接，促进智力的发展和知识和迁移。

解题就是练习，就是解疑。为此，课堂教学时，物理教师必须对学生进行解题方法的指导。要引导他们明确解题思路，即要求能正确理解题意，能抓住问题的关键，灵活地选择有关概念和规律分析、推导，达到问题的解决；还要指导学生善于以物论理，能简要地运用语言文字。对于格式、步骤、单位选用、取值方法等都应规范化，以利于培养学生严谨、认真、求实的科学态度。

指导解题练习，要求教师精选好具有科学性、典型性、思考性的例题和习题；充分发挥一题多解、一题多变、一题多用或多题一解的功能，促使学生形成思维的热点，发展动态思维，达到解会一道题、弄懂一类题的目的。对学生的解题，教师也要及时而有针对性地讲评，帮助他们明辨是非。学生独立完成一定数量的难度适当的习题，就能消除死套题型的定势影响。逐步培养出寻求变异、不依常规的创造性的思维能力。

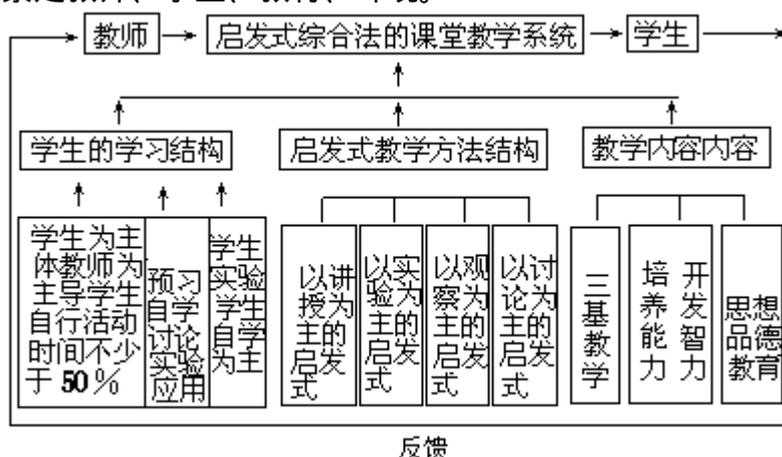
一切知识既是探索的结果，又是重新探索的起点。小结，是对旧知识归纳性的练习，也是对新知识研究性的探索。因此，还有必要加强“题后小结”和“编题活动”，指导他们进行单元小结、章节小结或体会最深刻的某一内容的小结。这样，不仅有利于学生熟练地运用物理知识，还有利于他们进一步排除疑难，有利于理清知识间的脉络和联系，提高综合、归纳和探索的能力。

15 . 三环节五步骤启发式综合教学法

“启发式综合教学法”是由苏州大学物理系许国梁提出设计、由苏州33中钟鹏明老师、山东济宁9中张以明老师等实验并总结的一种以学生实验、学生自学为主的综合启发、合理地综合运用多种教学方法的课堂教学形式。这种课堂教学结构体现了初中物理以实验为基础的学科特点和初中学生的年龄特征，强调通过实验来调动学生的学习积极性。教师在组织安排学生的教学活动中，合理地组织几种必要的教学方法，综合运用，灵活地启发、引导学生进行自学，并逐步掌握科学的学习方法。

【教学过程模型与原理】

一堂课的好坏决定于教学的全过程，而教学过程是信息传输、储存、加工和转换的过程。教学系统是作为一个统一整体存在的。构成系统的主要因素是教师、学生、教材、环境。



在实施“启发式综合教学”的过程中，教师不但要通过恰当的教学法向学生传授教材内容，还应遵循教学规律对教学系统进行总体的调制，通过反馈信息，使教与学呈现出高度的协调、和谐。“启发式综合教学”的课堂教学系统如上图所示。在应用“启发式综合教学”的过程中，应将教学内容结构、教学方法结构，学生的学习结构合理地、有机地调控、统一在一节课之中，方会发挥出较好的教学效果，达到预定的目的。

“启发式综合教学”能够大面积提高初中物理教学质理，可以从以下几个方面来认识这种课堂结构的原理。(参看下面【课堂教学结构与环节】)

(1) 调动学生的学习积极性，发挥学生在学习过程中的主体作用

学生应该受到激发，以便能体验他自己解决问题的能力，同时也要有足够的成绩使他们感到自己的思维活动得到了报偿。

这一认识对发挥学生，尤其是中等和较差学生的学习主体作用是很重要的。课堂教学结构中十分重视这一理论的应用，如在“设疑引学”环节中，采用多种手段来激发学生的学习兴趣，特别是在“辨疑解难”环节中，

通过讨论、讲述、小结，教师肯定和赞扬学生的认知情况以及学生之间的相互评议，都使学生及时认识到自己的学习成绩和学习能力，这就极大地鼓舞了学生，尤其是基础较差的学生的学习信心，激发了直接学习动机，调动了学生的学习积极性。

(2)低容量高思维密度的课堂教学结构促进全体学生智力发展

课容量是指一节课内所运用的新概念、基本规律、技能、科学方法的多少。由于初中学生在小学时课容量一般是比较低的，进入初中学习如一下子采用高课容量，他们往往不适应，反而降低教学效果，因此初中学生的课容量宜低不宜高。

高密度思维是指学生在一堂课上的较长的意注意时间，并能积极主动充分地开展思维活动。

由于在课堂教学中，学生们通过动脑动手，动笔动口的进行学习，使各种感官受到刺激，改变大脑的兴奋点，延长学生的有意注意时间，并促使大脑对各感官传输的信息综合分析，形成概念，因此课堂教学的思维密度是比较高的。

以“物理课上最容易引起自觉学习的事”为题向学生做调查，结果表明，学生实验、问题讨论、表扬激励等方法最容易引起学生的自觉学习。

物理课上最容易引起自觉学习的事

问题讨论	学生实验	表扬激励	批评	教师讲解	其它
40.95%	33.33%	9.52%	3.81%	3.81%	8.57%

在“启发式综合教学”中，设置了“辨疑解难”的教学环节，采用小组讨论，全班讲述和师生间启发性谈话相结合的教学形式，强调用自己的语言来“辩”和“讲”，用语言作为主要的交流思想的媒介，提高了课堂教学的思维密度，因为语言能比较迅速地反映思维活动的结果。

(3)从当代学生的实际出发，因材施教，全面提高教学质量

以学生自学实验和讨论为主的“启发式综合教学”的课堂教学结构，通过“设疑引学、辨疑解难、释疑巩固”课堂教学环节，改变了老师讲、学生听，老师写、学生抄写那种因学生处于消极被动地位而使课堂气氛沉闷的情况，而是学生自己阅读教材，自己做实验，可以讨论，也可以上台讲述，他们的主动性积极性得到了充分发挥。在教师及时引导点拨下，学生通过动脑动手，动笔动口，把注意力集中在学习上，克服了初中学生上课容易思想开小差，做小动作等缺点，课堂结构更趋于合理。

(4)课内巩固性练习，提高学习效率

“启发式综合教学”的最后一个环节是“释疑巩固”，目的在于当堂巩固，将巩固练习放在课内进行，能减轻学生尤其是差生的学习负担。同时，教师也可以从学生的巩固性练习中及时获得教学效果的反馈信息，借以调整自学提纲的坡度，把握讨论方向，对学生学习行为进行指导、纠正、肯定和赞扬。学生可以从自己的学习效果的反馈信息中，纠正自己的学习

行为，促进教学过程的最优化。

【课堂教学结构与环节】

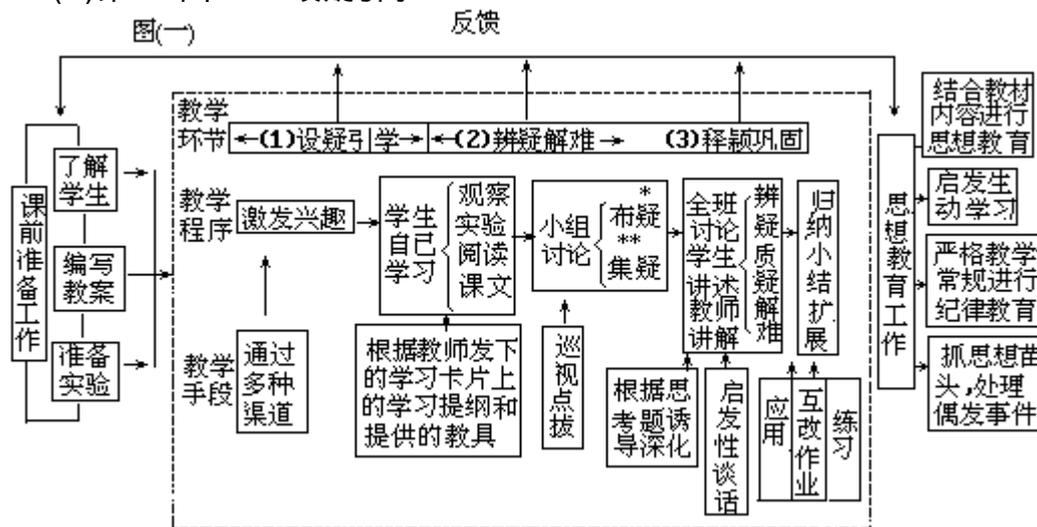
课堂结构（或称课堂环节）是教师进行教学的程序，通过这样的程序来贯彻确定的教学思想和教学法。对于“启发式综合教学法”的课堂教学进程，运用分解原则，可将其教学因素化为如下图形式：

*布疑：由学生提出问题。学生提不出疑问的地方，并不一定已经明白了，这时可由教师把问题提出来，启发学生思考，引导讨论。

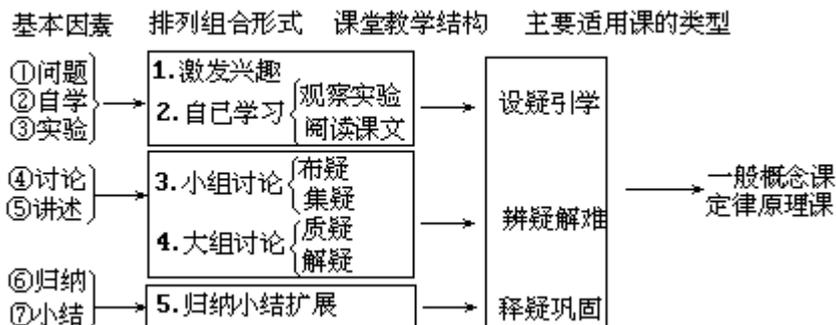
**集疑：听取和归纳学生的疑问。

各环节具体分述如下：

(1)第一环节：“设疑引学”



