



# 课程标准与教材修订(二)

## ——如何在教材中凸显对学生学科核心素养的培养

廖伯琴

西南大学科学教育研究中心,重庆 400715

**摘要:**文章介绍了在《普通高中物理课程标准(2017 年版)》中提出的物理学科核心素养,解读了“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个维度核心素养的内涵。通过对教材中“绪论”“学业质量要求”以及“素养提升”栏目等样例的分析,展示了修订版教材中如何凸显对物理学科核心素养的培养,由此引导学习者理解教材内容中的育人内涵。

**关键词:**课程标准;学科核心素养;物理教材

中图分类号:G633.7

文献标识码:A

文章编号:1003-6148(2020)2-0001-5

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强调研制学生发展核心素养体系和学业质量标准,指出应根据学生的成长规律和社会对人才的需求,回答“培养什么人、怎样培养人”的问题<sup>[1]</sup>。《中国学生发展核心素养》从文化基础、自主发展、社会参与三个方面提炼了中国学生发展核心素养,综合体现为人文底蕴、科学精神、学会学习、健康生活、责任担当、实践创新六大要素(图 1)<sup>[2]</sup>。

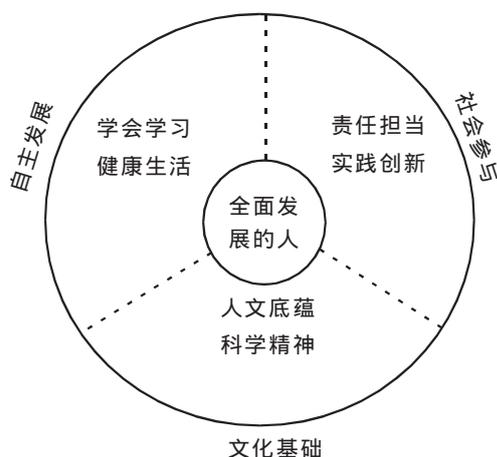


图 1 中国学生发展核心素养结构图

为了全面深化课程改革落实立德树人根本任务,教育部于 2014 年启动了对普通高中课程标准的修订,其中主要的修订任务是提炼各学科的学科核心素养。下面就《普通高中物理课程标准(2017 年版)》(以下简称 2017 年版课标)中提炼的物理学

科核心素养及其如何在教材中凸显的考虑等进行探讨。

### 1 物理学科核心素养是什么

在 2003 年颁布的《普通高中物理课程标准(实验)》(以下简称实验版课标)中,提出“知识与技能”“过程与方法”“情感、态度与价值观”三维课程目标,这对学生的全面发展发挥了一定的作用。不过,在实验版课标中指向比较明确的是要求学生做什么,如,在课程总目标中要求学生“学习”“了解”“关注”“认识”“发展”等,在“知识与技能”“过程与方法”“情感、态度与价值观”分维度目标中,指向比较明确的还是要求学生做什么,至于学生为什么要做这些,对学生成长有什么意义,则提炼不够。学习物理课程的目的是什么,学习物理对学生的发展有怎样的影响,在 2017 年版课标中对这些问题有了进一步的探索。基于对物理学科内涵的探索,经过国际比较、国内调研、反复讨论等,普通高中物理课程标准修订组提炼出高中物理学科核心素养,这是物理学科育人价值的集中体现,是学生通过物理学科学习而逐步形成的正确价值观念、必备品格和关键能力。物理学科核心素养主要包含“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面<sup>[3]</sup>。

“物理观念”是从物理学视角形成的关于物质、运动与相互作用、能量等的基本认识;是物理概念和规律等在头脑中的提炼与升华;是从物理学

基金项目:本文为教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“基于‘互联网+’的民族地区科学普及研究”(批准号:16JJD880034)的研究成果。

视角解释自然现象和解决实际问题的基础,主要包括物质观念、运动与相互作用观念、能量观念等要素。“物理观念”与物理知识紧密相关,但又不等同于物理知识,是从物理视角理解世界的自然观,是比物理知识更上位的物理学科核心素养。

“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方式;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格。主要包括模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等要素。具有科学思维品质的人能通过建模、推理、论证及创新等分析问题与解决问题。

