

DOI: 10.3969/j.issn.1672-8874.2009.04.036

在大学物理教学中提高学生思维品质的探讨与实践

张晚云, 曹 慧

(国防科学技术大学理学院, 湖南长沙 410073)

【摘要】 通过分析提高思维品质对培养高素质创新型人才的重要性, 探讨并介绍在大学物理教学中如何提高学生物理思维的深刻性、灵活性、敏捷性、批判性和独创性这五个方面的思维品质方法与措施。

【关键词】 大学物理教学; 思维品质; 创新性思维

【中图分类号】 G642.0 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1672-8874(2009)04-0096-02

当前, 培养创新型人才是抢占二十一世纪科技竞争制高点的必经之路, 而创新能力的强弱主要取决于思维品质的高低。所谓“思维品质”, 是指思维的深刻性、灵活性、敏捷性、批判性和独创性这五个方面的个体智力特征^[1]。所以, 研究如何培养创新型人才的一个重要课题就是如何训练并提高学生的思维品质。由于物理学研究的是自然界物质的运动、基本结构及相互作用的最一般规律与特征, 学习者要获得对物质世界的深刻的、完整的、本质的认识, 就必须对各种纷纭复杂的物理现象、物理事实与物理过程进行反复加工、重构与提炼, 把感性认识升华为理性认识——这既是进行物理思维的过程, 也是提高思维品质的过程。所以, 大学物理在培养学生的创造性思维方面起着重要的不可替代的作用, 并且有其独特的优势。但如何切实有效地在大学物理教学实践中发挥这一优势, 还有待进一步探索和研究。下面, 就笔者在教学中如何提高学生的思维品质, 谈一些粗浅的认识与初步的尝试。

一、寓理于事, 就事说理, 引导学生透过现象看本质, 训练其思维的深刻性

物理学是观察、实验和物理思维相结合的产物。各种物理概念、物理规律往往隐藏在物理现象背后, 不能靠感官直接把握。所以, 物理教学中, 应在向学生提供丰富的感性素材的同时, 还要善于引导他们对这些素材进行对比、分析、抽象、概括。例如, 学生经过中学阶段的物理学习, 已经习惯于对大自然做线性描述, 认为叠加原理是普适的公理, 并且坚信物质运动的因果关系是遵从决定论的。这种表面化、简单化的认识, 就是缺乏思维深刻性的一种表现。因此, 在大学物理教学中, 教师应适时地引导学生对

一些具体实例如无阻尼单摆、阻尼单摆与大角度单摆等振动系统进行比较、分析与概括, 使他们深刻地认识到大自然本质上是非线性的, 线性问题只是一般非线性问题的近似^[2]; 并进而引导他们在此基础上进一步思考或讨论一些与日常生活或工作密切相关的问题, 如宏观层面的天气预报、微观层面的分子热运动等。通过这一系列的物理思维, 不仅使学生深刻认识到物质运动的因果联系是遵从统计规律的, 还有助于他们获得完整的物质世界图像, 提高其思维的抽象程度与逻辑水平以及思维活动的广度、深度和难度。此外, 提高思维深刻性的常用措施还有物理概念辨析、物理习题改错、物理方法总结、物理知识组块、物理问题中隐蔽条件的挖掘、物理公式成立条件的探究等等。

二、消除思维定势, 形成动态图景, 引导学生多角度、多方法解决问题, 训练其思维的灵活性与敏捷性

物理学研究的对象是广泛而多变的, 这就要求物理思维活动必须能够根据客观情况的变化而变化, 积极地从不同的角度、不同的方面去思考、解决问题, 从而迅速地做出正确的判断或得到正确的结论。所以, 强化物理思维训练能有效地提高思维的灵活性与敏捷性。例如, 对所学主干知识或解决问题的关键的快速与准确把握; 对同一物理问题的定性讨论与定量计算、局部剖析与整体把握、正向演绎与逆向推证; 多途径解题或多角度变题, 都是思维灵活性与敏捷性的具体表现。而消极的思维定势(如用动量定恒的方法来解决涉及定轴转动的碰撞、打击问题; 用经典力学的思维方式来思考相对论和量子力学问题)与静态的思维图景(如解决动力学问题时, 只考察某一个状态,

【收稿日期】 2009-11-09

【作者简介】 张晚云(1972-), 男, 湖南茶陵人, 国防科学技术大学理学院讲师, 硕士。

不对物理过程进行分析)则是灵活思维的最大障碍。因此,在教学中,教师应有意识地改变问题的条件或研究对象,引导学生克服各种无关因素的干扰,避免思维定势的负作用,并形成物理事物的动态图景。

