

《义务教育物理课程标准(2022 年版)》 的变化分析和教学启示^{*}

姜 爽 (教育部课程教材研究所 北京 100029)

李春密^{**} (北京师范大学物理学系 北京 100875)

摘要 课程标准是国家课程的基础纲领性文件,体现着国家意志,引领着国家课程教学改革的方向。新修订的义务教育物理课程标准延续了《普通高中物理课程标准(2017 年版)》关于核心素养、课程目标、学业要求、学业质量等内容的一体化设计,优化了课程内容结构,强化了实验探究和跨学科实践。本文在比较分析了课程目标、课程内容、课程评价、课程实施方面变化的基础上,为有效落实新课标要求,发展学生核心素养,提出了倡导素养导向的单元教学、积极探索跨学科实践教学、设计高质量单元作业等方面的教学实施建议。

关键词 课程标准 核心素养 变化分析 单元教学 跨学科实践

文章编号 1002-0748(2022)8-0007

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

为顺应全球教育改革发展趋势,应对我国教育面临的新挑战,充分发挥课程在人才培养中的核心作用,落实立德树人根本任务,教育部于 2014 年印发的《教育部关于全面深化课程改革 落实立德树人根本任务的意见》指出,要研制学生发展核心素养体系和学业质量标准,修订课程方案和课程标准,构建高校、中小学各学段上下贯通、有机衔接、相互协调、科学合理的课程教材体系。根据教育部总体工作部署,先行启动了普通高中课程修订工作,并于 2018 年 1 月颁布了《普通高中物理课程标准(2017 年版)》^[1](以下简称“2017 年版高中课标”)。随后,教育部于 2019 年 1 月启动了义务教育课程修订工作,对《义务教育物理课程标准(2011 年版)》^[2](以下简称“旧课标”)进行了修订。本次修订吸纳了我国基础教育课程改革的宝贵经验,借鉴了国际课程改革的优秀成果,并于 2022 年 4 月颁布了《义务教育物理课程标准(2022 年版)》^[3](以下简称“新课标”)。

为有效落实新课标要求,发展学生核心素养,本文从课程目标、课程内容、课程评价、课程实施等角度对新课标的变化进行了分析,同时基于深度学习理念提出了教学实施建议。

1 新课标的变化分析

整体来看,新课标在框架结构上与 2017 年版高中课标大体一致,包括课程性质、课程理念、课程目标、课程内容、学业质量、课程实施和附录等内容。与旧课标相比,新课标的主要变化如下。

1.1 课程目标的变化

新课标继承和发展了 2017 年版高中课标提出的物理学科核心素养,将核心素养理念融入课程目标,由原来的“知识与技能,过程与方法,情感态度与价值观”三维课程目标转变为“物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任”核心素养目标。“物理观念”包括物质观念、运动和相互作用观念、能量观念等要素;“科学思维”包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素;“科学探究”包括问题、证据、解释、交流等要素;“科学态度与责任”包括科学本质观、科学态度、社会责任等要素。将普通高中物理学科核心素养“科学态度与责任”关键要素中的“科学本质”更改为“科学本质观”,更加突显了学生在物理学课程学习过程中形成的价值观念以及对于科学本质的认识,且不易与其他核心素养关键要素混淆。由此可见,新课标核心素养的提出,既有利

^{*} 基金项目:本文系教育部基础教育课程教材发展中心、课程教材研究所“深度学习”教学改进项目的研究成果。

^{**} 通讯作者:李春密。

于体现物理学科独特的育人价值,又为做好初高中衔接奠定了目标基础,保持了初高中的一致性,其差异则体现在目标具体要求上,义务教育物理课程目标要符合初中学生的认知规律和身心发展特点。

1.2 课程内容的变化

为切实提升学校育人水平,减轻学生课业负担,2021年7月24日,中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》。在新时代义务教育“双减”背景下,教师尤为关注课程内容的变化。

