



试论物理学科本质及独特的育人功能

陶昌宏

(北京教科院基教研中心物理室 北京 100031)

(收稿日期:2021-01-22)

编者按:本次课程改革提出了核心素养课程目标,颁布了学业质量标准.课程标准中同时提出,注重体现物理学科本质,充分体现物理学科对提高学生核心素养的独特作用.物理学科本质是什么?课标中没有正面回答.核心素养理念下的教学设计,教学实施,学业质量标准下学业水平等级性考试、命题等内容,本刊已于2018年第10~12期、2019年第1~2期,连续刊出我国著名物理教学学者陶昌宏老师的相关文章.陶昌宏老师对物理学科本质、育人功能等问题进行了深入研究,现刊出研究成果,希望引发进一步讨论,达成共识,从而有效落实立德树人的根本任务.

摘要:物理课程标准提出,注重体现物理学科本质,但是,学科本质是什么?课标中没有正面回答.学科本质、核心素养、学业质量标准是一个有机整体.学科本质具有基础性地位.认识和理解物理学科本质,便于理解学科核心素养、学业质量评价标准,能够进一步发挥物理学科独特的育人功能,体现育人价值.方知孰轻孰重,才能举重若轻.在深化课程改革实践中,不是邯郸学步,也不会顾此失彼,从而有效地落实核心素养课程目标.

关键词:学科本质 核心素养 物理实验 物理思维 物理方法 育人功能

2017年年底,国家颁布了普通高中课程方案、课程标准,开启了新一轮课程改革.本次课程改革提出了核心素养课程目标,颁布了学业质量标准.核心素养课程目标是贯彻党的教育方针,坚持立德树人根本任务的纲领性指南;学业质量标准则是规范教学、规范考试,教学与考试和谐统一的纲领性尺子.以上两项内容均具有历史性意义.需要引起注意的是,课程标准中同时提出:注重体现物理学科本质,充分体现物理学科对提高学生核心素养的独特作用.但是,学科本质是什么?课标中没有正面回答.笔者认为,学科本质、核心素养、学业质量标准、育人价值是一个有机整体,目的是更好地发挥物理学科独特的育人功能,体现其育人价值.

关于核心素养理念下的教学设计、教学实施,学业质量标准下学业水平等级性考试、命题等相关内

容,笔者已在2018年、2019年《物理通报》连载文章中做了相应阐述.

本文就物理学科本质与核心素养、学业质量标准、育人价值的关系,如何发挥物理学科独特的育人功能谈一些认识.不妥之处,敬请指正.

1 物理学科本质

物理学科本质是什么?笔者与一线教师讨论、交流这个问题时,看得出,很多教师没有思考这个问题,或是言之泛泛,或是言之名词,也有见仁见智.这与课程标准中没有做出回答不无关系.

1.1 物理学科本质

物理学研究自然界物质的基本结构、相互作用和运动规律.由此,物理学科本质:反映并揭示自然界物理运动的规律.具体内容包括物理现象及实验,

作者简介:陶昌宏(1955-),男,中教高级,北京市物理特级教师,全国优秀教师,全国优秀教研员,享受国务院政府特殊津贴,北京市教育学会物理教学专业委员会理事长,中国物理学会教学委员会中学分会副主任,北京考试院高考改革项目专家组成员,中国人民大学书报资料中心编委,《物理教学的基本特征》《实验改变课堂》等获国家级多项成果奖.

物理概念、定律及理论,物理学应用以及在物理学发展过程中所形成的方法和思维方式.这里的物理运动指的是指机械运动,分子、原子运动,电磁运动,热运动等.其中的机械运动是自然界中最普遍、最基础的运动,也是最重要的运动.恩格斯曾说道:“一切运动都是和某种位置移动相联系的.不论这是天体的、地上物体的、分子的或以太粒子的位置移动.运动形式愈是高级,这种位置移动就愈小.位置移动决不能把有关的运动的性质包括无遗,但是也不能和运动分开,所以首先必须研究位置移动.”(马克思恩格斯选集第三卷 P491)不了解运动,就不了解自然.在自然界,由于物理运动是最基础的,化学运动、生命运动以及宇宙运动都是在物理运动上展开的,因此掌握了物理运动规律,也就有利于对自然界其他运动规律的理解,在人类认识的历史上,正是物理学的发展推动了化学、生命科学、宇宙学的发展,引领了人类文明的进步.正因为如此,物理学科本质具有基础性与丰富性.

