

物理规律教学中思维能力的培养

张宏 胡卫平

摘要:在物理规律教学中可以通过以下途径培养学生的思维能力:让学生获得足够的感性认识、掌握恰当的思维方法、排除思维障碍和提高理解应用能力。

关键词:物理规律;思维能力;学生

中图分类号:G633.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-0627(2004)03-0043-03

物理规律(包括定律、定理、原理、法则、公式等)反映了物理现象、物理过程在一定条件下必然发生、发展和变化的规律,反映了物质运动变化的各个因素之间的本质联系,揭示了物理事物本质属性之间的内在联系,是物理学学科结构的核心。物理规律的教学既是物理知识教学的核心内容,同时也是物理思维能力培养的重要途径。本文介绍物理规律的教学过程中思维能力的培养。

一、获得足够的感性认识

物理规律具有三个显著特点:第一,物理规律是观察、实验、思维相结合的产物;第二,物理规律反映了有关物理概念之间的必然联系。任何物理规律,都是由一些概念组成的,通过语言逻辑或数学逻辑表达概念之间的联系和关系;第三,任何物理规律具有近似性和局限性。反映物理现象和物理过程的发生、发展和变化的物理规律,只能在一定的精度范围内足够真实但又是近似地反映客观世界。物理规律不仅具有近似性,而且由于物理规律总是在一定范围内发现的,或在一定的条件下推理得到的,并在有限领域内检验的,所以,物理规律还具有局限性。也就是说,物理规律总有它的适用范围和成立条件。由此可见,作为近似反映物理对象、物理现象、物理过程在一定条件下发生、发展和变化规律的物理规律的建立,离不开观察实验和数学推理,也离不开物理思维,是三者相结合的产物。丰富的感性认识是建立物理规律的基础。

学习物理规律是对已有的物理规律的一个有组织的学习过程,它虽不像物理史上建立物理规律那样曲折漫长,但也是极其复杂的,需要在一定的背景知识指导下,对感性认识进行思维加工。获得足够的感性认识是学习物理规律的基础,也是在物理规律教学中培养学生思维能力的基础。在物理教学中,教师要指导学生通过观察实验,分析学生生活中熟知的典型事例,或从对学生已有知识的逻辑展开中提出问题,激发学习兴趣,创造便于探索规律的良好环境,提供探索物理规律所必须的感性材料,提供进一步思考问题的线索和依据,为研究物理规律提供必要的感性认识。

二、掌握建立规律的思维方法

在获得足够的感性认识的基础上,教师要指导学生探索物理规律,根据建立物理规律的思维过程和学生的认知特点,选择适当的途径,对感性材料进行思维加工,认识研究对象、现象之间的本质的、必然的联系,概括出物理规律。这是在物理规律教学中培养学生思维能力的关键。中学生在建立物理规律时,常用的思维方法有四种:

第一,实验归纳。实验归纳即直接从观察实验结果中分析、归纳、概括而总结出物理规律的方法。具体的做法有:第一,由对日常生活经验或实验现象的分析归纳得出结论。如掌握蒸发快慢的条件、电磁感应定律等;第二,由大量的实验数据,经归纳和必要的数学处理得出结论。如掌握力矩的平衡条件、胡克定律、光的反射定律、气体的实验定律等;第三,先从实验现象或对事例的分析中得出定性结论,再进一步通过实验寻求严格的定量关系,得出定量的结论,如掌握液体内部的压强、牛顿第三定律、光的折射定律等;第四,在通过实验研究几个量的关系时,先分别固定某些量,研究其中两个量的关系;然后加以综合,得出几个量的关系。如掌握欧姆定律、牛顿第二定律、焦耳定律等等;第五,限于条件,无法直接做实验时,可通过分析前人的实验结果,归纳出结论。例如掌握光电效应公式。

收稿日期:2004-02-10

作者简介:张宏,宁波第四中学教师(浙江宁波315000);胡卫平,山西师范大学课程与教学研究所教授(太原030002)。

第二,理论分析。理论分析就是利用已有的物理概念和物理规律,通过物理思维或数学推理,得出新的物理规律的方法。常见的有理论归纳和理论演绎两种。理论归纳就是利用已有的物理概念和物理规律,经归纳推理,得出更普遍的物理规律的思维方法。例如,能的转化和守恒定律的学习和掌握,就可利用理论归纳的方法。能的转化和守恒定律是在科学各分支学科长期发展的基础上,经许多人系统的研究和总结后,于19世纪中期形成的自然界的一条基本规律。学习和掌握这一规律不可能由某一实验归纳来完成,可以根据科学史上建立这一规律的过程,对有关规律进行归纳而得到。19世纪中期以前,在力学方面,建立了动能、势能、机械能等概念和机械能守恒定律;在热学方面,人们建立了热量的概念,并广泛研究了热与机械功的相互转化问题,得到热力学第一定律;在电学方面,英国物理学家焦耳对电流热效应进行了定量的研究,建立了焦耳定律;化学反应中建立了能量守恒。学生可以对所学的这些实验规律进行归纳总结,从而掌握能的转化和守恒定律;理论演绎就是利用较一般的物理规律,经演绎推理,推导出特殊的物理规律的思维方法。例如,在学习了能的转化和守恒定律后,可以推断出判定感应电流方向的规律——楞次定律。又如,学习理想气体实验定律,既可用实验归纳法,也可以用理论演绎法,从理想气体状态方程演绎出玻意耳定律、盖-吕萨克定律和查理定律。若将实验归纳和理论演绎结合起来,有助于理想气体实验定律的理解。