“科学探究”是指基于观察和实验提出物理问题、形成猜想和假设、设计实验与制订方案、获取和处理信息、基于证据得出结论并作出解释,以及对科学探究过程和结果进行交流、评估、反思的能力,主要包括问题、证据、解释、交流等要素。物理学是一门与实验紧密联系的学科,具有科学探究素养的人,能通过实验等获取证据、解决问题。

“科学态度与责任”是指在认识科学本质,认识科学·技术·社会·环境关系的基础上,逐渐形成的探索自然的内在动力,严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度,以及遵守道德规范,保护环境并推动可持续发展的责任感,主要包括科学本质、科学态度、社会责任等要素。具有这方面物理学科核心素养的人,有物理学的人文情怀,有使命感与责任感<sup>[4]</sup>。

依据实验版课标编写的实验版教材注重对“知识与技能”“过程与方法”“情感、态度与价值观”三维课程目标的体现,而依据2017年版课标编写的修订版教材具有更高的定位,更加注重体现物理教材的育人功能。物理学是什么?为什么要学这些内容?对这些问题的深入思考,使教材能更好地体现三维课程目标的内涵,能更有效地促进学生物理学科核心素养的达成。

## 2 教材中凸显学科核心素养培养的案例

### 2.1 案例1:关于绪论的设计

修订版教材的绪论“撩开物理学的神秘面纱”,由四个主题“源自然之问”“探万物之秘”“采科学之益”“启智慧之迪”构成<sup>[5]</sup>,旨在从高定位、有针对性的视角引导学生认识什么是物理学。

如,在“源自然之问”中,展示了人们探索神奇自然的案例。天体为何能周而复始地运动,地面物体“飞”得再高,为何总是在空中“画出”弧线后落回地面(图2),对这些神奇的现象可从物理学视角用万有引力定律进行解释。其实,这种解释便是一种物理自然观的表现。再如,电闪雷鸣和梳子吸纸屑,一种“惊天动地”,一种“悄无声息”,看似无关的现象,也可从物理学(静电)的视角进行解释。这也是物理自然观的表现。

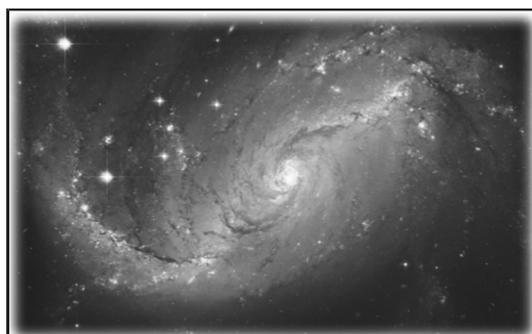


图2 绪论案例:为什么天体能周而复始地运动?  
为什么“飞”得再高也要落回地面?

在“探万物之秘”中,强调探索自然是人类的天性。“仰观吐曜,俯察含章”,是最朴素的探索自然的方法。从伽利略、牛顿到玻尔、爱因斯坦等,这些伟大的物理学家为人类建筑了物理学的“大厦”,引导人们不断探索大自然的秘密,由此逐渐形成了一系列科学思维模式及科学探究方法。

在“采科学之益”中,从“科学态度与责任”视角,展示了物理学的社会功能。当物理技术应用让人类实现“飞天”梦,使人类相继进入大工业机械时代、电气时代和信息时代的同时,也带来值得反思的社会问题。

在“启智慧之迪”中,则将物理学从繁难、高冷拉回到身边,让学生意识到在他们的衣食住行中,在他们生活的环境里,物理现象无处不在(图3)。



图 3 绪论案例:向热水吹气使其降温——生活中的物理问题

绪论的目的在于引导学生走进物理学的神奇,了解物理学的探索历程及研究方法,让学生意识到物理学是一项激动人心的科学探险活动,是技术进步最重要的基础,对社会发展和人类生活改善产生了不可估量的影响。

### 2.2 案例 2:关于“本章学业要求”的设计

2017 版课标对学生的学业质量及相关水平提出了要求。这是教师进行教学设计、考试评价的重要依据,对学生的学科核心素养达成有促进作用。目前,高中物理学业质量分五级水平,其中,水平 2 是高中毕业生应达到的合格要求,是学业水平合格性考试的命题依据;水平 4 是用于高等院校招生录取的学业水平等级性考试的命题依据。

