

论大学物理专业知识教学与思政教育的协同性

付召明 刘应开

(云南师范大学物理与电子信息学院, 云南 昆明 650500)

摘 要 物理专业的课程思政创新已受到广大教师的关注,但由于理科课程的自身特点,教师在融入课程思政时往往因方式欠妥而给人以“违和感”。本文分析了产生这一问题背后的深层原因,并结合教学实践和具体教学案例,对物理学专业的课程思政提出了若干建议。这些建议对更好地在物理课堂上开展思政教育具有一定的意义和价值。

关键词 课程思政;物理教学;思政元素

STUDY ON THE SYNERGY BETWEEN PROFESSIONAL KNOWLEDGE TEACHING OF UNIVERSITY PHYSICS AND IDEOLOGICAL AND POLITICAL EDUCATION

FU Zhaoming LIU Yingkai

(College of Physics and Electronic Information, Yunnan Normal University, Kunming, Yunnan 650500)

Abstract The innovation of course ideology and politics in physics majors has attracted the attention of teachers. However, it often gives people a “sense of disobedience” that teachers integrate into course ideology and politics, which is due to the characteristics of science course as well as improper teaching methods. This paper analyzes the deep reasons resulting in this problem, and proposes some suggestions combined with teaching practice and specific teaching cases for physics class. These suggestions are significant for better carrying out ideological and political education in physics class.

Key words course ideology and politics; physics teaching; elements of ideology and politics

大学物理课堂如何开展思政教育这一问题已广受高校教师的关注^[1-3]。但与此同时,笔者也注意到当前物理课程思政中存在着一些不足之处。其中最为突出的是:物理课堂中由于融入思政的方式和方法不妥而导致的“生硬感”和“违和感”。这种现象具有普遍性,而非个案。习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出要“使各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应。”^[4]强调了专业课教学与思政课教学之间的协同性。对于专业课的课程思政建设而言,同一门课中专业知识教学与思想政治教育之间也应该做到彼此协同,而不是牵强附会。否则就会给人以

“为思政而思政”的不协调感。因此,如何做到二者之间的协同是值得深入研究和探索的问题。本文将深入分析物理课程思政教学设计中产生“违和感”这一现象的成因,并针对性地提出相应的解决方案和建议,以期能够使思政教育真正做到“随风潜入夜,润物细无声”的效果。

近年来广大理科教师对课堂思政的研究^[5-10]有力地推动了理科教学中的课程思政建设。对于物理学专业而言,被提及最多、关注最广的融入思政方式有:(1)通过讲述物理学史,以融入与人类思想进步有关的思政元素;(2)通过回顾物理学家的精神、事迹,以融入科学精神和思想品德教育;

收稿日期:2022-05-25

作者简介:付召明,男,教授,主要从事凝聚态理论与材料模拟研究,fuzhm1979@163.com。

引文格式:付召明,刘应开.论大学物理专业知识教学与思政教育的协同性[J].物理与工程,2023,33(6):48-53.

Cite this article: FU Z M, LIU Y K. Study on the synergy between professional knowledge teaching of university physics and ideological and political education[J]. Physics and Engineering, 2023, 33(6): 48-53. (in Chinese)

(3)通过揭示物理学规律中所包含的自然哲学,以融入辩证唯物主义思想;(4)通过强调我国在科技领域中的重大成果和突破,以融入爱国主义情怀。仔细考察以上融入思政元素的方式时,不难发现这些方式的共性特征是:在“自然科学”的课堂中融入与之相关的“社会科学”和“人文科学”,并以此为载体进行课程思政教育。具体而言,我们把历史学替换成物理学史,把社会科学中的人文精神替换为物理学家的人文精神和科学情怀,把广义的哲学替换成了物理中的自然哲学,把国家全面发展进步的成就浓缩到科技进步的贡献和决定性因素上来。这种替换反映了文理学科相通性的一面,作为融入课程思政的方式是有积极意义的。但物理学作为一门数理科学,在教学中有其自身的学科属性和教学法特征,有别于文科课堂教学。因此,不应该机械地去利用上述教学方法,而应该是灵活地、创造性地应用这些方法。以期使融入的思政元素与物理知识相融交汇,相辅相成,浑然一体。这是提升理科课程思政的品质,实现习近平总书记所说的“协同效应”的关键所在。否则,就会导致思政元素与教学内容的割裂和脱节,给人以不协调感。下面我们将结合具体教学案例剖析产生不协调感的可能原因。