第三,类比。类比是根据两个(或两类)对象在某些属性上相似而推出它们在另一属性上也可能相似的一种推理形式。其具体过程是:通过对两个不同的对象进行比较,找出它们的相似点,然后以此为依据,把其中某一对象的有关知识或结论推移到另一对象中去。类比方法在物理学中获得了广泛的运用。首先,类比是提出物理假说的重要途径;其次,在物理学研究中广泛运用着的模型化方法,实质上包含着类比方法的应用。学生在学习物理规律时,可以遵循建立物理规律的程序和原则,通过类比的思维方法,加深对物理规律的理解,同时提高思维能力。

第四,臻美。所谓臻美的方法,就是在研究物理问题的过程中,按照美学规律,对尚不完美的东西进行加工、修改以致重组的思维方法。美是在审美主体与审美客体统一的审美活动中,能满足主体需要的并合乎客观规律的可感形象。物理学中蕴含着美的本质,本质要通过形式来反映。虽然物理的研究范围极为广泛,物理规律极为复杂,但物理学家们普遍认为,物理学中蕴含的形式美主要有:“对称、简洁、和谐、多样统一”。利用臻美的思维方法,通过对美的追求提出假说,然后利用实验直接或间接验证,从而建立物理规律,是物理规律建立的一种重要的方法。学生在学习某些物理规律时,要掌握这一思维方法。

当然,在带领学生探索和研究具体的物理规律时,不一定要按照历史上建立物理规律的过程来进行,教师可以根据教学要求、学生的年龄特征、知识基础、能力水平、学校情况、教学内容、自身特点等来确定用什么方法。

三、排除学习规律的思维障碍

与学习物理概念一样,学生在学习物理规律时,也存在着思维障碍,大体上有如下几种。在物理规律教学中,要排除这些思维障碍。

第一,感性认识不足。物理规律是观察、实验和思维相结合的产物,通过观察实验获得的对自然界物质的存在、构成、运动及其转化的感受性认识,不仅是物理思维的材料、建立规律的条件,而且也是用来检验各种物理理论真伪是非的标准,是理解物理规律的基础。如果没有足够的、能够把有关的现象及其之间的联系鲜明地展示出来的实验或学生日常生活中所熟悉的、曾经亲身感受过的事例作为基础,学生就很难理解物理规律的来龙去脉、基本含义、适用条件等,从而影响对物理规律的掌握和运用,造成学习物理规律的思维障碍。

第二,相关知识干扰。物理规律反应了自然界物质运动变化的各个因素之间的本质联系,揭示了客观事物本质属性之间内在的联系。学生形成物理概念和掌握物理规律之间存在着不可分割的辩证的联系。一方面,形成物理概念是掌握物理规律的基础,概念不清就无法掌握物理规律;另一方面,掌握物理规律可以使我们从运动变化中,从研究对象和现象的联系中去进一步更深入地理解物理概念。由于概念不清而影响物理规律的掌握是学习物理规律时相关知识干扰的表现之一。学习物理规律时相关知识干扰的表现之二是前物理观念的干扰。学生在学习物理规律之前,从日常生活中已积累了一定的生活经验,对一些问题形成了某些观念,称为前物理观念(国外的研究一般将前物理观念与前物理概念一起,统称为前物理概念。这里我们为了说明对概念和对规律的不同影响,分别进行讨论)。在这些观念中,有的虽比较正确,但往往有一定的表面性和片面性;另外,学生在生活中还形成了某些错误的观念。这些“先入为主”的、错误的前物理观念,对学生正确地理解物理规律往往起着严重的干扰作用。例如,学生在运动和力的关系上,往往认为力是物体运动的原因,物体受力才能运动,不受外力的物体是根本不能运动的;对物体的下落问题,常常认为重物比轻物下落快;对于摩擦力的方向,往往认为摩擦力方向总是与物体的运动方向相反;对物体在液体中所受浮力的问题,往往认为只有浮在液面上的物体才能受到浮力等等。从某种意义上讲,学习物理规律就是用反映客观事物发生、发展、变化规律的物理观念转换头脑中的错误的前物理观念,如果这种转换的过程未完成,错误的前物理观念未消除,势必造成学习物理规律的思维障碍。学习物理规律时相关知识干扰的表现之三是数学对学习物理的干扰。不少学生往往用纯数学的观念理解物理规律,思考和处理物理问

题,而忽视了它们的本质,结果从纯数学推导中引出错误的结论,造成对物理规律的错误理解。例如,欧姆定律的数学表达式为 $I = U/R$ 及,学生常常将其变形为只 $R = U/I$,并从纯数学的角度考虑,由此得出导体的电阻与加在它两端的电压成正比,与通过它的电流成反比等一类错误的理解。

