

教育理论研究 ·

中学生物理抽象思维能力的培养^{*}

胡卫平

(山西师范大学课程与教学研究所,山西 临汾 041004)

摘要:中学生物理抽象思维能力的培养措施主要有:第一,加强抽象概括能力的培养;第二,建立合理的教学内容的逻辑结构;第三,使学生掌握抽象思维的基本方法;第四,加强物理学中的因果分析;第五,搞清物理学中的辩证关系。

关键词:中学生;抽象思维能力;培养

物理抽象思维是以物理概念为思维材料,以物理概念、物理判断和物理推理的形式反映物理事物的本质,达到对物理事物的本质特征和内在联系的认知过程。在物理学中,抽象思维具有十分重要的作用,它不仅是提出物理问题、建立物理概念、获得物理规律、系统物理知识及解决物理问题的重要思维方式,而且也是学好物理知识,培养各种能力的重要手段和必要条件。我们可以从如下几个方面培养中学生的物理抽象思维能力。

1 加强抽象概括能力的培养

抽象就是在思想上把一事物的本质属性或特征和非本质属性或特征区分开来,从而舍弃非本质属性或特征,并抽取出现本质属性或特征。经过抽象过程,事物的本质属性和非本质属性的界限清楚了,这样,认识便上升到了理性阶段。概括是在思想上将许多具有某些共同特征的事物,或将某种事物已分出来的一般的、共同的属性、特征结合起来。概括的过程,就是把个别事物的本质属性,上升到同类事物的本质属性,这也是思维由个别通向一般的过程。

物理抽象思维最显著的特点是抽象性与概括性的统一。物理抽象思维之所以能揭示物理事物的本质特征和内在规律性,主要来自抽象和概括的过程。同时,抽象和概括在思维的发展和培养中起着十分重要的作用。首先,抽象和概括是人们形成和掌握物理概念的前提。学生对物理概念的掌握情况,是直接受他们的抽象和概括水平制约的。物理概念是物理事物的本质属性和共同特征在人们头脑中的反映,是物理事物的抽象,没有抽象和概括能力,是不可能深入理解物理概念的;第二,概括是思维的速度、灵活迁移程度、广度和深度、创造程度等智力品质或思维品质的基础。没有概括,就

无法进行逻辑推理,就不可能有思维的深刻性和批判性;没有概括,就没有迁移,就不可能有思维的灵活性和创造性;没有概括,就没有“缩减”的形式,就不能有思维的敏捷性;第三,一切学习活动,都离不开概括。没有概括,学生就不可能掌握知识、运用知识;没有概括,就难以形成物理概念,那么,就不可能掌握在物理概念基础上建立的物理规律;没有概括,学生就不可能形成物理学科的基本结构,也就不可能灵活地解决物理问题。由此可见,抽象和概括在物理抽象思维乃至整个物理思维过程中起着重要的作用,但是,从我们对中学生物理抽象思维的发展研究可以看出,中学生的物理抽象和概括能力很差,这样,严重限制了物理抽象思维能力的发展。

在物理学中,抽象与概括主要表现在物理模型的建立和物理概念的形成,我们要重视物理模型和物理概念的教学,使学生掌握抽象物理模型和物理概念的方法,从而提高他们的抽象概括的能力。

例1. 已知质量 M 为 0.99 kg 的物体放在光滑圆弧轨道的最低点,质量 m 为 0.01 kg 的子弹以 100 m/s 的速度水平击中物体 M 并留在其中,求物体从开始运动到返回最低点所用的时间(圆弧轨道半径为 39.2 m)。

分析:一般来讲,学生能根据系统碰撞前后动量守恒求出物体获得的速度 v 。物体获得速度 v 后沿圆弧轨道的运动是变速曲线运动,题目又没有给出弧长或者它所对圆心的张角,在中学阶段按照常规的方法无法求解。但仔细分析物体的受力情况,不难发现它所受的重力和轨道的支持力作用完全类似于单摆的受力情况。这就启发我们:能否抽象为单摆模型呢?通过计算知道,物体在圆弧轨道最高点与最低点的半径夹角 $< 5^\circ$ 。这样,我们可以把物体在圆弧轨道上的运动归结

^{*} 本研究是全国教育科学“十五”规划重点课题“教育与发展”(课题号:ABA010012)、教育部人文社科重大课题“中小学生智能发展与促进的研究”(课题号:01JAZDXLX001)和山西省归国留学课题“儿童青少年创造力的发展研究”的研究成果。

为单摆模型,巧妙地用单摆周期公式求出从开始运动到返回最低点所用的时间.