1 物理课程思政教学设计中导致“违和感”的若干因素

1.1 课程思政内容选材不当导致与专业知识的教学脱钩

为了在理科课堂开展课程思政,教师需选取一个承载思政元素的载体,然后建立这个载体与课堂教学之间的关系。但是,在实际课堂中存在较为普遍的问题是:思政元素的载体与专业知识的教学内容之间关系不够紧密,甚至是脱钩。给人以机械地“生硬填塞”的感觉,没有做到有机地融入。例如:在讲“电磁感应定律”时,为了引入课程思政,有的教师在讲完专业内容之后,专门补充了法拉第颇具励志色彩的个人小传。诚然,这些物理学家的励志故事和为科学献身的精神的确是含有积极的、正能量的思政元素,但教师并没有挖掘出这段励志传记与“电磁感应定律”这一具体专业知识之间的内在联系,而唯一的联系就是:电磁感应定律的发现者是法拉第。在物理教学中融入课程思政时,类似的现象和情况非常普遍,这种思

政元素的载体与专业知识教学内容脱节是造成融入思政时给人以“违和感”的重要原因。

1.2 对物理学史挖掘不深而导致物理学史所承载的思政元素不够明确

物理学史是思政元素的有效载体。但如果教师在讲述物理学史时,只是对物理学的历史事件进行机械地罗列,而没有进行深入的挖掘、反思和解读,那么将很难展示出物理学史中所蕴藏的思政元素。事实上,物理学史绝不仅仅是一段科学发现的历史,它背后蕴藏着人文的精神和时代价值取向,还往往与社会的变革,生产力的发展等都有密切的关系。教师须通过对物理学史进行深度解读和分析才能挖掘出深刻而有价值的思政元素。以量子力学中黑体辐射的教学为例,十九世纪末人类对黑体辐射产生了极大的研究兴趣,这其实与当时西方国家进入了工业化、机械化时代这一社会变革有着密切的关系。由于各种机器的制造都离不开金属热加工和铸造,而在当时,金属热加工和铸造时对温度(即所谓的“火候”)的把控完全是靠有经验的工人根据烧铸时金属的颜色来决定的。金属加热会呈现红色,即发出红光,而各种不同红色(炽红,鲜红,暗红……)之间的微妙差别只有经验丰富的工人才能区别。为了能够形成一套标准化的判定方案,人们开始关注物体的温度与它所辐射的光的频率(即光的颜色)之间的关系,而这正是黑体辐射的核心问题。对黑体辐射问题进行如此的解读,会让学生很自然地体会到科学研究与生产力发展之间的辩证关系,正如恩格斯的名言:“社会一旦有技术上的需要,则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”相反,如果在教学课堂上教师仅仅是机械地罗列历史上不同科学家对黑体辐射的研究成果及其不足之处,那么将很难展示出意义鲜明的思政元素来。

深挖物理学史还意味着教师要重视原始文献和原始著作,从这些原始文献和原始著作中不仅可以窥探到最“原汁原味”的物理思想和物理观念(这一点与思政教育的关系见本文2.4小节),而且还可以洞察出物理前辈从事该项研究的原初动机。笔者认为物理学家最初的探索和思考更能体现出认识论的一般规律,物理学家研究某一问题的原始动机则能够给我们呈现出一幅更为宏大的视图,让我们看清该科学问题的时代性和它在整个人类历史、科学史中的地位 and 角色,从而将我们学到的零碎的物理知识汇总成一个链条,汇编成