图(二)



这里包含激发兴趣和自己学习两个教学过程。

兴趣往往是初中学生主动积极地学习的支柱，他们对学习的热爱和追求来源于兴趣。课堂上首先从培养学生学习物理的兴趣入手，激发他们的求知欲，引导他们自己学习。一般来说，学生的学习兴趣是比较容易引起的，可以通过做实验、游戏、智力竞赛、生动的物理学史、动听的故事等多种渠道，抓住学生对一些事物、日常生活中的现象还缺乏正确的认识，设置一些疑问，这些问题越具体，越靠近教材，学生就越容易产生想法，

解疑的积极性就越高，兴趣也就越浓，自学的自觉性也就越高。

根据现有教材的特点，本教法采用《学生学习卡片》来指导学生自学，卡片上列有自学提纲、实验、讨论思考题等内容，如何组织好自学提纲，设好学习阶梯，恰到好处，帮助学生步步深入，尤为重要。自学提纲不要使学习的跨度过大，也不要过小。根据实践，具体做法可分为三个层次：

1)课堂自学，教师帮助学生学会在课本上点点划划，此时自学提纲宜细，学习跨度宜小，这个过程大约要三个月左右的时间；

2)课堂自学，教师帮助学生学会扎记，这个过程大约要两个月左右的时间；

3)课堂自学，教师帮助学生学会扎记，这个过程大约在两个月左右的时间；

4)课堂自学与课外预习相结合，教师诱导深化，学生通过阅读学会质疑、探讨，此时自学提纲可以适当粗些，这个过程大约要四个月甚至更长一些时间。

(2)第二环节：“辨疑解难”

这是教学的中心环节。教师在学生自学的基础上组织学生进行讨论，使学生通过辨识和争论得到明确认识，从而掌握知识。

首先对学生自己能发现和解决的问题（通过看书、实验），教师不包办代替，放心让学生自己学，这样有利于学生自学能力的形成。教师在这里做的一项工作，巡视“集疑”、“布疑”，做到心中有数，对个别差生进行适当辅导。

其次对共性的难点、重要的概念，分歧大的问题，组织学生讨论，鼓励学生把意见讲够，把道理都摆出来，充分辩论，教师不轻易表态，在适当的地方，教师给予必要的点拨。学生生疑而百思不解、争论的地方，往往就是难点，就是理解和解决问题的关键，这时的点拨收到拨云见日的效果。同时有的放矢的鼓励学生上讲台讲演、质疑、辨疑；交流信息，教师则通过与学生间启发性谈话的方式来综合归纳提高，从中给学生指出一条正确的抽象思维的方法，决不简单地依赖教材，把现成的结论和盘托给学生，使学生在这一教学环节中，通过动眼（看书）、动脑（思考）、动口（表达争辩）、动手（实验）、动耳（听讲），既学到了知识，又培养了能力（解难）。

(3)第三环节：“释疑反馈”

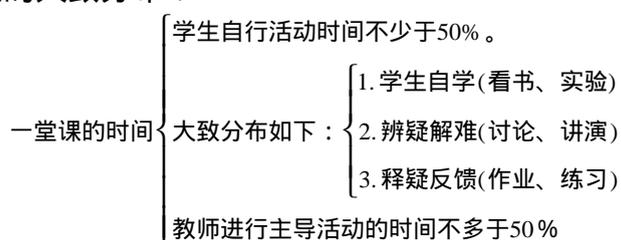
是这种课堂教学结构中最后一个环节，也是知识巩固运用阶段。教师通过组织学生解答习题，做作业，一方面通过反馈检查教学效果，另一方面使学生学到的知识系统化和深化。

在整个教学的各个环节中，学生实验是基础，学生实验不仅能激发学生的学习兴趣，而且是帮助学生打开知识大门、突破教材难点的钥匙，又是开发学生智力、培养能力的手段。做法是增加学生实验的数量，提高质

量、扩充容量。实验形式多样化，除了教材规定的学生实验和小实验外，还有大量的将演示实验改成的学生边学边实验，课外学生实验，做到书本和日常生活结合，课堂内外结合，校内外结合，基本实现二人一组，收到了良好的教学效果。

上述是一个基本模式，也就是实施“启发式综合教学法”的课堂教学结构，但不能绝对化，更不能僵化，还要根据具体教学情况进行变通，但是它的基本特点应该是自学为主，努力做到使每个学生都能独立的学习，教师只是起一个主导学生学习的作用。

为了在教学过程中贯彻以学生为主体的精神，在教学时间上，应保证给学生足够的活动时间。根据教学时间的统计，从总体上讲，每节课学生活动的时间不少于 1/2，这些时间主要用于学生看书、实验、讨论、讲演、作业、练习等。我们可以从下列图表看出实施这种课堂教学结构在教学时间上的大致分布：



当然不同类型的课，师生双边活动的时间，还可能有很大的差异，上述统计只是从一学期教学时间的总体上反映这种课堂教学结构的特点。

【课堂教学步骤】

从学生的实际出发，启发式综合教学分五个步骤。

(1) 激发兴趣，引入课题

一般 5~7 分钟，处于思维的启动阶段。上课铃响后，教师通过多种手段来调节学生的条件反射，激发学生对新课的兴趣，使大脑处于积极的思维最佳的接收状态。

(2) 学生自学

一般 10~18 分钟，这时属于思维的最佳状态。教师一般不中断学生的思路，让学生根据教师开列的自学提纲和提供的实验器材，自己动手动脑学习。由于人人都直接参与学习活动，学习效果是比较好的。

(3) 小组讨论

一般 5 分钟左右，穿插在学生自学中进行。

(4) 大组讨论，全班讲述

一般 10~15 分钟，属于思维的调整阶段。最佳思维阶段过后，思维出现疲劳现象、注意力开始松懈，反应速度降低，做小动作、讲话走神等现象就会发生，在这时就变换方式，改变方法，采用讨论讲述的形式，调动

学生的一切感觉器官和思维器官都积极参加课堂活动，让学生通过“辨疑”，感到学有所得，体会到胜利的喜悦。从而延续学习兴趣，出现课堂的第二次积极思维高潮。

(5)归纳小结、复习巩固

一般5分钟左右。学生通过适当的练习，应用，使知识得到巩固和扩展。在整个过程中，始终贯穿着教学的启发性原则（如激励、点拨、引导、教学民主等），学生的思维活动得到了充分展开，提高了课堂教学效率。

“启发式综合教学”充分体现了因材施教的原则，课堂上大部分时间让学生自定步调学习，有不懂的地方可以反复阅读教材，弄懂了再往下看。演示实验改为学生边学边实验，可观察清楚，也可以反复做几次。自己解决不了的问题可以问老师。同样，由于可以自定步调学习，优秀生的思维可以得到充分展开，自己可以学得深一点，多学一点。教师对这两者都可以重点辅导，教和学都有针对性，使全体同学在不同程度上都能既获得知识，又培养能力。解决了将课堂教学统得太死，对学生个体间的差异不能因人制宜加以照顾的弊端。

【课型选择】

“启发式综合教学”对教师讲解的时间做了限制，但对教学方法提出了更高的要求。在实施“启发式综合教学”的过程中，通过对各种启发方式的综合运用、分析比较，总结出以下五种常用的课型结构。

教法结构	综合教学的应用	应用目的	主要能适用的类型课 占总课时比例
1、以观察为主的启发式	实物、模型、挂图、观察、演示实验、幻灯电影	通过学生的视觉,启发、引导学生积极思维、主动学生	教材内容比较复杂,能直观看到现象的概念课 约 10%
2、讲授为主的启发式	谈话式的提问,点拨式的谈话,讲解、讲述(学生),小结	通过学生的听觉,启发,引导学生积极思维、主动学习	1.教材内容比较抽象,理解性较强的概念课; 2.复习课; 2.习题课
3、以实验为主的启发式	教材规定的学生实验,演示实验改成的边学边实验,小实验,游戏	通过学生动手动脑学习,激发兴趣,启发学习,培养能力	1.教材内容比较简单,能安排学生实验的概念课; 2.实验课 约 15%
4、以讨论为主的启发式	以启发性谈话的方式诱导学生讨论、议论、辩论、讲述、交流信息,点拨、归纳、提高	通过学生动脑动手,交流信息,激发求知欲,辨疑解难,使概念深化,开发智力,培养能力	1.教材内容比较简单的一般概念课,定律原理课; 2.复习课; 3.习题题 约 40% ~ 50%
5、以练习为主的启发式	采用对比、归纳、讲解、板书、实验等多种形式进行复习,课堂的巩固性练习;记忆	通过学生视觉、听觉、触觉和运动等多种感觉渠道进行复习、识记练习、释疑反馈,使知识得到强化、巩固	1.复习课; 2.习题课 约 15% ~ 20%

上述五种启发式的教学形式,要根据不同类型的不同年级、班级、教材教具的特点来确定综合运用形式,以达到最佳教学效果的目的。例如上面举例分析的“设疑引学、辨疑解难、释疑巩固”的课堂教学结构基本属于以讨论为主的启发式,比较多地运用于初中物理“一般概念课”、“定律原理课”。

(1)以观察为基础的启发讨论式

对教材中某些实验原理比较难懂,实验步骤比较复杂的演示实验,或因条件限制一时难以设计成学生实验的内容,采用教师实验,学生认真观察的办法,引导学生分析、讨论得出结论。如在讲“比热”时,可用微小压强计代替温度计增强实验效果。

(2)以讲解为主的启发式

对那些内容抽象，理论性强的教材，如液体压强公式、电流强度、电压等，虽采用以教师启发讲解为主的教学方法，但也要区别于传统的“满堂灌”，要通过教师生动有趣的讲解，严密的推理，谈话式的提问质疑，并适时穿插学生的讨论，尽量为他们创造动手、动口、动脑的机会，启发他们主动地掌握知识。

(3)以学生实验为基础的探索式

这种课的上法是，在教师的指导下学生自己动手实验，观察现象，然后对观察到的现象或实验数据进行讨论分析，进而在教师的启发和引导下得出物理概念和物理规律。

把现行教材中凡是通过教师的演示实验建立物理概念和规律的内容都改变成为以学生实验为基础的探索课。如摩擦、密度、压强、连通器、阿基米德定律、平面镜成像、电流与电压的关系等。此外，把课本上安排的验证性实验也变成学生的探索性实验，提到本节教材的前边让学生动手做。如弹簧的伸长与拉力的关系，液体内部的压强与深度的关系，萘的熔解和凝固等。为了突破教材的难点，还要自己设计一些实验，如比重计的原理、液体的沸腾条件等。