2 建立合理的教学内容的逻辑结构

物理学是以基本概念为基石,以基本原理为骨架,以基本方法为纽带所构成的逻辑体系.物理学的知识结构应包括实验基础、理论体系(物理概念、物理定律、物理定理、物理理论及其相互关系)、数学表达、物理学方法、延伸与应用等内容.这些内容之间存在着紧密的逻辑关系.因此,我们在教学过程中,应抓住这种关系,精心设计教学内容,使之具有合理的逻辑结构.

首先,课堂教学中应按照提出问题—分析问题—解决问题的逻辑主线展开教学内容,做到提出疑问以激发学生的学习兴趣 and 吸引学生的注意力,分析疑问以启发学生积极思考和正确推理,以培养学生思维的逻辑性和严密性,结论简练(引导学生自己总结)以培养学生抽象概括能力和便于学生牢固记忆.例如,在讲感生电场时,首先揭露矛盾,提出疑问:导线放在变化的磁场中产生感生电动势,说明存在一种非静电力,这种力是什么呢?分析问题:这种力既不是洛仑兹力,也不是库仑电场力,在前面没有接触过.若将一带电粒子放在变化的磁场中也会受力.解决问题:扩展电场力的概念,引入感生电场.

其次,系统物理知识,形成知识结构.在教学中,要不断进行总结.这不仅可以使学生搞清各部分知识之间的逻辑关系,明确各知识点在知识结构中所处的地位、各个概念及规律之间的联系与区别,而且还可以培养学生的归纳和概括能力.

值得注意的是,教学内容的逻辑结构和课堂教学的逻辑主线既要符合物理学的特点,又要符合学生的年龄特征、心理特点、认知结构和认知规律.

3 使学生掌握抽象思维的基本方法

物理学中抽象思维的方法主要有分析与综合的方法、抽象与概括的方法、归纳与演绎的方法、比较与分类的方法、科学推理的方法等.要在知识教学、问题解决、科技活动中,让学生通过亲自探究,掌握这些方法.

物理学的研究对象和研究过程,大都是经过分析、综合之后,把最本质的、最基本的抽象出来而所建立的理想模型和理想过程.在教学过程中,要说明引入理想模型和理想过程的必要性、可能性和合理性,使学生认识到把复杂的问题简化既有必要性又有意义,同时,使学生掌握如何将实际问题转化为物理问题,如何简化物理对象和过程,从而培养学生研究和处理问题的理想化的思维方法.

物理概念是抽象思维的成果,在概念教学中,不仅

要使学生搞清物理概念所反映的物理现象、物理过程的本质,搞清其定义式,而且要使学生明确建立物理概念的事实依据,引导学生在感性材料的基础上运用分析、综合、比较、抽象、概括等方法得出物理概念,同时了解物理概念的外延及与有关概念的区别和联系,搞清物理概念的来龙去脉.例如,对于电阻概念的教学,可以通过学生探究,引导学生对实验结果进行分析、综合、抽象和概括,从而使学生掌握电阻概念的形成过程及实质.首先分析,对于同一导体,当 U 变化时, I 也变化,但 U/I 不变,经过抽象得出该比值与电压 U 和电流 I 无关;其次,经过分析和比较,发现对于不同的导体, U/I 不同.在此基础上进行抽象和概括,每一导体本身都存在一个 U/I ,不同导体 U/I 不同.因此, U/I 是一个既与电压 U 无关,又与电流 I 无关,而只与导体本身有关的一个物理量,它表征了导体本身的一个本质属性.那么,它表征了导体什么属性呢?继续让学生探索,当电压 U 一定, U/I 大时,电流小;当电压 U 一定, U/I 小时,电流大.可见, U/I 反映了导体对电流的阻碍程度.我们定义 $R = U/I$ 为导体的电阻.

物理规律是在观察和实验的基础上,经过物理思维和数学推理得出的.因此,在物理规律教学中,要使学生学生在把握新旧知识的相互联系和建立物理规律的事实依据的基础上,搞清建立物理规律的思维方法和思维过程.例如,关于牛顿第二定律的教学,可以这样来进行.教师向学生提出:为什么物体会做各种各样的运动呢?为什么物体的运动状态能够发生变化呢?要解决这个问题,得考虑其他物体对它的作用.在此基础上,带领学生引入力的概念.在讲清力的概念后,教师又提出,影响加速度的因素有哪些?是如何影响的?让学生自己在教师的指导下进行探究.通过探究,使学生明确力是物体间的相互作用,力的作用效果之一是使物体的运动状态发生变化,而加速度是描述物体运动状态的物理量,影响加速度的因素除力外,还有物体的质量.因此,我们要研究力对物体作用的定量效果,就必须研究力、质量和加速度三者之间的关系.通过实验可以得出,当质量不变而力变化时,加速度与力成正比;当力不变而质量变化时,加速度与质量成反比.概括这两个结果,并选取国际单位制,可以得出牛顿第二定律.

