

· 教学论坛 ·

中学物理“思维型”课堂中程序性知识教学探讨

王长江¹ 胡卫平²

(1. 延安大学物理与电子信息学院 陕西 延安 716000)

(2. 陕西师范大学教师专业能力发展中心 陕西 西安 710062)

物理学科的程序性知识是关于如何完成物理学习任务的知识。“任务”可能是完成比较程式化的练习,也可能是解决新问题等等。程序性知识反映的是各种“过程”的知识,而事实性知识和概念性知识则反映的是有关“结果”的知识。在以往的物理知识理论研究中,往往忽视对程序性知识教学的研究,但是在教学实践中,促进学生程序性知识的发展却是物理教师时时关注的重要问题:因为学生能否在学业成绩测验中取得好成绩,不仅取决于概念性知识的理解水平,还取决于对解决问题的过程性知识或条件性知识亦即程序性知识的概括与运用水平。本文讨论如何将“思维型”课堂教学基本原理融入到物理程序性知识教学中。

1 “思维型”课堂教学概述

教学实践表明,营造充满思考的课堂,仅凭教师的某些教学技巧是远远不够的。那么,有没有一种教学框架,在这样的框架下,学生都能积极地、主动地思考?

在考察国内外教学理论“共同特征”的基础上,以皮亚杰的认知发展理论、建构主义教学理论、学习科学的最新成果以及林崇德的思维结构“三棱”模型为支撑,并在总结20多年的教学实践研究的基础上,林崇德、胡卫平提出了“思维型”课堂教学理论。

“思维型”课堂教学强调以诱发思维动机为特征的教学导入、以引发思维动力为特征的教学过程、以思维监控为特征的教学反思和以抽象概括为特征的应用迁移。“思维型”课堂教学的基本原理如下:

(1) 认知冲突。在课堂教学中,教师要根据课堂教学目标,抓住教学重点,联系已有经验,设计一些能够使学生产生认知冲突的“两难情境”或者看似与现实生活和已有经验相矛盾的情境,以此使学生心理产生强烈的震颤,启发学生积极的、主动的思维,从而进行质疑问难、预判猜测、设计方案、进行探究,主动完成认知结构的构建过程。

(2) 自主建构。在“思维型”课堂教学中,要进行“自主建构”,包括认知建构和社会建构。认知建构强调,学习是学习者积极主动建构的过程;知识是学习者经验的合理化;先前的经验对学习者是至关重要的。社会建构则强调,课堂中师生互动、生生互动是课堂教学中最基本、最主要的人际关系,课堂教学中的互动不仅应关注行为互动、情感互动,更应关注思维互动。

(3) 应用迁移。学习的目的在于将习得知识、能力迁移到新的问题情境中。迁移是与学习活动中的概括密切相关的:产生迁移的重要条件是学习者能在新旧问题情境中概括出共同的要素。学生迟迟进入不了思考状态,一个主要因素在于没有概括出新旧情境的共同要素。显然,学生对已有知识的概括水平越高,就越能揭示以前没有认识的同类问题的本质,就越容易将新的问题情境同化、吸纳进已有的认知结构,真正的思维也就越容易发生。

(4) 思维监控。学习者必须对自己的学习活动进行思维监控、自我检查,以诊断和判断自己在学习中所追求的是否符合

自己设置的目标。在每一次课堂活动将近结束时,教师都要引导学生对活动对象、活动过程、活动思维方式进行反思。

2 中学物理程序性知识概述

当代教育心理学家非常注重根据认知过程的心理特点来考虑知识的类型。J·R·安德森等人根据对人类学习的信息加工过程的实验研究结果,按照知识获得的心理加工过程的特点,提出了关于知识分类的富有启发意义的见解。他们将人的知识分为四类,分别是:事实性知识、概念性知识、程序性知识、元认知知识。

程序性知识是关于如何完成任务的知识。“任务”可能是完成比较程式化的练习,也可能是解决新问题等等。一般情况下,程序性知识以需要遵循的一系列或程序步骤的形式出现,主要包括技能、算法、技术和方法等。程序性知识反映的是各种“过程”的知识,而事实性知识和概念性知识则反映的是有关“结果”的知识。根据程序性知识的定义,物理程序性知识包括:

(1) 物理技能知识。包括物理实验仪器的操作程序、实验步骤、对称法做平面镜所成的像、光路图的做法、力的示意图的做法等。

比如物理测量工具,使用前首先要观察它的量程、分度值、零刻度线。测量仪器的使用程序:任何一种新的仪表,首先从观察入手,先了解仪表的外观和结构,再对照实物阅读说明书,以了解仪表的功能、规格和使用方法,通过思考和交流明确使用的注意事项,然后进行相关操作和测量。

