

基于课程标准的高中 物理实验教学创新策略

王亮伟

【摘要】新一轮基础教育课程改革的核心是教育创新,而教育创新的基础是学科教学创新。物理学从本质上说是一门实验科学,物理规律的发现和物理理论的建立都必须以严格的实验为基础并受到实验的检验。因此,物理学的教育创新首先应体现在实验的教学创新上。

【关键词】课程标准;高中物理;实验教学;创新策略

高中物理新课程的目标是,关注提升学生的科学素养,培养学生全面发展、持续发展的能力,形成健全的品格。实现课程目标,不仅要让学生掌握一定的科学原理和结论,而且要让学生感悟、理解和掌握物理学研究问题、解决问题中所采用的科学方法和科学思维。实验能激发学生学习物理的兴趣和求知欲望,实验能为学生创设生动的物理情境,实验能发展学生能力,使学生掌握科学的方法,实验有利于培养学生的科学态度。

但是,目前物理实验教学存在内容单一、实验手段落后,教学方式程式化等问题,要适应新一轮基础教育课程改革要求,则高中物理实验教学的创新问题就显得尤为重要。实验的研究和创新主要反映在如下方面:一是实验教学方法的创新;二是实验内容的创新;三是实验教学手段的创新;四是课外探究实验的创新。

一般情况下,我们把高中物理实验大致分为如下几类:演示实验、随堂实验、学生分组实验和课外探究性活动等。这些类型的实验在实验仪器改造、实验方案设计、教学策略改进方面都给教师留有较大发挥和创新的空間^[1]。

一、在实验教学的方法上要创新,变“程式化”教学模式为“多样化”实验模式

无论是演示实验还是分组实验,传统的教学模式是教师介绍实验的原理、器材、步骤、要观察的现象、记录的数据、要得出什么结论、产生误差的原因等,甚至连实验报告中的表格都替学生设计好。在实验过程中,学生根本不用自己思考,只须或者看热闹般地“观察”,仅仅被表面现象所吸引而忽略内在

原因的考虑;或者机械地按教师的要求操作,不知道为什么这样做,不会想有没有其他等效的或更好的操作方法,更不会想重新设计此实验的做法。因为要观察的现象或要得出的结论已经先入为主,所以根本不分析采集到的数据,更谈不上由实验的数据去演绎、归纳出结论了。

苏联教育家苏霍姆林斯基说过:“在人们的心灵深处,都有一种根深蒂固的需要,这就是希望自己是—一个发现者、研究者、探索者。而在青少年的精神世界中,这种需要则特别强烈。”现代教学论也认为,任何教学内容都可以用一个个问题呈现出来,学习的发生起源于情境变化的刺激。因此,在实验教学中我们应当让学生在问题情境中生疑、质疑,只有这样,才能产生浓厚的兴趣,才能使学生体验科学研究的艰辛与喜悦,才能培养学生的创新精神与实践能力。因此,实行探究式教学是实验创新教学的重要组成部分^[2]。高中物理中的许多实验都可以重新进行设计或创意,在教学中应引导学生根据实验目的、实验器材、原理自行设计实验方案。通过学生自行设计实验,学生的整体思维能力、知识运用能力、实验操作能力,以及探究能力就会得到全面提高。例如,测量电源的电动势和内阻实验本是“测量型实验”,教材采用伏安法。对此,我们教师可以把它改为“设计型实验”,通过指导学生探究,学生自己选择测量电路是电流表内接还是外接;探究设计不同电路产生的测量误差有何不同;同时学生也可以自己探究设计出“伏欧法”电路和“安欧法”电路。教师还可以进一步指导学生先设计测量电流计电阻电路,然后可以准确测出电源电动势和内阻。这样,把

“测量型实验”改为“设计型实验”,对扩展学生视野,活跃学生思维是很有益的,同时,学生的探究能力也得到了训练和加强。

二、实验内容创新,在课程既定的实验内容基础上进行新的开发和设计

物理实验的目的基本上是反映一个物理概念、揭示一个物理规律或验证一个物理定律定理,实验内容描写的是实验现象、实验结果。有时课本上提供的演示实验对学生拓展和发现规律的研究是不够的,在教学中可适当补充实验内容,或者自制教具,对现成实验仪器进行改装或自行设计制造成套的仪器。