例如,在“真空中的稳恒磁场”教学中,得到圆电流中心轴线上的磁感应强度分布规律 $B(r) = \frac{\mu_0 I r^2}{2(X^2 + r^2)^{3/2}}$ 后,教师可引导学生思考以下两个问题:(1)当考察点由圆心处无限接近于圆电流时,其磁感应强度是增大还是减少?(2)在给定电流强度的情况下,当圆电流的半径变化时,中心轴线上除中心外的其他任意场点处的磁感应强度是如何变化的?对问题(1),学生们往往给出“磁感应强度将减小”的错误回答,这显然是受“中心轴线上各点中,圆中心处磁感应最大”这一思维定势影响的结果,教师应及时引导他们从以下两个方面展开思维:一是考察点无限逼近圆电流时,载流圆环的几何模型如何?二是考察点无限逼近长直电流时,其磁感应强度是如何变化?学生经过思考后,不仅能很快给出正确答案,而且锻炼了发散、灵活的思考品质;对问题(2),基础好的学生一般能通过求极值的方法得到表达式: $r = \sqrt{2}x_0$, 但极少有学生能很好地理解这一结果的物理意义:对某一确定的场点 ($x = x_0 \neq 0$), 当 $r < \sqrt{2}x_0$ 时,其磁感应强度值是随 r 的增大而增大,而当 $r > \sqrt{2}x_0$ 时,其磁感应强度值是随 r 的增大而减小,其主要障碍是不能形成动态的变化图景。

另外,物理教学中还可运用以下几种物理思维训练手段来提高学生思维的灵活性与敏捷性:(1)一题多解,探索简捷、新颖的解题途径,提高多方位、多角度灵活解决问题的能力。如解决运动学问题的公式法、图像法;解决动力学问题的隔离体法、整体法(质点系动量定理、角动量定理、动能定理、功能原理及三大守恒定律等);解决简谐振动问题的公式法、图像法与旋转矢量法等;(2)一题多变,或运用变式,引导学生尽可能多地认识物理事物的各种形态,养成从不同角度、不同方面分析物理问题的习惯。

三、消除“迷信”,提倡质疑,引导学生多问为什么,训练其思维的批判性

质疑精神——不囿于现有理论与观念,不迷信学术权威或书本,敢于提出不同见解是科技创新的思维前提。由于物理学理论的发展,既是旧有物理观念、物理思想不断被质疑、批判与突破的过程,更是新的物理问题、物理观念与思想被提出与发展的过程。所以,在物理教学中,一方面可充分利用物理学史上的精彩事例,如哥白尼的“日心说”对托勒密的“地心说”的颠覆、伽利略对在亚里斯多德的“力是维持运动的原因”等观点的批判、爱因斯坦对“绝对时空观”的质疑,以及杨振宁和李政道敏锐对宇称守恒定律的适用范围的怀疑^[3]等等,展示物理学探索过程中

思想碰撞与观念突破,使他们批判地对待自己在日常生活与前期学习中形成的认识和观念与各种“权威”论断,永远不闭塞科学怀疑的目光。

另一个重要方面是要在物理教学中强化“提出问题”的思维训练,让学生养成多问几个“为什么”的良好习惯,能很有效地提高思维的批判性。例如,笔者在讲授《光的干涉》之前,布置了一道预习题,要求学生“对‘光波的干涉就是两(或多)束光发生相干叠加所产生的现象,其相干条件要求其光源具有相同的频率和确定的初相差’的观点进行思考并提出问题。于是在随后的课堂上学生们提出了下列一系列问题:1)光的波动性是光子群体(即光子流)的行为吗?2)单个光子是否具有波动性?3)观察干涉现象一定要求波源的频率相等及初相差恒定吗?在随后的课堂教学中,通过对这些问题的讨论,学生们在获得较全面的认识的同时,其提问的积极性也得到了很大的提高。

四、精心设置物理情境,鼓励猜想与直觉思维,训练其思维的独创性

思维的独创性是创造性思维的核心,它表现为善于独立思考,不拘泥于已有知识或方法,不受别人的思想或暗示的限制,善于采用新颖、独特的方法解决问题。创造性思维一般是在问题情境中发生,并在解决问题的过程中发展的,所以,在物理教学中要精心创设各种问题情境与讨论环境,鼓励并引导学生进行类比、猜想、假设等各种发散思维方式,训练学生在广阔的领域内采用新思路和方法解决问题或对物理事实和规律提出新的解释和理解,提高他们创造性解决科学问题的灵性和智慧。

例如,在讲授《简谐振动》时,笔者设计下列三个物理情境:(1)一小球在平放于地面的光滑圆弧状轨道(设其曲率半径为 r) 上以最低点为中心作微小自由运动,试讨论其运动特点;(2)上述光滑圆弧状轨道改为直线轨迹,小球仍作自由运动,再讨论其运动特点;(3)若单摆的摆线长度趋于无穷大时,其运动有何特点。对第一种情境,学生们通过分析,发现小球受力特点是受到准弹性回复力,故小球将作简谐运动,并得到其运动周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{r}{g}}$;对第二种情境,绝大部分学生根据小球所受重力与直线轨迹垂直、并在水平方向不受其作用力的特点,得出小球将作匀速直线运动的结论;对第三种情境,学生们通过将其与第二种情境进行类比,也得到摆球不再作简谐振动的结论。并且有不少同学直接由单摆简谐振动的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 作出了“合理”解释:根据这一公式,若摆线的长度 l 越长,则单摆谐振周期越大,那么,当 $l \rightarrow R$ 时, $T \rightarrow \infty$ 即单摆将不再作周期运动。

