



“物理学科核心素养”导向下的高中物理概念教学设计

周 玮

(北京师范大学附属中学 北京 100052)

(收稿日期:2018-09-01)

摘要:新课程改革以培养学生的学科核心素养为理念,物理概念既是物理学大厦的基石,也是物理教学中培养学生核心素养的重要载体.探讨了物理概念教学与学科核心素养的内在联系,强调了学科核心素养导向下的高中物理概念教学设计中应注意的几个关键问题.

关键词:学科核心素养 物理概念 教学设计

随着2017版新课标的颁布,标志着新课程改革正式启动,这一次的改革则是将学科核心素养教育作为主要的教学目标.如何在教学过程中真正以学生为中心,根据每位学生的知识和经验,满足他们独特的人格成长需要,培养学生的学科核心素养是课堂教学改革应不断思考的问题.

学科核心素养是学科育人价值的集中体现,是学生通过学科学习而逐步形成的正确的价值观念、必备品格和关键能力.物理学科核心素养主要包括“物理观念”“科学思维”“科学探究”和“科学态度与责任”4个方面.

物理概念既是物理学大厦的基石,也是核心素养

算符或普通的数),则有 $\overline{(\Delta\hat{F})^2} \cdot \overline{(\Delta\hat{G})^2} \geq \frac{\bar{k}^2}{4}$ (其中 \bar{k} 为 \hat{k} 的期望值).

参考文献

1 顾樵.量子力学II.北京:科学出版社,2014.319~361

2 Pang X F. Uncertainty features of microscopic particles described by nonlinear Schrodinger equation. *Physica B Condensed Matter*, 2009, 404(21):4 327~4 331

3 周世勋.量子力学教程.北京:高等教育出版社,2009.76~82

4 曾谨言.量子力学教程.北京:科学出版社,2003.35~39

Discussion on the Uncertain Relationship between Coordinate and Momentum under Non-stationary State

Shi Fengliang Jing Wenzhu Li Jinglin

(Department of Physics, Tangshan Normal University, Tangshan, Hebei 063000)

Abstract: In this paper, the uncertain relations under non-stationary state are analyzed. Specifically, the uncertain relations between the coordinate and momentum of a one-dimensional infinitely deep square potential well and a one-dimensional linear harmonic oscillator under non-stationary state are analyzed. It is further verified that the uncertainty relations are still established in the non-stationary state.

Key words: uncertain relation; non-stationary state; infinitely deep square potential well; linear harmonic oscillator

导向下物理教学的重要载体.因此,教师应该在课堂教学中有效落实基于核心素养导向的物理概念教学.

1 物理概念教学与学科核心素养的内在联系

物理概念内容的丰富性为学生物理观念的形成提供了直接的知识基础.概念是对大量物理事实的提炼和总结,它反映了事物的本质,是学生进行理性认识的开端.高中物理涉及的主要概念超过200个,每个概念都是物理知识网上的重要节点.不同概念从不同角度揭示了世界的物质本性,对物理概念的学习,有助于学生由表及里地揭示物理现象的本质,逐步形成包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等物理观念.

物理概念的学习过程为学生思维能力的发展提供了空间.物理概念的形成过程,是学生自我建构的过程.学生从已有的认知出发,以日常经验为起点,往往要经历反复多次的观察、比较、概括、抽象等科学思维过程,才能获得科学的物理概念.在此过程中,学生通常要运用许多物理方法,如演绎法、归纳法、理想化方法、类比法、微元法等,才能建立或深化对概念的认识,而这些方法是学生思维能力发展的重要基础.如果说思维能力是物理学科的关键能力,那么概念的学习就为这一关键能力的培养提供了空间.

物理概念的形成过程是培养学生内在探究精神的有效途径.物理概念的内化不是一蹴而就的,是学生结合已有认知,去伪存真,不断完善认知结构的过程.为什么引入这一概念?为什么要如此定义一个概念?概念的内涵和外延是什么?相关概念间的逻辑关系是什么?如何通过概念的深化构建出知识网络体系?这些问题都是值得学生思考和研究的.概念的内化让学生发现自我认知的缺陷,在自我完善过程中能获得较高的成就体验,逐渐形成探索自然的内在动力.

