

基于物理观念的高中物理单元设计

——物理观念教育思考

蔡铁权 (浙江师范大学物理与电子信息工程学院物理系 浙江 321004)

郑 瑶 (浙江省杭州学军中学 浙江 310035)

摘 要 单元设计已成为当前教学设计中的焦点问题,同时又被认为是撬动新课改课堂转型的一个支点,这也是一线教师面临的严峻挑战。为此釐定了单元和单元设计的内涵,建立了单元设计的理论基础,介绍了单元设计的基本思路和基于UbD框架的单元设计模式,以高中物理学科教学作为对象,详细阐述了单元设计主题选择的依据,最后,以高中物理必修1教材为例,依据物理观念构建了单元选择框架。完整地建立了单元设计的过程结构,为一线教师理解单元设计提供了全面的知识。希冀“基于核心素养的单元设计”能得到一线教师的关注和采纳,期望在新课改的推动下,高中物理课堂教学出现真正的转型。

关键词 核心素养 物理观念 课堂转型 单元设计 主题选择

文章编号 1002-0748(2020)1-0005

中图分类号 G633·7

文献标识码 B

我们已经阐述了物理观念教学实施的架构,教学实施的方式和途径,现在开始阐明课堂教学过程的核心内容,即教学设计的原理和方法。对此拟分成三个方面进行论述:基于物理观念的单元设计;彰显物理观念的教学目标阐明;物理观念建构的教学设计。本文论述第一个方面的内容。

我国著名的课程与教学论专家钟启泉先生指出:“基于核心素养的单元设计是撬动课堂转型的一个支点,这已成为一线教师必须直面的严峻挑战。”认为“核心素养——课程标准(学科素养/跨学科素养)——单元设计——课时计划,这是课程发展与教学实践中环环相扣的链环,一线教师必须基于核心素养展开单元设计的创造。”^[1]单元设计的开展打破了传统的“课时主义”的束缚,课时主义把教学内容视为知识点的组合,课堂教学是对碎片化的知识和技能的传授,单元设计是课时计划的指引,对教学产生“全局性展望”。单元设计是课时教学设计的发展,基于核心素养的单元设计已成为当今新课改课堂教学规范转型的必然诉求,也是新课改背景下教师专业发展的核心能力之一。在高中物理教学中,单元设计中“单元”确定的重要依据就是物理观念。

1 单元、单元设计与优质教学

单元是基于一定目标与主题所构成的教材与经

验的模块、单位,是将教学内容有机地、模块化地组织与构成的。一般分为教材单元和经验单元:以系统化的学科知识为基础而构成的是教材单元;以学习者的生活经验为基础而构成的是经验单元。教材单元是作为学科框架内的模块式学习内容来组织的;经验单元是通过师生合作或者学生个体,打破学科框架,作为学生自身经验活动的模块来计划与组织的。

单元的选择与确定本来就是构想与设计的产物。单元设计不是碎片化的知识点的传授与技能训练的安排,而是教师基于对学科内容的理解,基于学科核心素养,基于课程与教学的基本理念,以创造优质教学为目的,思考怎样描绘基于一定目标与主题而展开的探究活动叙事的设想。单元设计既是课程开发的基础单位,也是课时计划制订的依据。当前,基于整体主义的单元教学设计与基础教育课程改革中课堂教学研究的趋势所在^[2]。

单元设计中的决定性要素是基于核心素养整合各种不同的教学方略,但不管采用何种教学方略,核心素养都是其共同追求的目标。

由教育部制定和颁发的我国《普通高中物理课程标准(2017年版)》明确规定:高中物理课程是普通高中自然科学领域的一门基础性课程,旨在落实立德树人根本任务,进一步提升学生的物理学科核