例如,在3-2教材引入磁通量概念时,由于缺乏物理背景,学生对为什么要引入磁通量概念不能从根本上理解。同时,高中学生对感应电流的产生条件还停留在“切割磁感线”上,且形成较强的前认知障碍,没有形成“磁通量变化”的概念。如何突破这个障碍及磁通量的概念是电磁感应教学的重点、难点。为此,教师可以自制如下的实验仪器:找一个口径较大的橡胶管,用漆包线把它绕成一个螺线管,再做一个几十匝的圆线圈套在橡胶管里面,用胶纸把线圈贴住(图1),这样就既可供演示,又让学生一下子就看出线圈的绕法。如图1所示,给螺线管通电,在其内部产生匀强磁场,小线圈与灵敏电流表连成闭合回路,进行如下操作,注意使用实物投影仪,让学生观察并记录实验现象。一是当小线圈在磁场中水平运动时,灵敏度电流表指针是否偏转?二是当小线圈绕着A点在竖直方向上转动时,灵敏度电流表指针是否偏转(图2)?



图1 实验1

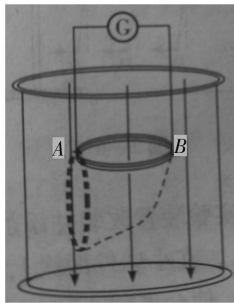


图2 实验2

学生观察发现,第一种情况,灵敏度电流表的指针是不动的;第二种情况,灵敏度电流表的指针发生偏转。教师引导学生分析发现,第一种情况整个线圈切割磁感线,电流表指针不动,说明没有产生感应

电流,进而说明,切割磁感线不一定产生感应电流,切割磁感线不是产生感应电流的根本条件,这样就破除了学生的前认知障碍。第二种情况,为什么电流表的指针发生偏转?引导学生分析发现,第二种情况通过小线圈的磁感线数目发生变化,虽然第一种情况有切割磁感线,但是通过小线圈的磁感线数目没有变化。进一步引发猜想:是不是通过闭合回路的磁感线数发生变化才是产生感应电流的根本原因?然后对比教材上其他几个产生感应电流的演示实验,归纳出共同点,得出结论:通过线圈的磁感线条数发生变化才是产生感应电流的根本的必要条件,最后提出如何描述通过闭合回路的磁感线的数目?就此引入磁通量的概念,这样不仅使学生更深刻地掌握了产生感应电流的条件,还能理解磁通量的概念。该装置还可以用来研究法拉第电磁感应定律和楞次定律等一系列电磁感应规律,可以说是一举多得^[3]。

又如,在“楞次定律”一课中,通过创设“双弹簧振动实验”来建立电磁感应现象与能量间的联系。具体教学过程如下:如图3所示,1、2两个一样的线圈用导线链接,两个线圈的上方各通过弹簧悬挂一根条形磁铁,下拉左方条形磁铁A,插入线圈1中,放手之后,条形磁铁A开始上下振动,我们惊奇地发现,条形磁铁B也逐渐随之上下振动起来。这个实验可以作为该节课的引入实验,启发学生从能量转化角度解释实验现象,实现学生认识上的升华,进一步引导学生从能量转化角度解释其他电磁感应现象,对楞次定律遵循能量守恒的原理有更深层次的理解。

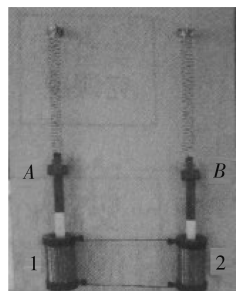


图3 实验3

三、关注现代技术、传统实验手段和生活化非常规实验器材在实验教学中的综合应用

随着课程标准的实施,现代技术在教学中的应用越来越广泛。数字化信息技术辅助实验系统(即DIS实验系统)进入教材和课堂,使实验教学出现新的气象。这种系统是传感技术、计算机技术与真实