1.2 物理学科本质的基础性地位

物理学科本质、核心素养、学业质量标准、育人价值是一个有机整体,学科本质具有基础性地位.

(1) 物理学科本质,体现物理学本身的价值

物理学科本质,首先体现物理学本身的价值.物理学已经且正在改变人类的生活,物理学始终引领着人类对自然奥秘的探索,深化着人类对自然界的认识.

(2) 基于物理学科本质,提炼学科核心素养

物理学科本质,体现物理学的育人价值.物理学科核心素养是学科育人价值的集中体现.物理学科建构的核心素养是从物理学科本质中提炼的.例如,核心素养当中的物理观念,主要包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等要素.这些观念是物理学科本质的体现,涉及人的世界观,而物理学科本质能够促进人们形成正确的世界观.核心素养其他几个维度亦然.

一个人,如果不经过物理课程的学习,将不能理解苹果成熟会落到地上,而高处的月亮则不会落到地上的事实.头脑中没有物理世界,也许就成为科盲了,很难从事科学研究.物理学科独特的育人价值无可替代.

(3) 基于物理学科本质,制定学业质量标准

物理学科本质,是制定学业质量标准的根本依据,因为,学业质量标准依据学科核心素养及其水平化分为主要维度,结合课程内容对学生学业成就表现进行总体的刻画.

通过上述,可以看出物理学科本质与核心素养、学业质量标准、育人价值是不可割裂的整体.同时可以鲜明地看到,物理学科本质具有基础性地位.认识和理解物理学科本质,便于理解学科核心素养的本质内涵,便于理解学业质量评价标准,就能够发挥物理学科独特的育人功能,体现育人价值.方知孰轻孰重,才能举重若轻.在深化课程改革实践中,不是邯郸学步,也不会顾此失彼,从而有效地落实立德树人根本任务.

1.3 体现物理学科本质的重要内容

物理学家劳厄曾说过:“重要的不是获取知识,而是发展思维能力,教育无非是一切都忘掉的时候,所剩下的东西.”

剩下的东西,应体现学科本质.物理学科能剩下什么?应该剩下什么?

物理学包括物理现象及实验,物理概念、定律及理论,物理学应用以及在物理学发展过程中所形成的方法和思维方式.由此,能够体现物理学科本质、具有独特育人功能的重要内容,笔者认为要有物理实验、物理思维和物理方法.物理实验会影响人的世界观,物理思维会影响人的品格,物理方法会影响人的关键能力.而核心素养的关键词正是价值观念、必备品格和关键能力.

物理实验、物理思维和物理方法是物理学独创的、独特的、独具的,经过实践检验,可堪称经典,为其他学科进行科学研究树立了榜样.

2 物理实验独特的育人功能

物理实验属于科学实验范畴,但具有其独特性.

2.1 物理实验形成一种理念

物理实验已形成一种理念,即“小实验,大物理”,这是物理学、物理实验带给人们的启示.