再比如物理实验器材的安装顺序(从下到上):观察水的沸腾的装置、晶体的熔化图像、比较不同物质的吸热能力等。

(2) 物理算法知识。主要是物理学中的单位换算、利用物理公式进行计算等。

比如已知物体的质量、体积,求密度的过程或步骤。如果是计算压强,放在水平面上的物体,压力大小等于重力大小,受力面积就是两者相互接触的面积。

再比如利用超声波测海底深度,计算路程时的时间是超声波从发射到返回总时间的一半。

(3) 物理技术和方法知识。物理技术和方法知识反映的是物理学领域的专家思考和解决问题的方式,包括利用事实性知识、概念性知识解决不良结构问题的步骤等。

比如计算浮力的大小,采取的步骤是:a. 阿基米德原理 $F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$; b. 称重法求浮力 $F_{浮} = G - F$; c. 浮沉条件。如果要比较浮力大小,采取的步骤是:a. 阿基米德原理 $F_{浮} = \rho_{液} g V_{排}$; b. 考虑浮沉条件。

(4) 物理条件性知识。指的是何时使用程序性知识。

比如求火车过桥的时间,则火车自身的长度不能忽略,要具体分析是完全过桥还是完全在桥上行驶。如果是电路计算问题,则应抓住不变量。熟用串并联电路电流、电压和电阻之间的关系。如果要识别串并联电路,电压表当断路处理,电流表当作导线对待。

再比如机械效率的计算问题,在求摩擦力和动滑轮重时,

要用额外功.如果滑轮组轴端的物重(或力)变化时,再求此时的机械效率(不计摩擦)时,动滑轮重不变是解答问题的关键.

3 “思维型”课堂中程序性知识教学策略

3.1 物理事实性知识形成的心理过程

物理程序性知识以需要遵循的一系列或程序步骤的形式出现,主要包括技能、算法和方法等.无论是哪种类型的程序性知识,其形成过程均要经历三个阶段:

第一阶段,程序性知识的陈述化阶段,即习得程序性知识的陈述性形式(物理事实性知识、概念性知识),新知识进入原有的命题网络,与原有知识形成联系.这个阶段主要的认知活动类别包括:理解、分析、评价和创造等.

第二阶段,程序化过程阶段,即经过各种变式练习,使贮存于命题网络中的陈述性知识转化为系统表征和贮存的程序性知识.这是程序性知识形成的重要步骤.这个阶段主要的认知活动类别包括:概括、分析等.

第三阶段,程序性知识的自动化阶段,即程序性知识依据线索被提取出来,解决“怎么办”的问题.如果学习任务是熟悉的练习题,学习者已经知道需要使用适当的程序知识,因此其认知过程是“执行”;如果学习任务是不熟悉的或新的问题,对应的认知过程是“实施”.在“实施”过程中,学习者需要对已有的程序性知识进行必要的修改,要有“理解”、“创造”等认知过程的协助.

根据安德森的知识分类理论,物理程序性知识包括:物理技能和算法知识、物理技巧和方法知识以及决定何时适当运用规则的条件性知识等.其中,物理技能和算法知识主要是“执行”,即辨别、提取,参与认知活动较简单,教师清晰地呈现技能和算法的步骤,学生就能较容易的掌握此类程序性知识,因此,不需要教师费心选用教学策略.对于后两种程序性知识,认知活动较复杂,学生学习存在不同程度的困难,需要教师精心设计,以促进这些知识的发展.下面的教学环节和教学策略,针对的就是将“思维型”课堂教学的基本原理融入到物理技巧和方法知识与决定何时适当运用规则的条件性知识的习得中,讨论如何加速这些程序性知识的发展.

3.2 “思维型”课堂中程序性知识教学策略

在程序性知识中,物理技巧和方法知识与决定何时适当运用规则的条件性知识的认知过程较复杂,针对这两类程序性知识,笔者提出了四个教学环节,同时对四个环节提出相应的教学策略.

(1) 解决问题阶段的教学策略

在本研究中,物理问题解决教学是指在教师的引导下,学生综合应用已有的物理知识来解决以前没有遇到过的疑难的教学活动.问题解决是一个比较复杂的系统.在总结国内外研究的基础上,针对物理学科的特点和中学生的年龄特征,笔者提出了明确问题、探求解法、实施计划、检验结论、讨论反思的五阶段构想.

问题示例1 在太空中,离开空间站到舱外作业的两航天员,在不借助其他设备的情况下能够彼此交谈吗?

● 鼓励发散思维,产生更多想法

教师:在地球上,两个人不借助其他设备可以直接交流吗?