笔者首先肯定了第一种情境的结论,并高度评价了学生们在讨论第三种情境中所采用的类比推理方法。然后对第二种情境,我反问:情形果真如此吗?随后在电子课件中打出地球的球状外貌,并在其上方搁一长直轨道后,有不少学生开始反思自己的结论,并出现了激(下转第100页)

的联系。中心在教学中融入军事高科技背景的实验,如电磁炮原理实验、全息瞄准实验等内容,既可扩展学员的科技视野,也可提高学员的军事科技素质,为培养高素质的军事指挥人才和科技人才打下更好的基础。

注重教学科研相互促进,鼓励教师将科研成果转化为实验设备和实验内容并突出强调科学原理和技术的军事应用,自主开发了混沌保密通信、电磁炮、水下通信、GPS定位以及水下探测等军事应用特色鲜明的实验。同时从科研项目分离出小课题,支持学生的创新实践活动,如量子信息等。在研发过程中,紧紧围绕培养学生实践能力、创新能力和提高实验教学质量的宗旨,不仅提高了教师的科研和教学水平,增加了实验的种类,更达到了育人的目的。总之,自研开发新实验项目成为了一项“来源于科研,服务于教学,教学科研相互促进”的多赢工程。

三、结束语

近年来,我们突出“严格训练、自主学习、创新实践”的理念,秉承“厚基础、重实践、强能力”的教学传

统,紧密围绕高素质新型军事人才培养目标,不断深化实验教学改革,教学理念先进,建设思路清晰,教学效果显著。物理创新实践基地培养学员700多人,自主创新项目超过70项。培养的学生获全国挑战杯特等奖1项,二等奖1项,三等奖1项;湖南省特等奖1项,一等奖1项,二等奖2项,三等奖2项,长沙市创新竞赛一等奖1项,学生申请专利2项,学生在国内期刊和核心期刊发表论文50余篇。

[参考文献]

- [1] 俞焘,王煜.大学物理实验课程中的一些误区及改革[J].物理实验,2009,29(1).
- [2] 沈元华.访美归来谈物理实验的教学改革[J].物理实验,2001,21(6).
- [3] 何焰蓝,杨俊才.大学物理实验[M].北京:机械工业出版社,2009.

(责任编辑:洪巧红)

(上接第97页)

烈的争论。随即有学生指出:考虑到地球的形状,但忽略其自转对重力方向的影响后,当小球(或摆球)的运动轨迹趋于直线时,小球(或摆球)在该直线轨迹上不同位置处所受的重力不是始终与该直线垂直,而是始终指向地心。因此小球(或摆球)在该直线轨迹上运动时,仍将受到准弹性恢复力——地球对其引力在运动轨迹方向上的分量。所以它们仍将作简谐运动。还有学生从能量守恒(小球与地球间的引力势能与小球动能之和)守恒的角度,得到同样的结论。由此可见,通过设置物理情境,让学生遇到种种常规思维所不能解决的问题,可激发学生进行创造性思维活动,从而提高其思维品质。

另外,由于直觉在创造性思维中占有不可忽视的地位,而它的主要表现形式就是猜想。所以在大学物理教学中应鼓励学生在解决问题的各个环节上,都要敢于并善于大胆猜想。例如在讲述万有引力时,可让学生猜想:如果不断增大物体的平抛速度,其运动特点将发生如何变化?在讲述简谐运动时,可让学生猜想:如果在地球中挖通一直线隧道,则自由下落进入到此隧道中的物体的将作什么运动^[4]?在讲述洛仑兹力时,可让学生猜想:如果在地磁场消失,将出现什么现象?…等等,并及时对学生产生的物理猜想乃至“怪想”给予肯定。当然,鼓励学生海阔天空地想,打破砂锅地问的同时,也应提醒学生,为使自己的猜想更多地贴近问题的实质,平时应多观察、多思考、多

积累,不仅要注意拓宽物理知识,还要注意与其他学科的联系。

五、结束语

创造性思维是高级的思维活动,思维品质的提高是一个渐进的过程。在大学物理的教学中,教师应发挥物理学科的特色与优势,持之以恒地训练学生的创造性思维能力,提高其思维品质,从而进一步高效地挖掘出学生的创造潜力,为培养民族创新精神和高素质创新型人才发挥应有的作用。

[参考文献]

- [1] 田世昆,胡卫平.物理思维论(第一版)[M].广西:广西教育出版社,1996.
- [2] 李承祖,杨丽佳.大学物理学(第一版)[M].北京:科学出版社,2009.
- [3] 申先甲,李艳平等.谈谈物理学史在素质教育中的作用[J].大学物理,2000,(11).
- [4] 赵凯华,罗蔚茵.(新概念物理教程)力学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,2005.

(责任编辑:洪巧红)