新课标的课程内容包括五个一级主题,分别是物质、运动和相互作用、能量、实验探究、跨学科实践。其中,物质、运动和相互作用、能量三个一级主题与旧课标中科学内容的三个一级主题大体一致;实验探究整合了旧课标中科学探究和附录1学生必做实验。跨学科实践包括物理学与日常生活、物理学与工程实践、物理学与社会发展三个二级主题。二级主题下包括三级主题、样例和活动建议。与旧课标相比,新课标三级主题的主要变化(不计文字表述微调)如表1所示。

表1 新课标三级主题的主要变化

主题	变化
物质	移:旧“1.4.1”移动到跨学科实践“5.3.2 新材料及其应用”
	合:旧“1.4.2”整合到跨学科实践“5.3.1 能源开发利用对社会发展的影响”
运动和相互作用	增:“2.2.3”增加“探究并了解滑动摩擦力的大小与哪些因素有关”部分内容,与探究类学生必做实验“4.2.2”保持一致,由测量类实验调整为探究类实验,实际并未增加新的实验要求
	增:“2.2.4”增加“了解同一直线上的二力合成”部分内容,为下一步“知道二力平衡条件”奠定了基础,实际并未增加新的内容要求
	调:“2.2.5”调整为“通过实验和科学推理,认识牛顿第一定律”,增加了“科学推理”,突出核心素养
	调:“2.3.2”中“了解乐音的特性”调整为“了解声音的特性”,突出了物理本质
	调:“2.3.5”中“认识凸透镜的会聚作用和凹透镜的发散作用”改为“了解凸透镜对光的会聚作用和凹透镜对光的发散作用”,难度降低
	删:“2.4.1”删除了“探究并了解同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引”部分内容,增加“了解静电现象,了解生活中关于静电防止和利用的技术”,突出了“从生活走向物理,从物理走向社会”的课程理念
	增:“2.4.3”中增加“了解电磁铁在生产生活中的应用”部分内容,突出了“从生活走向物理,从物理走向社会”的课程理念

续表

主题	变化
	合:旧“2.3.7 知道波长、频率和波速”整合到“2.4.6”部分内容中,减少了二级主题
能量	调:“3.2.4”中“了解人类使用机械的历程”改为“能说出人类使用的一些机械”,历程放在活动建议中,不作硬性规定
	调:“3.4.5”中“理解电功和电功率”改为“了解电功和电功率”,难度降低
	合:旧“3.6.1 结合实例,说出能源与人类生存和社会发展的关系”整合到跨学科实践“5.3.1 能源开发利用对社会发展的影响”,减少了二级主题
	删:旧“3.6.4 了解我国和世界的能源状况。对于能源的开发和利用有可持续发展的意识”,改为新“3.6.3 从能源开发和利用的角度体会可持续发展的重要性”,删除“了解我国和世界的能源状况”这一部分内容
实验探究	增:“4.2.3 探究液体压强与哪些因素有关。”旧课标虽未列入学生必做实验,但在旧“2.2.8”中明确提出“通过实验,探究并了解液体压强与哪些因素有关”的实验探究要求,实际并未增加新的实验要求
	调:“4.1.9”中“测量小灯泡的电功率”调整为“用电流表和电压表测量电阻”
	调:“4.2.2”中“测量水平运动物体所受的滑动摩擦力”调整为“探究滑动摩擦力大小与哪些因素有关”,调整为探究实验,且不做定量要求,降低了难度
	调:“4.2.11”中“连接简单的串联电路和并联电路”调整为“探究串联电路和并联电路中电流、电压的特点”,明确为探究实验,难度没有增加
跨学科实践	增:5.1.1 能发现日常生活中与物理学有关的问题,提出解决方案
	增:5.1.2 能运用所学知识分析日常生活中的安全问题,提出解决方案,践行安全与健康生活
	增:5.1.3 能运用所学知识指导和规范个人行为,践行低碳生活,具有节能环保意识
	增:5.2.1 了解我国古代的技术应用案例,体会我国古代科技对人类文明发展的促进作用
	增:5.2.2 调查物理学应用于工程技术的案例,体会物理学对工程技术发展的促进作用
	增:5.2.3 了解物理学在信息技术中的应用
	合:5.3.1 结合实例,尝试分析能源的开发与利用对社会发展的影响
	移:5.3.2 结合实例,了解一些新材料的特点及其应用。了解新材料的研发与应用对社会发展的影响
	增:5.3.3 了解我国科技发展的成就,增强科技强国的责任感和使命感