那么,如何在教材中凸显物理课程的育人功能呢?在实验版教材中,曾在每章首页的“本章要

求”中列出实验版课标的内容要求条目,期望引起大家对课标的关注。然而这种以课标原文呈现的方式缺少对每章要求的内化及提炼,缺少对每章教材内容的育人内涵的凸显。而修订版教材则在每章首页设计了“本章学业要求”。这是根据 2017 版课标中的物理学科核心素养、课程内容、学业质量水平,并综合考虑本章教材内容的育人内涵,通过内化后提炼出的。这是学生学习本章内容后应形成的学习结果,是对学生的物理学科核心素养相关表现的描述。

例如,在必修 1 第五章《牛顿运动定律》的首页,不仅有节名,而且有第五章的“本章学业要求”<sup>[6]</sup>。此章学业要求是结合牛顿运动定律,参考 2017 版课标的学业要求提出的。从表 1 可见,在“物理观念”维度,要求学生“能理解牛顿运动定律的内涵,能分析超重和失重现象,知道单位制的意义及国际单位制中的力学单位;能用牛顿运动定律解释生产生活中的相关现象、解决一些相关的实际问题。具有与牛顿运动定律相关的运动与相互作用观念。”从具体描述可见,在此章牛顿运动定律是核心,至于超重和失重等仅是运用牛顿运动定律解释的现象,因此教学重点应在牛顿运动定律。这强调了牛顿运动定律的学习对学生相关自然观的培养。

表 1 必修 1 第 5 章的“本章学业要求”

第 5 章 牛顿运动定律	
物理观念	能理解牛顿运动定律的内涵,能分析超重和失重现象,知道单位制的意义及国际单位制中的力学单位;能用牛顿运动定律解释生产生活中的相关现象、解决一些相关的实际问题。具有与牛顿运动定律相关的运动与相互作用观念。
科学思维	能领悟理想实验的科学推理方法及其意义;能对动力学问题进行分析和推理,获得结论;能用牛顿运动定律相关的证据表达自己的观点;能从不同角度解决动力学问题,具有质疑和创新的意识。
科学探究	能完成“探究加速度与力、质量的关系”等物理实验。能从生活中的现象提出可探究的物理问题;能在他人帮助下制订科学探究方案,有控制变量的意识,会使用实验器材获取数据;能根据数据形成结论,会分析导致实验误差的原因;能参考教材撰写有一定要求的实验报告,在报告中能对实验操作提出问题并进行讨论,能用学过的物理术语等交流科学探究过程和结果。
科学态度与责任	通过与伽利略、牛顿相关的史实,能认识物理学研究是不断完善的;乐于将牛顿运动定律应用于日常生活实际;能认识牛顿运动定律的应用对人类文明进步的推动作用。

在“科学思维”维度,要求学生“能领悟理想实验的科学推理方法及其意义;能对动力学问题进行分析和推理,获得结论;能与牛顿运动定律相关的证据表达自己的观点;能从不同角度解决动力学问题,具有质疑和创新的意识。”这强调了牛顿运动定律的学习对学生模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新思维的培养。

在“科学探究”维度,要求学生“能完成‘探究加速度与力、质量的关系’等物理实验。能从生活中的现象提出可探究的物理问题;能在他人帮助下制订科学探究方案,有控制变量的意识,会使用实验器材获取数据;能根据数据形成结论,会分析导致实验误差的原因;能参考教材撰写有一定要求的实验报告,在报告中能对实验操作提出问题并进行讨论,能用学过的物理术语等交流科学探究过程和结果。”这强调了通过完成“探究加速度与力、质量的关系”等物理实验,对学生关于问题、证据、解释、交流等能力的培养。

在“科学态度与责任”维度,要求学生“通过与伽利略、牛顿相关的史实,能认识物理学研究是不断完善的;乐于将牛顿运动定律应用于日常生活实际;能认识牛顿运动定律的应用对人类文明进步的推动作用。”这强调了牛顿运动定律的学习对学生在科学本质、科学态度、社会责任等方面的培养。

这样的设计不仅让师生知道应学习什么内容,而且清楚为什么要学这些内容,能更有效地培养学生的物理学科核心素养,引导广大师生领悟物理内容与物理学科核心素养、学业质量要求的关联,引导教学方式与学习方式的变革。