4 加强物理教学中的因果分析

因果关系是客观世界的一种普遍的、本质的关系.在物理教学中,深入揭示物理事物、物理概念、物理规律及物理问题中的因果关系,既有助于学生牢固掌握物理概念和物理规律,灵活地运用它们解决实际问题,

也有利于学生抽象思维能力的培养.

4.1 分清因果关系

比值定义法是物理学中定义物理量常用的一种方法,如密度、速度、比热、电阻、电场强度、磁感应强度等都应用了这一方法.但学生在理解这些物理量时,常常分不清哪些量之间有因果关系,哪些量之间没有因果关系.例如,在 $E = F/q$ 中,因果关系有如下几个方面:对于同一电场分布, q 是因, F 是果;对于同一电荷 q 放在不同的电场中, E 是因, F 是果.又如,在楞次定律中,有两对因果关系:原磁场磁通量的变化使回路中产生感应电流;回路中的感应电流产生感应电流的磁场.产生感应电流是原磁场磁通量变化的果,又是产生感应电流磁场的因,原因转化为结果,结果又反作用于原因.楞次定律正反映了这种因果关系.

4.2 注意因果对应

任何结果由一定的原因引起,一定的原因产生一定的结果,原因与结果常常是一一对应的,不能混淆.例如,在讨论竖直方向打桩问题时,学生常常误认为锤自由下落的动量变化产生了重力和桩作用力的合力对锤的冲量.分析其错误原因是学生没有弄清两个物理过程中有两对因果关系:一是重力的冲量与锤自由下落时的动量变化;二是重力和桩作用力的合力对锤的冲量与锤的动量变化.由于学生搞不清这两对因果关系,造成错误的结果.

4.3 建立因果联系

解决物理问题的关键是建立已知量和未知量之间的联系,这种联系的建立,有两条逻辑思路.一是从未知量到已知量.具体地说,就是在认真审题和分析题意的基础上首先找出直接回答题目里问话的物理规律及其公式.这个能直接表达待求量的公式,称为原始公式;然后,再找出表达原始公式中未知量的物理规律,直到待求量全部用已知量表示为止;二是从已知量开始,逐步过渡到未知量.具体地说,就是把问题分解成

简单的部分来考虑,把各已知量之间的函数关系全部找出,然后再综合起来考虑.总之,在解决物理问题的过程中,寻因导果、执果寻因、一题多用、一题多解、一题多变,多层次、多角度、多方法、多方位,用不同的思维方式进行分析,有助于培养学生的抽象思维能力,使学生对物理问题的分析更深刻、更全面.

5 理清物理学中的辩证关系

物理学中存在许多对立的東西,如动与静、内与外、常与变、曲与直、有限与无限、精确与近似、一般与特殊、量变与质变等.这些对立的事物双方,既相互排斥、相互斗争,又相互依存、相互贯穿.在教学过程中,要尽可能给学生分析它们的辩证关系,从而培养学生的辩证思维能力,使学生的思维更加深刻.

例 2. 运动是绝对的,静止是相对的.机械运动是描述一个物体的位置相对于另一个物体位置的变化.为了描述物体的运动,必须引入参照系.我们说物体是静止的还是运动的,总是相对于一定的参照系而言的.对于某一参照系而言,静止和运动是相互对立的,但当参照系发生变化时,运动和静止就可以相互转化.这样,运动和静止就构成了既相互对立,又相互依存,在一定条件下可以相互转化的矛盾双方.

例 3. 数与形是反映事物间关系的两种不同的形式,它们是相互对立的,同时又是相互统一的,都可以用来描写物理规律.如质点的简谐运动既可以用数学公式来表示,也可以用振动图像来表示,还可以用旋转矢量来表示.它们之间相互补充、相互替代、相互转化,从不同方面反映了质点简谐运动的规律.数学公式具有概括、简洁、精确的特点,而图形、图像则具有形象、直观、生动的特点.在物理教学过程中,揭示数与形的这种辩证关系,可以有效地培养学生抽象思维的灵活性、深刻性和辩证性.

(收稿日期:2002 - 04 - 15)

浮力成因演示器

钱旭东

(东莞市东城一中,广东 东莞 523120)

1 设计思路

在初中物理教学中,学生对浮力本质的理解比较模糊,本实验能直观地说明浮力产生的原因.如图 1 所

示,本实验主要采用一个大容器 A(用于装水)、一个密度大于水的底座 B(要求上表面水平光滑)、一个底面光滑的物块 C(要求密度小于水).在 A 中盛一定量的水,当 C 与 B 之间只有油层相连时,可以看到, C 并不上浮,但如果用木棍缓慢水平移动 C 使其移至 B 的边缘并伸出一部分,达到水对 C 向上的压力大于向下的压力

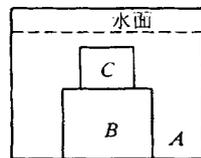


图 1

(下转第 6 页)