

●国家基础教育课程改革系列丛书

世界课程改革与教学创新

文 库

(第三辑)

学科课程改革与教学创新

物理课程改革与课堂教学

(上)

北京师联教育科学研究所 编



學苑音像出版社

责任编辑 :王 军

封面设计 :师联平面工作室

世界课程改革与教学创新文库
(第三辑)

学科课程改革与教学创新
物理课程改革与课堂教学
(上)

北京师联教育科学研究所 编
学苑音像出版社出版发行



三河文阁印刷厂印刷

2004年 12月第 1版 第 1次印刷

开本 : 32开 160mm×240mm 印张 : 12张 字数 : 250千字

ISBN 7-309-05111-1

本书配碟发行全 1册 20元(册均 12元 不含碟)

本书如有印刷、装订错误,请与本社联系调换

目 录

元认知理论与物理学习	(员)
潜科学思想在物理教学中的运用	(愿)
物理学习与科学世界观的培养	(愿)
物理 粤 课 例 与 课 案 浏 览 — 案 例 ‘ 教 学 方 法 ’	(员 苑)
物理教师教育中的歧途	(愿 愿)
计算机在物理教学中不同用途的比较	(猿 苑)
师范学院学生研究中学物理课本	(猿 苑)
解题技术用意何在?	(源 苑)
另一种物理竞赛	(源 猿)
国际物理奥林匹克竞赛与中学物理教学	(缘 苑)
国际物理教学机构及会议	(缘 猿)
美国物理教材的改革与物理教育思想的变化	(远 苑)
美国中学物理课程设置	(远 猿)
美国中学物理教学方法	(苑 苑)
美国中学物理教学存在的问题及改革思路	(苑 猿)
美国中学物理教育多样、实用、灵活的特色	(苑 苑)
美国中学物理教师上课直观、浅显、生动、活跃	(愿 苑)
美国中学教师强度大、假期长、薪水低的工作	(愿 苑)
美国物理教育的危机、改革及师资培训	(愿 苑)
美国 孕 课 例 中 学 物 理 教 材 分 析	(愿 苑)

哈佛‘设计物理’教材	(宗 圆)
高中物理课程的内容	(宗 远)
关于美国大学基础物理课堂讲授	(宗 缘)
美国大学基础物理教学中的示范演示	(宗 愿)
美国大学物理的实验教学	(宗 园)
美国关于大学是否要开设普通物理的一场笔战	(宗 圆)
中、美、日物理概念形成与教学 宗 愿 年夏威夷会议摘要	(宗 愿)

元认知理论与物理学习

近十几年来,国内外认知心理学派对元认知理论的研究取得了许多成果,开辟了认知心理学研究的新领域。如何把这些研究成果应用于学科教育,提高教学质量,应是学科教育学界进行研究的重要内容之一。聊城师范学院赵长林老师研究探讨了元认知理论在物理学习过程中的作用与功能:

一、元认知理论研究概述

(一)元认知的基本含义

元认知(与元知识同义)是指一个人所具有的关于自己思维活动和学习活动的知识及实施的控制。简单地说,元认知就是认知的认知,是个体对自己的认知加工过程的自我觉察,自我评价和自我调节。具体地讲包括三个部分:

1. 元认知知识

个体对于认知活动、过程、结果及其与之有关的知识:主要包括有关认知在主体方面的知识,有关认知在材料、认知任务方面的知识,有关认知在策略方面的知识。在学习过程中,具体表现为对个人学习能力、学习特点、学习方式的认识,对学习任务、学习目标以及制约学习任务完成因素的认识,对学习策略种类及各个策略特点的认识等。

2. 元认知体验

元认知体验就是伴随着认知活动而产生的认知体验或情感体验。它包括知的体验和不知的体验:在内容上可简可繁;可能发生在

主体认知活动的持续期,也可能发生在主体认知活动的其后,所经历的时间可长可短。在学习过程中其具体表现为学习前能意识到自己在学习过程中可能成功或失败;在学习过程中意识到学习内容的掌握程度等;在学习结束后则产生由成功或失败而带来的喜悦、自信、效能感或困惑、焦虑、无力感等。