一个故事。而这些链条和故事不仅对我们驾驭物理知识本身是有益的,而且对我们开展思政教育也是大有裨益的。相反,在教科书上的知识往往是后人不断完善,不断加工后的“完美”结果,这使得学生很难从中看出在科学发现中那些朴素的想法和构思,从而使科学家身上所具有的人文的、思想性的思政要素被掩盖。这里以《热学》中卡诺定理一节的课堂教学为例。教师常常会介绍法国科学家卡诺天才而又短暂的一生,以及他为研究热机效率而提出卡诺定理。但在卡诺的原始论文《关于火的动力及适于发展这一动力的机器的思考》中,我们却能窥见到一些耳目一新的内容。卡诺的论文发表于拿破仑带领的法国军队遭遇滑铁卢惨败后的第九年,英法之间的冲突依然存在,在这样的历史背景下,这篇提出卡诺定理的著名论文写得充满了战斗色彩。在论文的引言中,身为法国人的卡诺指出:英国的军队并不强于法国军队,只是其战船比法国强,而战船之所以强于法国是由于战船所用的蒸汽机比法国强。而这正是卡诺研究热机效率的动机。卡诺的论文能够让学生体会到“科教兴国”的重要性。这样的顺其自然的思政渗透是以深挖物理学史,深挖原始文献为基础的。相反,如果仅仅是对物理史实的简单罗列,就很难起到好的思政教育的效果。

1.3 融入的思政内容不能很好地反哺专业知识教学

课程的专业知识是课堂讲授的重点,课程专业知识的教学与课程思政教育的协同性还应该体现在思政内容对专业知识教学的反哺上。尤其是在当前不断压缩专业主干课教学课时的背景下,在有限的课堂时间内,不容许教师过多地补充和扩展与专业知识关联性不强的内容。因此,如果我们的课程思政不能够“反哺”专业知识教学,则在有限课时下,课堂教学的效率就不能得到很好的保障。这里以笔者之一的亲身体会举一实例,在量子力学课堂上讲物质粒子的波粒二象性时,笔者也常常会在课堂穿插量子力学诞生那段波澜壮阔的历史,其中不乏包含诸多有积极意义的思政元素。但令笔者心存疑虑的是:这些精彩的物理学史和思政元素的融入对化解“波粒二象性”概念的晦涩,解除学生对“量子化”观念的疑惑究竟能起到多大程度的作用。一个明显的事实是:学生不可能仅靠看量子论的物理学史而真正学懂量子力学。再比如,在量子力学微扰论的教

学中,有些教师把无微扰的哈密顿量比作哲学中的主要矛盾,而把微扰部分的哈密顿量比作哲学中的次要矛盾,从而提炼出在工作生活中要先抓住主要矛盾,再解决次要矛盾的处事观点。这种将辩证法融入物理课堂的做法是值得肯定和赞赏的,但这是否有利于学生真正吃透量子力学中微扰论的核心思想,是否能够反哺专业知识教学却犹未可知。教学内容的知识性、思政性和趣味性三者对于课堂而言都是重要的,但必须让三者有机地、深度地融合为一体,而不是彼此割裂。

2 如何让课程思政与专业知识浑然一体,避免“违和感”

本部分提出了克服融入课程思政时产生“违和感”的两条基本原则:其一是在开展课程思政时要做到“自然过渡,有机融入”。其二是从专业知识本身去挖掘思政元素。

2.1 注重思政内容与专业知识教学之间的关联,做到恰当选材,自然融入

仍以电磁感应定律的教学为例,在上,教师通过补充物理学家法拉第的励志经历以实现思政教育的融入。我们已经指出述前案例中可能的“违和感”,其问题正是在于教师在物理学史的选材上以及与专业知识教学的衔接上都不恰当,不能做到自然、有机地融入。下面仍以本节课为例展示如何做到“自然过渡,有机融入”。