心素养,为学生的终身发展奠定基础,促进人类科学事业的传承与社会的发展。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四个方面^[3]。单元设计的目标和实践指向就是学科核心素养,学科核心素养的养成也是判别优质教学的唯一标准。在高中物理学科核心素养的四个要素中,物理观念是知识的内化,是概念和规律等在头脑中的提炼与升华,在物理观念建构的过程中,离不开科学思维的培育和科学探究的学习方式,是观念建构的关键能力,而科学态度和责任是物理观念的必备品格,因此,物理观念是物理学科核心素养的基础,是物理学科核心素养的集中体现^[4]。以物理观念为基准,选择和确定单元、设计活动,是单元设计的根本。如果说深度学习是一种基于高阶科学思维的理解性学习,它着眼于批判理解、强调内容整合和真实问题解决,实现知识的建构和迁移应用、实践创新,是达成学科核心素养的重要学习方式,那么单元设计就是走向深度学习的有效途径。

2 单元设计的基础理论

从单元设计的涵义和观念为本的教学的本质来看,其理论基础是一致的,都是建构主义学习理论。

深层理解的学习目标。建构主义要求把握概念的复杂联系,广泛而灵活地迁移运用到具体情境中,而且大量涉及结构不良领域(ill-structured domains)的问题。切入知识主题或一门学科的核心思想,对此作出明确的辨别、合理的论证和推理,形成自己的见解。形成的知识是结构化的、整合的,而不是零散的、碎片化的。这样的学习目标,和单元设计的主旨相同,也与物理观念形成的指向完全一致。

学习过程要求高端思维。建构主义提倡“在问题解决中学习”,让学生就学科内容形成问题,具有对知识的好奇,然后去探究,解决认知上的冲突,而问题的设计和提出要具有思考价值、有意义,教师在这过程中提供支持和引导,提供资源和信息。这种问题是一个个的学习单元,在围绕这些问题的解决过程中,学习者深刻理解相应的概念、原理,建立良好的知识结构。在问题解决的过程中,学习者要对问题作出分析和推理,概括和综合,学习者、教师之间展开积极的互动,并进行论证、交流,批判质疑,体现了高水平的思维活动。这种问题或主题、课题的提出,就是学习单元。问题解决的过程,经历了高端思维活动和探究的体验,同时也培养了学习者的态度,是指向学科核心素养的目标的。

学习的情境性。早在 1989 年,布朗(J. S. Brown)等提出情境性学习的概念,知识是情境化的,并且在一定程度上是它所被应用于其中的活动、背景和文化的产物。还提出了一个认知学艺模型,他们主张,重新设计学习环境,以使新手能够合理地、现场地通过丰富的、建设性的方法参与真实的社会实践,从中获取他们所需的知识。美国 Vanderbilt 大学在 1992 年提出了锚式情境性教学,教师将重点置于一个宏观情境中,引导学生借助于情境中的各种资料去发现问题,形成问题,藉此让学生将一些学科的解题技巧应用到实际的问题解决中。情境学习在核心素养的培养中得到了极大的重视,特别是迁移创新、应用实践目标的达到,对于情境学习,则舍此别无他途。

沟通、合作与自主学习。建构主义认为,学习是知识的建构,是知识的生长,是新旧经验的相互作用,而不是简单的传递和接受。在建构性的学习和教学中,师生和生生之间要进行更充分的沟通和合作。同时,建构性的学习也是一种自我调节(self-regulated)的学习。在教师设计的各种任务、课题中,学习者要监视自己对知识理解的程度,判断自己的进度以及与目标的差距,不断地反思。没有自我调节的学习,沟通和交流就失去了基础,没有沟通和交流,自我调节会失去动力。而设计的主题、课题,就是单元,沟通、交流、自主是 21 世纪人们生活的重要技能,也是核心素养的构成要素^[5,6,7]。