物质、运动和相互作用、能量三个一级主题下,新课标有59个三级主题,旧课标有63个三级主题。如表1所示,新课标对减少的4个三级主题进行了调整和整合:旧课标“物质”主题下的2个三级主题

“1. 4. 1”和“1. 4. 2”移动到新课标“跨学科实践”主题下；旧课标“运动和相互作用”主题下的 1 个三级主题“2. 3. 7”整合到新课标“2. 4. 6”中；旧课标“能量”主题下的 1 个三级主题“3. 6. 1”整合到新课标“跨学科实践”主题下。从修订的内容来看，新、旧课标关于三个一级主题的内容要求大体一致，部分内容作了修订。一是难度有所降低，如凸透镜和凹透镜对光的作用由“认识”降为“了解”，电功和电功率从“理解”降为“了解”，同时删减了电荷性质、我国和世界的能源状况等内容；二是突显了学生核心素养的培养，强调了“从生活走向物理，从物理走向社会”的课程理念。

实验探究在新课标中更加凸显，由旧课标附录 1 的 20 个学生必做实验调整为新课标课程内容一级主题下的 21 个学生必做实验，并分为测量类学生必做实验(9 个)和探究类学生必做实验(12 个)两类。与旧课标相比，增加了“4. 2. 3 探究液体压强与哪些因素有关”的探究类学生必做实验。但在旧课标课程内容的科学内容中明确提出“2. 2. 8 通过实验，探究并了解液体压强与哪些因素有关”。可见，旧课标虽未明确将该实验列入学生必做实验，但也有实验探究要求。调整的 3 个学生必做实验，如表 1 所示，整体难度略有降低。此外，21 个学生必做实验不仅在课程内容的实验探究一级主题下明确列出，还在物质、运动和相互作用、能量的相关三级主题中有对应描述，说明新课标更加重视学生必做实验，突显了物理课程实践性的特点。

跨学科实践是新增加的一级主题，作为课程内容的重要组成部分，与其他四个一级主题的内容密切相关。由表 1 可知，跨学科实践主题下并未增加新的物理概念和物理规律，它侧重体现物理学与日常生活、工程实践、社会发展等方面的跨学科联系，突出了该主题学习活动的综合性和实践性，融入了社会主义先进文化、中华优秀传统文化、国家安全、生命安全与健康等重大主题教育。跨学科实践主题的设置，旨在加强学科间的相互关联，带动课程综合化实施，发展学生跨学科运用知识的能力、分析和解决问题的综合能力以及动手操作的实践能力，是新时代“双减”背景下落实课程育人目标、发展学生核心素养的重要举措^[4]。

样例作为课程内容三级标题的举例说明，具有一定的灵活性。虽非硬性要求，但通过样例的变化可以看出新课标的课程育人导向。一是融入了生命安全与健康教育，新增了汽车安全带、铁路站台安全线、视力保护、安全用电等样例；二是融入了中华优

秀传统文化，新增了古代铸铁技术、古代测量时间和长度的工具、指南针、《天工开物》中汲水装置、龙骨水车等样例，树立文化自信；三是凸显了我国科技成就，通过我国航天技术、“两弹一星”等样例，增强科技强国的责任感和使命感。