1823年 Colladon 做了如图1所示的实验,该实验与现在教科书中的电磁感应实验非常接近,即用一根条形磁铁插入或拔出闭合螺线管,并借助奥斯特所提出的电流的磁效应来判断是否产生感应电流(如图1右侧所示)。但是 Colladon 担心条形磁铁本身的磁性会影响到灵敏的小磁针,于是把小磁针置于另一个房间,通过墙壁上的小洞将导线引入该房间(见图1)。每次插入条形磁铁后, Colladon 就跑到另一个房间去观察小磁针是否转动。在他的设想中,导线中会形成一个持续

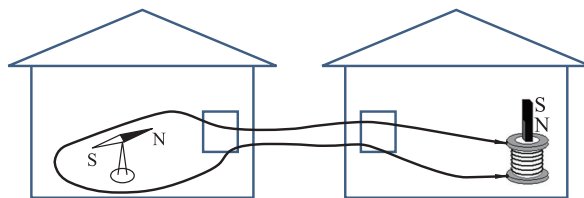


图1 Colladon 关于电磁感应现象的实验设计

的电流。但电磁感应现象是一个暂态现象,因此,当 Colladon 跑到另一个房间时,小磁针已经偏转过后又回到了原位置。就这样 Colladon 与电磁感应定律擦肩而过。

法拉第与 Colladon 的设想是相似的,相似之处在于:法拉第也没有意识到电磁感应现象是暂态的,所以法拉第做了各种各样的实验设计,犯了很多类似的错误。但是,法拉第与 Colladon 又是不同的,不同之处在于:法拉第从不言放弃,围绕电磁感应的实验,他在自己各种各样的错误中坚持了十年之久。直到有一天他偶然发现只有在电路开合的瞬间才会有感应电流,于是他幡然醒悟,提出了著名的电磁感应定律。

上面这段物理学史一方面承载着明确的思政元素:(1)在思想教育层面,通过法拉第与 Colladon 两人的对比中可以看出“成功在于坚持和毅力”;(2)在政治哲学层面,尽管法拉第是“偶然”发现了电磁感应,但这种偶然性的发生是他坚持十年的结果,从中可以体会到“偶然性与必然性的哲学关系”。尤其值得强调的是,这段物理学史与专业知识教学紧密相关,它加深了学生对电磁感应暂态特征的理解,对专业知识教学有着直接的促进和深化作用。课程思政与专业教学内容之间是相互交融、彼此契合的。

2.2 从专业知识中挖掘思政元素,并以课程思政反哺专业知识教学

应重视从课程知识内容的本身和内在之中去挖掘思政,思政教育应做到由内而外的本色展示,而力争避免为了“思政”而“思政”地生搬硬套。现在仍以量子力学中的微扰论教学为例,但与上文中关于微扰论的教学设计却完全不同。微扰论的核心要点是:微扰哈密顿中包含有“小参量”,进而导致能量本征值和本征态中必然也含该小参量。找出这个小参量,将本征值和本征函数依该小参量进行级数展开。该小参量作为小量在展开项中可以只保留低阶项的贡献,而把更高阶项截断,这就是微扰论方法的精髓。从唯物辩证法的角度可以看出,微扰论中保留低阶项,舍弃高阶项的做法正是抓住事物主要矛盾,忽略次要矛盾的体现。微扰展开中的低阶项(比如一阶或二阶项)往往已经抓住了微扰给体系带来的定性改变,比如能级的劈裂或移动对比发现,同样的教学内容——微扰论,同样的思政元素——唯物辩证法,但笔者所建议的思政教育方式与上文所提及的方式相比有

着显著的不同。首先,笔者是从所讲的专业知识本身,从深层凝练、挖掘思政元素,而不是浮于表面的类比。其次,笔者所建议的方式中思政元素对专业知识的教学有很强的反哺作用,二者之间高度融合,浑然一体。