要使“实验探索课”上得成功，教师必须吃透教材，了解学生，精心设计符合学生认识规律的教学程序、具有启发性的讨论题和简单易行、效果明显的学生实验。其课堂教学程序一般为：

- 1)教师提出要探索的问题，使学生明确实验目的、实验步骤、观察的重点；
- 2)学生分组实验，观察现象，记录数据，教师巡回指导；
- 3)根据实验结果，引导学生讨论分析，回答教师设计的问题，使认识逐步深化，步步逼近待认识的规律，让学生自我探索，自我发现；
- 4)让学生汇报实验现象和讨论结果，教师进行适当的启发和引导，归纳出物理概念和物理规律。

下面以“电流定律”一章中的第三单元第五、六、七节的课堂教学为例说明这种课型的上法。

1)研究导体中电流强度与电压的关系。

学生随堂分组实验器材：干电池三节、安培表和伏特表各一只，2 ~ 5 金属丝一段、两端削尖的铅笔一支、电键一个，导线若干。

教师先做演示实验，在一个小灯泡的两端分别接一节、二节、三节干电池，让学生观察小灯泡亮度的变化，启发学生获得“灯泡两端的电压增大，电流强度也增大”的感性认识。

在此基础上，教师提出要探索的问题，怎样才能找出导体中的电流强度与加在它两端的电压在数量上的关系呢？

问题提出，学生议论，不少学生很快提出用伏特表和安培表分别把每次的电压和电流值测量出来，看看它们之间到底有什么关系。当教师肯定

了他们的想法后，又紧追一句，如果我们用小灯泡做实验找出了U与I的关系，这种关系是否也适用于其它导体？即我们对小灯泡找出的这种关系是否有普遍意义呢？

多数同学又陷入沉思，但有的同学会提出，换用几种其它导体多做几次实验进行验证。

学生对要求探索的问题明确后，教师开始指导学生设计出测量金属丝和铅笔芯的电流与电压的电路图，指出应注意的问题，然后分组进行实验，把数据填入事先设计好的表格。

表 1 (金属丝)

电压(V)	$U_1=1.5$	$U_2=3.0$	$U_3=4.5$
电流强度(A)	$I_1=0.3$	$I_2=0.6$	$I_3=0.9$
比值 U/I	5	5	5

表 2 (铅笔芯)

电压(V)	$U_1'=1.5$	$U_2'=3.0$	$U_3'=4.9$
电流强度(A)	$I_1'=0.12$	$I_2'=0.24$	$I_3'=0.39$
比值 U/I	12.5	12.5	12.5

然后，教师启发学生讨论分析表格中的数据。从表格中的数据横向比($U_1/U_2=?$, $I_1/I_2=?$ )你发现了什么问题？这时课堂上的气氛出现了高潮，同学们投入到探索之中，当他们通过自己的计算和分析得出了“导体中的电流强度与这段导体两端的电压成正比”的结论时，人人兴致勃勃，沉浸在胜利的幸福之中。

2) 研究电阻的含义。

在上面研究的基础上，教师抓住时机向学生提出两个新问题：把表格中的数据竖着比(即 $U_1/I_1=?$, $U_1'/I_1'=?$ )你会发现什么？当电压相同时，U/I 的大小对两导体中的电流强度有何影响？在教师的引导下，对要探索的问题层层深入，从而获得了“电阻”的概念。通过这个过程，学生对“电阻是导体的一种属性，它可以用 U/I 的值表示”的理解就深刻了。

3) 顺藤摸瓜，得出欧姆定律。

教师再向学生提出：比较两表格中的数据，看看当电压相等时，导体中的电流强度与电阻是个什么关系？

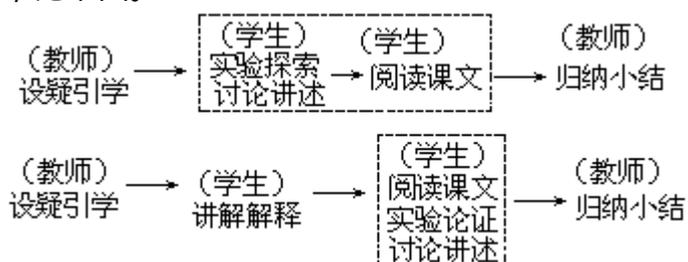
学生有了前面分析的经验，很快总结出二者的反比关系，而且每人都流露出一自信的神情，在此基础上归纳出欧姆定律便是水到渠成了。

由一个简单的实验，经过教师的步步启发，层层引导，对实验结果进行分析比较，归纳概括，使学生始终处于积极的自我探索和自我发现的状态，从而认识一个个物理概念和规律，享受成功的快乐，激发学习的热情和信心，并从中学到研究问题的方法，培养观察和思维的良好习惯，这就

是“实验探索式”课型的突出优点。

(4)以自学阅读为基础的启发讨论式

根据具体教学内容，主要有两种以讨论为主的启发式的排列组合形式，见下图。



这种组合适用于复习课、习题课，如单元复习等环节。

教师在启发、讲解的过程中要经常给学生创造发问机会，鼓励学生大胆提问，允许质疑，对提问者进行公开表扬，对学生的提问应及时给予肯定，给予应有的答复，从而创造一个良好的和谐的学习环境，保证各种启发方法的实施。

对那些纯理论叙述的，不能设计成“实验探索式”课型的教材，一般采用这种方法进行教学。如重力、机械运动的分类、功、功率、热量计算、分子结构等。此外，一些应用性教材，如增大和减少摩擦的方法，压强在生产 and 生活中的应用，能源的开发和利用等，它们都浅显易懂，通过学生自学，教师稍加点拨即可掌握，也设计成以自学阅读为基础的启发讨论式课型。

教学过程一般是：

- 1)教师引入课题，出示阅读提纲；
- 2)学生阅读教材；
- 3)讨论争辩（分组讨论、同桌讨论、师生共同讨论）；
- 4)教师点拨讲解，总结归纳。

阅读提纲一般说来要具备以下特点：

- 1)成为学生自学的向导，引导他们由浅入深地钻研教材；
- 2)要对准教材的重点和难点，以及学生的弱点和疑点；
- 3)能启迪学生的思维，帮助学生排除学习中的障碍。

进行“以自学阅读为基础的启发讨论式”教学时，始终把指导阅读方法，提高自学能力当作一项主要任务。这种方法和能力的培养分成三个阶段进行。

第一阶段，阅读提纲要详细，结合提纲中给出的问题，教师启发引导学生对教材逐段分析，对重点字句逐字逐句地讲解；

第二阶段，提纲变得简略概括，让学生按照提纲阅读、讨论回答问题；

第三阶段，放手让学生自己阅读，发现问题，然后总结教材的要点。

在学生阅读的基础上，组织学生讨论争辩，是上好这种课的重要一环，进行讨论和争辩时，要突出一个“导”字，如在讲热平衡方程式时，先让

学生看课本的例。

教师问：

“看后你有什么新的发现？”

有的学生说：“热水放出的热量等于冷水吸收的热量。”

这时并不忙于对学生的回答做出肯定或否定，而是进一步追问：

理由是什么？有位同学说：“热传递的结果二者温度相等，热量就相等。”

又有一位学生说“热水的质量是冷水的3倍，热水降低的温度是冷水升高温度的1/3，所以热水放出的热量与冷水吸收的热量相等。”

教师肯定这个同学看书仔细，善于思考。持相反意见的同学发言：

“热水与周围的空气发生热传递，所以空气要吸收一部份热量哪！”

教师说：“若把这一因素忽略不计呢？”又有同学接着说：“杯子还要吸收一部分热量呢！”

教师又说：“也不予考虑呢？”教室里哄堂大笑，也有些学生不服气地说：“那样，咱物理上还有真事吗？”教师向他们解释抓住主要因素，忽略次要因素是研究物理的一种重要方法，同时对同学们敢于提出不同意见的做法进行表扬和鼓励。经过进一步的启发和引导使同学们真正理解了 $Q_{吸}=Q_{放}$ 的含义。

(5)以练习为基础的启发式

这种课型主要是在上习题课时采用，要求教师精选典型的例题和练习题为学生讲解、示范，然后指导学生练习，探索各类题的解题规律，通过多种解法的比较，选择最佳解题方法，培养学生动脑、动笔，勤于思维的良好习惯，提高分析和解决问题的能力。

“教必有法，教无定法，贵在得法”。这五种课型并不是固定的模式，在课堂教学中有时要几种方法综合运用，交叉进行，绝不能生搬硬套。我们体会到，只有敢于冲破传统教育思想的束缚，大胆改革，才能闯出新路子。

【操作要义】

(1)整体教改，造成物理教改的同步环境

要从整体原理出发，设计从教育，教学，管理整体上实施“启发式综合教学”的方案，从更大的范围内去寻找整体优化的途径。

首先是改革班主任工作，放手让学生自己管理自己，通过竞选，产生班长，由班长“组阁”，实行班委会轮流负责制。同时，组织学生积极参加社会实践和社会调查，积极参与教育思想大讨论。还可创办家长学校，着重抓家长工作，使家长也变革观念，了解和支持教改。还可开设职业技术选修课。这样，变封闭式教育为开放式教育，为各种教改创造一个良好

的环境，同时也为物理教改创造教改的同步环境。

(2) 坚持启发，打开学生的思维通路

“启发式综合教学”所倡导的“启发”，不仅有传统的意义，而且在目的上、手段上、内容上和依据上又跟传统的启发有差异。在实施“启发式综合教学”的过程中，用信息科学理论及现代认知心理学的观点着重探讨启发与思维和关系。在教学过程中，启发的作用表现为诱导和促进。不管是情感启发还是智力启发，都是作为整个系统的施控者——教师的主要工作环节。教师必须在信息系统的传输通道上，准确地找出“耦合点”和“最佳耦合方式”。为此：

备课的针对性。一般就来，教材每章每节都有重、难点。教学中能准确地确定这些重、难点，佐之以适当的教法，这就找出了“耦合点”和“最佳耦合方式”。备课前，可先翻阅前几届的教学笔记（上面记载有教学中发现的学生的疑难点）再写出教案。在安排学生预习后，又找一部分有代表性的学生座谈，找准难点，然后构思启发教学方式。

讲课的灵活性。课堂总是一个动态的有机系统，每一堂课的发展都不可能按备课的设想一或不变。因此，教师要及时取得反馈信息，并据此及时调整课堂计划。这个过程同样处处需要启发，课堂的灵活性，核心是启发的灵活性。