元认知监控

元认知监控就是主体在进行认知活动的全过程中,将自己正在进行的认知活动作为意识对象,不断地对其进行积极地监控、调节,以期达到预定目标。在学习过程中,具体表现为学生根据自己的能力水平、知识掌握程度采取有效的学习策略,积极地反馈、调节其学习行为和学习态度,及时修正策略、灵活运用学习方法,使自己尽快地达到学会学习的目的。

在实际的认知活动中,元认知知识、元认知体验和元认知监控三者是互相依赖、相互制约的。元认知的实质是主体对认知活动的自我意识和自我调节。意识是人脑对客观现实的反映,自我意识是以主体及其活动作为意识对象,是人们意识的最高形式。所谓认知活动的自我监控和调节,就表现在主体根据活动的要求,选择适宜的策略、监控认知活动的进程,不断反馈和分析信息,及时调节自己的认知过程,坚持或更换解决问题的方法和手段。

长期以来,教育工作者大都是将学习视为一个由感知、注意、记忆、理解构成的认知过程。相应地,在分析学习能力时,也多侧重从感知能力、记忆能力、理解能力、概括能力以及想象能力等方面入手,这种观点和作法是不全面的。从元认知的角度考虑,学习活动并不仅仅是对所学材料的识别、加工和理解的认知过程,而且同时也是一个对该过程进行积极地监控、调节的元认知过程。因此,从宏观角度看,学习能力应包括学习中的各种认知能力和有关学习的元认知能力两个方面。

这些研究都从不同程度揭示了元认知对于提高学习效果,发展学生能力有着明显的促进作用。因此,欧美近年来非常重视学生元认知及其发展、培养的研究,主要以学生问题解决技能为培养目标,并取得了很大进展。新的教育运动注重对教学中思维与认知的研究,并把理论研究应用于具体的课堂教学实践。

二、元认知在物理学习过程中的作用

物理学习过程是学生在自己已有知识的基础上,把外在的知识结构,内化为内在的认知结构,再外显为已掌握知识结构的过程。这是一个创造性的过程,是一个高级的心智活动,这种心智活动需要元认知的统摄、调节和监控。

(一)元认知知识的统摄作用

根据认知心理学的元认知理论,物理认知结构中的元认知知识主要包括程序性知识、情境性知识、评价性知识在内的物理经验性知识,以及物理核心思想、思维模式、策略性知识在内的物理前提性知识。其统摄作用主要表现在:程序性知识的控制作用,情境性知识的引导和支持作用,评价性知识的收敛作用,物理核心思想的调控作用,物理思维模式的规范作用和策略性知识的启发作用等。

许多研究成果表明,影响物理问题解决的因素很多,概括起来有以下三个方面:一是问题情境因素;二是学习者个人特征;三是认知策略。其中问题情境因素,主要包括问题类型、难度、陈述方式及知觉图示的难易程度;学习者个人的特征主要包括物理认知结构特征、思维发展水平和物理能力等认识因素,以及动机、情感、意志、性格、科学态度等非认知因素;认知策略主要包括感知策略、记忆策略和思维策略。元认知理论表明,认知策略是揭示物理问题变量与问题解决方法之间关系的过程。在元认知的作用下,利用内化了的策略性知识的启发作用,能够保持或修改思考路线,调控解决物理问题的方法。

(二)元认知体验的调节作用

物理问题解决中的元认知体验,主要包括伴随主体活动的自觉意识或情感体验。其调节作用表现为以下几点:一是修正目标,即确实新目标,修改或放弃旧的目标。二是元认知体验能通过对元认知知识基础的补充,改组元认知认识;三是元认知体验能激活策略。