物理概念的形成过程是培养学生科学精神的有效途径.物理概念的建立往往经历了漫长和曲折的过程,满含着人类先贤的智慧和科技进步的力量.如

“自由落体”这一概念的建立,其中既包含了伽利略运用逻辑推理的方法反驳亚里士多德关于落体运动的错误观点,又包含了对落体运动规律的数学推理、实验验证以及合理外推这些智慧的闪光点,开创了科学研究的模式.又如“原子”这个概念,2000多年前古希腊哲学家德谟克利特就提出了这一概念,他认为,所有物体都由数不清的、小得人眼无法看到的粒子集合而成,这些粒子叫原子,是物质的最小单元.随着科技进步,现代人们不仅可以在微观层面观察并控制原子,而且打破了原子不可分的古老观念,以原子概念创新为起点,建立了分子和原子物理学以及核物理学等学科.对于这些围绕物理概念而展开的物理学史的学习,有助于学生解放思想、开阔眼界,培养他们不断探索、勇于创新的科学精神和求真务实、规范严谨的科学态度.

2 学科核心素养导向的物理概念教学设计

2.1 概念教学设计应有层次的建构物理观念

概念教学对于学生物理观念的形成具有举足轻重的作用.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,可以说这几点也是上位的核心概念.学生的物理观念是在物理概念、物理规律等内容的学习、运用及内化体验的基础上,逐步建构和发展起来的,并非一蹴而就.因而制定物理概念的教学目标时,要分析它们在物质观念、运动与相互作用观念及能量观念等物理观念发展过程中的地位和作用,在教学中由表及里、由浅入深,有层次的逐步推进,最后形成上位的物理观念.

例如,为了发展学生的运动与相互作用观念,首先,要让学生经历位移、速度、加速度等重要概念的建构过程以及研究匀变速直线运动、抛体运动、匀速圆周运动等重要的物理过程,促进学生对“机械运动”核心概念的形成和理解;然后,再引导学生经历各种常见力(包括重力、弹力、摩擦力、万有引力、安培力、洛伦兹力等)的概念的建构过程以及牛顿运动定律的学习过程,促进学生对“运动和力”核心概念的形成和理解.在此过程中,通过知识的不断内化和深化,促进学生的运动与相互作用观念不断发展.

又例如,为了建立能量的观念,首先,需要建立动能、势能的概念,而势能是能量概念中的一个难点,在教学过程中应该由浅入深,层层深入地进行理解与建构.学生是从重力势能的学习开始的,是学习势能概念的第一步.所以学习重力势能时,就要为后期的学习奠定基础.除了要知道重力势能的定义以外,还有两点应该列为重要的教学目标:一是关于重力做功与路径无关,只与初末位置有关的特点;二是重力做功等于重力势能的减少量.这两点是为什么能定义重力势能以及如何定义重力势能的关键.在进一步建立“弹性势能”“电势能”以及“分子势能”这些概念时,可以通过类比发现相关的力做功与重力做功有相同的特点,从而借助功能关系建立势能的概念,研究势能的普遍含义,促进学生对功能关系的理解,进一步建构和发展能量观念.

2.2 概念教学设计中应体现科学思维的培养

“科学思维”是从物理学视角对客观事物的本质属性、内在规律及相互关系的认识;是基于经验事实建构物理模型的抽象概括过程;是分析综合、推理论证等方法在科学领域的具体运用;是基于事实证据和科学推理对不同观点和结论提出质疑和批判,进行检验和修正,进而提出创造性见解的能力与品质.科学思维主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素.

概念是人们对事物本质的认识,是逻辑思维最基本的单元.概念的建立必须借助于感性的材料、理性的科学思维方法.科学思维方法作为物理学研究和发展的逻辑工具,为物理学提供了建立物理概念、形成物理原理和提供实验探究的根本途径.课堂教学应该针对不同类型物理概念的特点,有意识地融入相应的科学思维方法,恰当地运用实验、分析、综合、归纳、类比、概括、抽象、演绎和理想化等方法,引导学生亲历物理学的思维发展历程,激发其物理学学习动机.所以物理概念的学习过程为科学思维的培养提供了最好的途径.

例如,在对质点、自由落体运动、简谐运动、点电荷、匀强电场等物理概念进行教学时,教师在教学中应突出对学生利用理想化方法建立模型的思维方法

的培养;在学习瞬时速度、瞬时加速度时需要体现出极限的思想,这也是微元法思想的学习基础;在建立力、机械运动、机械振动的概念时,通过大量实例的枚举,应用归纳的方法得出不同的概念;在建立动能、动量、冲量这些概念时,我们可以让学生学习数学演绎的方法,从已知的规律中得到新的重要的概念;在学习磁场、磁感线、磁感应强度这些概念时,可以采用类比的方法,类比电场、电场线以及电场强度进行概念的定义,降低理解的难度,等等.这些方法是学生思维能力发展的重要基础,也是学生能够借鉴并迁移到终身学习的重要科学方法.学习的任务不仅在于获得知识,更重要的还在于智力的发展,掌握科学方法,提高综合能力.如果说思维能力是物理学科的关键能力,那么概念的习得就为这一关键能力的培养提供了条件.