答疑的应变性。答疑也是一门艺术，学生常会提出一些教师预想不到的问题，教师首先必须欢迎学生提问题，才能刺激学生学习和思维的积极性。教师在课内或课外答疑时，不能不让学生思考，便将结果通盘托出。正确的做法应该是步步引导，只在学生思维障碍处“搭桥”，让学生自己得到结果。对学生提出的一些较难问题，即使教师一时答不上也没有关系，可以同学生一起研究。这样，可以进一步激发学生的求知欲，也有利于学生能力的培养。

(3) 坚持综合、寻求教学的整体优化

许国梁教授多次指出：要从教学内容的实际，学生实际，学校和教师实际出发来选择教法。

1) 打破单一的模式，建立合理的课堂结构。物理课大体上可以分为概念课、习题课、实验课和复习课等课型。不同的课型应有不同的课堂结构，同一类型的课也可有不同的课堂结构，不同类型的课又可以交叉形成其它类型的课，从而形成新的课堂结构。在教学中，任何模式化的东西都是没有生命力的。“启发式综合教学”正是冲破了模式化的框框，在启发的原则下，综合利用各种教学手段（如家教等），运用多种教法（不管是传统的还是现代的，只要有用，就将它合理组织起来），让学生或先实验，或先自学，或先练习，或先讲解。总之，从实际出发，按认识规律，让学生思维逐步发展递进，增强能力。

每次作业都让学生交叉批改，并写上评语。再有目的地抽查并评讲，

其效果比教师全批全改还好。还可组织学生自编试题，将一题多变，从而使学生理解力大大提高。

2)改革实验教学模式。有的学校实验条件较差，许多分组实验难以进行。就要创造条件，让学生进行开放型实验。有时，提出课题，让学生自己设计实验，自己在课外制作教具；有时，先培养学生骨干，提高他们的实验操作能力，再让他们在课外带领其它学生将仪器借到教室里利用课外时间操作，以达到人人动手，人人动脑的目的。

3)综合训练，发展学生的思维能力。加强对学生的思维训练。既要考虑学科本身的综合性，又要对学科之间的互相渗透，知识、能力和非智力因素价值及思想品德因素的智力价值等方面作综合考虑。只有这样，才能促进学生多种素质的综合发展。在教学中，除了注意力学、热学、电学、原子物理学等方面的综合外，还要向学生介绍系统科学方法；除介绍物理知识外，还可将一些定律、定理的英语原文介绍给学生，让他们既可以进一步领会这些定律、定理的深刻含义，也可以促进英语的学习。

16. “三疑五段”启发研究式教学法

为了探索大面积提高教学质量，激发学生的思维，培养学生的能力，安徽宣城地区教研室冯权老师在中学物理教学中进行了一系列的教学方法改革试验。“启发研究式教学法”（以下简称“启研法”）是取得显著成果的一种，它适合于中学各年级的物理教学。

【教学原则】

任何教学方法都不是万能的，“启研法”也不例外。在应用时必须注意以下几个原则，才能收到预期的教学效果。

(1) 主动性

就是千方百计激发学生的求知欲，使学生愿意进行研究，主动探索。

(2) 可能性

学生虽有研究的愿望，教师还必须为学生创造可供研究的客观条件。如内容、时间、设备、方法和环境等，使学生得以发挥他（她）们的最大热情和聪明才智进行研究。

(3) 关键性

教学实践证明：研究内容的选择关系到研究的效果。因而，教师必须引导学生抓住关键性的问题进行研究，以点带面，举一反三。避免不分主次，平均使用力量。

(4) 层次性

教师要引导学生，根据知识的内在联系，分层次地、由浅入深地研究那些关键性问题。注意贯彻因材施教的原则，使每个学生都能在适合自己的层次里进行研究，都有所提高，不能“一刀切”。

(5) 网络性

教师在教学中要注意揭示知识的纵横、宏观、微观联系，使分散的知识网络化，便于学生记忆、理解和掌握应用，增强思维的流畅性和敏捷性，提高联想力和想象力。

(6) 实效性

使用“启研法”进行教学，教师要从实际出发，安排好“启研活动”，不搞形式主义。

(7) 高效性

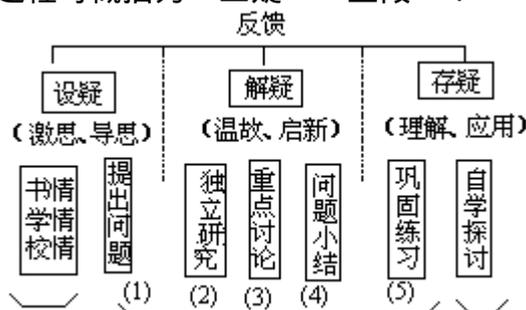
除以上“六性”外，还必须注意以下两点：一是要注意学习方法的科学性，二是要有效地利用课堂上的每一分钟，使每次“启”或“研”都是有效的，即向四十五分钟要质量。

【课堂基本结构】

课堂教学结构应是根据发现问题 分析问题 解决问题的体系来安排的。在培养学生发现问题、分析问题、解决问题能力的基础上，去理解和应用知识。

(1) “启研法”的课堂基本结构

“启研法”按了解、识记、理解、应用、创见的认识层次去培养学生，其中最重要的是理解和应用两个环节，所有层次都贯穿着思维这个核心。具体过程可概括为“三疑——五段”：



课前	课	堂	课后
教师	1. 检查 2. 导思 3. 解题	1. 提出 讨论问题 2. 说明 讨论方法 3. 规律 2. 方法 3. 情况 4. 解疑	1. 提出 练习题 2. 解疑 留学自参 考题，说 明要求， 指导方法
学生	1. 听讲 2. 审题 3. 提疑	1. 听讲 2. 记录 3. 提疑	1. 阅读 2. 练习 3. 提疑 1. 阅读 2. 记录 3. 提疑

(2) 几点说明

1) 备课“设疑”时，教师根据知识的重点和内在联系（即“书情”），精心设计有机联系的问题组；根据学生的思维特点、知识基础和动手能力（即“学情”），安排好“疑”的层次与坡度（太简太难都不利于启发思维）；根据学校现有仪器、设备和所在地的环境情况（即“校情”），安排好“启”和“研”的具体步骤和方法，要尽可能地利用实验、电教手段提出问题，分析和解决问题，培养学生的探索能力和动手能力。

2) 课堂“解疑”时，教师要根据设疑的步骤，引导学生由浅入深、由感性 理性 实践的过程去发现、分析和解决问题，培养学生的研究兴趣、习惯和一丝不苟、实事求是的作风。

“重点讨论”是一种集体研究活动，是在个人独立研究的基础上进行的，只对那些理解不深、认识不一致的重点问题进行讨论。

在“问题小结”中，不仅要总结知识的规律，而且要总结研究问题的方法和学生研究的情况，使学生能应用科学的方法进行学习。并鼓励学生进行研究的积极性，提高学习效果。

3) “存疑”的质量如何, 不仅关系旧知识的复习和巩固, 而且影响新知识的启迪, 直接影响下堂课的设疑和解疑。

4) 在整个教学过程中, 把“学生提疑”放在重要位置, 善学者必善问, 这不仅是因为“提疑”是培养学生发现问题的手段, 更重要的是信息反馈的重要途径。我们对待学生提疑的方法是: 学生提出的不超“纲”的个别问题, 个别解疑; 不超“纲”而带普遍性的问题, 通过课堂讨论解疑; 超“纲”的个别问题, 课外解疑; 暂时解决不了的问题, 挂起来将来处理。

【教学实例】

下面以初二物理《物体的浮沉条件》一课为例加以说明。

这节课的知识既是重点又是难点, 按以下步骤进行“启”和“研”。

(1) 提出研究问题, 指导学生进行独立研究

教师用小黑板向学生展示 (或用幻灯投影) 自己事先编写好的阅读思考题, 让学生思考并阅读教材, 教师巡回指导, 督促阅读并掌握信息。

1) 填空题: 物体的浮沉条件是 _____。

1) 填空题: 物体的浮沉条件是_____。

2) 判断题: 把小铁球放在液体里一定会下沉。 ()

3) 选择题: 把一个空心铝球浸没在水中, 铝球将 []

A. 下沉

B. 上浮

C. 悬浮

D. 以下三种情况都有可能。

4) 问答题: 课本上的下面两句话有区别吗? 如何理解? 并举例说明。

漂浮在液面上的物体受到的浮力等于物体的重量;

如果物体所受到的浮力等于它的重量, 物体就可以留在液体里任何深度的地方。

(2) 重点讨论

教师通过演示、实验, 依次将三个体积相等的胶丸浸没在水中, 引导学生观察, 同时指出: 为什么第一个胶丸可以停留在水中任何深度的地方, 第二个胶丸下沉, 第三个胶丸上浮?

然后教师再引导学生从分析三种情况下胶丸在水中的受力情况入手, 启发并引导学生讨论, 得出结论: 物体的浮沉只决定于它受到的浮力和它本身的重量的大小。

最后, 引导学生从理论上作推导并进一步加以分析和讨论, 得出以下结果:

1) 当物体为实心时: (演示将鸡蛋放入水和盐水中的实验, 并得出结论)

若 $\rho_{物} > \rho_{液}$; 物体下沉, $V_{排} = V_{物}$

若 $\rho_{物} < \rho_{液}$: 物体将上浮至漂浮, $V_{排} < V_{物}$ 。

2)当物体为空心时，（演示·实验，验证，列举轮船、潜水艇事例，得出）

若 $\rho_{物} > \rho_{液}$ ，则物体可能下沉，悬浮、上浮、漂浮，由 $F_{浮}$ 和 G 大小决定；

若 $\rho_{物} < \rho_{液}$ ，则物体上浮至漂浮， $V_{排} < V_{物}$

(3)教师小结（略）

(4)巩固练习

1)阅读教材思考题。

2)讨论：同一铁块放在水中下沉，放在水银中却漂浮，铁块前后两次受到的浮力 $F_{水}$ _____ $F_{水银}$ 。

3)讨论：将冰块放入用量筒装着的水面上，冰块溶解后水面的高度将会 _____，若冰块中含有一小石块，冰块溶解后水面的高度将 _____

17. “研究式”教学法

由福州一中林桐绰老师实验并总结的中学物理“研究式教学方法”，是按照物理这一学科的特点，以实验为基础，创造条件使教学活动围绕着实验来进行，并尽可能保留研究的性质，把教学过程变成“模拟的科研过程”，在教师有目的的启发引导下，让学生多动手（实验）、多观察、多思考、多讨论、多分析、多质疑，引发他们的认识兴趣和求知欲望，从而积极生动地探求科学结论，自己去研究问题、分析问题、解决问题，成为知识的探索者和“发现者”。