研究表明,物理问题解决是一个创造性思维过程。从物理问题的提出到问题的解决,其间会有许多失误与失败,这些困难、挫折、失误和失败会在解题者心理上表现出相应的元认知体验,促使主体对原有的构思和目标进行修正或重新确立,制定切实可行的解决问题计划。元认知知识体验贯穿在问题解决过程中的每个阶段,对每一阶段都要求主体事前有计划,事后有评价,通过自我教育丰富自己的物理元认知知识,促进智能发展。在物理问题的解决过程中,经常被感觉到的一种元认知体验就是怀疑感,即一种提出疑问的情绪体验,许多物理思想的诞生都源于这种元认知体验。例如物理学史上对“太阳中心论”的否定,卢瑟福原子模型的提出,量子理论和相对论理论的诞生,正是由于这种怀疑和设想,创立了物理学史上的一次次理论革命。

(三)元认知的监控作用

监控作用是通过元认知知识和元认知体验的交互作用来实现的。在问题解决的整个过程中,问题解决者的“显性”思维(抽象思维、逻辑思维)与“隐性”思维(形象思维、直觉思维、物理美感)的交织作用,都是围绕着目标来进行的。记忆的探索及假设的提出也都是围绕着目标来进行展开的,因此,物理问题解决的心理活动总是由意识控制着,被目标支配着,受实践的目的性制导着的。

众所周知,解决物理问题能力的培养,关键是物理思维品质(敏捷性、灵活性、深刻性、批判性、独创性)与物理思维能力的培养。心理学研究表明,思维品质与元认知实质上是同一事物的两个方面:思维品质是思维整体性结构功能的外在组织形式,代表的是表层结构;

而元认知则是思维整体性结构功能的内在组织形式,代表的是深层结构。虽然,思维品质是衡量人们智力、能力高低的主要指标,但是,差异的原因应从思维的深层结构中去分析,外在思维品质的差异根源在于思维整体结构的内在运行机制的差异。因此,元认知与思维品质存在因果关系,元认知的培养训练促进了思维品质的发展,是改善思维、智力水平的关键和突破口。人们在认知活动中,根据活动的目的和要求,自觉地采取相应策略,并根据活动反馈信息,及时地调整策略,从而导致问题得到最快、最佳的解决。

具体地讲,问题解决的元认知监控主要有三个方面的作用与功能:

一是对问题解决过程的思维方向进行监控。它表现为对思维课题的价值、难度、性质、待解决命题的正确性、可行性、思维指向的恰当与否做出估计与判断。

二是控制,即对问题解决的思维进程进行监控。对思维进程进行不断的自我评价,是进一步对思维进程进行控制的根据。思维进程的控制表现为对方向正确的思维要自信;对多余的干扰信息要排除;对思维活动中的错误要及时觉察、纠正和补充;对思维进程不断地进行自我估价。

三是调节,即对思维活动的策略进行监控。调节是思维监控结构对思维进程作出评价时采取的应变决策。如果问题解决中出现了困难和错误,则促使主体修改原来的思维方法与策略,从其它的角度对思维的途径和结果进行重新考察和验证。正是这种调节作用,才使思维活动成为一种有整体观念、有目的、有控制的组织活动。

三、对物理教学的启示

由于元认知在学习、思维活动中具有普遍的指导意义,对其培养训练的结果具有广泛的迁移性,因此,元认知训练成为各科教学解决上述课题的有效手段和途径。因此,物理学科教育应加强元认知训

练与培养。

首先 物理学科教育要结合生理、心理学科教育 ,加强描述思维过程的生理、心理学基本概念的学习。学生主体对自身认知过程的认知和评价 ,是建立在对生理、心理学知识的学习与掌握基础上的 ,心理学知识对学生主体认识自身思维的物质结构(如脑的机理和神经、体液及其它器官的工作机理等知识)和思维品质标准(如思维的敏捷性、灵活性、深刻性、批判性、独创性水平的评价指标)有着重要作用 ,而这正是元认知训练的基础。因此物理学科教育要加强与生理、心理学科的联系 ,加强对生理、心理学知识的教学。其次 ,物理教师要注意对物理问题解决的思维过程的描述 ,这是学生感知元认知知识的重要途径。第三 ,注意启发诱导 ,组织讨论 ,进行“探究式”教学是元认知训练的重要途径 ;第四 ,当提问学生问题时 ,不能仅仅局限于学生“会不会回答” ,或回答的“正确与否” ,并给予相关的评价之后 ,便结束此过程 ,要让学生陈述解决物理问题的过程以及这一过程中的思维 ,这是进行元认知体验的重要方法。