(1) 小实验,大物理

物理实验现象的背后,蕴含深刻道理,即“小实

验,大物理”。

例如,如图1所示,小磁针的偏转使人类看到了电流的磁效应。

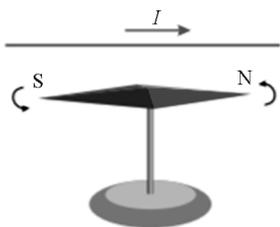


图1 通电导线使小磁针偏转

例如,如图2所示,一个线圈通电瞬间,另一个线圈中有了电流,揭示了电与磁的统一性。



图2 法拉第曾用过的线圈

法拉第线圈中产生感应电流,是在实验室发现的现象,证实磁场可以产生电流,这个发现促进人类进入电气化时代。

实验现象,可能反映自然界的某种规律.因此,做实验要进行细心的观察、理性的思考和推理.对于每一个实验都应以景仰的心态去完成。

(2) 实验是重要的科学方法

近代物理学发展的过程中,实验一直相伴.实验(事实)与逻辑推理相结合的方法,开创了物理学的新篇章。

物理学是一门理论与实验高度精密结合的科学.要证明假说吗?要探究物理量之间的关系吗?要证明理论是否正确吗?回答是:做实验.物理离不开实验.实验成为物理学科特色.物理实验促进物理学自身的发展,并成为科学研究的重要方法。

(3) 物理实验具有科学探究的本质意义

物理实验和采用的科学思维方法,体现了科学探究的本质特征,是人类认识世界的有效工具.物理实验开创了人类科学探索自然世界奥秘的先河.例如,天电的引入、磁生电的探索、光电效应疑难等等,不仅发现自然规律,促进人类生产方式变革,改善人们生活,而且增强了人类进行科学探究的意识和能力。

物理实验进行的探究、采用的方法、获得的成果,特别是形成的探究意识丰富了人类物质生活和精神生活,探究给人生带来情趣,探究是人类发展的不竭动力。

(4) 物理实验增强证据意识

物理实验可以探究规律,可以验证规律.实验为理论的建立提供证据。

例如,如图3所示,伽利略通过斜面实验,得出小球做匀变速直线运动的结论.然后进行合理外推,确定了自由落体的运动规律.实验不仅为批驳绵延两千年对落体运动的错误论断提供了证据,而且开创了科学的研究方法。

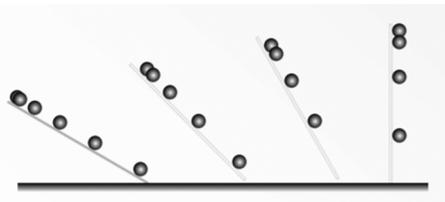


图3 小钢球在斜面上的运动

例如,傅科摆实验,为说明地球的自转提供了证据。

例如,如图4所示,卢瑟福的 α 粒子散射实验,为建立原子核式结构模型提供了证据。

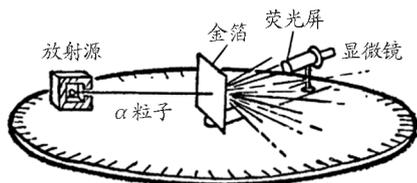


图4 α 粒子散射实验装置

物理实验能够增强证据意识.证据意识增强了,有句老话儿“摆事实讲道理”就懂了;证据意识增强了,明辨是非的能力就增强了;证据意识增强了,诚信就能成为一种共识。

物理实验能够有效地培养和增强证据意识,促进学生科学素养、人文素养的提升。

2.2 物理实验具有独特性

物理实验为研究物质的基本结构、相互作用和运动规律提供证据,奠定基础。

例如,牛顿管实验,研究真空状态下,轻重不同的物体下落的规律。

例如, α 粒子散射实验,研究原子的基本结构。

例如,卡文迪什实验,研究物体间引力作用规律。

物理实验探究的内容是物理学范畴,不同于其

他学科.从这个意义上说,物理实验是独特的.这种独特性,能够帮助学生对物质的基本结构,物体的运动、相互作用等形成正确认识.能够帮助学生建立一个物理世界,这个物理世界能够促使学生形成正确的世界观.

例如,运动是物质的基本属性,物体的运动不需要外力来维持,地上和天上物体的运动遵从同样的规律,运动的物体具有能量等等.这些认识能够提升学生的科学素养,这是物理实验独特的育人功能.

2.3 物理实验的创造性

(1) 实验工具的创造

物理学发展过程中,创造了一系列实验工具.