【实验分析引导法】

关于运用实验方法建立物理概念或导出物理规律的课题，根据教材内容的不同特点主要采用如下两种教学方式和方法，处理好实验观测和思维加工的关系，引导学生完成认识上的第一次飞跃。

(1) “边引导边实验边分析”法

关于纠正学生生活经验中所形成的错误观念，从而建立正确概念的课题，要设计对比性实验，采用“边引导边实验边分析”的教学方法，并运用“实验——分析——再实验——再分析”的程序和做法，逐步引导学生完成认识上的第一次飞跃。

例如，高中关于“自由落体运动”的教学，设计“揭示矛盾”和“解决矛盾”的对比性实验，并通过这些实验的分析、比较，运用分析矛盾的方法，引导学生得出正确的结论。讲课开始时，针对学生从平时的观察中得到的印象，认为质量大的物体下落得快，质量小的物体下落得慢，有的放矢地设计几个对比性实验来纠正学生的错误观念。在每个实验过程中，不仅要引导学生观察的指向性，而且要通过现象的观察（或改变条件进行对比性实验，并通过不同现象的对比观察）抓住本质，提出思考性问题，引导他们分析推理，以便突破难点，消除疑点，得出结论，最后引出规律性的东西。

首先设计引导性地提出问题的实验，提出研究课题——从相同高度同时释放一个小铁球和一张纸片，结果小铁球下落得快。让学生分析现象产生的原因，不少学生错误地认为小铁球质量大，下落快。因而得出下落加速度由其质量决定的错误结论。教师不要急于去纠正，而是接着分别演示两个揭示矛盾的对比性实验；

1) 两张相同的纸片，把其中一张揉成小纸团，再从同样高处同时释放，结果观察到揉成纸团的下落得快；

2) 将一张质量较小的纸片揉成一团，让其与一张质量较大的纸片同时从同样高处开始下落，则观察到质量小的纸团反而下落得快。

这两个实验展示了新现象、新知识跟学生原有旧观念之间的矛盾，从而激发学生的求知欲，而且实验所揭示的现象和本质又能提供思维的方向，使实验具有鲜明的启发性和思考性，也有利于教师因势利导提出新课题。当学生观察到这些现象后，很自然地就要进行思考，弄清了纸片之所以比纸团下落得慢是因为空气阻力的缘故。再重复实验，引导学生观察空气阻力对下落物体快慢的影响，让学生逐渐去伪存真，由表及里。进而引导学生分析推理，提出：如果没有空气阻力的影响，将出现什么现象？怎样消除这个空气阻力的影响呢？经过学生的思考，想办法，然后再过渡到解决问题（解决矛盾）的对比性实验：“钱毛管”实验——把“钱毛管”中的空气抽出，再把它倒立过来，让金属片、小羽毛、小软木塞、小玻璃球等同时落下，结果下落快慢相同。这表明一切物体在没有空气阻力时下落加速度都相同。学生也就容易理解自由落体运动是一种理想过程了。到此为止，学生的认识还是不深刻的。接着打开“钱毛管”上的开关，让空气进入“钱毛管”里，再把“钱毛管”倒立过来，就可以看到这些物体下落的快慢是不相同的。前后两次实验的对比分析，突出了空气阻力对下落物体快慢的影响，学生完全信服。这样引导学生进一步去认识到事物的本质，形成了“重力加速度 g 与质量无关”的正确概念。最后再分析平时看到的现象是由空气阻力而造成的，从而排除学生长期存在的错误观念。

(2)探索性实验研究法

当学生已初步具备实验技能时，对可以通过实验来探索研究的一些验证或寻找物理规律的课题，采用师生协调活动进行探索性实验的研究式教学方法。

例如初中物理在做好“研究滑动摩擦”、“研究液体的压强和深度的关系”等探索性学生实验的基础上，可以有计划地把“验证阿基米德定律的实验”、“研究功的原理的实验”和“验证欧姆定律的实验”等验证物理规律的演示实验，改为在教师启发指导下师生协调活动的探索性实验。因为在学习这些课题时的学生已有的知识和实验技能已具备了通过实验来探索、研究这些规律的基础和条件，在教师启发指导下，可以让学生自己去探索这些规律。要师生协调活动的探索性实验的主要教学程序如下页图示：

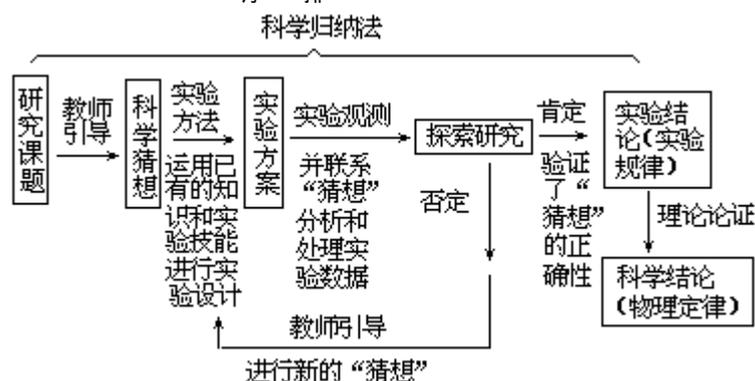
这里以“阿基米德定律”的教学为例，教学过程分为五个环节：

1)启发学生联系“井里提水”和“河水中游泳跟海水中游泳的对比”等生活经验，对“决定浮力大小的因素”进行“科学猜想”，提出：浮力的大小可能跟物体浸入液体里的体积有关；浮力的大小还可能跟液体的密度的关。然后引导学生设计实验来验证上述“猜想”的正确性，从而让学生了解浮力的定性规律。

2)引导学生分析实验结果，对“浮力大小的定量关系”提出进一步猜想：“浮力的大小是否跟排开液体的重量有关？”教师要抓住时机启发学

生运用已有的知识和实验技能设计实验，来分别测量出“浮力的大小”和“被排开的液体的重量”，以便探索这两个量之间的关系。

通过课堂讨论，学生设计多种实验方案，并相互补充、纠正，其中有的设计既简单、结果误差又小。学生通过实验得出“浮力的大小等于金属块所排开水的重量（ $F_{浮}=G_{排}$ ）”的正确结论。



3) 教师介绍阿基米德在当时条件下（尚未发明弹簧秤、天平，因而还不能直接测出浮力的大小）巧妙的实验设计思想和实验方法（书上有图），再让学生用图中的实验装置做实验，同样得出浮力大小的定量关系式： $F_{浮}=G_{排}$ ，使学生从中得到启发，有助于开拓他们的科学思维。实验还证明了这个结论也适用于部分浸在水里的物体，而且同样适用于其它液体，从而验证了新的“猜想”的正确性。

4) 在学生质疑的基础上，教师有的放矢地提出错误的“猜想”：“浮力的大小是否跟物体的形状有关？是否跟物体浸没入液体中的深度有关？”引导学生分别设计相应的实验来研究这些问题，最后一一予以否定，摒弃了与浮力无关的因素，从而消除了学生的疑点。

5) 总结出阿基米德定律： $F_{浮}=G_{排}= \rho_{液} g V_{排}$ ，并从理论上对阿基米德定律进行初步的论证，指示浮力产生的原因是水中的向上和向下的压强差对物体造成的压力差，这一点在所有液体中是一致的。从而实现了理论论证和实验结果的统一。这样，把有关水的浮力的实验推广到一般液体就有了理论根据，进而推广到流体也同样适用。

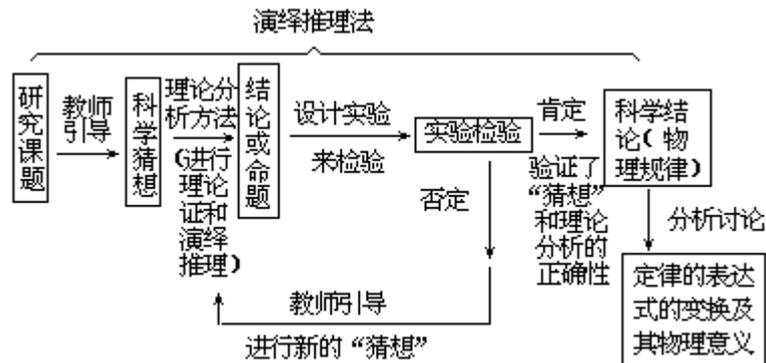
【理论分析导出法】

关于运用理论分析方法导出物理规律的课题，采用演绎推理和实验检验相结合的教学方法，引导学生学会研究问题的科学方法，培养他们获取新知识和探索新规律的能力。

学生学习了重要概念、定律和理论之后，就应发挥理论在进一步学习中的指导作用，要引导学生从已掌握的理论出发，运用演绎推理方法进行有关问题的分析、推理、论证，得出新结论，推导出新概念或新规律。当然，通过理论分析和演绎推理得到的结论是否符合实际情况，能否成立，

还必须经过实验检验，需要通过设计实验给予验证。因此，配合理论推导设计验证性实验，引导学生从中学会研究问题的科学方法，在高中物理教学中应占有不可忽视的地位。

物理教学中应用理论分析方法其主要教学程序如下图所示：



这里以“闭合电路的欧姆定律”的教学为例，来阐明理论分析方法的具体教学过程，一般可分为如下三个环节：

1) 运用“类比法”引导学生进行“科学猜想”。

讲课开始时，有计划地向学生提出三个引导性的系列问题，启发学生运用“类比法”进行“科学猜想”：

在部分电路欧姆定姆的公式 $I = \frac{U}{R}$ 中，U和R在形成电流上各起什么作用？

在闭合电路中对电流起推动作用的是什么物理量？起阻碍作用的是什么物理量？

在这些物理量之间可能有什么关系？提出这些问题的目的是引导学生对部分电路与全电路进行类化，促进学生定向思维活动，从而推想出：在维持电流方面与U相当；在阻碍电流方面(R+r)与R相当。由于这些内部关系的相似，推想出它们在形成电流上可能有 $I = \frac{U}{R}$ $I = \frac{\epsilon}{R+r}$ 形成上的相似。然而这只是通过联想猜测的可能关系式，形成命题是否正确尚需进行理论上的论证，并需通过实验加以验证。