总之 ,元认知理论为学科教育研究和教学实践提出了一个新的课题 ,从理论上更加证明 ;应试教育“对于学生素质(尤其是创造能力)的培养起着消极的作用。同时也说明了在物理学科教学中注意“知识·能力·方法”的统一 ,强调“综合式启发教学法”的运用的必要性。

潜科学思想在物理教学中的运用

在中学物理教学中运用潜科学思想,既有利于学生掌握知识,又有利于培养学生的能力,是进行素质教育的一条值得探索的途径。江苏省建湖县中学许可老师分析认为:

有助于学生对科学方法的学习和掌握

探索性是潜科学思想的显著特征。诺贝尔奖金获得者大都有同感,他们在学习期间主要并不是向导师学习科学知识,而是看导师如何工作及怎样思考,怎样对待事物,怎样处理问题,从中学的是一种有效地思考处理问题的思想方法和工作方法。在中学物理教学中,注意挖掘基本概念、基本规律产生过程的潜科学思想,凸现物理学家对其探索时运用的科学方法和经历的曲折过程,会使学生受到科学方法的教育和熏陶。

有助于培养学生创造性思维能力

创造性是潜科学思想的一个最本质的特征。安培在人们还根本不了解分子电结构的情况下提出“分子电流”假说,法拉第在超距作用观点占统治地位时提出电磁作用的传播需要媒介和时间。物理学中任何一种新概念的建立,新规律的发展,新理论的创造,都包含着新的思维方式和研究手段。在中学物理教学中,根据教学内容渗透这一研究程序,鼓励学生大胆猜想,对培养学生的创造性思维是大有助益的。

有助于破除学生头脑中先验的错误概念

模糊性是潜科学思想的一个基本特征。任何一种新的科学假说的提出,开始阶段总是朦胧不清,很不成熟的。如:伽利略在研究落体规律时,否定了亚里士多德“重者快”的结论,但他在探索正确结论

时,仍受“重者快”的影响,首先想证明的是“落体速度与落体和介质的密度差成正比”,当实验否定了这个假设后,他才开始转向“在真空中一切物体将等速下落”的假说和证明,在物理教学中注意向学生揭示这些过程。

有助于开阔学生的视野,丰富学生的知识背景

反常性是潜科学思想的一个重要特征。反常性包括反传统观念,反常规思维,反常规方法等。如十七、十八世纪人们习惯于孤立地考察各种现象,认为不同现象都是不同性质的特殊物质引起的,物体内存在“弹性体”,所以物体有弹性;物体内存在“燃素”,所以能够燃烧;物体间引力作用是通过“以太”,热传递是“热质”的转移。这些通常的看法对人们的思想有很大的束缚作用,没有一代又一代科学家们反常的设问、思考,就不可能有今天正确的结论。因此,让学生了解这些,对于学生从广阔的背景上来理解问题很有好处。

在中学物理教学中运用潜科学思想的途径和办法:

