

大学物理中课程思政的具体实施

——以“火箭飞行原理”为例

容青艳 邓永和 陈桥 戴雄英 文大东

湖南工程学院

DOI:10.12238/mef.v4i12.4485

[摘要] 大学物理课程蕴含丰富的课程思政元素,教师在专业知识传授的过程中有机地融合课程思政元素,可以启迪学生思维,培养学生科学素养,激发学生家国情怀,达到“润物细无声”的教学效果。本文以“火箭飞行原理”为例,分析在教学过程中实施课程思政的具体方法,实现知识传授与思政教育的有机融合。

[关键词] 大学物理;课程思政;动量定理;火箭飞行原理

中图分类号: G641

文献标识码: A

Concrete Implementation of Ideological and Political Education in College Physics

—Taking the "Principle of Rocket Flight" as an Example

RONG Qingyan, DENG Yonghe, CHEN Qiao, DAI Xiongying, WEN Dadong

Hunan Institute of Engineering

[Abstract] College physics contains abundant elements of ideological and political education. In the process of imparting professional knowledge, teachers should delicately integrate elements of ideological and political education to enlighten students' thinking, to cultivate their scientific literacy, to inspire their patriotism and sense of national identity, and eventually to "moisten students' minds as the rain does to plants". Taking "Principle of Rocket Flight" as an example, this paper analyzes the specific methods of implementing curriculum ideological and political education in the teaching process, so as to realize the organic integration of knowledge transfer and ideological and political education.

[Key words] college physics; ideological and political education; momentum theorem; principle of rocket flight

2016年12月,习近平总书记在全国高校思想政治工作会议中强调:要坚持把立德树人作为中心环节,把思想政治工作贯穿教育教学全过程,实现全程育人、全方位育人。各类课程与思想政治理论课同向同行,形成协同效应。高校的思想政治工作要因事而化、因时而进、因势而新。物理学是研究自然界物质基本结构、相互作用和物质最基本、最普遍的运动变化规律的学科,是自然科学和工程技术的基础。大学物理作为一门历史悠久、源远流长、内容广泛且深刻的学科,具有丰富的思政资源,如物理学理论的建立、发展及其应用过程中包含着大量丰富、深刻、有趣的思政素材

和资源。在物理学教学过程中,教师如何充分挖掘课程所蕴含的课程思政元素、如何在专业知识传授的过程中有机地融合课程思政元素,是我们面临的一个课题。上海大学物理系在课程思政建设中强化顶层设计,强调价值引领;电子科技大学物理学院结合课程思政视野与态度的特点,引导学生体验建立“怀疑—论证—创新”的科学研究方法;哈尔滨工业大学物理学院深入挖掘物理实验教学内容,实现教学与育人结合,将传授知识、培养能力和价值塑造结合,使学生专业成才的同时,促进精神成才;山东理工大学物理与光电工程学院巧妙利用物理学史、物理学家的故事、物理

规律发现过程、理论体系建立过程,结合我国物理学成就等将知识传授和价值引领有机融合,助力学生素质全面发展。本文以“火箭飞行原理”为例,探讨在教学过程中开展课程思政的具体实施方法。

1 理论知识的引入与讲解

火箭体点火后,火箭内部携带的燃料发生爆炸性燃烧,产生大量气体,这些气体持续不断地向后喷出,火箭主体因此也受到持续不断的、向前的巨大推力,这就是火箭向前加速的动力来源。火箭在飞行过程中随着气体的不断喷出,火箭主体的质量不断减少,在动力学中,这显然属于一个变质量问题。但

它又不同于由相对论引起的变质量,而是由于质量的流动引起的,所以称为“质量流动问题”。

1.1 质量流动问题的动力学分析

研究对象: 质量主体与质量变化量这二者组成的系统。

处理方法: 动量定理:

$$\vec{F}dt = \vec{p}(t+dt) - \vec{p}(t) \quad (1)$$

设在 t 时刻, 有一个质量为 m 、速度为 $\vec{v}$ 的质量主体, 同时, 还有一个质量为 dm 、速度为 $\vec{v}'$ 的、即将流入进去的质量变化量。经过 dt 时间, 二者合二为一, 以共同速度 $\vec{v} + d\vec{v}$ 运动。假设系统所受合外力为 $\vec{F}$, 那么根据动量定理 (1) 可以得到:

$$\vec{F}dt = (m + dm)(\vec{v} + d\vec{v}) - (m\vec{v} + \vec{v}'dm) \quad (2)$$

忽略高阶无穷小量, 整理得到:

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} - (\vec{v}' - \vec{v}) \frac{dm}{dt} \quad (3)$$

(3) 式为质量流动问题的动力学方程。其中 $\vec{F}$ 是系统所受合外力, m 是 t 时刻主体所具有的质量, $\frac{dm}{dt}$ 是由于不断发生质量流动而引起的主体质量随时间的变化率, $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 则是主体速度随时间的变化率, $\vec{v}'$ 是质量变化量的速度, $\vec{v}$ 是质量主体的速度, $(\vec{v}' - \vec{v})$ 则表示的就是质量变化量相对质量主体的运动速度。

