

“带电粒子在电场和磁场中的运动”课程思政设计*

胡永正

(中国消防救援学院物理教研室 北京 102202)

(收稿日期:2021-07-30)

摘要:大学物理课程应注重科学伦理和科学思维方法的教育,培养学生的不畏艰险、勇攀科学高峰、追求真理的精神.课程思政建设要有机融入课堂教学,需要把思政元素融入教材编审、教案课件、教学大纲、课程目标设计各个方面,贯穿于课程授课、学生课堂讨论、作业和考试等各环节.以“带电粒子在电场和磁场中的运动”课思政设计为例,把课程思政融入知识传授,使物理课程成为立德树人的重要阵地.

关键词:带电粒子 运动 课程思政 大学物理

1 引言

课程思想政治(思政)教育是习近平新时代中国特色社会主义思想指导高等教育高质量发展的新方略^[1].高校思政工作关系到高校培养什么样的人、如何培养人以及为谁培养人这个根本问题^[1].为培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人,教育部在2018年提出强化课程思政,在每一门课程中有机融入思政元素,形成思政教育与专业教学相结合、同向同行的育人格局^[2].中共中央办公厅、国务院办公厅在2019年印发《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》,强调把思政教育贯穿于人才培养,推进高校课程思政建设,发挥好课程的育人作用^[3].教育部在2020年印发《高等学校课程思政建设指导纲要》^[4],根据学科专业的优势和特色,深度挖掘专业知识中所蕴含的精神内涵^[4].中共北京市委教育工作委员会北京市教育委员会在2021年印发《全面推进北京高等学校课程思政建设工作方案》^[5].方案指出将课程思政建设融入课堂教学全过程,作为教学评价和教学大纲的重要内容,落实到教材编审、教案课件、教学大纲、课程目标设计各方面,贯穿于课堂授课、学生讨论、作业和考试各环节^[5].

大学物理课程教学中,要把科学精神的培养与马克思主义立场观点方法的教育相结合,注重科学伦理的教育和科学思维方法的训练^[4].现在大学物理思政建设尚处在起步阶段,修订相关教学大纲,把课程思政的建设融入课程大纲.物理学以分析问题、解决问题的基本方法为内容,使学生掌握基本物理规律,提高学生的逻辑思维能力、抽象思维能力^[6].同时通过课程思政建设,进行理论学习、培养学生辩证唯物主义世界观、科学素质和科学思维方法,帮助学生增强爱国主义观念并建立辩证唯物主义世界观.本文以“带电粒子在电场和磁场中的运动”课程思政设计为例,通过结合国外和我们国家物理科学家的故事和优秀品质,进行大学物理知识的学习,把课程思政融入课堂教学建设,使物理课堂成为立德树人的重要阵地.

2 教材和学情分析

“带电粒子在电场和磁场中的运动”是出自马文蔚等改编、高等教育出版社出版的《物理学》第六版教材中第七章恒定磁场这一章.课程的主要内容是通过带电粒子在电磁场中的运动规律,引出电磁场中电荷的实际应用.经过高中阶段的学习,学生已初步掌握带电粒子在电场和磁场中运动的基本知

* 2020年度中国消防救援研究院创新基金资助项目,项目编号:XF2020-XM02

通讯作者:胡永正(1986-),男,博士,讲师,研究方向为半导体物理、石墨烯.

识,大学阶段的学生形象思维能力强,易于接受新鲜的事物.但受经历与知识积累水平所限,学生对本节理解会有一些困难.

3 教学目标和重难点

教学目标:理解洛伦兹力公式,并能熟练应用它计算运动电荷在磁场中受的力;会用洛伦兹力分析霍尔效应和磁塞的工作原理;通过国内科研进展介绍,培养科学精神、文化自信和爱国主义情怀.

教学重点:利用洛伦兹力计算螺旋线运动.

教学难点:带电粒子在非匀强磁场中的运动.

4 教学方法和策略

教法:讲授法;问答法.通过师生互动,让学生掌握带电粒子在电磁场中的运动规律.