3 单元设计的思路与模式

我们已经提出了物理观念教学的架构^[8],指出物理观念的形成没有一步登天的捷径,而是循序渐进地发展的。物理观念依赖于事实与经验、概念与规律,尤其是由此得出的核心概念,这样,在物理教学中先必须实现对知识的观念性理解,使具体物理内容的教学与对单元主题的理解和物理观念的建构联系起来,以物理观念统领内容体系,以内容体系支撑观念形成。首先,从学科高度对某一单元物理内容在学科体系中的地位、作用做出判断,确定对应的物理观念,制定单元教学的观念目标,为教学指明方向。其次,需要将单元目标转化为基本理解,是对学生在本单元学习中自我建构的认识或见解,是对学生学习结果的预期,再次,对具体知识(概念、规律、原理)进行归纳,找出其中的内在一致性,即找到核心概念,核心概念在单元学习中有突出单元主题、聚焦中心的作用,是单元学习的中心环节。最后,要明

确核心概念与物理观念的关系,要从物理观念的高度认识核心概念的物理本质,为单元的选择提供依据。

单元设计一般遵循“ADDIE”模式,即分析(Analysis)、设计(Design)、开发(Development)、实施(Implement)、评价(Evaluation)五要素。分析学习者特征、前提条件和教学内容,阐明目标。设计学习方式、教学策略、活动内容、探究环节等,形成单元计划。开发教材、教学资源,构建环境。根据设计方案实施教学,开展具体的教学实践。完成教学后对结果实行检测、判断、反思,并做好反馈修正,优化提高教学设计和教学质量。

根据以上分析,单元设计的思路可以是多种多样的。如由布鲁姆(B. Bloom)教育目标分类学引出的单元设计框架,马尔扎诺(R. J. Marzano)开发出的思维技能的分类学单元设计,建构主义单元学习设计(CLD),日本的学科教学四视点与学力三要素单元设计法,SOLO 分类理论单元设计框架^[9],等等。

我们这里简要地介绍威金斯(G. Wiggins)和麦克泰格(J. McTighe)以“理解为先”(Understanding by Design,即 UbD)框架为基础的单元设计模式。

UbD 理论认为:当教师的教学旨在使学习者理解可迁移的概念和过程时,给其提供更多机会将理解的内容应用到有意义(即真实情境)的情境时,才更可能获得长期的成就。学习者通过主动建构意义(即理解的过程)来学习和巩固所学的知识和技能,并将学习结果应用到新的情境中。

UbD 的单元教学设计采用“逆向设计”,规划先于教学。在开始时就明确预期学习结果,并且还要有学习真实发生的证据。具体的课时是在完整的单元设计背景下得以开发的。

所谓“逆向设计”就是“以终为始”,从学习结果开始的逆向思考。“为理解而教”指的是“我们是培养学生用表现展示理解的能力的指导者,而不是将自己的理解告知学生的讲述者。”逆向设计主要由三个阶段组成,如图1所示。

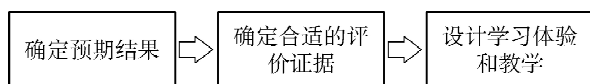


图1 逆向设计阶段图

阶段1:确定预期结果。在这一阶段主要思考教学目标,根据课程标准等文本,检验课程预期结果。学生应该知道什么,理解什么,能够做什么?什

么内容值得理解?什么是期望的持久理解?必须对内容做出选择,并明确学习内容的优先次序。

阶段2:确定合适的评估证据。逆向设计告诉我们要根据收集的评估证据(用于证实预期学习是否已完成)来思考单元或课程,这就鼓励教师和课程设计者在设计特定的单元和课程前,先要“像评估员一样思考”,即:我们如何知道学生是否已经达到了预期结果?哪些证据能够证明学生的理解和掌握程度?