1.3 课程评价的变化

在评价设计方面，新课标中引入了“学业要求”“学业质量”等内容，并以物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任四个方面核心素养为主要维度，结合课程内容，对课程目标、学业要求、学业质量进行了一体化设计，三者均分别从核心素养的关键要素展开描述，确保核心素养可教、可学、可评，强调了教、学、评的一致性。其中，“核心素养”作为课程标准的灵魂，渗透在整个课程标准之中。“课程目标”是核心素养在初中物理课程中的具体体现，明确了学生学习该课程后应达成的正确价值观念、必备品格和关键能力，是课程的理念引领。“学业要求”分布在课程内容的五个一级主题之下，反映学生在完成该一级主题的学习后，在物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任方面应达到的学业成就。“学业质量”则是对五个方面学业要求的概括提炼，是学生在完成整个初中物理课程学习后的学业成就表现，为教材编写、教学实施和考试评价提供依据。

在评价实施方面，新课标在“课程实施”的“评价建议”中将评价分为“过程性评价”和“学业水平考试”两部分。其中“过程性评价”要求围绕核心素养的达成和学业质量标准的具体要求，创设真实且有价值的问题情境，采用主体多元、形式多样的评价方式，全面客观地了解学生核心素养的发展状况，及时有效地反馈评价结果，充分发挥评价的诊断、激励和发展功能，并从课堂评价、作业评价、阶段性评价及跨学科实践评价等四个方面给出了实施建议。“学业水平考试”是新课标的新增内容，从考试性质和目的、命题原则、测试规划、试题命制、试题样例等五个方面展开了详细描述，既有效指导了学业水平考试试题命制与阶段性考试试题命制，又引导教师积极探索基于情境、问题导向、深度思维、主动参与的教育教学模式，以促进学生核心素养的发展，充分发挥考试评价的导向作用。

1.4 课程实施的变化

新课标在课程实施上包括教学建议、评价建议、教材编写建议、课程资源开发与利用、教师培训与教学研究等五个方面的内容。与旧课标相比，新课标的主要变化如下：一是以核心素养为纲，在教材编

写、教学实施、考试评价、资源开发、教师教研等课程实施的各个环节,均以发展学生核心素养为最终目标;二是细化了课程实施建议,增强了指导性与可操作性,特别是在教学实施方面,不仅从教学目标设计、教学方式运用、教学质量保障等方面给出了教学建议,倡导情境化教学、问题教学和实践教学,而且在五个一级主题后均增加了“教学提示”,并结合主题内容给出了教学策略建议和情境素材(实验器材)建议,引导教师教学方式和学生学习方式的转变;三是新增了“教师培训与教学研究”,凸显了课程实施中教师队伍建设的重要性,提出了教师专业素养要求,即教师应具备培养学生核心素养所需要的专业理论基础和教学实践能力,并从教师培训、区域教研、校本教研和教师研修等方面细化了实施建议,旨在提高教师教学水平和区域教学质量,有效落实新课标要求。

2 教学启示

课程标准是国家课程的基础纲领性文件,如何将新课标理念转化为教师的教学行为,发展学生核心素养是当前课程教学改革的重点方向,同时也是教师教学面临的新任务、新挑战。为有效落实新课标要求,发展学生核心素养,本文基于深度学习理念从单元教学、跨学科实践教学、作业设计等方面提出如下建议。

2.1 倡导素养导向的单元教学

本次课程标准修订的重要变革之一,是以结构化的方式来组织课程内容。结构化的课程内容,引导教师在教学实践的过程中,不仅要关注学生知识点的学习,更要从学科知识结构建构的角度整体设计教学,使学生在主动的学习活动中习得知识、锻炼能力、养成品格、发展素养。基于深度学习理念的单元教学是实现课程内容结构化、培养学生核心素养的重要途径^[5]。在此过程中,教师需要设计素养导向的单元学习目标和引领性的单元学习主题,借助信息技术手段,创设真实丰富的问题情境,设计并组织开展有挑战性的学习任务与活动,使学生经历科学探究过程,学习科学研究方法,养成科学思维习惯,建构学科知识结构,并初步形成物质观念、运动和相互作用观念、能量观念,使学生能够综合运用知识与方法创造性地解决问题,能够理解并评判学习内容与过程,能够正确认识科学本质,形成积极的内在学习动机、高级的社会性情感和正确的价值观念,让学生核心素养的培养贯穿于物理教学活动的全过程。最后,教师需对教学设计、教学过程和教学效果进行持续性评价、反思和改进。