2.3 概念教学设计中应选择合理的教学流程

以培养学生学科核心素养为目标的概念教学,应强化物理情境的创设,要有意识地引导学生自我建构,凸显学生的主体地位.同时,教师应尊重学生的认知规律,从感性认识过渡到理性认识,从直观的形象思维发展为抽象的逻辑思维,以概念为基石,逐步培养学生的物理学科核心素养.

2.3.1 事实积累 引入概念

这是物理概念教学的首要环节.通过这一环节,能够丰富学生的感性认识,积累生动的实例,同时激发学生已有的隐概念,提取知识储备,为科学概念的建立奠定基础.

一般在日常教学中采用比较多的有两种方法:一种是引导学生列举大量的生活实例,或者是回顾已有的生活经验,从典型的生活现象中引入,比如弹力、摩擦力、机械振动、机械波等,都可以从大量的实例中来认识这些物理现象,进一步归纳出物理概念;又如惯性、动量、浮力、机械运动这些内容,在学生平常跑跳、碰撞、游泳或者乘坐交通工具时,都有切身的感受,这些基于直接经验的感性认识是学生认知的基础,也可以作为他们思维的起点.第二种是运用演示实验,展现真实的物理情景,帮助学生形成对日常生活中不常见现象的直观感受.在电学、光学、原

子物理等内容中有大量的物理概念距离现实生活较远,如感应起电、电磁感应、光的色散、光电效应等,教师必须要做好演示实验,才能让学生具有概念建立必要的前认知,或者通过实验现象帮助学生形成认知冲突,促进他们有意义学习的生成.在此过程中,教师注意引导学生观察、思考并记录重要的物理现象,为导入概念埋下伏笔.

当然,教师还可以根据学生认知结构中相应的知识状况和新概念特点采取其他的引入方式,比如从物理学史的角度引入,如自由落体运动、万有引力、电磁波等;或者从已有概念的类比中引入,如磁感应强度、磁感线等;也可以是从已知规律的演绎、推理中引入,如动能、动量等.

无论采取什么方法,概念引入的过程必不可少,这是学生能建立清晰的概念,区分不同概念的区别与联系的重要基础,也是学生能通过不断学习,经过基本事实的积累升华为物理观念的物质基础.

2.3.2 抽象概括 定义概念

一切概念都要通过词语来表现,定义就是对于一种事物的本质特征或一个概念的内涵和外延所作的确切表述.在这一过程中,教师要合理引导学生正确进行科学抽象,能用自己的语言将模糊的认识转变为科学的定义,由感性认识上升到理性认识阶段,这是形成概念的关键.

物理学由于其发展历史长,涉及的内容广泛,物理概念的数量也相当多.如果我们能对概念进行科学的分类,针对不同概念可以采用不同的定义方法,对于概念的学习便能事半功倍.

我们可以粗略地将高中阶段的不同概念划分为以下4类.

(1) 抽象模型概念

物理学中具有大量物理模型,而这些物理模型是自然界不存在的理想化的抽象模型.所谓抽象模型,就是利用理想化方法,抓住事物的主要特征和性质,舍去特定条件下无关紧要的因素而建立的模型.这些抽象模型概念近似地反映了客观事物的本质,在研究问题时可以方便我们抓住主要矛盾,将问题大大简化.例如质点、自由落体、弹簧振子、简谐运

动、简谐波、点电荷、匀强电场、理想气体、纯电阻、卢瑟福原子模型等.

(2) 现象描述概念

我们对事物的认识总是从观察开始,观察是认识的基础,许多概念的建立都来自于长期周密、细致的观察.不仅在自发的情况下观察自然界的物理现象,也根据研究的目标,利用科学实验有控制地研究自然规律.对自然和实验现象的观察总结就构成了部分物理概念.我们把定性描述物理现象的这类物理概念称为现象描述概念.这类概念在物理学中很多,例如惯性、机械振动、机械波、电场、波的衍射和干涉、布朗运动、光电效应等.

(3) 导出物理概念

物理学发展到近代成为一门高度量化的学科,为了构建理论体系,往往还需要定义若干概念.这些概念比起前两类概念来,更为抽象,通常都是由几个量组合而成,反映出新定义的导出概念与已知物理概念之间的联系.例如,功 $W = Fx \cos \theta$ 就是一个定义概念,在现实生活中没有一个直接的物理现象可与之对应,类似的定义概念还有很多,如速度、加速度、动能、动量、冲量、功率、电场强度、电势、电动势、电阻、电容等.