例如,计时工具的创造,滴水计时、砂漏计时、单摆计时,电磁打点计时器等.例如,天平,重锤线,验电器、变阻器、各种电表,传感器等.实验工具的创造,提升了实验水平,为物理学进一步发展,为物理教学提供条件,打下基础.

(2) 实验方法的创新

物理学发展过程中,创造了一系列实验方法.

例如,库仑扭秤实验.电荷量的控制、微小力的测量、巧妙的设计步步都是创新.

例如,验证动量守恒定律的实验,将瞬时速度的测量转变成对水平位移的测量,这同样是实验方法的创新.实验方法的创新,开拓人们的思路.

(3) 实验数据处理方法的创造

物理实验,发明了一系列数据处理方法.

例如,列表法、公式法、图像法、转换法、微元法等,特别是图像处理数据的方法,丰富了认知.坐标的变换,图像的截距、斜率、“面积”等都赋予了物理意义.

物理实验工具的演变、实验方法的创新、数据处理的多样,丰富了学生的认知,理性思维和想象力得到提升.例如,物理量的二分法、转换法、微小形变放大法、极限方法等能够有效地培养学生的创新精神和实践能力.

2.4 物理实验技术是一项专业化很强的独特技术

物理实验涉及学术、技术等问题.物理实验本身是科学,科学的本质在于求真.因此,实验来不得半点虚假.物理实验有助于形成实事求是的科学态度.物理实验技术是一项专业化很高的独特技术,物理实验讲究观察,讲究控制变量,讲究操作步骤,讲究数据记录、数据处理,讲究理性分析和逻辑推理,讲

究合作与分享.

例如,连接好电路,闭合开关时,要采用试触方法.

例如,采用感应起电的方式使物体带电,实验操作的先后顺序决定成败.

例如,电表的选择、电源供电方式的选择,都会影响实验效果.

物理实验中的一招一式、一举一动,实验物品的一拿一放,都在培养学生的科学素养.物理实验不是随随便便就能成功.

综上所述,物理实验使人们获得关于物质、运动、相互作用、能量、电磁关系等方面的直接经验和证据,有助于形成正确的世界观.物理实验在培养学生创新精神和实践能力方面有不可替代的作用.

3 物理思维独特的育人功能

物理思维属于科学思维范畴,但具有其独特性.

科学是关于自然、社会和思维的系统化知识、系统化方法体系.显然,科学离不开思维.

3.1 思维是人类所特有的客观存在

思维在社会实践中产生,是人类所特有的一种客观存在.物理思维是在表象,物理概念、规律的基础上进行分析、综合、推理、判断等认知活动的过程.物理思维在物理课程学习中产生,并在物理课程学习中得到培养和提升.

3.2 思维有规律

已故科学家钱学森曾说道:“从最广泛的意义上讲,从唯物主义的思想讲,思维当然有规律,因为思维也是一种客观现象,而一切客观的东西及其运动都有自己的规律,思维当然也不例外.”

思维既然有规律,思维能力就能够培养.物理课程培养学生思维能力责无旁贷.

3.3 物理概念的高度抽象

(1) 物理概念是物理学的基石

物理概念是物理学的基石,物理概念在物理学中极其重要,因为一切物理现象、实验、规律、理论,物理问题都要用物理概念来描述.物理概念是物理知识结构的基础,是学好物理课程的基础.学好物理课程必须要建构好物理概念.物理概念建构不好,其他均为泡影.

(2) 物理概念的抽象性

物理概念具有高度抽象、高度概括、高度简洁、

高度自洽的特点. 这一点毋庸置疑.

例如,力的概念.力是改变物体运动状态的物体间的相互作用.

例如,加速度的概念.加速度的定义:速度的变化量与时间的比值.

仅上两例,无可争议,物理概念确实抽象,而且是高度抽象,又常常是多重抽象.如上面的加速度定义,当中涉及速度、速度的变化量、位移、质点、机械运动等概念.