学法:讨论学习法;小组合作学习法.学生分组讨论,相互带动,让学生之间互相学习,取长补短.

5 教学活动设计

5.1 以视频导入 以疑促学

导入:一段带电粒子在磁场中转向运动的视频.视频导入,激发学生兴趣,为进一步学习奠定基础.

提出问题:为什么带电粒子能在里面做转向运动呢?今天,让我们学习带电粒子在电场和磁场中的运动,来破解这个秘密.

回顾知识,温故知新:运动电荷在磁场中将受到磁力的作用,我们称此力为洛伦兹力,其表达式为: $\mathbf{F}_m = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ 注意该式中,若 $q > 0$,则 \mathbf{F}_m 与 $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ 方向相同;若 $q < 0$,则 \mathbf{F}_m 与 $\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ 的方向相反.该式还表明, \mathbf{F}_m 总是与 \mathbf{v} 垂直,故 \mathbf{F}_m 只能改变 \mathbf{v} 的方向,而不能改变它的大小,所以洛伦兹力对运动电荷永远不作功.由洛伦兹力入手,抓住主要问题.重视学生的初学体验,将疑问作为课堂生长点.

5.2 带电粒子在匀强磁场中的运动

掌握运动电荷在磁场中以下几种情况的规律,通过不同磁场环境,了解带电粒子的运动特点.

(1) 在匀强磁场中,带电粒子的初速度 $\mathbf{v} \perp \mathbf{B}$,做匀速圆周运动.

1) 回旋半径和回旋频率

\mathbf{F}_m 大小不变方向垂直于 \mathbf{v} 和 \mathbf{B} 所构成的平面,带电粒子进入磁场后将以速率 v 做匀速圆周运动,根据牛顿第二定律和匀速圆周运动的知识: $qvB = \frac{mv^2}{R}$. 回旋半径:带电粒子做匀速圆周运动的轨道半径,由上式得 $R = \frac{mv}{qB}$,半径 R 与电荷速度 v 的值成正比,与磁感应强度 B 的值成反比.回旋周期:粒子运行一周所需要的时间 $T = \frac{2\pi m}{qB}$.回旋频率:单位时间内粒子所运行的圈数 $f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$.由上式可以看出,回旋周期 T 与回旋频率 f 与粒子的速率无关,与粒子质量有关,但回旋半径 R 与速率有关,速率越大的粒子,其回旋半径也越大.

2) 回旋加速器

在上述情况中, T 与 v 无关,即等周期性,可据此设计回旋加速器.在研究原子核的结构时,需要有几百万、几千万甚至几千亿电子伏能量的带电粒子来轰击它们,使它们产生核反应.要使带电粒子获得这样高的能量,一种可能的途径是在电场和磁场的共同作用下,使粒子经过多次加速来达到目的.基于此,第一台回旋加速器是美国物理学家劳伦斯于1932年研制成功的,可将质子和氘核加速到1 MeV的能量.为此,1939年劳伦斯获诺贝尔物理学奖.

通过这个例子,让学生学习从理论到技术再到应用的科学过程,充分说明科学是推动人类进步的强大力量.

(2) 在匀强磁场中,带电粒子的初速度 \mathbf{v} 与磁感应强度 \mathbf{B} 斜交成角,做螺旋线运动.

带电粒子将同时参与平行于磁场方向的匀速直线运动和垂直于磁场方向的匀速圆周运动,两个运动的合成将使粒子沿等距螺旋线向前运动.

轨道半径 $R = \frac{mv_{\perp}}{qB}$;回转周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$;螺距为粒子回转一周前进的距离 $h = v_{\parallel} T$,利用上述结果可实现磁聚焦.