这样提出“猜想”引导学生思考有两点好处：

一是直接点出探索的课题，明确了本节课的主攻方向，激发学生的定向思维活动，有助于在指导学生进行理论上的论证时有明确的方向性，便于推导出有关的规律和公式。

二是培养学生把未知的事物和已知的事物对比，学会“类比法”，并进行“科学猜想”，培养学生的联想力、想象力和创造性思维能力。

2) 运用理论分析和逻辑推理的论证方法导出闭合电路的欧姆定律的公式。

在上述“猜想”的基础上，引导学生运用能量守恒定律和焦耳定律，

通过理论分析和演绎推理的论证方法导出公式 $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ 。在推导过程中教师不要代替学生论证，而是提出系列研究性的思考题引导学生自己推导出结论。

在闭合电路中电流流动一周，有几个做功过程？有几个能量转化过程？

在 t 时间内非静电力做了多少功？在 t 时间内电流做了多少功？

根据能量守恒定律应该得出怎样的关系(引导学生得出关系式：

$$I t = I^2 R t + I^2 r t) ?$$

用上述关系式如何导出电流的关系式 $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ？在教学中引导学生自始至终围绕着问题而开展研究和推导。

在推导公式过程中，学生不但对公式 $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ 的来龙去脉和物理意义获得了透彻的理解，而且还训练了学生运用分析与综合的思维方法。把闭合电路这个整体分解为三部分：电源和内、外电路，把它们从整体的联系中暂时割裂开来，找出各自的做功过程，分别得出关系式 $I t$ 、 $I^2 r t$ 、 $I^2 R t$ ，这是分析法。然后，把这三部分的做功关系根据能量守恒定律联结起来考虑，这种联结不是各种因素的简单堆砌，而是根据三部分之间的内在联系，从总体上把握事物的一种方法，这是综合法。

推导公式的过程中还运用了演绎法。因为是从能量守恒定律这个一般原理出发推导出闭合电路的欧姆定律这个特殊结论的，所以闭合电路的欧姆定律可视为能量守恒定律的一个具体表现。在教学中既要引导学生掌握物理规律的一般性，也要注意它们的特殊性。整个推导过程训练学生运用分析、综合和演绎法，从而培养学生逻辑思维和运用数学解决物理问题的能力，培养学生用旧知识来处理新问题和运用知识的能力。

3)通过设计实验来验证理论论证导出的公式的正确性。

在引导学生导出闭合电路的欧姆定律的公式 $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ ，并经过数学变换导出 $\varepsilon = I(R+r) = U + U'$ 这一关系式后，还要通过设计实验来验证这一关系式的正确性，即通过实验来验证电源的电动势 ε 在量值上等于外电路上的电压 U 和内电路上电压 U' 之和。这样不但可以使学生对闭合电路欧姆定律获得更透彻的理解，而且可以具体体会理论分析和实验验证这一科学方法的全过程。

验证性实验和探索性实验在物理教学中同等重要，它们都是研究物理规律的重要方法。验证性实验具有目的性强，减少盲目性等优点，在物理学研究中，很多规律都是采用先通过理论推导出结论，然后再用实验检验的方法从而被人们确认的。因此，在中学物理教学中培养这方面的能力也是非常必要的。

【练习和复习】

关于练习和复习，采用理论分析和实验研究相结合的教学方法组织实验练习课或讨论课和实验复习课，引导学生做到理论与实践的统一。

通过课堂教学使学生掌握概念、定律和理论，就他们的认识来说，只完成了部分任务。从具体到抽象的飞跃，虽然把学生的认识提高到理性阶段，但它还是抽象的。也就是说，这时学生对基础知识的理解还是不深入，不全面的，甚至还会产生模糊的或错误的理解。在教学中有必要使他们的抽象的思维继续发展到具体的思维。这就需要一方面通过有针对性的练习和实验练习来澄清学生对物理知识间的混淆，清除他们认识中的疑团或错误理解；另一方面又要训练学生灵活运用所学的基础知识、实验技能，指导学习上的实践活动，使学生通过理论分析和实验研究相结合的方法去探索或解决一些力所能及的物理问题，完成认识上的第二次飞跃，使他们的认识发展得更全面、深刻。为此，根据物理学科的特点，把实验活动引进练习课和复习课，有计划地把物理练习和复习跟实验活动有机结合起来。在学生学习了重要概念、定律和理论之后或学习了若干单元知识之后，可以根据不同的教学目的和要求组织如下五个方面的实验练习课或讨论课和实验复习课：

1) 针对学生的一些易混淆和模糊认识以及难于理解的问题而组织的实验练习课或讨论课。

2) 为了突破难点，消除疑点而组织的实验练习课或讨论课。

3) 灵活运用基础知识和实验技能解决一些实验问题或进行某些实验设计（包括在特定仪器的条件下的实验设计）的实验练习课或讨论课。

4) 深化、扩展所学知识和实验技能而组织“系列实验”的实验复习课。

5) 综合运用所学基础知识和实验技能的系统实验复习课。

这里以第一方面的实验练习讨论课为例来阐明实验练习课（或实验复习课）的教学方法。

例如学生学习了电功、电功率和闭合电路的欧姆定律后，虽然都会熟背有关公式，但是对一些比较复杂的问题，比如，电路中某一参量改变时相应的各部分电流、电压等参量如何变化这一类问题，有些学生却不会进行全面的、确切的分析。另外，对变阻器用作限流、降压和用作分压器（电位器）的电路，有些学生往往混淆，在电路分析时，困难更大。这是一些学生普遍感到难于分析和理解、掌握的问题。这类问题，教师如果只是从理论到理论抽象地分析和论述，学生还是难于真正理解。针对学生学习中认识模糊的问题，可设计如下两道易于混淆的电路分析的实验练习题，并安排一堂实验练习讨论课。

[实验练习题一] 给你 6 伏特的蓄电池组一组（蓄电池内电阻很小，可

忽略不计)，滑动变阻器(“20、2A”)，标称“6V”小灯泡，伏特表(0—3—15V)、电键各一个，安培表(0—0.6—3A)二个和导线若干条，按图1所示电路图连接电路。

1)将滑动变阻器的滑片P调在中间位置，接通电键K，观察小灯泡 R_1 的亮度，并观测各安培表和伏特表的读数。

2)把变阻器的滑片P从中间位置移向M，观察小灯泡 R_1 的亮度如何变化，并观测各安培表和伏特表的读数分别如何变化，为什么？把滑片P移向N，情况又是如何？在M、N间调节变阻器滑片P的位置，观测小灯泡 R_1 上电压值的变化范围。

[实验练习题二]实验仪器和器材同“实验练习题一”，按图2所示电路图连接电路。

同“实验练习题一”。

同“实验练习题一”。

把“实验练习题二”的跟“实验练习题一”的做比较：为什么图2中小灯泡上的电压可以从6伏特(电源的路端电压)调节到0，而图1中小灯泡上的电压却不能调到0(要注意图2和图1电路中变阻器的装接方法有什么不同)？

【教学要义】

上好实验练习课的关键在于教师在“导”字上狠下功夫，学生要在“动”字上见物思理，要做到动中有思，思中有动，动思结合。因此，实验练习课要采用课堂实验、练习、讨论、分析和总结相结合的方法在课内进行。课堂中既有学生的实验研究，又有他们的练习、讨论和理论分析、数学论证以及教师的启发引导和画龙点睛式的讲评总结。实验练习课有利于师生协调配合的“双向交流”，可以当堂取得反馈信息，便于及时“补救”，做到当堂解决问题。实验练习课在学生课堂活动的程序和做法上可以有两种：一种是先进行理论分析和判断、预测，再通过课堂讨论的相互补充和纠正，从而得出相应的结论，然后让学生动手做实验来检验理论分析所得的结论是否正确。另一种是在学生动手实验习作获得鲜明的感性认识或揭示实验结论的基础上，进行理论分析和课堂讨论，从理论上加以分析和论证。教学中究竟应该采用哪一种办法好，要根据实验练习内容的特点和学生的基础、智力情况来决定。但不论采用哪一种做法都应该理论分析和实验研究相结合，使学生的感性认识与理性认识在实验的基础上结合起来，做到认识与实践统一，理论与实际结合，学生才能获得全面的认识和透彻的理解，并提高分析问题的能力。

在教学实践中，实验练习课(特别是进行某些实验设计的练习课)，不但加强了实验基本功的经常训练，培养良好的实验习惯和科学素质，而

且能够把基础知识的应用、基本技能的训练跟各种能力的培养密切结合起来，有利于有计划、有目的地对学生进行物理学研究方法的训练，让学生在 学习中养成研究的习惯（特别是采用理论分析和实验方法相结合的做法来研究物理问题的习惯），初步学会探索知识的方法，培养他们的创新精神和理论联系实际的能力。

18 . 比较教学法

“比较”是人们常用的思维方法。通过事物间相同特征或相异特性的比较，揭示事物的本质和区别。物理学中有许多物理量和物理规律间具有可比性，运用比较方法可帮助学生接受新概念，加深对概念的理解，尤其在复习课上运用，能使知识融会贯通，开拓学生思维，培养知识迁移的能力。

在物理教学中运用比较法常有以下几种情况：

【引入新概念】

有些物理概念间有许多类似之处，隐藏着某些规律。在讲解一些概念后，另一些概念可用比较法引入，使教学难度降低，并能把规律揭示出来。

如势能。中学阶段讨论了重力势能、弹性势能、分子势能和电势能。由于重力做功和弹力做功现象易见，因此重力势能和弹性势能讲解较易。而分子势能和电势能较抽象教学中可在用类比法讲解了重力势能后，将电势能与其比较而引入；讲解了弹性势能后，将分子势能与之比拟而引入，这样讲解可达事半功倍之效。

比如重力势能与电势能可从下列几个方面相比较：

重力势能	电势能
重力做功与路径无关	电场力做功与路径无关
重力做功等于重力势能变化	电场力做功等于电势能变化
$W_G = -\Delta E_p$	$W_F = -\Delta E_e$
重力作正功，重力势能减少重力做负功，重力势能增加	电场力作正功电势能减少电场力做负功电势能增加
确定重力势能大小应选取零势面	确定电势能大小应选取零势面
重力势能大小等于质点从该点移至零面的过程中电场力所做的功	电势能大小等于电荷从该点移至零势面的过程中重力所做的功
重力势能为重力场与质点共有	电势能为电荷与电场共有
单位质量点在重力场中具有的势能称重力势	单位正电荷在电场中的电势能称电势