阶段3:设计学习体验和教学。在这一阶段,我们必须思考几个关键问题:如果学生要有效地开展学习并获得预期结果,他们需要哪些知识(事实、概念、原理)和技能(过程、步骤、策略)?哪些活动可以使获得所需知识和技能?根据表现性目标,我们需要教哪些内容,指导学生做什么,以及如何用最恰当的方式开展教学?要完成这些目标,哪些材料和资源是最合适的?^[10]

在单元设计中,确定一种教育目标分类理论为依据,单元目标才能明确,这是关键,在具体课时设计时,要注意没有必要也不可能覆盖所有目标,目标的作用在于有针对性而不是面面俱到。

4 单元设计主题选择的依据

单元是知识结构化的重要表现,是学科课程实施的基本单位,单元的组成应是一组彼此有关联的学习内容和学习活动。是依据课程标准,围绕学科某一核心内容组织起来的,体现学科知识发展、学科思想与方法深化或认识世界的方式丰富、能够激发学生深度参与学习活动、促进学生学科核心素养发展的主题。在高中物理教学中,以物理观念为中心,以相关的核心概念为中介,选择单元设计的主题和安排活动是适切的途径。

单元设计的主题选择主要有以下几个依据:

(1) 学科课程标准。这是确定单元设计主题的首要依据,在国家学科课程标准中,有具体的全面的课程目标,整体呈现了某一学段学科课程内容及内容之间关系,并提供了学业要求、学业质量标准和课程实施建议,还有学科核心素养的水平划分等。掌握了学科课程标准,才能全局在胸,整体在握。(2) 学科教材内容。国家教材是课程标准的具体化,是经过严格审查把关的,而且是众多学科专家、学科教学专家、课程专家和一线教师的集体智慧结晶。在教材编写时,对教学内容的思想性与科学性、理论与实际、知识和技能的广度及深度、基础知识与学科发展

的新成就等关系有周到而深入的研究和考虑。这次新课改的教材,以学科大概念为核心,以知识点为纲目进行设计,按照学科知识内在逻辑,又根据学段学生的认知特征和学习规律,反映学科本质特点,精心组织,使之达到结构化、体系化、课程化。根据新课改理念,教材设置了众多栏目,这些栏目不仅表达了教材编写者对教材内容呈现方式的思考,而且为教学设计、组织教学活动、学生阅读教科书提供了支持与指导。当然教师不是简单地“教教材”,照本宣科,而是“用教材教”,实现对教材的二次开发,但也要避免轻率地改编教材,简单地批判教材和否定教材。

(3) 学生实际情况。单元设计主题的选择不是刻板的,适合学生学习才是合适的,不同地区、不同学校、不同类型、不同生源、不同环境的学生差异会十分明显,在知识基础、能力基础、身心发展、思维品质、认知结构、学习习惯、学习动机、自主能力,以及家庭条件、学习环境、社会氛围等方面差异明显,应该作出有针对性的安排。而且,不同的内容单元,学生也会有不同的先前知识,不同的动机及态度等。

(4) 物理观念的达成。根据物理观念达成的进阶(我们在论述物理观念教学架构时已有详述),分阶段确定单元。教材的章节是具有相对独立性的,但也不能机械地按章节简单地划定单元。如果要实行跨领域甚至跨学科主题组织单元,一定要慎重,要精心组织,

轻易打乱教材的组织体系会造成教学的混乱,难以把握。这种单元组合可以在复习时采用,新课教学时不适宜^[1]。在确定了单元教学观念目标之后,要对单元中的具体内容进行分析,发现核心概念并用核心概念整合单元的内容。核心概念在学习过程中,具有突出单元主题,激发学生科学思维,引领科学探究,实现科学态度和责任养成的功能,是引向物理观念的路标。在单元设计中,对核心概念的深入理解是单元学习的中心环节,是实现“观念为本”教学的根本。因此,单元不宜太小,必须考虑相对完整的结构,特别是核心概念的形成。在高中物理教学中,以物理观念作为单元设计主题确定的依据是可行的。以上四个依据,也可以作为单元设计主题选择的步骤。