5.3 带电粒子在非均匀磁场中的运动

(1) 带电的粒子在会聚磁场中运动时,根据轨

道半径公式 $R = \frac{mv}{qB}$, 随着 B 增大, 其轨迹为半径减小的螺旋线; 同时由于受到水平方向的分力, 做掉向反转运动, 所以带电粒子被约束在一定范围内。

通过带电粒子在非均匀磁场中运动可以解释开头视频中的物理现象。

(2) 磁约束装置称为磁塞, 也称为磁镜

因为热核聚变反应是在约几百万 K 以上高温下进行的, 此时物质处于等离子体状态. 在几百万 K 以上高温下任何固体容器早已熔毁, 因此人们采用磁约束装置把等离子体约束在一定范围内. 据中央广播电视总台中国之声《全国新闻联播》报道, 有“人造太阳”之称的中国全超导托卡马克核聚变实验装置 2021 年 5 月 28 日取得重大突破, 成功实现可重复的 1.2×10^8 °C, 101 s 和 1.6×10^8 °C, 20 s 等离子体运行, 将 1×10^8 °C, 20 s 的原纪录延长了 5 倍, 创造了新的世界纪录^[7]. 为我国核聚变发电奠定了坚实的物理和工程基础。

通过事例, 引导学生展开讨论, 自然把课程思政融入知识学习中: 我国虽然在科技领域还有卡脖子技术有待突破, 但我国科技进步也有目共睹, 各个领域都有突破, 甚至一些指标已经达到世界第一. 所以我们这代人, 不应妄自菲薄, 要对自己的祖国有信心, 坚持不忘初心、继续前进, 坚持中国特色社会主义道路自信、理论自信、制度自信、文化自信. 除此之外, 我们也要认识到技术的重要性, 科学不等于技术, 科学与技术并重, 坚持发扬工匠精神, 打造大国重器。

(3) 范艾伦辐射带

地球磁场就是一个两极强、中间弱的天然磁约束装置, 它使来自宇宙空间的带电粒子在两磁极之间来回振荡. 质子层和电子层, 这两个带电层的粒子数密度约 $10^5 \sim 10^{14}$ 个/cm³. 罩在地球上空的这两个带电粒子层称为范艾伦(Van Allen)辐射带. 引导同学们探讨为什么目前只有地球适合人类生存, 让大家意识到爱护地球, 保护环境的重要性。

5.4 带电粒子在电磁场中运动的实例

带电粒子在电场和磁场中所受的力; 运动电荷在电磁场中受的力——洛伦兹关系式支配。

(1) 霍尔效应

1879 年美国物理学家霍尔发现, 把一载流导体薄板放在竖直方向的磁场中时, 如果磁场方向垂直于薄板平面, 则在薄板前后两侧面之间会出现微弱电位差, 这一现象称为霍尔效应, 这一电势差称为霍尔电压. 当电场力和磁场力达到平衡时 $qvB = \frac{qU_H}{d}$, 带电粒子不再有漂移运动, 在金属薄板前后两侧形成一恒定电势差 U_H 。

(2) 介绍我国霍尔效应领域的突破

2013 年, 由清华大学薛其坤院士领衔、清华大学物理系和中科院物理研究所组成的实验团队从实验上首次观测到量子反常霍尔效应^[8]. 诺贝尔物理学奖得主、清华大学高等研究院名誉院长杨振宁教授评价其为本土实验室首次“诺贝尔奖级的发现”. 该环节意在引导学生感受我国的科学进步, 体会祖国科技的蓬勃发展. 建立对我们国家的信心, 青年学生在祖国是大有作为的. 在实验中, 通过团队合作开花结果, 引导大家认识到团队精神的重要性。

5.5 总结

本节课主要介绍了带电粒子在电场和磁场中的运动. 通过匀强磁场和非匀强磁场的运动特点及应用, 来感受物理规律的应用之美, 通过对我国科技进展的介绍, 来感受祖国的科学与技术的进步, 增强爱国情怀, 增强对自己和祖国未来发展的信心。

6 结合章节特点 深入发掘课程思政元素

大学物理的课程思政建设贯穿于课堂授课、教案课件等各环节. 结合每章的教学知识特点提高课程思政内涵融入课堂教学的水平。

以《物理学》下册为例^[9], “振动”和“波动”这两章主要研究简谐振动、机械波及其波的干涉、衍射等内容, 思政融入点可从规律性引入, 引导学生要守规则, 培养学生遵纪守法的精神品质; “光学”这一章的主要内容为光的干涉、衍射和偏振的介绍, 可引导学生努力进取, 突破难关, 产生“1+1>2”的效果, 培养团队精神; “气体动理论”这一章主要内容物质的微观模型及能量均分定理等, 通过宏观现象和微观理论的学习, 能够使得学生掌握学习的方法, 培养学生如何正确看待宏观的社会现象, 从而有助于学生建立正确的世界观、人生观和价值观; “热力学基