物理概念用物理语言进行阐述,因此,仅从字面上无法认识和理解物理概念,需要经过物理专业教育,通过物理课程系统化学习才能懂得其意.

3.4 物理思维的深刻性

物理概念的高度抽象决定了物理概念的高度概括.由于物理概念高度抽象使物理思维具有其独特的深刻性.

物理思维的深刻性体现在以其独特的视角和方法,对自然界物质的基本结构、运动、相互作用、能量、电和磁及其转化等进行了科学的描述,建立了诸如质量、速度、加速度、力、电荷、电场强度、电势差等一系列概念,通过实验揭示了物理概念之间因果关系的一系列规律.

物理概念的建立促进人类的交流,提升了交流的品位,建立了量度、评估的标准和平台.

例如,某款红旗轿车百公里提速($0 \sim 100$ km/h)时间为7.3 s.这种用物理概念的方式表达技术指标,使人们对汽车的性能有了一定的了解,同时还能形成具象的想象.

物理规律的揭示,促进科学技术的进步,改变人类的生活方式,改变人类的思维方式,逐渐改变人的行为.

例如,认识牛顿运动定律之后,对交通法中的“车速超过每小时100公里时,应当与同车道前车保持100米以上的距离”这项规定,在心理上不仅会有全面的认同感,同时在高速公路行驶,前、后车之间保持安全距离就容易成为一种自觉行为.

物理学一系列概念的建立、一系列规律的揭示,帮助人们形成一个物理世界.物理世界与真实世界的转换与比较,丰富了人的思维,丰富了人生.通过

物理课程的学习,思维能力能够得到培养和提升.

3.5 物理规律的普适性

物理规律具有普适性.牛顿运动定律、万有引力定律、法拉第电磁感应定律等均具有普适性.

例如,生活中挑选生、熟鸡蛋,涉及牛顿第一定律、牛顿第二定律的内容.

嫦娥五号从点火升空、变轨、运行、着陆月球、衔月土、上升器起飞、与返回器对接、回归地球等一系列过程,都符合牛顿运动定律.

无论是生活中挑选生、熟鸡蛋,还是嫦娥五号探月工程的关键环节,都遵从牛顿运动定律.

例如,万有引力定律揭示宇宙间的一切物体都是互相吸引的.地上的天上的物体遵从同样的规律,这对人类的认识和思维活动产生巨大影响.

例如,无论什么方法激发的磁场,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有感应电动势、感应电流.

物理规律揭示物理概念之间的因果关系,物理规律的普适性必然扩大人的视野,扩展人的思维.物理思维使人类的思维活动在深度和广度上前行了一大步.

综上所述,物理实验的创造性、物理概念的抽象性、物理规律的普适性决定物理思维的深刻性.物理课程培养学生思维能力、逻辑推理能力不可替代.

3.6 物理思维可视化为抽象概念提供表象

(1) 物理思维可视化

物理实验的创造性、物理概念的抽象性、物理规律的普适性决定了物理思维的深刻性.

物理思维的深刻性提升了人类思维能力,但是,客观上导致物理概念、物理规律比较难懂、难交流,物理课程比较难教、难学的状态.好在物理学家从一开始就进行了物理思维可视化的创造.发明、创造了极具形象化的表达方法.

例如,力的图示、电场线、磁感线、光线、等势面,各种图形、各种符号、各种图像,包括右手螺旋法则、左手定则等都是形象化的表达,是将抽象概念可视化.像诸如力的图示、电场线、磁感线、光线、波纹线等是物理学家创造的思想模型,这种思想模型可以帮助人们理解物质的属性,理解抽象的物理概念,便于人们的交流,便于应用.