并且,为了加强可操作性与可评价性,在修订版教材每个单元的“单元自我检测”中,不仅特意设计了检测题目,而且设计了“单元自我评价”,引导学生回顾相关章的学业要求和所学内容,结合单元检测和平时学习情况进行自我评价,反思学会了什么、存在什么问题及今后的努力方向。

### 2.3 案例3:关于“素养提升”栏目的设计

修订版教材不仅通过“本章学业要求”凸显教材的育人功能,而且还特别设计了“素养提升”栏目,以此促进学生在“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”等方面的物理学科核心素养的提升。如前所述,每章皆提炼出“本章学业要求”,这是学生学习该章的总体要求。为了引导学习者更加明确学习这些物理内容背后

的内涵,该套教材在每章教材内容中,若有针对性强调本章学业要求的,则结合教材内容要求,用“素养提升”栏目特别列出学习这些内容的意义(若综合体现本章学业要求的,则不再一一列出)。

例如,在必修1第5章中的“本章学业要求”,分别从“物理观念”“科学思维”“科学探究”“科学态度与责任”四个方面列出了学习本章的目的,接下来在本章后面的教材内容中,以“素养提升”栏目再次以画龙点睛的方式对所学相关内容的意义进一步凝练,以便促进学生物理核心素养的提升。在该章第一节《牛顿第一定律》中,通过段标“力与运动的关系”,让学生了解亚里士多德的观点、伽利略的理想实验以及笛卡儿的观点等史实,通过“匀速直线运动的演示”实验,进一步感受力与运动的关系。那么,学生学习这些内容对其素养提升有怎样的意义呢?教材通过“素养提升”栏目,点出了教材中这些内容的育人功能(图4)<sup>[7]</sup>。即在“科学思维”的培养方面,让学生“能领悟理想实验的科学推理方法及其意义;能从不同角度解决动力学问题,具有质疑和创新的意识。”在“科学态度与责任”的培养方面,让学生“通过与伽利略、牛顿相关的史实,能认识物理学研究是不断完善的。”



图4 第5章第1节的“素养提升”案例

又如,在该章第2节《科学探究:加速度与力、质量的关系》中,设计了“素养提升”栏目,特别强调做该实验的育人功能(图5)<sup>[8]</sup>。“能从生活中的现象提出可探究的物理问题;能在他人帮助下制订科学探究方案,有控制变量的意识,会使用实验器材获取数据;能根据数据形成结论,会分析导致实验误差的原因;能参考教材撰写有一

定要求的实验报告,在报告中能对实验操作提出问题并讨论,能用学过的物理术语等交流科学探究过程和结果。注意提升实验设计能力与科学推理能力。”

<p>(2) 利用以上数据,在坐标纸上作出 <math>m</math> 不变时的 <math>a-F</math> 图像,并探究当 <math>F</math> 不变时,不同质量的物体对应的加速度的变化情况。</p> <p><b>实验结论</b> 分析数据及图像,你得到的结论是:</p> <p>(1) 对同一物体,当 <math>m</math> 不变时, <math>a</math> 与 <math>F</math> 的关系是 _____。</p> <p>(2) 对不同物体,当 <math>F</math> 不变时, <math>a</math> 与 <math>m</math> 的关系是 _____。</p> <p><b>讨论</b></p> <p>(1) 本实验产生误差的主要原因是什么?</p> <p>(2) 与同学讨论,为何在该实验中要垫高木板一端?为何所挂重物的质量要远小于小车质量?(若暂时没有结论,待学习完下一节内容后再进一步研究)</p> <p>(3) 对探究方案有何改进建议?你还有其他设计方案吗?</p>	<p><b>素养提升</b></p> <p>能从生活中的现象提出可探究的物理问题;能在他人帮助下制订科学探究方案,有控制变量的意识,会使用仪器获取数据;能根据数据形成结论,会分析导致实验误差的原因;能参考教科书的撰写有一定要求的实验报告,在报告中能对实验操作提出问题并讨论,能用学过的物理术语等交流科学探究过程和结果。</p> <p>注意提升实验设计能力与科学推理能力。</p> <p>——科学探究</p>
--	---