上述情形对应的是质量流入情况, 对于质量流出情形, 质量流动问题的动力学方程同样成立。只是对于质量流出情形, 主体质量不断减少, 即主体质量随时间的变化率为负。此时, $(\vec{v}' - \vec{v})$ 表示流出后瞬间, 质量变化量相对质量主体的运动速度。火箭飞行就是这样的

情况, 火箭在飞行过程中随着气体的不断喷出, 火箭主体的质量不断减少。

1.2 火箭运动微分方程

以地面为参考系, 火箭飞行过程中的某个 t 时刻, 主体质量为 M , 相对地面运动速度为 $\vec{v}$, 在其后的 dt 时间内, 有质量为 $dm = -dM$ 的气体相对火箭主体以速度 $\vec{u}$ 向后喷出。根据质量流动问题的动力学方程得到:

$$\vec{F} = M \frac{d\vec{v}}{dt} - \vec{u} \frac{dM}{dt} \quad (4)$$

(4) 式是一个矢量方程, 火箭垂直发射时, 外力和火箭的飞行方向均沿同一条直线, 选择火箭前进的方向为正方向, 那就可以用带有正负号的标量表示矢量, 从而得到 (4) 式的标量表达式:

$$M \frac{dv}{dt} = F - u \frac{dM}{dt} \quad (5)$$

(5) 式中各项的物理意义: M 是 t 时刻火箭主体的质量, $\frac{d\vec{v}}{dt}$ 是火箭主体在 t 时刻的加速度, 由牛顿第二定律可知, 实际上这一项等于火箭主体 t 时刻所受的力; F 是系统所受的合外力; 由于等式两边相等, $-u \frac{dM}{dt}$ 也具有力的

量纲, 它代表了一个力, 分析可知, 这就是由于不断向后喷出气体而使火箭主体获得的向前运动的推力, 火箭主体正是在这个推力的作用下不断向前加速。

1.3 火箭运动速度

在火箭运动的过程中, 若忽略空气阻力, 只考虑重力, 则 (5) 式表示为:

$$M \frac{dv}{dt} = -Mg - u \frac{dM}{dt} \quad (6)$$

火箭是由静止发射, 点火时的质量 M_0 , 则积分 (6) 式得到:

$$v = u \ln \frac{M_0}{M} - gt \quad (7)$$

(7) 式为火箭的飞行速度表达式。

2 课程思政的具体实施

2.1 通过前沿技术介绍, 增强学生民族自豪感, 激励学生奋发向上

课前要求学生查阅中国的航天发展史, 了解中国航天事业发展的艰辛历程以及中国无数航天科技工作者付出的努力。课堂上, 在理论知识的分析与讲解之前, 播放“神舟十二号”顺利升空的短视频, 介绍我国航天发展的四大里程碑: 14 世纪末的“万户飞天”、中国第一颗人造地球卫星——东方红一号、载人航天技术、深空探测。介绍中国航天技术在世界的领先地位: 卫星“墨子号”成功实现量子通信,“悟空号”在暗物质探测方面取得了重大进展,“慧眼”探测到引力波,“北斗”导航系统卫星成功发射并完成全球组网,“风云四号”实现了气象卫星更新换代……通过火箭发射视频和中国航空航天领先地位介绍, 宣讲中国智慧和力量, 增强学生的民族自豪感, 激发学生扎实学习的内动力。介绍为我国航天技术发展无私奉献、默默付出的科技工作者: 导弹之父钱学森、空气动力学家郭永怀等。是他们的无私奉献, 甚至有些人因此献出了宝贵的生命, 才造就了今天中国这样的航天强国, 同时也为人类探索浩瀚的宇宙, 做出了中国人的有力贡献。激励同学们要趁年轻立志发奋, 投身于祖国的建设之中, 发出自己的一束光、一分热, 实现人生价值。

2.2 借助物理学史, 介绍物理学家, 培养学生孜孜不倦的求索精神

理论分析推导火箭飞行速度 (7) 式时, 借助物理学史介绍“火箭技术理论之父”——苏联科学家康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基。齐奥尔科夫斯基童年因几乎完全丧失听觉而辍学, 他自学了解析几何、高等数学、微积分、物理化学和力学, 还以极大的兴趣学习了天文学。齐奥尔科夫斯基一生撰写了 730 多篇 (部) 论著, 他最先论证了利用火箭进行星际交通、制造人造地球卫星和近地轨道站的可能性, 指出发展宇航和制造火箭的合理途径, 找到了火箭和液体发

动机结构的一系列重要工程技术解决方案。在如今的航天界仍然流行着齐奥尔科夫斯基的一句名言,“地球是人类的摇篮,但人类不可能永远被束缚在摇篮里”。通过“火箭技术理论之父”齐奥尔科夫斯基对科学的执着追求故事,激励学生不论在顺境中还是在逆境中,都要有积极向上的乐观精神,对于科学要有孜孜不倦的求索精神,引导学生塑造科学精神。