课程思政反哺专业知识教学还能够为教师在课堂讲授中如何“引题”提供思路。通常情况下,教师会先讲授专业知识以及相关的物理学史、科学家小传等,然后从中剖析,挖掘思政元素。但是,这一过程也可以反向进行:先从爱国主义的角度出发抛出当前国家、国防、社会、民生中所面临的重大问题和挑战,比如我们国家在芯片制造、大飞机制造、高性能激光器制造等方面的受制于人,以此激发学生的斗志,唤起学生的责任感和使命感。然后一步步地建立这些重大问题与教学内容之间的联系,自然地过渡到教学内容,引出正题。比如,在《量子力学》中,可以通过介绍我国在量子通讯和量子信息领域取得的巨大成就,激发学生的自豪感。引出量子力学基本原理的教学。

2.3 将思政元素融入物理方程、物理公式、物理符号

对于物理学而言,数学是研究物理的基本工具,物理规律的数学化描述就是物理方程和物理公式,这是专业知识的核心内容。但一个值得注意的现象是对物理学课程思政的研究、探讨、实践都往往游离于物理方程和公式之外,导致课程思政教学设计中专业知识教学与思政教育之间的割裂。很多教师还错误地认为把思政元素融入到物理方程和物理公式中是不现实的。事实上,物理方程和公式是对物理规律和物理思想的数学表达,而物理规律和物理思想背后所蕴藏的自然哲学也完全可以反映到这些看似晦涩的物理方程和公式中。因此,将思政元素融入物理方程和公式具有合理依据。下面举两个具体实例:

实例 1:自由能公式和自由能减小原理中蕴藏的矛盾论哲学

基于自由能定义式和自由能减小原理可以讨论水的固-液(或液-固)相变,并能从中挖掘出哲学思政元素。为了简化讨论,我们忽略固-液相变时水的体积改变(等容)。自由能定义式(1)和自由能减小原理式(2)如下

$$F = U - T_0 S \quad (1)$$

$$\Delta F \leq 0 \quad (2)$$

对于给定的温度 T_0 (等温),自由能减小原理告诉

我们:水能否会发生固-液或液-固相变完全取决于该过程的自由能是否减小。从微观上看,氢键的数目是描述固相(氢键多)和液相(氢键少)的有效参数。由于氢键是分子间的吸引作用,所以氢键数目的增加导致内能 U 的降低,但与此同时,氢键对分子的束缚使得体系的无序度减小,进而导致熵 S 的减小。再结合式(1)可得出图 2(a)、(b)中的结论。

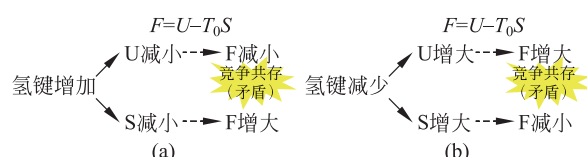


图2 氢键数改变导致自由能 F 公式中两项的改变,以及这两项改变分别对自由能的贡献
(a) 氢键增加引起的矛盾;(b) 氢键减少引起的矛盾

图2表明:氢键数目的改变导致体系在两个方面(U 和 S)同时发生变化。而根据公式(1), U 和 S 的变化对自由能 F 的贡献是完全相反的(一个使其减小,另一个使其增加),因此二者导致的结果是一种竞争关系。体现了事物内部总是存在矛盾与斗争的哲学命题。正如习近平总书记指出的:矛盾是事物联系的实质内容和事物发展的根本动力。体系中熵与内能通过自由能的贡献而彼此竞争,这种竞争能够推动事物发展,即水发生相变。当温度很低时(T_0 很小), $T_0 S$ 将很小,导致熵对 F 的贡献变得不再重要,是矛盾的次要方面,而内能 U 对 F 的贡献成了主导,是矛盾的主要方面。因此,根据图2,为了使 F 减小应增加氢键以降低内能,导致液相变为固相(氢键由少变多),反之亦然。在该实例中,热力学方程和公式与哲学规律是相辅相成的,在融入思政元素时始终没有脱离专业知识教学,而是将二者从根本上结合在一起。