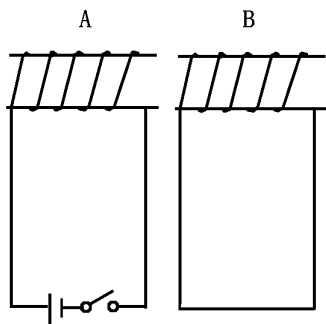
在创设教学情境时利用潜科学思想

教学理论与实践证明,良好的教学情境能激发学生的求知欲望。中学生在教师指导下学习物理知识的过程,跟人类探索物理知识的过程有一定的相似之处。例如讲匀变速直线运动定义时,可根据伽利略的探索过程,从“什么样的变速运动最简单”?这一问题入手,引导学生分析速度怎样变化才是均匀的?然后介绍伽利略舍弃“速度随位移均匀变化”这一设想的推理过程,再讲解他对“速度随时间均匀变化”运动现实性的验证,从而使学生在和谐的情境中理解匀变速运动定义的实质。又如:讲“自感”这课时,可根据亨利发现自感现象的过程,用如下的办法创设教学情境:在黑板上画出如图所示两相邻的线圈及电路。

教师问:闭合电键瞬间,月线圈中是否有感生电动势?为什么?

学生答:有!因为粤线圈中电流从无到有,穿过月线圈的磁通量发生了变化。

教师擦去月线圈及电路再问:闭合电键瞬间有无感生电动势产生?学生定是先一愣,觉得费解,再细想,不少学生会发现:闭合电键瞬间在粤线圈电流从无到有的过程中,通过粤线圈自身的磁通量发生了变化,理应有感生电动势产生!这时教师指出:事实是否确定这样,要由实验来检验!怎样设计实验电路呢?笔者曾就此启发学生根据楞次定律和对“阻碍”的理解,先设计出课本中演示实验电路,分析出应看到的现象,最后加以验证。下课铃响了,学生们还沉浸在这引人入胜的情境中。



在形成概念的过程中渗透潜科学思想

在物理教学过程中,我们经常发现,学生在学习某些物理概念前,对相关的物理现象已有感觉和印象,但有时是不准确的,不全面的,甚至是错误的,这对于学生形成正确的概念是不利的,甚至还会造成极大的困难。因此,在形成概念的过程中可渗透潜科学思想,例如:讲惯性定律时,可先让学生合上书,根据自己的经验回答运动和力有什么关系?大多数学生的回答与亚里士多德的观点相同,即“受力作用物体就运动,当外力停止作用便归于静止”。这时教师指出,仅仅在三百多年前这一结论才被伽利略发现是错的,伽利略敏锐地抓住停止力作用到停止运动这一常人易忽略的过程进行分析,推理得出:物体之所以停下来是受阻力(减速原因)作用,如果没有减速原

因物体永远不会停下。伽利略之所以能对停止力作用后的过程进行分析,在于当时只有伽利略能够明确区别“速度”与“加速度”的概念。然后再介绍伽利略的理想斜面实验,就会收到很好的效果。

蕴在指导学法时体现潜科学思想

由于物理现象、物理规律是相互联系的、相互依存的,一个综合问题中起影响作用的因素会有好几个,同时物理知识又是复杂多样的,因此认识一个物理问题,教材通常是把整体分成若干部分进行分析,然后再把各个暂时被割裂、被独立的部分综合回到整体,从而形成了物理学科的教材结构。为了便于学生在学习时对知识系统化,可向学生指出教材安排中隐含的潜科学思想。例如,历史上第一个从理论高度来研究电和磁,从而提出比较系统的初步理论的吉尔伯特在对电现象和磁现象进行研究比较之后就深信“电、磁两者之间没有联系”。这一看法使人们长期以来一直把磁和电作为两种绝然无关的现象分别加以研究,直到十九世纪奥斯特发现电流磁效应为止,其后不久,法拉第发现电磁感应现象,最后经过麦克斯韦的工作,一举建立了电磁学的“大厦”。根据这一线索,学生对课本中电磁学部分各章的先后顺序就容易理解,对电磁学的内容掌握就不再是零碎的。