2.3应用分析,学以致用,培养学生理论联系实际的分析能力

由火箭飞行速度(7)式

$$v = u \ln \frac{M_0}{M} - gt$$

可知,火箭飞行的

末速度是等于喷气速率乘以始、末质量比的自然对数,减去 gt 。显然,前一项表示的是由于向后喷气而获得的速度增量,而后一项 $-gt$ 表示的则是重力的影响,使火箭速度减小。由此可知,增大火箭飞行末速度的方法有:

(1)增大火箭喷出气体的相对速率 u 。现在的火箭都是采用高能量的推进剂,比如液体燃料,最大可以达到的喷气速率为4.1km/s。

(2)增大火箭的始末质量比。现在,通常选用耐高温、高强度的轻型金属来做火箭的壳体,以减轻火箭的结构质量,也就是末质量,从而提高质量比,目前单级火箭可以做到的最大质量比为15。在不考虑外力作用时,根据速度公式,利用上面的数据可以估算现有技术水平之下,单级火箭可以获得的最大末速度。理论上,可以获得的最大末速度是11km/s。但是,实际考虑重力及空气阻力影响后,单级火箭真正能达到的最大末速度仅为7km/s,这小于第一宇宙速度7.9km/s。显然,单级火箭无法把航天器送入太空。

(3)采用多级火箭技术。多级火箭工作时,每燃烧完一级燃料,就将该级火箭的壳体扔掉,如此便可以增大火箭

的始末质量比,从而提高末速度。对于多级火箭,不考虑外力的影响,根据速度公式,可以估算火箭飞行的末速度。设火箭每燃烧完一级燃料后,其始末质量比为 N_i ,则一级火箭的末速度 v_1 等于该级火箭的喷气速率 u_1 乘以该级火箭质量比 N_1 的自然对数,这就是一级火箭的速度增量;那二级火箭的末速度就等于一级火箭的末速度加上二级火箭的速度增量,以此类推, n 级火箭所能达到的末速度就是各级火箭的速度增量 $u_n \ln N_n$ 之和。现在大多采用的是二级或三级火箭,“阿波罗11号”登月时搭乘的“土星五号”火箭则是一个三级火箭,根据它的各级参数,估算它可以获得的速度约为28km/s,即使考虑重力及摩擦阻力影响后,也可以加速至10.5km/s,显然足以把飞船送入太空。

2.4开设窗口,启迪学生思维,培养学生自主学习能力

为了提高火箭末速度,往往采用多级火箭技术,常用的是二级和三级火箭,为什么不进一步采用四级、五级呢?是不是火箭的级数用的越多越好呢?大家课后可以查阅相关资料进行分析。

3 结语

大学物理是高等教育理工类的一门重要基础课程,授课范围广,听课学生多,课程内容覆盖面大,具有很强的逻辑性、思想性和方法性。课程蕴含广泛且深刻的辩证唯物思想,知识体系的构建过程严谨谨慎,也是人类认知发展的缩影。科学和人文的有机结合,更显科技的人文性。教师在教学过程中充分挖掘物理学理论的建立、发展及其运用过程中蕴含的课程思政元素,依托课程知识点自然引入思政元素,将知识传授、能力培养与思政教育有机融合,达到“润物细无声”的效果。

基金项目:

2019年湖南省普通高等学校教学改革研究项目“工程教育专业认证背景下应用型本科院校‘大学物理’课程教学改革与研究”(编号:2019JG0016);2020

年湖南省普通高等学校课程思政建设研究招标项目“不同类别课程思政实施方式比较与借鉴研究”(编号:HNKCSZ-2020-ZB019);2018年湖南省普通高等学校教学改革研究项目“新工科背景下二本院校‘微电子科学与工程专业’教学改革研究与实践”(编号:2018JG010);2020年湖南省普通高等学校教学改革研究项目“‘课程思政’视域下大学物理实验课程培育‘科学家精神’的路径研究”(编号:HNJG-2020-0759);2019年湖南工程学院教学改革研究项目“应用型本科电子类专业‘微电子器件基础’课程教学改革研究与实践”(编号:2019JG0040)。

[参考文献]

[1]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(01).

[2]孙博.习近平新时代中国特色社会主义思想指导下高校大学生思想政治教育创新研究[J].现代交际,2018(7):119-120.

[3]戴晔,白丽华,张萌颖,等.“课程思政”在大学物理教学中的探索与实践[J].大学教育,2019(8):84-86.

[4]吴喆,孙云卿,李华,等.大学物理“课程思政”的探索和实践[J].物理与工程,2019(S1):115.

[5]黄丽,刘伟龙,赵海发,等.“同向同行”的大学物理实验课程思政教学设计与探索[J].物理与工程,2019(S1):37-39.

[6]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(71):240-241+244.

[7]孙梦婕,张潜.航天之路的先驱:斯坦丁·齐奥尔科夫斯基[J].航天员,2011(2):71-74.

作者简介:

容青艳(1977-),女,汉族,湖南邵东人,副教授,博士,研究方向:课程教学论、纳米磁性材料。