5 示例与分析

我们选择高中物理必修 1 教材(教育科学出版社 2019 年版)作为例子进行分析。在这一册教材中,共有四章,按照物理观念划分单元,显然,区分成两个单元是合适的,即运动观念单元,包括第一章和第二章;相互作用观念单元,包括第三章和第四章。具体选择可按照我们确定的单元设计主题选择依据,即学科课程标准、学科教材内容、核心概念和学生实际情况分析划分单元,然后又对单元选择依据作出总体分析,如表 1 所示。

表 1 高中物理必修 1 教材的单元选择框架

《普通高中物理课程标准(2017 年版)》对应的内容	教材内容概述(教科版 2019 年版新教材)	核心概念	学生实际情况分析	单元选择依据总体分析
1.1.1 了解近代实验科学产生的背景,认识实验对物理学发展的推动作用。 1.1.2 经历质点模型的建构过程,了解质点的含义。知道将物体抽象为质点的条件,能将特定情境中的物体抽象成质点。体会建构物理模型的思维方式,认识物理模型在探索自然规律中的作用。 1.1.3 理解位移、速度和加速度。通过实验,探究匀变速直线运动的特点,能用公式、图象等方法描述匀变速直线运动,理解匀变速直线运动的规律,能运用其解决实际问题,体会科学思维中的抽象方法和物理问题研究中的极限方法。 1.1.4 通过实验,认识自由落体运动规律。结合物理学史的相关内容,认识物理实验与科学推理在物理学研究中的作用	必修 1 第一章: 1. 参考系 时间 质点 2. 位置 位移 3. 位置变化的快慢与方向——速度 4. 实验:用打点计时器测量小车的速度 5. 速度变化的快慢与方向——加速度 必修 1 第二章: 1. 匀变速直线运动的研究 2. 匀变速直线运动速度与时间的关系 3. 匀变速直线运动位移与时间的关系 4. 匀变速直线运动规律的应用 5. 自由落体运动	机械运动与物理模型(运动观念)	这是刚进入高中物理学习的起始内容,学生要完成从初中物理学习到高中物理学习的转化,这种转化包括认知方式,物理学研究的内容、方法,也包括学生的心理转变,学习习惯和学习方法的转变。 高中新入学的学生初中已学习了运动的基本概念,对运动规律已有基本的掌握,但对模型的建构尚缺乏能力,特别是对位移、速度、加速度的矢量性的理解和加速度的建立是难点。匀变速直线运动是在初中学习匀速直线运动基础上的拓展,但涉及到加速度,也会有一定的难度。抽象思维能力和科学推理能力也比较弱	这两章的内容,具有内在的相关性,如果单元选择的依据确定在学科核心素养的其他方面,单元选择不方便。如科学思维、科学探究、科学态度与责任,都不容易作为判据来选择。依据物理观念,就可以很清晰地确定,第一章和第二章是一个物理观念,与第三章和第四章明确区分,不会混淆或交叉。并且其核心概念也很清楚,与后续内容的相同物理观念又有学习进阶的关系