实验的结合^[4]。它有利于学生了解现代实验技术的思想方法,有利于提高学生的信息技术素养,有利于解决实验教学中的难点,有利于提供更多的探究实验课题,有利于学生进行某些探究实验设计和探究技能的训练。例如,在测定最大静摩擦力的大小实验中,由于最大静摩擦力是一个临界值,接触的两个物体间一旦发生相对运动则静摩擦力消失了,出现滑动摩擦力,没有DIS实验系统是难于记录的。又如,在“探究安培力大小”的演示实验教学中,利用DIS实验系统,分别采用电流传感器、磁感应强度传感器和力传感器及万能数据采集器连同其他仪器,除了安培力与长度的关系需要学生计算分析外,安培力与磁感应强度、安培力与电流强度的关系均可以在计算机软件上显示数字,并拟合出正比关系图象,大大提高了课堂教学效率。

物理实验常常为达到某种教学目的而采取灵活与简便的方法与形式,使实验过程体现自创性、体验性、趣味性、简易性与生活化,这需要教师依据实验目的,有机结合身边可以利用的工具进行创造性地设计和改造。黄恕伯提出要提高物理教学的效果,就应该充分发挥学生感觉器官的作用,而视觉和听觉是人们感知外部事物最重要的感觉方式,因此,加强视听演示,充分发挥学生感官的作用,是提高物理教学效率的必要措施^[5]。为此,黄恕伯设计了如下演示实验。

如图4所示,在一辆沿斜面滚下的小车后面,拖了一根长2 m的磁带,磁带上录有一个不变的乐音(如钢琴的中央C)。把录音机的放音磁头用导线接出来,在斜面的一定位置上,用贴有细毡的薄弹性金属切片将磁带轻轻压靠在磁头上。当小车沿斜面向下运动时,小车拖动磁带,使录音机发声。小车运动是匀速的,录音机的音调不变,加速度越大,音调越高。这样就在视觉所观察到的速度变化和听觉所感受到的音调变化之间建立了联系,用听到的声音高低变化来理解速度变化的快慢,即加速度的大小。学生通过视听感觉,感受速度大小,速度变化大小,速度变化的快慢即加速度的大小的区别。该实验设计巧妙,别具匠心。

教师在实验设计及教具方面的创新研究行为会潜移默化地影响到学生,利用物理实验教学培养学生的创新能力,可以让学生更多地独立自主,教师可以将验证性实验、设计性实验、研究性实验有机结

合,强调实验过程的能力培养,对于科学精神、科学态度和意志力的培养都大有裨益。许多科学家的成功都是从实验室中的独立思考开始的,设计性、研究性、综合性的物理实验为这种独立思考提供了肥沃的土壤。

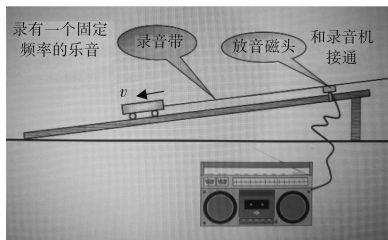


图4 实验4

四、建立开放性实验室,为学生课外科学探究搭建平台

物理实验的结果固然重要,但经历实验的过程,体会实验所用的方法,受到科学价值的熏陶,熟悉技术化的环境,要比实验的结果更重要。高中物理实验室的建设要紧跟时代的步伐,让学生在中学物理实验室内感受到现代科技的力量,否则,物理实验就会缺乏新颖性、缺乏时代性,甚至严重与时代脱节。学校物理实验室的建设、器材的管理更新、开放实验室活动等要建立标准体系,让实验真正成为物理教学的基石和推进器。

学生可以在常规实验室中利用实验器材自行设计实验方案进行探究,或者利用仪器对生活中的现象进行验证。学生自己动手、观察实验、得出结论,这对学生而言更具有信服力,同时也能让学生意识到实验对他认知的影响,为以后实验的开展打下坚实的基础。学生也可以去实验室接触些科技前沿的东西。我们应该在实验室放置DIS系统的装置,让学生对比DIS系统与传统实验器材进行实验的不同之处。例如,学生可以利用DIS系统研究向心力,认识到科技的力量,培养科学的思维。学校应尽量改变实验室封闭式管理的状态,让学生利用实验室器材去进行创新型实验。学校的物理实验室应该向学生开放,鼓励学生主动做课外实验,实验的结果和成功与否不是最重要的,关键是学生动脑、动手,思考和探究的过程,这个学习的过程对学生能力的培养起到关键的作用。同时,实验的资源也不应该仅限于学校能够提供的设备,自己身边的物品和器材更加简便和直观,这也是培养学生能力的重要资源。

(下转第63页)