蕴在物理课外活动中介绍潜科学思想

随堂教学,时间有限,常常难以将相关的潜科学思想讲深讲全,掌握不好还有喧宾夺主之嫌。因此,利用物理课外活动,开设讲座,向学生介绍潜科学思想,既可激发兴趣,又有利于对课堂教学内容的理解和掌握。具体执行时应注意,在全班参与的课外活动中,着重介绍基本物理概念、规律中包涵的潜科学思想,如力、场、能量等概念的建立;从机械波→电磁波→物质波地发现等。在只有部分物理学习积极分子参加的课外活动中,可指导学生阅读物理学史、物理方法论等方面的书籍。促使学生从新的视点、新的思路、新的境界中审视课本中讲过的知识,提高自己发现问题、提出问题、解决问题的自信心。经验证明,背景知识对所学习的知识的掌握是很有帮助的。

物理学习与科学世界观的培养

学习物理与学习其他任何学科一样,只有当对所学的全部材料从哲学方面加以思考并用辩证唯物主义的观点加以分析时,才能成为培养科学世界观的有效手段。物理知识能扩大学生的眼界,使他们相信世界的物质性,相信自然现象有其严格的规律性,相信物质是无穷尽的,是可以认识的。

世界的物理景象论说在培养世界观方面的作用在于,它是使物理知识系统化的手段,有利于搞清物理知识的世界观内容,利用它来分析和评价所学的材料,就是诉诸于共同的社会实践——判断人类知识的真理性的标准。因此,在物理教学中培养学生的科学世界观,要同形成关于现代的物理景象的概念密切联系起来。

为了实际解决培养世界观问题,教师必须了解世界的物理景象论说的全部基本材料,其中包括该景象的结构要素、进化阶段的分期原则,最重要的特征。关于物质结构及其存在形式的哲学概念,关于世界的可知性和认识发展规律性的哲学概念,在世界的物理景象中得到了自然科学的具体化。世界的物理景象论说直接反映了发展过程的辩证法,直接反映了物理知识发展、深化和更新过程的辩证法。它的最重要的原理是:①世界的物质性和统一性,物体和物理场——物质的两种基本的、相互联系的形态。物质结构形式的无穷多样性;②空间、时间、运动——物质存在的基本形式;③相互作用——物体联系的普遍形式和一切运动形式的出发点;④守恒定律反映物质和运动既不能创造也不能消灭的客观特性;⑤自然现象间的相互联系、因果性原则;⑥物质世界的可知性、物质及对它的认识的无穷尽性。

在这一论说的基础上学习全部教材就能为学生树立辩证唯物主义的世界观打下牢固基础。

物理概念、定律和理论具有深刻的哲学意义。世界的物理景象的进化表明,任何科学理论只在一定的范围内反映客观世界。科学发展本身就在于一些理论代替另一些理论。同时,旧的理论通常并不被抛弃,而是作为新的、更完善的理论的局部情况而存在。物理教师的任务是使学生形成关于绝对和相对的辩证统一的观念。教师要向学生说明:①物理学概念、定律和理论基本上是正确的,但不能完全反映在我们身外存在的不取决于我们的物质世界,即它们具有客观性,包含着绝对真理的成分;②物理学概念、定律和理论不仅是客观的,它们还具有自己的适应范围,超出此范围就失去了自己的意义;③物理学概念、定律和理论并非或者只是绝对的,或者只是相对的,而是它们所固有的绝对方面和相对方面的辩证统一。

在研究物质结构问题时,形成物理场的物质性、场和物质的物质统一性这一概念,对培养学生世界观具有重大意义。

研究物理学史有助于学生形成以下关于科学认识的规律性的观念:①物理学和任何一门科学一样,不是概念、定律和理论的永恒的、不变的集成,而是不断发展的认识过程;②物理学理论通常是在社会的某些实际需要的影响下产生的并接受实践的检验;③科学发现不是偶然的,而是生产力、科学和文化发展的合乎规律的结果;④物理学发展史反映世界的物理景象的不断形成、发展和更替的过程。

一、力学

学习力学在培养世界观方面的任务,是使学生形成运动的相对性概念,并初步认识物质过程的时空特性。

教师在讲解物质这一概念时要阐明以下观点:①物质是客观现实,它的存在不取决于我们的意识;②物质是人的感觉的源泉,人通过感官认识物质,世界及其规律是可知的;③物质是第一性的,意识、