础”这一章主要内容是热力学相关定律,通过学习知道永动机不可实现,让学生知道没有一劳永逸的事,生活要不断进取,活到老学到老。“相对论”这一章主要是对狭义相对论的概念和原理进行介绍,通过相对论的历史背景和创立过程介绍,引导学生运用马克思辩证的观点看待问题和解决问题。“量子物理”这一章主要内容为近代的量子理论知识,引导学生不要迷信权威,突破思想桎梏,解放思想。

7 结论

在讲课过程中,把思政元素融入知识的讲授,揭示物理知识背后的故事、科学精神和努力专研的态度,感悟科学发现的偶然性和必然性。在课程教学中把科学精神的培养与马克思主义立场观点方法的应用相结合,注重物理思维的培养,践行实事求是的科学态度,有利于形成尊重原创,努力创新的社会环境,激发社会创造力。

参考文献

- 1 习近平. 在全国高校思想政治工作会议上强调: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[EB]. 人民网,2016-09-12,http://dangjian.people.com.cn/n1/2016/1209/c117092-28936962.html
- 2 中华人民共和国教育部. 关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[EB]. 中华人民共和国

- 务院公报,2018-09-17,http://www.gov.cn/gongbao/content/2019/content_5362027.html
- 3 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于深化新时代学校思想政治理论课改革创新的若干意见》[EB]. 中华人民共和国中央人民政府,2019-08-14,http://www.gov.cn/zhengce/2019-08/14/content_5421252.html
- 4 中华人民共和国教育部. 关于印发《高等学校课程思政建设指导纲要》的通知[EB]. 2020-06-01,http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html
- 5 中共北京市委教育工作委员会,北京市教育委员会. 全面推进北京高等学校课程思政建设工作方案[EB]. 2021-04-16,http://jw.beijing.gov.cn/xxgk/zxxxgk/202104/t20210421_2365002.html
- 6 陈健,朱纯,张薇. 物理课程素质教育培养目标的设计及教学实施[J]. 中国教育和科研计算机网,2010-02-04,https://www.edu.cn/edu/cooperate/crcet/feb10/jxyj/201002/t20100204_448054.html
- 7 新华社. 1.2 亿度 101 秒,中国“人造太阳”创造新的世界纪录[EB]. 环球网,2021-05-29,https://tech.huanqiu.com/gallery/43MzTr5Xm1T
- 8 新华社. 我科学家首次发现量子反常霍尔效应[EB]. 人民网,2013-04-11,http://theory.people.com.cn/n/2013/0411/c40534-21095103.html
- 9 马文蔚. 物理学(第6版)[M]. 北京:高等教育出版社,2014

Design on Ideological and Political Education of Curriculum *the Motion of Charged Particles in Electric and Magnetic Fields*

Hu Yongzheng

(Physics Teaching and Research Section, China Fire and Rescuse Institute, Beijing 102202)

Abstract: Science professional courses should focus on the training of scientific thinking methods and the education of scientific ethics, and cultivate students' sense of responsibility and mission to explore the unknown, pursue the truth, and bravely climb the peak of science. Curriculum ideological and political needs to be integrated into classroom teaching construction. It is necessary to implement ideological and political construction into curriculum goal design, syllabus revision, textbook editing and selection, teaching plan and courseware compilation, and run through all aspects of classroom teaching, teaching seminars and so on. This article takes the ideological and political design of the course "Motion of Charged Particles in Electric and Magnetic Fields" as an example, and integrates the ideological and political courses into knowledge transfer, and makes the science courses an important position for cultivating people.

Key words: charged particles; motion; ideological and political design of the course; college physics