——对应的比较使学生较快地在原有重力势能概念基础上把电势能的概念建立了起来，并进一步指出这些共同之处还反映了存在于保守力场所有势能的共同性质，即势能的共有特点。

在比较相同之处时还应指出其不同，由于电荷有正、负电荷之分，所以电荷受力可沿电场方向，也可相反。因此沿电场方向移动电荷，可以是电场力做功也可克服电场力做功，正电荷电势能沿电场方向减小；负电荷电势能沿电场方向增加。而质点所受重力方向总是竖直向下，因此重力势能总是沿重力方向减小。

【深化概念】

新课讲授中，知识往往比较分散，复习课上教师应帮助学生通过比较，把一些有内在联系的知识串联起来，以深化概念。

如在讲解了“动量冲量”和“功和能”后，可向学生提问：这二章中讲述了二组物理量：动量 mv 和动能 $\frac{1}{2}mv^2$ ，冲量 Ft 和功 Fs 。前一组都是描写物体“运动量”的大小，与质量 m 及速度 v 有关，是状态量（当然 mv 还反映运动方向）。后一组 Ft 是描写力对时间的累积效应的过程量， Fs 是描写力对位移累积效应的过程量。为什么要提出相类似的二个物理量呢？

我们再比较相应的动量定理

$$Ft = mv_2 - mv_1$$

$$\text{和动能定理 } Fs = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

它们在形式上有对称性，且都可由牛顿第二律结合运动学公式推得。这种推导是否只是公式的变形呢？不是的。从牛顿的第二定律 $F=ma$ 中只可能得知力 F 的大小反映了运动状态变化的快慢（ a 的大小），而运动状态变化的多少则要从力的累积效应上求得。力对时间累积效应 Ft 就等于物体动量的变化（矢量变化），而力对空间累积效应 Fs 就等于物体动能变化。由此可见 Ft 和 Fs 是从二个方面反映了力的累积效应所引起的运动状态变化的多少。而 mv 和 $\frac{1}{2}mv^2$ 二个物理量是与二个累积效应相对应的。

通过二组物理量和二个定理的比较，使力和运动状态变化的关系的概念在此得到了深化。

【区分概念】

有些相反性质的物理概念也可用比较法讲解，着重区分二个概念相异之处，抓住事物个性加以区别，从而分清概念。

在电磁学中应用左、右手定则往往会引起混淆。教师在讲解时要比较异同，着重突出应用条件上的差异，以免弄错。

左、右手定则有许多类同之处。在应用时分别伸开左、右手掌，并拢四指，拇指与四指垂直。表示物理量也类同：磁力线穿过手心，四指指向表示电流方向，拇指表示受力运动的方向。

有这样的说法：求受力运动方向用左手，求电流方向用右手。这是错误的。用左手还是用右手判定，关键不在于求哪个量的方向，而在于条件。即导线中电流与导线运动方向的因果关系。若是由于导线中有了电流在磁

场中受力运动，那么不论是求磁场方向、电流方向还是导线受力运动方向，都应用左手定则。若是由于导线切割运动而产生电流，则不论求磁场方向、电流方向还是导线运动方向，都应用右手定则。差异就在于因果关系。抓住关键能就正确运用。

有些物理概念看似深奥、难懂，教师讲解难度较大，但若能将其与一些生活常识适当比较，则能起到化难为易的作用。

如在讲解电场强度定义时，检验电荷 q 放入电场中某点受力 F ， F 与 q 之比对该点来说是定值，于是可定义为电场 $E = \frac{F}{q}$ 。它是电场的属性，

与是否放入电荷及放入电荷的电量大小无关。对这一点，学生不理解：既从电荷受力定义却又与电荷电量无关。这里不妨举一例：把这一定义与铅笔单价相比。购买铅笔支数越多付款越多。但不论买多少支，付款与支数之比（即单价）不变，单价与购买支数无关，与是否购买也无关，这是铅笔价值的反映。这是常识所能理解的。将电荷电量与支数相比，受力与付款相比。电量越大受力越大，但二者之比不变，它是电场属性。放入电荷只是让其属性表现出来而已。

总之，通过这样的比较和思索，学生豁然开朗，较快地接受了新概念。可见运用“比较法”教学对解决教学难点是很有益处的。

19. “糊涂”教学法

清代画家郑板桥有一方“难得糊涂”的闲章，被许多人引为座右铭。从辩证唯物主义的思想来看，教师根据教学对象的实际能力、知识水平、从特定的条件和问题出发，有目的地运用“糊涂教学法”（这里允许称之），实践证明其效益是高的。下面具体谈谈由江苏如皋石庄镇职中汤津波总结的糊涂的三种方法。

(1) 真糊涂法

物理教学是一门自然科学，教学过程中必然会遇到许多没有定论的问题，当教师在揭示这些问题时应尊重科学，实事求是，绝不能简单加以否定或肯定。

例如，通常认为磁体总存在两个极，无论怎样分割，总不能得到只有一极的磁体。某高二年级的学生画出的草图，说明一种方法可得到单极磁体：把一铁质的厚球壳分割成相同的小铁块，并使它们磁化，使每小块球壳外层为S极，内层为N极。然后想办法把它们拼成一个完整的球，于是球对外面的物体来说，就形成一个单极磁体。教师首先肯定这位同学的钻研精神可贵，同时指出，这样得到的球壳是没有磁性的。并说明，到目前为止，自己也不知道世界上有无单极磁体！不过可设想科学本身的任务就是去发明、研究鲜为人知的东西。未来总有一天也许会发现单极磁体。对于教师这种“糊涂”的结论：无损于教师的威信，却对学生智力开发有积极意义。反之，如果教师自作聪明，不懂装懂，反会搬起石头砸自己的脚。

(2) 装糊涂法

教学是一门艺术，教学中教师担负着导演和演员的双重任务，如果过高估计学生的水平、简化教学过程，教学走过场，新知识在学生的头脑中只留下肤浅的表面的映象。反之，教师从学生实际出发，估计到学生不懂（或易错）的问题，自己也佯装不懂，带着与学生一起学习、研究的态度，相互切磋，学生由于感到教学过程的亲切感，所以听得入神，能极大地调动学生学习的主动性和积极性，达到最终完成教学任务的目的。这样，学生非但不会认为教师的水平差，反而缩短了教师与学生的距离，增加亲切感，对物理的兴趣必会大大提高。在讲有关电功率内容时，学生预习了课本叙述：“并联在照明电路中的不同白炽灯泡，发光强弱不同，就是因为通过它们灯丝的电流强弱不同。”教师就问：比较两灯发光强弱要看通过电流强弱？还是看白炽灯实际功率的大小？这个问题一提出，一下子把学生的心抓住了，通过对比实验、演示实验，分析讨论，学生认清：比较灯光强弱要看两灯当时的实际功率大小，而且加强了对学生分析问题、解决问题的训练。

(3) 教糊涂法

先把学生教糊涂，然后使学生变清楚。这样学生走了一段弯路，给大

脑一个强信号刺激，头脑会变得清醒，求知欲增强。

例如，在分析用万用表的欧姆档两根表笔去测量电容器时，指针偏转角度是大还是小？学生中有说大的，也有说小的，且各据理由。老师却说：不是你们回答不全面，而是我的提问错了！我应该问你们指针可能发生什么现象？当两表笔接电容器两极时，电容器充电，开始时电流很大，指针偏转角度很大；以后随着两极电量逐渐增加，电压逐渐增大，充电电流减小，指针偏转角减小；最后当电容两极间电压等于电池两端电压时，充电电流为零，指针偏转角也减为零。这样，问题思路被理清了，学生恍然大悟，紧锁的双眉打开了。

“糊涂教学法”遵循了初、高中生的心理特征：他们好奇心强，热衷于探求新奇的问题，教师这种有意识的糊涂安排，调动他们学习的积极性，培养和维持了学生兴趣的持久性，达到完成学习任务。另外，“糊涂教学法”设计了好的认知冲突，环环紧扣，学生乐于学习。

20. “问题讨论”教学法

问题讨论教学方式是根据教和学的重、难、疑点以及分析处理问题的思路和方法提出问题，在教师的引导和控制下，以学生自觉主动地讨论、质疑、辨析为主，同时辅以其它教学方法，使学生在加深理解、综合应用概念和规律的同时，提高综合分析实际问题能力、发展创造性思维的一种教学方式。它是成都市中学物理教改实验组在进行“教学方式的选择和优化”的跟踪对比实验中优选出的教学方式之一。这里从实施的基本问题上介绍郭鸣中、张万勋等老师的总结和做法。

【实施“问题讨论法”的基本条件】

能否实施这一教法，决定于三个因素：

1)教材内容方面不是一切教材内容都能用此方法来上课的，凡是学生已有一定的基础知识，而新知识又是在原有知识的基础上加以分析、归纳就能总结出新知识的教材，就能用此方法进行教学。

问题讨论式教学的近期目标是帮助学生深刻理解和灵活、综合应用概念规律，远期目标是发展学生的思维能力和智慧品质。进行同一知识内容的教学，应用问题讨论式较之应用其它教学方式要多用一些教学时间，约1.2~1.5倍。因此，只有理解和应用那些内涵较为丰富的概念和规律的课题或分析处理问题的思路和方法具有较普遍意义的课题，才宜于采用问题讨论式进行教学，才能达到上述双重教学目的。所以，这种教学方式主要应用于部分综合应用知识的新课、练习课和复习课中。

2)学生方面学生必须改变过去那种老师讲、认真听就行了的思想和习惯，学生必须意识到；上课的过程就是自己主动学习的过程，相信自己在教师的指导下会学，且能学会。因此，采用这种教法，要求学生在课堂上能积极主动地思考、分析、动口、动手、动脑，敢于大胆发表自己的见解，敢于争辩，直至把问题搞清楚，学会学懂为止。

问题讨论式是以讨论为主的一种教学结构。它不同于在其它教学方法中只把讨论实施于局部的、个别的问题，而是贯穿于整个教学过程中。它应该动员绝大多数学生积极参加讨论，否则讨论将流于形式。只有条件成熟的讨论，才能使绝大多数学生受益，否则将会过多地延缓教学进程而实效甚微。

学生除应具有必需的知识、能力基础外，最主要的是应具有相对独立地进行讨论的思想基础和语言表达基础。一般说来，学生是好奇、好疑、好胜、初步具有欣赏自己的成人意识，希望自己的意见能被人了解和受到尊重的。但随着年龄的增长会发展思想品格中的“闭锁性”，又常常妨碍他们主动大胆地发表自己的意见。在教师提问时，他们可以做出清楚的陈