2.2 积极探索跨学科实践教学

本次课程标准修订的重要变革之二,是新增了跨学科实践主题学习内容,用跨学科的思维培养学生整体认知世界的能力。《义务教育课程方案(2022年版)》^[6]明确要求:“原则上,各门课程用不少于10%的课时设计跨学科主题学习”。尽管科学类课程(包括科学、物理、化学、生物学)九年总课时比例由7%—9%增加为8%—10%,但考虑到科学课程由原来的小学三年级开设提前至小学一年级开设,物理课程的总课时增量十分有限。因此,在当前义务教育“双减”背景下,“立足本学科”“减负增效”是设计跨学科实践教学的基本原则。通过对附录中跨学科实践案例的分析可知,探究式、项目式学习是实现跨学科实践教学的有效方式,即在“物质”“运动与相互作用”“能量”等大观念或主题的统领下,基于情境任务开展学习探究活动,学习并运用物理学科及跨学科知识,物化学习成果并进行展示交流。如此,既培养了学生运用跨学科知识解决问题的能力以及实践操作能力,又未增加课业负担,引领了物理学科课程教学改革,发展了学生核心素养。

此外,跨学科实践作为课程教学改革的新任务,学校和区域应创新教研活动方式,引导教师突破学科边界,开展跨学科联合教研,协同开发学科融通、课时共享、主题鲜明的跨学科学习活动,提高教师的专业素养。

2.3 设计高质量单元作业

本次课程标准修订的重要变革之三,是基于核心素养研制了学业要求和学业质量,提出了学业水平考试建议,为指导教师教学和作业设计提供了重要参考。作为课堂教学活动的延伸,作业承担着预习、巩固、诊断以及发展学生核心素养的重要作用。基于深度学习理念的单元整体作业设计,避免了课时作业零散、孤立、割裂等问题,有助于知识的结构化和问题解决的综合化,有助于学生核心素养的培养,是落实新时代“双减”政策、减负增效的重要途径。

物理学科单元作业可从如下角度进行设计:一是在内容结构方面,应基于单元学习目标,结合课程内容和学业要求,分别设计体现物理观念、科学思维、科学探究、科学态度与责任及其综合表现的作业;二是在作业类型方面,应注重题型的多样化,除选择题、填空题、实验题、问答题等常规书面作业外,还应设计阅读预习、合作探究、综合实践等类型的作业;三是在作业难度方面,从课程内容、问题情境、知

(下转第 22 页)

系,存在很大的局限性。

1.3 等效电源法

将图 3 中虚线框内作为等效电源,则电压表和电流表测得的值就是等效电源的路端电压和流过等效电源的电流,因此电动势和内阻的测量值就等于等效电源的电动势和内阻。根据等效电源电动势和等效内阻($E_{\text{测}}$ 和 $r_{\text{测}}$)的计算方法,可得 $E_{\text{测}} =$

$$\frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} E_{\text{真}} < E_{\text{真}}, r_{\text{测}} = \frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} r_{\text{真}} < r_{\text{真}}。$$

评析 等效电源法尽管能得出误差分析的定量结果,但是对中学生而言,对等效电源的电动势的理解和计算难度较大,教学实践表明,运用此方法,不少“好学生”通常也是似懂非懂。

2 误差分析创新方法与应用

根据闭合电路欧姆定律,结合恒等式对应项系数应该相等的数学知识,容易得到误差分析的定量结果,分析如下。

用 U 、 I 分别表示电路在某一状态下电压表、电流表的示数,他们随着滑动变阻器接入电路阻值的变化在一定范围内变化。

计算测量值的方程为: $E_{\text{测}} = U + Ir_{\text{测}}$, 移项得: $U = E_{\text{测}} - Ir_{\text{测}}$ 。