用抽象概念描述事物的某种属性,必然要涉及

事物的本质,加上可视化的图像,概念就立体了,就容易掌握了,容易交流和应用了。

例如,物理学从力的角度去认识看不见、摸不着的电场,建立了电场强度的概念,电场强度是一个定量的抽象概念,电场线将电场、电场强度概念可视化。这种方法物理学屡试不爽。

例如,从能量的角度去认识电场,建立了电势的概念,电势是一个定量的抽象概念,等势面将这个概念可视化。

例如,物理学家建立了力的概念,同时创造了力的图示,这样,人们就容易认识这个力了。力的图示,使力的大小、方向、作用点一目了然,同时大大方便人们之间的交流。

(2) 物理思维可视化为抽象概念提供表象

可视化非常重要。就像生活中,用语言描述一个人的相貌,可能在人群中不太容易找到这个人,而看一下这个人的照片,找这个人就方便多了,因为在找这个人的时候,这个人的照片的表象在头脑中生成了。

物理思维可视化,一方面使物理概念立体了,同时为抽象概念提供表象。一个物理概念在头脑中有了可视化的图像,思维过程中,就能够形成表象,有了表象,做出判断就比较从容了。

正点电荷的电场线如图5所示。场中各处电场强弱一目了然,各处场强方向心中有数。

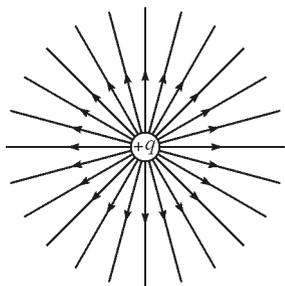


图5 正点电荷的电场线分布

已故科学家钱学森曾说道:“模型是什么?模型是吸收一切主要因素,去掉一切不主要因素所制造出来的‘一幅图画’一个思想上的结构图。”

物理概念深刻了人的思维,物理图像丰富了人的想象力。

物理学的图像是独特的,具有简洁、对称、流畅等特点。物理思维可视化了不起,它将物理学中的抽象思维与想象力成为统一体。

中国的汉字从仓颉造字开始,甲骨文、金文等是在仓颉造字的基础上发展而来。汉字是从形逐渐演化而来。形,自古就重要。形,直观,思维活动必然要利用形,利用形方便形成表象。

“科学与艺术在山麓分手,定会在山顶汇合。”科学创造要尊重事实,理性推理,同时要有想象力。物理学一直追求科学和艺术的完美结合。

物理学中的各种图形、各种符号、各种图像丰富了人的想象力。物理学中的抽象思维与可视化图像珠联璧合,相映生辉。物理思维可视化,使人类的思维活动在想象力方面凿出了一洞天。

(3) 物理思维“丰富了人类的生活”

思维是“地球上最美的花朵”,物理思维“丰富了人类的生活”。你看,早上初升的太阳是红色的,中午变白色了,而且看到的是初升太阳的虚像,而不是太阳本身。理解这个奇妙的现象,要用到光的直线传播、光的折射、折射率、光的衍射等概念,同时要用到“光线”。有了光线,想起来、说起来、画起来可就方便多了。

应用物理概念时需要表象。如果物理思维活动中能够形成力的图示、电场线、光线、弹簧振子、单摆等表象,就容易对相关问题做出选择和判断。

物理学中可视化的内容很多,可以统称为“图像语言”。学习和掌握“图像语言”对提高物理学习能力既有重要的现实意义又有长远的历史意义。

作为物理教师,可以想象一下,如果物理学没有这些可视化的图像语言,你还教物理吗?

物理思维极具深刻性与物理思维可视化,决定了物理课程在培养学生科学思维能力方面有不可替代的作用,物理课程在培养学生核心素养方面具有不可替代的作用。

4 物理方法独特的育人功能

物理学具有一套比较完整的系统化知识、系统化方法体系。物理方法属于科学方法范畴,但具有其独特性。

“给我一个支点,我可以把整个地球撬动。”阿基米德这句经典语录,激励一代又一代科技工作者在从事科学技术研究中寻找方法。方法显示力量!

物理学创造的诸如理想化方法、等效替代的方法、极限的方法、宏观现象微观解释的方法等等具有

普适的意义.物理方法,一方面促进物理学自身的发展,同时也为其他学科进行科学研究树立了典范,它的思路、它的方法堪称经典.物理学方法是人类思想史上最伟大的成就之一.