续 表

《普通高中物理课程标准(2017年版)》对应的内容	教材内容概述(教科版2019年版新教材)	核心概念	学生实际情况分析	单元选择依据总体分析
1.2.1 认识重力、弹力与摩擦力。通过实验,了解胡克定律。知道滑动摩擦和静摩擦现象,能用动摩擦因数计算滑动摩擦力的大小。 1.2.2 通过实验,了解力的合成与分解,知道矢量和标量。能用共点力的平衡条件分析生产生活中的问题。 1.2.3 通过实验,探究物体运动的加速度与物体受力、物体质量的关系。理解牛顿运动定律,能用牛顿运动定律解释生产生活中的有关现象、解决有关问题。通过实验,认识超重和失重现象。 1.2.4 知道国际单位制中的力学物理量单位。了解单位制在物理学中的重要意义	必修1第三章: 1. 力 重力 2. 弹力 3. 摩擦力 4. 力的合成 5. 力的分解 6. 共点力作用下物体的平衡 必修1第四章: 1. 牛顿第一定律 2. 探究加速度与力、质量的关系 3. 牛顿第二定律 4. 力学单位制 5. 牛顿第三定律 6. 牛顿运动定律的应用 7. 超重与失重	相互作用与运动定律(相互作用观念)	学生在初中已学过力,但对力的具体计算,尤其是对力的矢量性的认识是新的,而且比较困难,其中摩擦力又是一个难点。 力对物体的作用效果是力学中的重点也是难点。 牛顿运动三定律是整个经典力学的基础,非常重要,而牛顿三定律又各有不同的理解中及应用中的难点。 国际单位制是一个重要的知识点。 这一部分内容主要是力、相互作用和运动定律,是物理学中相互作用观念建立的基础内容,也是核心内容	这两章内容是紧密相关的,具有内在的逻辑一致性。没有各种力及相互作用原理,运动定律就无法建立,而运动定律的建立,将力和相互作用统一起来了,因此,这两章之间是不可分割的。这两章成为一个单元,对学生理解力和相互作用,进而理解牛顿运动定律构成了一个完整的整体,这也充分体现了单元设计的优越性和重要性。 这两章共同构成了高中物理中的相互作用观念的力学部分内容,是后续相互作用物理观念形成的基础,体现了学习进阶的研究成果

从上述单元选定的情况看,单元不一定与章对应,由于这次我国新颁布的课标与新课改教材编制之间的一致性程度比较高,尤其值得重视的是,新课标和新教材已经充分地关注了核心概念,也表明对目前国际上科学教育改革的最新进展——大概念和学习进阶研究成果的具体体现^[12]。

单元划分的依据即本文第四部分所述,在高中物理教学中最关键的依据是物理观念,从上述单元主题的划分已经可以清楚地表明单元主题选定的具体方式和方法。

6 结束语

以单元作为站位,我们才可能从整体上去认识教学,我们的目标才会真正落到培养学生的关键能力、必备品格上去。当然,单元选定后,在单元设计中,还要设计单元目标、评价任务、设计学习活动,检测与反思,相关内容我们将会在后边的论文中详细阐述。

学科观念是发展学生学科核心素养之关键,是理解学科之根本,因此,在高中物理教学中抓住了物理观念,以物理观念作为物理教学的主线,也就抓住了发展学生物理学科核心素养的关键,理解物理学科的根本,是走向物理学科实践的正途,这是信息时代物理学科教育的必然诉求,是实现学科创造的不

二法门。以此作为划分单元的依据,是最适切的选择。

参考文献

- [1] 钟启泉.单元设计:撬动课堂转型的一个支点[J].教育发展研究,2015(24):1—5.
- [2] 王海青.论整体主义教学[J].全球教育展望,2019,48(4):34—44.
- [3] 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准(2017年版)[S].北京:高等教育出版社,2018:1—4.
- [4] 廖伯琴.普通高中物理课程标准(2017年版)解读[M].北京:高等教育出版社,2018:49—59.
- [5] 陈琦,张建伟.建构主义与教学改革[J].教育研究与实验,1998(3):46—50.
- [6] 张建伟,陈琦.简论建构性学习和教学[J].教育研究,1999(5):6—10.
- [7] 莱斯利·P·斯特弗,杰里·盖尔.教育中的建构主义[M].高文等译.上海:华东师范大学出版社,2002:209—220.
- [8] 蔡铁权,郑瑶.物理观念的内涵、层次与架构[J].物理教学,2019,41(6):2—6.
- [9] 盛群力.21世纪教育目标新分类[M].杭州:浙江教育出版社,2008:70—136.
- [10] 格兰特·威金斯,杰伊·麦克泰格.追求理解的教学设计(第二版)[M].闫寒冰译.上海:华东师范大学出版社,2017:18—35.
- [11] 刘月霞,郭华.深度学习:走向核心素养[M].北京:教育科学出版社,2018:71—81.
- [12] 王磊,黄鸣春.科学教育的新兴领域:学习进阶研究[J].课程·教材·教法,2014,34(1):112—118.