实例2:含时薛定谔方程求解中所蕴藏的因果律哲学

笔者之一在讲述量子力学中“从初态出发求含时薛定谔方程的通解”问题时,常常用经典牛顿方程的求解与之进行对比,这种对比对学生更好地学习和理解量子力学大有裨益。那么这二者之间为什么能够对比,其相似性又在哪里?事实上它们都与哲学中所讲的因果律有很大关系,如图3所示。这种因果律蕴藏在物理方程之中,通

过这一思政元素的挖掘,可以使经典力学与量子力学间的相似之处清晰地呈现出来,使学生更容易认清薛定谔方程在量子力学中的地位和意义。

$$\begin{array}{ccc} (r(0), \rho(0)) & \xrightarrow{\text{牛顿方程: } m \frac{d^2 r}{dt^2} = F} & (\vec{r}(t), \vec{p}(t)) \\ \Psi(r, 0) & \xrightarrow{\text{薛定谔方程: } i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H} \Psi} & \Psi(r, t) \\ \text{初态(因)} & \xrightarrow[\text{演化规律(律)}]{} & \text{末态(果)} \end{array}$$

图3 思政元素融入薛定谔方程和牛顿方程:通过思政元素(哲学中的因果律)将新知识(薛定谔方程及其求解)与旧知识(牛顿方程及其求解)联系起来,起到温故知新的教学效果,体现了课程思政对专业知识教学的“反哺”

上图表明:无论经典力学还是量子力学,对系统状态演化的描述都遵循相同的哲学原则。要预先知道体系的初始状态,对应于事物的因。而体系在以后时刻的状态(末态)对应于事物的果。因果之间必然存在着由因导致果的因果律,这对应于物理状态的演化规律。量子与经典区别仅在于:两者对物理状态的数学描述不同罢了,前者为波函数 $\Psi(r, t)$,后者为位矢和动量 (r, p) 。相应地,它们的因果律及其数学描述也不同:在经典力学中因果律就是牛顿方程,在量子力学中因果律就是薛定谔方程。从这个例子可以看出:一方面,所融入的课程思政元素——因果律是源自专业知识本身,不是附属品,并且与要学习的专业知识——物理方程是浑然一体的。另一方面,通过融入课程思政元素——哲学中的因果律,而把新旧知识联系在了一起。通过新旧知识的对比,使学生能够更加容易地学习量子力学,体现了课程思政对专业知识教学的“反哺”。

2.4 从物理学的原始文献和原始著作中挖掘哲学思政元素

本文1.2小节已经讨论了基于物理学史融入思政教育时,阅读原始文献和原始著作的重要意义。本小节将进一步指出,物理学的原始文献及原始著作常常蕴藏着深刻的哲学思想,而这在我们的标准教科书中通常是看不到的。教科书在素材的组织 and 内容的编纂上注重的是逻辑性、严谨性和完美性,因而常常抹去了科学发现的曲折性和科学家在探索过程中由其哲学观所支配的直觉和信念的重要性,而这一点在科学探索的原初阶段无疑是至关重要的。对于量子力学的基本原理

的理解,爱因斯坦曾有一句名言:“上帝不会掷骰子”。这句话很好地反映了物理学家自身的哲学观所支配的物理直觉和信念。

这里以电磁场这一重要物理概念为例加以阐述。电荷周围存在电场的观念最初是由法拉第提出的,而法拉第之所以能想象到电场和磁场的存在与他所秉持的哲学观念有密切关系。在法拉第的原始著作《电学实验研究》中,可以看出他一开始就明确反对所谓的电荷之间的“超距作用”。所谓的“超距作用”是指两个相距一定距离的电荷之间可以不通过任何媒介而发生直接的相互作用。而法拉第坚信任何相互作用都必须通过一种媒介,即某种物质,才能发生传递。这反映了法拉第朴素的唯物主义世界观。正是在这样的哲学信念下,他才坚信在电荷周围一定存在着一种传递相互作用的物质,并把它称之为电场。后来,麦克斯韦完全接受法拉第关于场的观念也是源自于唯物论的哲学观,在麦克斯韦写给法拉第的信中曾明确的表示自己不相信那种脱离了传播介质的相互作用(超距作用)。上面的例子表明物理学家的哲学观对他们在原初的科研探索中起着极为重要的作用。教师能够提取出这些物理学探索中所蕴藏的哲学观念无疑对物理课程的思政教育是大有裨益的。但需要指出的是,教师很难从教科书中捕捉到这些科学探索原始过程的曲折性和复杂性,进而也很难汲取其中所蕴含的哲学思想,所以应该阅读原始的相关文献和资料。