述并引以为荣。但要他们主动表述自己的意见时，却往往内心激动但难于启齿，怕说错受到讥笑。因此，在平时教学中，要通过提问、讨论、派代表发言等方式，对不太难的问题进行较深入的讨论，培养他们敢于说、响亮地说的习惯。讨论主要是用语言交流信息，学生语言表达能力的强弱对讨论的效果影响甚大。平时要通过复述，口头小结等形式训练学生的口头表达能力。要做思想工作，使学生明白讨论对于理解知识和发展能力的重要作用，明白怎样去倾听别人的意见，正确对待正确的或不正确的议论。教师对学生哪怕是错误的回答，也要肯定其正确因素和敢于发表意见的品格，让学生主动地理解“失败是成功之母”的道理。竭力防止对错误意见的讽刺性哄堂大笑的现象。

3)教师方面首先必须破除满堂灌、填鸭式的教学方法，要有民主的思想和民主的作风；要有群众观点，相信自己的教育对象通过讨论、分析，是能自己学会的；还要能放下架子与学生打成一片，只有融洽的师生关系，才会有融洽的讨论气氛。此外，教师必须认真备课，精心设计讨论题和教学过程，还必须有一定的组织能力、应变能力。教学过程中，要鼓励、表扬积极参与教改的学生，平时要多做个别学生的思想工作，关心和支持他们改变学习习惯和学习方法，要经常跟班主任、班委取得联系，争取他们的大力支持。因此，教师除对所讨论的知识应非常熟悉外，自身的素质要能适应这种教学方式的要求。问题讨论式是比较难于驾驭的，组织好课堂讨论是一项教学艺术，教师有一个再学习的过程。要更多地了解学生实际，向学生学习，不断总结经验教训，学会及时、恰当地随机处理讨论中的问题，努力提高自己的教学机智性。

以上三方面，是实施“问题讨论法”教学法必不可少的基本条件，缺一不可。

【实施环节】

一般情况下，可以由四个基本环节组成教学结构的程序。

环节一 提出问题和创设情境

提出合适的讨论题目和创设相应的情境是问题讨论式教学的准备环节，是讨论得以顺利进行的先决条件，也是讨论能收到实效的关键之一。合适的题目应具有下列几种特征：

1)具有典型性和针对性。

要抓住理解和应用知识的关键提出问题。如重要概念及规律的理解、分析处理问题的典型思路和方法，知识间的内在联系以及易错、易混的问题等，使讨论能击中要害，在学生知识和能力发展方面起到举一反三、触类旁通的作用。

2)设问生动具体。

题目所要达到的目的要明确具体，易于学生理解；题目形式要生动，以利于创设问题的情景；题目的提出要能引人入胜，以利激发兴趣、引起悬念、揭露矛盾。例如，可以从反面提出问题或使问题具有一定奇异性。

3)深、难、广度要与学生的知识和能力水平相适应。

太简单，学生不经讨论就可得出完善准确的结论；过深难，超出学生的实际水平，使学生茫然或理不清思路。这样的题目都没有讨论的价值。

4)具有程序性和启发性。

题目的安排顺序要与思维发展的顺序相一致，叙述要利于启发学生的思维，涉及的知识要从学生已有知识出发逐步接近到“最近发展区”。要把握住问题的程序性和实质的显示程度。程序过细，问题的关节过于显露，引不起争论，不利于思维的开展；程序过粗，隐含条件太多，学生不易抓住要点，会使讨论无法深刻进行或延缓教学进程。一般说来，学生的智能基础较差，所讨论的问题对思维能力要求较高或知识相对艰深时，程序宜细一些，问题的关节宜于表现得明显一些；反之，对于学生比较熟悉的知识或学生已经具有一定的讨论能力和素养时，问题的程序宜粗一些，问题的关节宜表达得隐晦一些。

5)题目要与允许的讨论时间相适应。

问题讨论式教学所讨论的内容一般带有“全局性”，讨论的结论和讨论所引起的思维开发效果，对学生后续学习具有深远影响。因此，这种讨论要求有足够的时间，切忌匆忙讨论，仓促结束。

题目的素材主要来源于两方面：一是教师对教材的钻研和经验积累；二是来自学生自学、练习中提出或暴露的问题和观点，由教师收集、整理和提炼。学生所提的问题和所持的观点可能有不准确之处，但却极有“学生味”，容易被学生接受。把教师的经验与学生的生动表述相结合，就能精炼出好的题目。

讨论的情境，包括客观和主观两方面。客观情境是指为讨论提供生动的事实、实验、恰当的题目，必要的知识和技能基础以及教师对问题的描绘、点拨、引导等；主观情境则是学生内心对讨论的兴趣和需要，它是由客观情境激发引起的。在设计教学过程时，不仅要考虑讨论所要达到的目标，更要充分考虑创造怎样的情境才能使学生主动地独立地去达到目标。实践的教训证明，实施问题讨论式教学，对学生不能搞“突然袭击”。除相对较为简单的问题外，凡涉及的知识面广，对学生的思维活动要求高、内涵丰富的问题，宜预先公布题目，让学生有思想准备和必要的知识准备，才有可能实现深入的高质量的讨论，才更有利于学生创造力的发展。

环节二 组织讨论

这一过程是教学过程的重点或核心。其任务是引导学生以问题顺序为中心开展讨论。通过学生独立或相对独立的讨论、质疑和辨析，解决所提出的问题，为加深学生理解概念和规律、掌握其应用，完善认知结构，发

展思维能力提供现实而生动的事例和经验。

讨论的组织形式要与讨论的层次相适应。对于低层次的讨论，可以直接由全班讨论；对于中、高层次的讨论，可以采用先课堂小组议论或课外准备，然后全班集体讨论。

这一环节的要点是处理好学生独立讨论和教师主动指导之间的关系。讨论的主体是学生，应主要由学生自己立论和反驳。要最大限度地发挥学生讨论的积极性和创造性，这样才能使学生对概念和规律的理解达到生动、深刻、经久不忘的程度，才能使学生在思想方法和思维发展上的收获是通过内因起作用而得到的，因而也才可能具有较强的迁移能力。教师的任何包办或仲裁都会削弱讨论的认知效益和思维效益。但另一方面也要求教师充分发挥主导作用。这种主导作用不仅表现在教师课前选题和对教学过程的设计中，更重要的是表现在对讨论恰如其分的及时引导和控制讨论进程。引导，主要是对所讨论问题的重要性、意义做简明生动的说明，复现或加强问题的情景，激发学生的兴趣，鼓励学生思考并敢于发表意见，特别是敢于发表反面意见等等。控制主要是适时地拨正讨论方向、掌握讨论的节奏，根据讨论发展情况及时提出有针对性的问题把讨论引向深入等等。在不同层次的讨论中，教师引导和控制的深度应有所不同。对低层次的讨论，教师的引导和控制作用可强一些。例如在思想方法上可作一些原则性提示，在小组议论时对中差生的点拨可具体一些等等。但教师的一切引导和控制，是为了加强而不是削弱学生在讨论中的主人翁地位，不要过早支持正确意见或否定错误意见。

根据学生的知识水平和能力水平，所讨论问题的深入程度以及学生主动性发挥的程度，问题讨论式教学的组织有三种层次：

1)由教师提出讨论题目，并在教师主持下，引导学生进行小组或全班性讨论。这种较低层次的讨论，其内容相对较为简单，讨论中教师的引导和控制作用较强，适用于较低年级或学生具有有关知识和能力的水平较低的情形。

2)由教师拟定讨论题目，在全体学生预先（课内或课外）研究题目之后，由教师（或学生）主持讨论。这种中等层次的讨论，其内容相对较为深入，教师仅在关键处进行引导和控制，适用于中、高年级或学生对有关知识和能力具有相当基础的情形。

3)事先由学生拟出题目，教师提出修正意见，交由全体学生思考后，再由学生主持讨论。讨论中教师基本上只作为讨论成员之一发表意见。这种较高层次的讨论，所涉及的问题可浅可深，主要是使学生的主动性能得到充分的发挥，一般适宜在一章或一部分知识学完后进行，可以在课堂上进行，也可作为课外活动开展。

无论哪种层次的讨论，都要注重发挥学生的主动性，重视通过学生的积极思维、实践和探索去发展他们的开拓精神、创造能力和科学素养。实

施时，层次界线不必严格区分，由教师视具体情况灵活掌握。

环节三 归纳小结

这是强化认识、出成果的环节。归纳小结的内容一般包括理解概念、规律的要点和分析问题的思路方法两个方面。可以由主持人(教师或学生)直接做出精辟的结论，也可以由主持人提出小结性问题，由参加讨论者做出结论。归纳小结的目的在于加深并强化全体学生的认识，对讨论中出现的各种意见加以去粗取精、提炼升华，形成全体学生的共同认识。这对于完善学生的认知结构，发展思维能力具有决定性的作用。小结时，属于知识性的结论，要既科学，又逻辑严谨，要从学生语言过渡到教材上的语言。若教材上没有有关结论的直接陈述，则最好用学生自己的鲜明生动的语言，但需由教师帮助使之精炼、严谨和准确。属于分析、处理问题的思路和方法的结论，要观点明确、层次清晰、通过通俗易懂、易于再现，同时要注意其适用对象、条件和局限性，不可绝对化，以免造成定向思维的消极影响。

环节四 联系、引伸、扩展

实施问题讨论式教学所具有的意义远不止得出正确结论本身。还在于讨论所得的知识结构对理解和运用概念规律具有一般意义，可以适用于一大批类似的问题；所得的思路和方法的结论一般可用类比、类推去解决同类知识中不同型的问题或不同类知识的同型问题。因此，为了及时发挥讨论成果的作用，有必要联系讨论的内容和思想方法，做适当的引伸和扩展。其内容主要是：

- 1)理解和运用概念规律的巩固性练习题；
- 2)训练学生运用讨论所得的思路、方法去解决同类知识的不同型问题和不同类知识的同型问题；
- 3)以讨论中暂时撇开的“次要问题”或“次要矛盾”作为主要问题和主要矛盾提出问题。

除第1)、2)项内容中有一部分可规定学生必做外，其它可以由学生自由讨论，以适应不同学生实际，做到因材施教。其结论可以在隔一段时间由教师做出，也可组织学生交流研究讨论出结果。

在实际教学中，上述四个环节是一个有机的整体。多数情况下它们按上述顺序构成教学过程的程序。有时也可以在一个教学过程中反复应用这种程序，使讨论层层深入，认识由低级到高级深入发展。