通过物理课程的学习,学会将复杂问题简单化、抽象问题形象化、实际问题理想化、理论问题具体化.笛卡尔曾说道:“可以将要研究的复杂问题,尽量分解为多个比较简单的小问题,一个一个地分开解决.”

例如,楞次定律内容本身说起来都有些拗口,但是在教学中教师能够通过具体判断感应电流方向的过程,使学生懂得其意,懂得其中深刻内涵,懂得把规律的应用变成具体的操作行为.

物理课程中让学生学习、领悟和掌握的物理方法还有诸如归纳的方法、演绎的方法、分析与综合的方法、类比的方法、平均的方法、微元的方法、图像的方法、假说的方法、猜想的方法、量纲的方法、控制变量的方法、比值定义物理量的方法等等.

例如,学习量纲之后,懂得了量纲的含义,就能够根据量纲对某些问题做出判断,就能够有效加深对物理概念的理解,同时知道了很多物理学家,知道了他们的贡献.这些物理学家都融合在单位制的大家族中,而且非常融洽.物理学中的单位展示物理学的人文情怀,展示物理学蕴含着丰厚的文化内涵.

“安培经过一段时间遇到了库仑”“牛顿经过一段距离遇见到了焦耳”,你看,这多有意思啊!

如果没有方法,想去探究真理,那是绝不可能的.

物理方法具有普适意义,显示了物理学的独特地位.通过物理知识载体,向学生渗透物理方法,使学生体会其方法的智慧和力量,这是物理教师的责任与担当.

5 物理教学要体现学科本质

物理实验、物理思维、物理方法体现物理学科本质,有了这样的认识,就比较容易理解学科核心素养中物理观念、科学思维、科学探究和科学态度与责任4个维度的具体内容,就容易发挥物理学科独特的育人功能.通过教学设计和教学实施,有效地落实核心素养课程目标.

5.1 物理实验的功能不能替代

物理实验体现物理学科本质,学生通过物理实验获得的直接经验是任何人、任何方式、任何学科都

无法替代的.教师在指导学生建构概念、认识规律的过程中如果能够基于实验、基于事实,将是一位了不起的教师,因为,这是持正确的世界观,采用科学的方法,揭示物理运动的规律,体现物理学科本质,具体独特的育人功能.了不起的教师将培养出了不起的学生.

例如,如图6所示,平抛竖落仪.

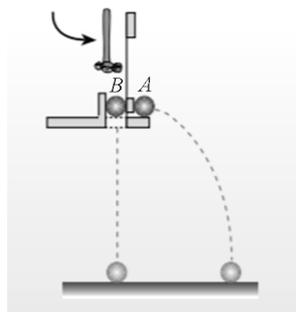


图6 平抛竖落仪

在研究平抛运动规律中,这个实验非常重要.教师要在不同的高度处演示两个小钢球的下落情况,而且要让全体学生都能看到、听到两个小钢球下落的情况,从而得出平抛运动在竖直方向的运动规律.

在这个基础上利用如图7所示的器材进行学生分组实验,描绘小钢球运动轨迹,从而确定水平方向的运动规律.

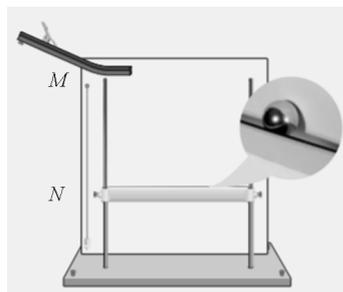


图7 平抛运动实验器

学生通过实验获得直接经验和认知,是难能可贵的,是非常好的学习方式.

古代思想家荀子曾说道:不闻不若闻之,闻之不若见之,见之不若知之,知之不若行之,学至于行而止矣,行之、明也.看得出,知、行者,明也.