3 结语

思政教育应与专业知识教学形成协同效应,为此,教师既需要深挖专业知识的内涵,又需要广泛涉猎其外延,并在教学实践中锤炼其教学方法。最终在教学中达到二者之间彼此交融,浑然一体的效果。

参 考 文 献

- [1] 蒋最敏,魏心源.在大学物理力学中的课程思政实践[J].物理与工程,2021,31(3):92-96.
JIANG Z M, WEI X Y. Improvements in both values education and quality of teaching: A teaching practice university physics mechanics [J]. Physics and Engineering, 2021, 31(3): 92-96. (in Chinese)
- [2] 吴王杰.求真,至善,唯美——对大学物理课程思政的思考和实践[J].物理与工程,2021,31(6):119-123.
WU W J. Seeking truth, perfection and beauty-Thinking and practice on the ideological and political education of college physics[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(6): 119-123. (in Chinese)
- [3] 汪加洁,张艳艳,韩一平,等.大学物理课程思政特色素材库建设研究[J].物理与工程,2021,31(5):81-85,87.
WANG J J, ZHANG Y Y, HAN Y P, et al. Research on the construction of material library for the course ideology and politics in college physics[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(5): 81-85, 87. (in Chinese)
- [4] 习近平.把思想政治工作贯穿教育教学全过程开创我国高等教育事业发展新局面[N].人民日报,2016-12-09(1).
- [5] 高丽娜,阎元红,范建中,等.“课程思政”理念下热学课教学改革新探[J].物理与工程,2022,32(1):192-198.
GAO L N, YAN Y H, FAN J H, et al. Exploration of teaching reform about thermology under the ideological and political education integrated in the curriculum[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(1): 193-198. (in Chinese)
- [6] 陈真英,孙立萍,杨昌亿,等.立德树人视域下大学物理课程中的思政资源探析[J].西部素质教育,2018,4(22):1-2,5.
CHEN Z Y, SUN L P, YANG C Y, et al. Analysis of ideological and political resources in college physics curriculum from the perspective of Lide Shuren[J]. Quality Education in West China, 2018, 4(22): 1-2, 5. (in Chinese)
- [7] 吴喆,吴昊,刘义东,等.大学物理“课程思政”的探索和实践[J].物理与工程,2021,31(5):61-63.
WU Z, WU H, LIU Y D, et al. Exploration and practice of ideological and political theories teaching in college physics [J]. Physics and Engineering, 2021, 31(5): 61-63. (in Chinese)
- [8] 王小力.大学物理课程思政研究与实践[J].中国大学教学,2020(10):54-57.
WANG X L. The study and practice the ideological and political construction of college physics course[J]. China University Teaching, 2020(10): 54-57. (in Chinese)
- [9] 张化福,周爱萍,高金霞,等.大学物理课程思政的探索与实践[J].教育现代化,2019,6(71):240-241,244.
ZHANG H F, ZHOU A P, GAO J X, et al. Exploration and practice of ideological and political education in college physics[J]. Education Modernization, 2019, 6(71): 240-241, 244. (in Chinese)
- [10] 龙晓燕,谢海燕,吴实,等.大学物理课程思政设计与实践——以质点力学为例[J].大学物理,2022(1):50-55.
LONG X Y, XIE H Y, WU S, et al. Design and practice of ideological education in college physics—Taking particle mechanics as an example[J]. College Physics, 2022(1): 50-55. (in Chinese)