图 5 第 5 章第 2 节的“素养提升”案例

再如,在该章的最后一节《超重与失重》(如图 6)<sup>[9]</sup>,通过弹簧演示实验和游乐场乘坐游乐设施等情境引出与超重和失重相关的神奇现象,再运用牛顿运动定律进行分析解释。如,首先是演示实验:使挂着重物的测力计突然向上做加速运动,测力计示数会变大,然后,运用牛顿运动定律推导出弹簧拉力大于其重力的数学关系式,由此定义“物理学中把物体对悬挂物的拉力(或对支持物的压力)大于物体所受重力的现象称为超重(overweight)现象”。接着,再次运用牛顿运动定律推导出加速下降的升降机中的人所受座椅支持力小于人重力的数学关系式,并由此定义“物理学中把物体对悬挂物的拉力(或对支持物的压力)小于物体所受重力的现象称为失重(weightlessness)现象。”在超重与失重内容学习结束后,特别设计了一个“素养提升”栏目,点出学习超重与失重对学生物理观念形成的意义:“能理解牛顿运动定律的内涵,能分析超重和失重现象,知道单位制的意义及国际单位制中的力学单位;能用牛顿运动定律解释生产生活中的相关现象、解决一些相关的实际问题。具有与牛顿运动定律相关的运动与相互作用观念。”由此引导学习者认识到,在超重与失重的学习中,理解牛顿运动定律的内涵是关键点,而超重与失重只是运用牛顿运动定律解释的相关现象而已。

<p><b>2.失重现象</b></p> <p>在游乐场的升降机中,若我们以乘坐升降机的人为研究对象,人受到重力 <math>G</math> 和座椅在竖直方向的支持力 <math>N</math> 的作用,如图 5-26 所示。当升降机竖直向下加速时,加速度的方向竖直向下。取竖直向下为正方向,根据牛顿第二定律可得</p> $G - N = ma$ <p>所以 <math>N = G - ma = m(g - a) &lt; G</math></p> <p>根据牛顿第三定律,人对座椅的压力大小等于 <math>N</math>。可见,当物体竖直向下加速时,人对座椅的压力小于人所受的重力。</p> <p>物理学中把物体对悬挂物的拉力(或对支持物的压力)小于物体所受重力的现象称为失重(weightlessness)现象。人们乘电梯加速下降时,就处于失重状态。若竖直向下的加速度大小正好等于重力加速度 <math>g</math>,人对座椅的压力 <math>N = 0</math>,这称为完全失重现象。我们在游乐场乘坐升降机做自由落体运动时,就处于完全失重状态。</p>	 <p>图 5-26 乘坐升降机的人的受力分析示意图</p> <p><b>素养提升</b></p> <p>能理解牛顿运动定律的内涵,能分析超重和失重现象,知道单位制的意义及国际单位制中的力学单位;能用牛顿运动定律解释生产生活中的相关现象、解决一些相关的实际问题。具有与牛顿运动定律相关的运动与相互作用观念。</p> <p>——物理观念</p>
---	--

图 6 第 5 章第 5 节的“素养提升”案例

以上仅列举了一些凸显教材内容育人功能的案例。事实上,类似这样的内容设计、实验设计或栏目设计等,贯穿全套教材。这样的提炼与凸显,旨在能让物理学习者不仅会解题或者记住一些概念、公式等,而且能通过物理内容的学习,形成一定的物理自然观,具有一定的科学思维能力和科学探究能力,具有科学态度与责任感。

参考文献:

[1]中华人民共和国教育部.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.教基二〔2014〕4号(2014-03-30).[http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/fjcj\\_kcjcgh/201404/t20140408\\_167226.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/fjcj_kcjcgh/201404/t20140408_167226.html).

[2]中国教育新闻网.中国教育报.中国学生发展核心素养研究成果正式发布(2016-09-14).[http://www.jyb.cn/china/gnxw/201609/t20160914\\_673089.html](http://www.jyb.cn/china/gnxw/201609/t20160914_673089.html).

[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:人民教育出版社,2018:4-5.

[4]廖伯琴.以学生发展为本改进普通高中物理课程——《普通高中物理课程标准(2017年版)》解读[J].人民教育,2018,787(10):47-50.

[5]廖伯琴.普通高中教科书《物理》必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:1.

[6]廖伯琴.普通高中教科书《物理》必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:108.

[7]廖伯琴.普通高中教科书《物理》必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:110.

[8]廖伯琴.普通高中教科书《物理》必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:115.

[9]廖伯琴.普通高中教科书《物理》必修第一册[M].济南:山东科学技术出版社,2019:130.

(栏目编辑 廖伯琴)