5.2 物理思维的深刻性与可视化相辅相成

物理思维体现物理学科本质.教学中,既要重视抽象思维能力的培养,同时必须关注物理思维可视化.物理学中的“图像语言”能够帮助学生建构概念、认识规律,为抽象概念提供表象.因此,教师要拿

起尺子,为学生做示范.画出一幅幅体现物理概念、物理规律、展现解决问题过程中思维路径的各种图像.

例如,组织学生探究力的平行四边形定则的实验中,要给学生时间完成分力与合力关系的图示.这个图示是学生认识矢量运算规则的第一幅图像.它长时间影响学生对矢量运算规则的运用和理解.这个作品值得每一名学生记忆和珍藏,值得教师欣赏.

5.3 物理方法不是具体的知识

物理方法体现物理学科本质.物理方法不是具体的物理知识,没有量化的意义.每一种可以说出的、用文字表达的物理方法,均是一个范畴或者是一个领域.因此,物理方法既不能以传授具体知识的方法进行讲授,也不宜就方法而讲方法.物理方法要通过具体物理概念的建构、物理实验的实施、物理规律的认识、物理问题的解决,使学生逐步体会、感悟和掌握.物理方法要向学生逐步渗透,渗透当然是多多益善.

例如电容概念的建立.教学中,实验探究电容器两极之间的电势差与电荷量的关系.电容器的带电量采用“二分法”获得,如图8所示.电容器两极间的电势差用电压表测量.实验得出:电容器的电荷量与两极间的电势差成正比.

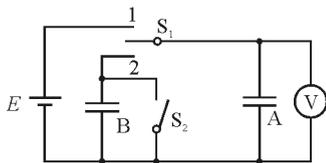


图8 电容器充、放电电路图

观察电荷量与电势差之比,分析其比值.

(1) 比值是一个常量.这个常量与电荷量、电势差无关.

(2) 比值大小的意义.即升高单位电势差电容器所带的电荷量,比值大小能够描写电容器容纳电荷的本领.

(3) 不同电容器比值一般不同(可通过实验得出).

至此,可以定义:物理学将电荷量与电势差的比值称为电容器的电容量,简称电容.物理学用比值定义物理量的方法,在具体的概念教学中潜移默化地渗透.比值定义物理量的方法贯穿物理学的始终,渗透其方法要贯穿物理教学的始终.

最近一次支教活动,笔者给学生上现场课,内容是牛顿第一定律,如图9所示.



图9 师生共同完成实验

课上和学生们共同完成了“伽利略斜面实验”.3次释放小钢球,实验现象:随着轨道平滑程度的提高,小球上升的高度随之增加.做完这个经典的斜面实验后,笔者请学生们思考:通过这个实验,你想到了什么?课上,给学生思考的时间.

学生的回答有的出乎意料,比如,一个男生回答说,如果没有摩擦,小钢球将沿斜面方向一直运动下去.有的回答让笔者欣慰,如果没有摩擦,小钢球将上升到与释放点等高的位置.

学生什么样的回答,都是客观事实,都是教学过程,教师都要平静地接受.做实验、给学生思考时间、让学生表达是物理教学中一直坚持做下去的.

河北大学钱时惕教授在上一轮(2003年)课程改革之初,曾撰文提出,在“过程”中深化知识的理解,在“过程”中学会学习方法,在“过程”中掌握技能、提高能力,在“过程”中培养科学态度、科学价值观.因此,教学中通过具体的教学过程,一步一步地提升学生核心素养水平.

新时代带来新思想,新课程带来新理念,新技术带来新方法,新教材带来新思考.新变化必将给课堂教学带来生机,注入活力.面对变化,我们充满信心!

参考文献

- 1 中共中央著作编译局.马克思恩格斯选集第三卷[M].北京:人民教育出版社,1972
- 2 钱时惕.从科学本质看三维教学目标提出的意义[J].物理通报,2004(3):4~6
- 3 乔际平,续佩君.物理教育学[M].南昌:江西教育出版社,1992
- 4 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017版)[S].北京:人民教育出版社,2018