计算真实值的方程为: $E_{\text{真}} = U + \left(I + \frac{U}{R_V}\right)r_{\text{真}}$,

$$\text{整理得: } U = \frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} E_{\text{真}} - I \frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} r_{\text{真}}。$$

显然两个 U 表达式的右边应该相等,注意到 I 是变量,根据恒等式对应项系数应该相等的数学知识得, I 的一次项系数及常数项应分别相等,因此得到

(上接第 10 页)

识应用等不同角度设置作业难度,根据“双减”政策规定,应以体现核心素养、面向全体学生的基础性作业为主,辅以适量一定难度的作业,以满足不同学生的学习发展需求;四是合理调控作业量,避免机械训练、简单重复,切实减轻学生的课业负担。此外,教师还应注重作业的批改、分析和讲评辅导,注重评价学生的学习态度和学习成果,以充分发挥作业的育人功能。

参考文献

[1] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版)

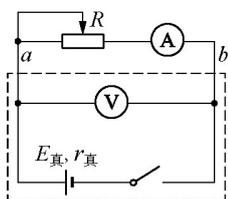


图 3

$$E_{\text{测}} = \frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} E_{\text{真}} < E_{\text{真}}, r_{\text{测}} = \frac{R_V}{R_V + r_{\text{真}}} r_{\text{真}} < r_{\text{真}}$$

由此可以清楚地反映出电动势和内阻的测量值与真实值的关系,以及影响误差大小的相关因素。与前面常用方法相比,该分析方法学生容易理解、推导计算简单,结果又定量精确。

运用该方法分析如图 4 所示的测量电路(对电源而言,可以称为电流表的内接法),由于电表不理想引起的实验系统误差,电流表内阻用 R_A 表示。

计算测量值的方程为: $E_{\text{测}} = U + Ir_{\text{测}}$, 移项得: $U = E_{\text{测}} - Ir_{\text{测}}$ 。

计算真实值的方程为: $E_{\text{真}} = U + I(r_{\text{真}} + R_A)$, 移项得: $U = E_{\text{真}} - I(r_{\text{真}} + R_A)$ 。

所以 $E_{\text{测}} - Ir_{\text{测}} = E_{\text{真}} - I(r_{\text{真}} + R_A)$ 。

根据变量 I 的一次项系数及常数项应分别相等,得

$$E_{\text{测}} = E_{\text{真}}, r_{\text{测}} = r_{\text{真}} + R_A$$

测量干电池电动势和内阻时,因为在通常情况下,电压表内阻 R_V 比干电池内阻 r 大很多,而干电池内阻 r 与电流表内阻 R_A 相差不大,如果用图 4 所示电路测量,内阻测量将有较大误差,所以应该用图 1 所示电路测量。而测量水果

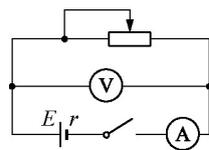


图 4

电池电动势和内阻时,由于其内阻 r 可以达到几千欧,远大于电流表内阻 R_A ,所以用图 4 所示电路测量系统误差较小。

参考文献

[1] 人民教育出版社课程教材研究所物理课程教材研究开发中心. 普通高中教科书教师教学用书·物理(必修第三册)[M]. 北京:人民教育出版社,2019:122—123.

[S]. 北京:人民教育出版社,2018.

[2] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2011 年版)[S]. 北京:人民教育出版社,2012.

[3] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2022 年版)[S]. 北京:北京师范大学出版社,2022.

[4] 成尚荣. 为“双减”政策深入实施提供课程依据和专业支撑[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/fbh/live/2022/54382/zjwz/202204/t20220421_620115.html.

[5] 刘月霞. 指向“深度学习”的教学改进:让学习真实发生[J]. 中小学管理,2021(5):13—17.

[6] 中华人民共和国教育部. 义务教育课程方案(2022 年版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022.