(4) 物理量单位概念

作为物理量单位的物理概念数量很大,根据性质可分为基本单位和导出单位两种.在国际单位制中规定了7个基本单位,这7个基本单位概念的涵义在国际物理学界有非常明确的规定.导出单位数量很大,如力的单位为牛顿,功和能的单位为焦耳,压强单位为帕斯卡,等等,它们均可依据该单位的定义由物理公式导出.

如果清楚地知道了概念的种类,那么就可以根据不同类型概念的特点,进行概念的定义.有的用语言对主要特征或现象进行定性描述,有的是寻找已知的物理概念采用逻辑方法进行定量的公式描述.学生通过自己的观察、探究、总结、归纳将概念表述出来,完成了概念从感性到理性、从模糊到科学的转变.

2.3.3 对比反思 深化概念

在初步建立概念的时候,学生的认知往往是片

面的、碎片化的、浅层的,而且容易遗忘,需要通过进一步的理解来深化对概念的认识,以使學生构建完整的概念知识体系.

第一,明确概念的内涵与外延.物理概念的特点是准确而抽象的,但是其丰富的含义需要學生慢慢体会.首先,需要深刻地理解物理概念的内涵与外延,将概念与其他概念之间的区别和联系探索清楚.物理概念的内涵是该概念所反映的物理事实的本质属性,而外延是该概念所涉及的一切物理事实的范围和条件.例如,对比“标量与矢量”的内涵与外延:标量是只有大小、没有方向的物理量,在合成法则中只需要将其代数相加就可以了,如温度、速率、功、功率、路程、能量等;矢量是既有大小又有方向的物理量,在合成法则中符合平行四边形法则,例如速度、加速度、力、位移、动量、电场强度等.學生通过对概念内涵与外延的理解,不仅能分清概念之间的联系与区别,还能结合自己的知识将概念应用到具体的实例中,从而对概念有了感性的认识.

第二,要注意概念的进阶.在课堂教学中应该设计合理的学习梯度,考虑前、后学习的衔接与拓展,引导学生循序渐进地开展学习.例如,“电流”是电学中的核心概念,可以将这一概念的理解分为3个阶段.第一阶段學生从电路的角度来认识电流的概念,是初中就学习过的知识;第二阶段则是从导线中的电场与电荷所受电场力的角度来认识电流的形成,这是高中阶段的要求;第三阶段则需要从微观与宏观的联系来认识电流,理解电流的微观表达式,这是一个更高的要求.通过3个阶段的教学活动,帮助學生深化对电流概念的理解,经历从形象到抽象,从具体到一般的过程.

第三,要注意概念的延续与扩展.根据中學生的思维特点和学习能力,物理概念会随着學生物理知识的增加以及研究问题的深入而不断地变化和发展,即一个完整物理概念的形成需要有一个发展的过程.如“力”这一重要的概念,最初學生对力的认识是“力是物体与物体间的相互作用”,在研究力与运动的关系时,对力的理解变为“力是使物体运动状

态发生变化的原因”或者“力是产生加速度的原因”,学习了牛顿运动定律,更可以将力定量的定义为

$$F = ma$$

在学习了动量定理之后,也可以将力的定量定义为

$$F = \frac{d(mv)}{dt}$$

这样对“力”这一概念的掌握就达到了从具体到抽象、从感性到理性、从定性到定量、从简单到系统的过程,深化对这一重要概念的认识,从而建立完整的概念体系.

第四,要注意科学方法的总结.概念的建立过程涉及的科学方法很多,对科学方法的总结也能深化概念的理解.比如,比值定义法是我们定量定义导出物理概念时常用的方法,就是用两个或两个以上的物理量的比值去定义另外一个新物理量的方法.我们往往用比值法来定义物质或物体属性特征的物理量,两个或多个物理量的比值是个定值,属于性质量.初中我们学习过密度与电阻,高中我们在电场中用比值法来定义电场强度、电容、电势,等等.应用比值法往往需要一定的条件:一是客观上需要,二是间接反映特征属性的两个物理量可测,三是两个物理量的比值是一个定值.如果理解了比值法,那么我们在学习磁场时就可以很容易理解磁感应强度的定义,甚至还能借鉴到重力场的研究.虽然课本上没有描述,但我们能轻松地定义出重力场强度、重力势等概念,深入理解对于场这种物质进行研究的方法,以及辨析场中跟场力与能量相关的各概念间的区别和联系.同时理解了比值定义法,那么对于这些概念的定义式与决定式也就能很好地加以区分了.所以,从科学方法的角度去深理解概念,也是一个重要的方面.

参考文献

- 冯杰,叶翔,张悦,等.新课程背景下建立物理概念科学思维方法的研讨.物理通报,2016,35(3):4~9
- 马志刚.浅谈物理学中的概念.黔南民族师范学院学报,2014,34(2),98~100