模型的主要特征。由图4还可见,体积能贡献最大为正值;其次是表面能和库仑能,都是负值。在轻核中表面效应大,在重核中库仑效应大。

(2) 核素的质量。

核素的结合能和质量之间的关系为 $m(Z, A) = Zm_p + (A - Z)m_n - B(Z, A)/c^2$, 则核素的原子质量为

$$m(Z, A) = Zm_p + (A - Z)m_n - a_v A + a_s A^{\frac{2}{3}} + a_c Z^2 A^{-\frac{1}{3}} + a_a \left(\frac{A}{2} - Z \right)^2 / A - a_p \delta A^{-\frac{1}{2}}.$$

由上式计算出核素原子质量,发现计算结果与实验值在总体上符合得很好,只是对于某些区域如很轻的核附近,计算结果与实验值的差别较大。这是由于液滴模型只能给出统计结果,所以对于很轻的原子核,半经验公式不适用。

此外,液滴模型还较好地应用在“质子数与中子数的关系图线”的研究上,便于进一步分析核力的特点。在此不再赘述。

虽然原子液滴模型的相关内容并不需要详细呈现给学生,但是教师掌握相关内容并作适当介绍还是有益的,再结合一些相关物理学史的内容,能帮助学生更全面、更深入地建立概念。

六、小结

物理概念的教学,需要阐明它们的物理本质和建立这些概念及相关理论的思维过程。核能作为一种重要的新能源,有广泛应用前景,而结合能、比结合能的概念是理解核能应用的基础。这一部分内容

(上接第53页)

五、结语

实验教学不只是单纯的实验操作,更应该注重实验探究的内涵和科学意义,体现探究的学科价值与学科思维。实验课应让学生学会主动去做、认真去做、多样化去做,从而在求变、求新、求活中进一步提升核心素养。因此,教师应通过改进实验教学方式,对实验内容及实验器材进行改进和创新,注意结合DIS系统及利用环境资源开展“非常规”物理实验,为所有学生提供公平参与实践探索的可能与机会。物理实验教学要让学生经历实验操作,提高实验技能;让学生通过观察实践,领悟物理方法;让学生关注学习行为,提升相关能力;让学生获得实践体验,增强实践意识;让学生通过物理实验,激发学习兴趣。高中物理实验课要让学生真正体验“课虽结,意悠远”。

的学习既是掌握概念、完善物理观念的过程,也是培养学生科学态度和社会责任的重要契机。因此,合理地处理这部分教材,从上述5个途径入手,将有助于帮助学生对相关微观世界的知识形成较为直观的认识,在构建结合能的物理观念同时也培养了学生的科学思维。

参考文献:

- [1] 褚圣麟. 原子物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.
- [2] 人民教育出版社课程教材研究所. 普通高中课程标准实验教科书·物理(选修3-5)[M]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [3] 彭征. 人教版《物理》选择性必修第三册“第五章原子核”编写说明[J]. 中学物理, 2021(5): 21-24.
- [4] 司德平. 核子平均质量曲线与比结合能曲线的比较[J]. 物理教学, 2011(4): 17-18.

【作者简介】夏广平, 南京师范大学附属中学(江苏 南京 210003)。

【原文出处】《物理教师》(苏州), 2022. 8. 17~21

【基金项目】本文系江苏省“十四五”规划课题“文化意蕴视角下的高中物理教学与评价研究”(项目编号: SJMJ/2021/04)的阶段成果。

参考文献:

- [1] 刘炳昇. 继承与创新: 新课程理念下高中物理实验教学的几点建议[J]. 中学物理教学参考, 2007(6): 2-4.
- [2] 陶昌宏. 实验改变课堂: 物理教学改革的实践探索[J]. 物理通报, 2016(9): 2-5.
- [3] 陈汉光. 高中物理实验教学方法策略与案例研究[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 2016.
- [4] 鲁世明. 高中物理分组实验教学中培养学生创新能力的策略[J]. 湖南中学物理, 2014(5): 3-4.
- [5] 黄恕伯. 物理教学中视听心理应用的探索[J]. 教育学术月刊, 1991(1): 20-26.

【作者简介】王亮伟, 中山市华侨中学(广东 中山 528400)。

【原文出处】《实验教学与仪器》(长沙), 2022. 9. 12~14