第三,负迁移和思维定势的消极影响。迁移是一种学习对另外一种学习的影响。它有时是指先前的学习对后继学习的影响(顺向迁移),但有时后继学习也会影响先前的学习(逆向迁移)。无论是顺向迁移还是逆向迁移所产生的影响都有正负之分。凡是一种学习对另一种学习的影响是积极的、起促进作用的,就称为正迁移;反之,则称为负迁移。在中学生学习物理规律时,负迁移会影响规律的理解和应用在学习物理规律时,积极的思维定势是指人们把自己头脑中已有的思维模式和方法恰当地用于学习新的物理规律,解决新的实际问题。消极的思维定势是指人们把头脑中已有的、习惯了的思维方式不恰当地运用到学习新的物理规律中去,不善于变换思考问题的角度,不善于改变思考问题的方法。积极的思维定势有利于学生在原有知识的基础上学习和理解新的物理规律,但消极的思维定势却干扰着学生对新的物理规律的理解和掌握,限制着学生思维灵活性的发展。

第四,不懂得研究和应用物理规律的思路和方法。在建立规律的每一阶段,都需要思维参与。由于各个物理规律所面临的问题不同,所处的各种条件不同,就其建立而言,或来自实验归纳,或来自理论归纳,或基于理论演绎,或通过类比、臻美等提出假说,然后经实验验证等等,可谓千姿百态,决非单一模式所能概括。因此,在学习物理规律时,如果不了解建立物理规律的思维方法和思维过程,只被动地接受,就不可能从中吸取有益的营养,真正掌握物理规律,以致在理解和运用物理规律时出现各种问题,产生种种错误。学生在应用物理规律解决实际问题时,常常束手无策、无从手。这种情况的出现,除知识不足、思维能力不强、思维定势的消极影响,不能排除多余信息的干扰、不能挖掘与问题有关的隐蔽条件等原因外,最主要的是不了解和没掌握运用物理规律去分析、处理、解决实际问题的思路和方法。

四、理解应用,形成结构

首先,使学生理解物理规律的真正含义、适用条件和范围。物理规律一般可以用文字表述,即用一段话把某一规律的内容表达出来。对于物理规律的文字表述,要在学生对有关现象和过程深入研究,并对它的本质有相当认识的基础上,认真加以分析,特别要分析关键的字、词,使学生真正理解它的含义。切不可在学生毫无认识或认识不足的情况下“搬出来”,不加分析地“灌”给学生,使学生死记硬背。这样,离开了认识的基础,颠倒了认识的顺序,学生不懂物理规律的真正含义,背得再熟也不能真正理解和灵活运用。物理规律有时也可用数学,(公式或图象);表示。只有引入了数学,才能使自然物理成为定量的、精密的物理。对于物理规律的数学表达式,要使学生在了解建立过程的基础上,明确其真正含义,而不能从纯数学的角度加以理解,否则,就可能导致错误的结论。每一个物理规律都是在一定条件下反映某个现象或过程变化规律的,故有一定的成立条件和适用范围。只有使学生明确规律的成立条件和适用范围,才能正确地运用规律来研究和解决实际问题。否则,就会出现乱用规律的现象,导致错误的结论。

其次,使学生形成物理规律的结构。每一物理规律与某些物理概念和其他物理规律之间存在着相互联系的、不可分割的关系。教学中要使学生搞清这种联系和关系,形成物理规律的结构(这一结构应包括物理概念),从而在整体上把握物理规律。

第三,加强应用物理规律解决实际问题的训练和指导。学习物理规律的目的就在于能够运用物理规律解决实际问题,同时,通过运用,还能检验学生对物理规律的掌握情况,加深对物理规律的理解。在规律教学中,教师要选择恰当的物理问题,有计划、有目标、由简到繁、循序渐进、反复多次地进行训练,使学生逐步掌握应用物理规律解决实际问题的思维过程、思维策略和思维方法,从而发展学生分析问题解决问题的能力、思维能力、应用数学解决物理问题的能力等。

最后要指出,由于物理规律的复杂性,必须注意规律教学的阶段性,物理规律的教学,大体上也可分为领会、运用、完善、扩展四个阶段。领会阶段侧重了解建立物理规律的事实依据和思维方法、理解物理规律的内容、含义,以及公式中各量的单位、成立条件和适用范围等。运用阶段侧重强化所研究的过程与对应物理规律中的因果关系,熟练掌握规律的直接应用。完善阶段需让学生理解规律的全部内涵及规律的具体外延。扩展阶段是对规律应用的深化和活化,侧重于综合应用及对所研究的过程的分析,在这一阶段,可指出规律的地位和作用,了解规律的自治性与精确性的具体表现等。注意到如上几个方面,将会比较有效地克服学生学习物理规律的思维障碍,有效地指导学生掌握物理规律,同时有效地培养学生的思维能力。

参考文献:

[1]田世昆,胡卫平.物理思维论[M].南宁:广西教育出版社,1996.167.

(责任编辑 赵蔚)