学生:在地球上,两个人不借助其他设备是可以直接交流的.

教师:太空中能不能直接交流呢?

学生:?

教师:太空与地球的区别是什么?

学生:太空与地球有很多不同,比如地球上空气,太空中没有空气.

学生:因此,这个问题是:没有空气,两个人能不能交流?

教师:什么叫交流?

学生:交流就是有人说,有人听,并且互相交谈.

学生:因此,这个问题是:没有空气,一个人说话,另外一个人能不能听见?

● 引导收敛思维,进行评估判断

教师:请同学们确定我们要解决的、真正的问题.

学生:已经学过的知识:声音传播需要介质;固体、液体、气体都是介质.

教师:所以,这个问题不是两个人能不能交流;也不是没有空气,一个人说,另外一个人能不能听见的问题.那么,真正的问题是什么?

学生:真正的问题是:声音能不能在真空中传播?

(2) 概括程序性知识阶段的教学策略

当学生解决了问题后,教师应该及时引导学生分析并概括问题解决中使用的程序性知识.

① 产生更多想法.教师在引导学生概括问题解决的程序性知识时,应该让小组同学进行充分的讨论,在讨论中暴露自己的思考过程,从不同的角度进行联想、想象、概括.这样集思广益,往往会为获得全面的程序性知识奠定基础.

② 进行评估判断.鼓励学生运用比较、分类、分析综合等技能对问题解决中使用的程序性知识的想法进行概括,得出结论.同时还要对结论进行审慎的思考,包括程序性知识的适用条件,以及可能出现的局限性.

问题示例2 骆驼站在水平沙面上,它的质量为400 kg,每只脚掌的面积为 $2 \times 10^{-2} \text{ m}^2$,问:骆驼对沙面的压强为多少?($g = 10 \text{ N/kg}$)

这道题不难,但初学者往往在“受力面积”上出现问题,经过老师引导,认识到骆驼与沙面的接触部分为骆驼的脚掌,受力面积不是一只脚掌的面积,而是4只脚掌的面积,进而利用公式“压强 = 压力 / 受力面积”求出骆驼对沙面的压强.

接着,教师给出两个拓展问题:① 如果这个骆驼背上驮着100 kg的大米,问:骆驼对沙面的压强为多少?($g = 10 \text{ N/kg}$);② 如果骆驼卧在沙面上,骆驼对沙面的压强是变大了,还是变小了?

学生会重新思考以上两个问题,考察压力和受力面积的物理意义,再次利用压强公式解决问题.在此基础上,教师引导学生进行讨论:如何利用公式求压强?此处的讨论是非常必要的,也正是“社会建构”这一教学原理的运用.学生在讨论时,提供的信息较多,有些是无关信息,需要进行甄别.最后在集思广益的基础上,概括出利用压强公式解决问题的程序性知识:如果要计算压强,先要明确:放在水平面上的物体,压力大小等于物体重力大小,受力面积是两者相互的接触面积.接着利用公式“压强 = 压力 / 受力面积”进行计算.

其实,在物理教学中,对于学生来说,无论是概念的归纳,还是规律的探究,除了要深度理解这些概念性知识外,一个更为紧迫的问题是,概括出这些问题解决过程的程序性知识.学生只有领会并掌握了这些程序性知识,才能在新的问题情境中应用自如.

(3) 应用程序性知识阶段的教学策略

教师应该及时将问题解决中概括出的程序性知识应用到新的问题情境中,通过运用程序性知识达到对其深化、活化的目的.在应用程序性知识解决问题阶段,需要教师先要设计好问题情境,这个问题情境能激发学生的兴趣,还能应用前面学

过的程序性知识。

问题示例3 估算一下：人行走时，脚对地面的压强。

这是一个结构不良问题，题目情境中没有一个数据信息，所有的数据都需要学生去获取。对于压强问题，假设学生已经具备了相关的程序性知识：如果要计算压强，先要明确：放在水平面上的物体，压力大小等于物体重力大小，受力面积是两者相互的接触面积。接着利用公式“压强 = 压力 / 受力面积”进行计算。

接下来，学生需要清楚下列信息：自己的体重，由此可以计算压力的大小；估测自己一只脚的面积，接着确定行走时，是单脚着地，而不是双脚着地；最后利用公式计算行走时脚对地面的压强。

(4) 反思程序性知识阶段的教学策略

在反思小结阶段，“思维型”课堂教学要求是：对程序性知识学习活动进行思维监控、自我检查，以诊断和判断在学习中所追求的是否符合自己设置的目标。在这个阶段，主要围绕下面的基本问题展开教学活动：在形成程序性知识过程中，我们究竟是如何思考的？可以从下列方面进行考虑：

其一，这个问题是怎么解决的？（回顾问题解决过程）

其二，完成解法的关键性步骤有哪些？（概括程序性知识）

其三，这个问题的解法与其他的问题解决方法之间是什么关系？（建构“核心概念”）

【陕西省高水平大学建设专项资金资助项目[物理学(2012SXSTS05)]的阶段性成果；陕西省教育科学“十二五”规划2013年立项课题“概念为本的中学物理教学模式研究”(课题编号为：SGH13085)。】

基于“任务”和“理解”的教学设计对比研究

邵卫平

(丹阳市华南实验学校 江苏 丹阳 212300)

教学设计是根据教学对象和教学目标，确定合适的教学起点与终点，将教学诸要素有序、优化地安排，形成教学方案的过程。它是一门运用系统方法科学解决教学问题的方法，它以教学效果最优化为目的，以解决教学问题为宗旨。

目前，在我国教学实践中流行的教学设计主要包括：基于“任务”的教学设计和基于“理解”的教学设计。基于“任务”的教学设计是以知识传授为目标，以知识记忆为手段，教师在课堂中以完成教学任务为价值追求，当前这种教学设计是课堂教学的主流；基于“理解”的教学设计是以学生能力发展为目标，以学生主动建构知识为手段，教师在课堂中以引导学生探寻知识内在关系，发展应用能力为价值追求，这种教学设计是课堂教学改革的方向。下面笔者就以苏科版八下教材《物体的浮与沉》的两种教学设计为例来分析其差异。

1 关于《物体的浮与沉》的教学设计

【教学设计一】

→ 浮沉条件讲解、演示实验(教师边演示实验边讲解新的知识)

→ 学生分组实验(教师讲解实验步骤，然后学生按照实验步骤完成实验)

→ 教师讲解典例一(教师具体分析解题过程，为学生建立解题的范式)

→ 典例二、典例三由学生板演求解(此过程是学生仿照教师的解题过程解题)

→ 布置作业(教师精选题目，让学生课后训练，巩固本节课学习内容)

【教学设计二】

教师：演示如图1实验，为研究方便，这三种情况分别称为：漂浮、悬浮、沉底，请同学们举生活中例子。(学生根据生活经验列举类似的现象，教师帮学生梳理大脑中的已有知识，为建构新知作好准备)

教师：同样的一个塑料盒，为什么会出现以上三种不同情况？请小组合作，动手试试并讨论。提示：可把塑料盒拆开看看

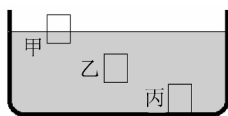


图1

并从“力与运动”的关系入手分析。(教师通过提问，激发学生研究的兴趣，并启发学生用已学过的“力与运动”的知识对以上现象进行思考，从生活走向物理，从感性认识上升到对物理现象本质的理解)

应用一：橡皮泥、蜡烛、小玻璃瓶、小图钉、大水槽，试着让蜡烛或小玻璃瓶处于以上三个状态，汇报你是怎么思考的、怎么做的？(学生分组合作共同解决问题，在动手过程中完成对新知的探究；本应用的设计只要求学生仿照上一流程中的做法就可以完成，符合学生的认知规律)

应用二：人落深水怎么办？(本应用的设计要求学生运用新学的知识尝试解决有生活体验的问题，激发学生学习兴趣)

应用三：潜水艇怎么实现浮沉？(通过自学课本内容，进一步理解浮沉条件)

当堂训练：学生先独立完成当堂训练中的题目，然后教师出示答案，由学生自己批改，并提出不能解决的问题共同讨论解决或由教师讲解释疑。

布置作业：教师精选题目，让学生课后训练，巩固本节课学习内容。

两种教学设计的差异：

教学设计一是传统的物理课堂教学设计，课堂中以师生互动为主，学生在老师的引导下，完成对知识的学习，这样的课堂是基于“任务”的，以传授知识、完成教学任务为核心。

教学设计二是以“小组合作学习”为基本形式的教学设计，课堂中教师提出问题引发学生思考，让学生在对此现象已有的认知基础上，在交流合作中探寻物理现象本质，是基于“理解”的教学设计，是以自主建构知识为核心。

2 基于“任务”和基于“理解”的教学设计的不同特征

2.1 理论支撑不同

基于“任务”的教学设计其理论依据是“师者，传道授业解惑也”，在目前的班级授课制下，教师在课堂中完成授业与解惑都是让学生达成知识与技能目标，教学手段都与传授和灌输有关，都是以完成教学任务为己任的，教师在任务的驱动下进行着日复一日的教学工作。

基于“理解”的教学设计其理论依据是建构主义，学习活