

# 立德树人视域下课程思政融入 大学物理实验教学的研究\*

——以弗兰克-赫兹实验为例

蓝志强 徐守磊

(广西大学物理科学与工程技术学院 广西南宁 530004)

(收稿日期:2022-12-05)

**摘要:**大学物理实验是高等院校中理、工、农、林、医类等学科的一门基础类通识课程,是实施课程思政教学的前沿阵地.以弗兰克-赫兹实验为例,通过实验背景讲解、实验原理的介绍、实验过程的监督以及实验报告的改革等课程设计环节,介绍如何挖掘大学物理实验课程中所蕴含的思政元素.从立德树人的角度出发,培养学生的家国情怀、科学探索、求真务实以及科技创新精神,寻找课程思政和基础课程的契合点,将人才培养与德育目标相结合,实现知识传授和价值引领相统一.

**关键词:**大学物理实验;立德树人;课程思政;弗兰克-赫兹实验

## 1 引言

2016年12月,习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上提出:“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”.为了贯彻落实这一要求,需要全国高校所有老师同心协力,充分挖掘课程思政资源,将课程思政元素融入课堂教学,实现人才培养与德育目标相结合,为社会培养出具有正确人生观、世界观和价值观的复合型人才.

大学物理实验是高等院校中理、工、农、林、医类等学科的一门基础类通识课程,它涵盖的学生范围广,受众多,在高校人才培养体系中占据重要地位.以广西大学为例,大学物理实验课程几乎涵盖了理、工、农、林、动等除文科类专业外的所有学生,每年必修该课程的学生人数在4500人左右.通常情况下,大学物理实验课程学时数为64学时,设课时间在学生进入大学后的第二个学期或者第三个学期,是学生进入大学校门后不久必修的一门基础类通识课程,显然大学物理实验课程是实施课程思政教学的

前沿阵地.因此,如何将课程思政有机融入大学物理实验课程的各个教学环节,是一个值得深入研究的课题<sup>[1]</sup>.目前,对于如何在大学物理实验教学中融入课程思政,国内从事物理实验教学和管理工作的学者进行了初步的探索.如文献<sup>[1]</sup>以迈克耳孙干涉实验为例,通过介绍大学物理实验中课程思政内涵,从“教书”和“育人”两方面,深入挖掘“迈克耳孙干涉实验”中的课程思政元素,阐述了如何将课程思政内涵融入实验课程的教学内容.文献<sup>[2]</sup>以“金属杨氏模量的测定”为例,介绍了如何在物理实验教学中引入课程思政,并提出了具体的实施方案.文献<sup>[3]</sup>以单缝衍射及光强测量为例,介绍如何从课前、课中、课后3个层面推进大学物理实验课程思政建设.课程思政不是一门独立课程,而是课程与思政的有机融合,是贯穿着所有课程教学的始终.因此,只有充分挖掘每一门课所蕴含的思政元素,才能全方位提升大学生的人文素质和道德情操,向我国社会主义现代化建设输送高质量建设者.大学物理实验课程不仅包含力、热、电、光、磁学等基础实验知识,还包

\* 广西高等教育本科教学改革工程项目,项目编号:2020JGA105.

作者简介:蓝志强(1980-),男,博士,主要研究方向为能源物理、实验室建设与实验教学.

含综合性物理实验和近代物理实验,它渗透到自然科学领域各个学科,与现实生活联系密切.每一个实验项目均蕴含着丰富思政元素,如何在每个实验项目中展开思政教学有待进一步深入研究.基于此,本文以普通高等院校均普遍开设的实验项目“弗兰克-赫兹实验”为例,探讨立德树人视域下如何在大学物理实验课程教学中融入思政元素,为培养出具有正确的人生观、世界观和价值观,德才兼备的社会主义建设者做出应有的贡献.

## 2 通过实验背景的讲解引入物理学史 激发学生爱国情怀

弗兰克-赫兹实验是原子内部结构存在分立能级的直接证据,是对玻尔原子理论的最强有力支持,它是由1914年德国物理学家弗兰克(J. Franck)和G. 赫兹(Gus-tav Ludwig Hertz)共同发现的.在20世纪初,人们对原子的研究具有浓厚的兴趣,在1911年前后,人们对电子电位进行大量的研究,但发现没有统一的理论为人们所接受,对电子电位测量所得结果也有较大差别.弗兰克和赫兹用勒纳德的反向电压法进行汞蒸气的光谱实验研究,他们发现实验中电子与汞原子发生非弹性碰撞后损失4.9 eV的能量,也就是说汞原子只能吸收4.9 eV的能量<sup>[4]</sup>.通过在这部分教学内容中引入弗兰克-赫兹实验的背景,引导同学们对未知领域的积极探索,或通过自己的勤奋努力去解决科学领域中悬而未决的问题,培养学生科学探索的精神<sup>[1]</sup>.此外,我们也应该让同学们看到,在过去很长一段时间,西方国家在科学研究领域一直占据的主导地位,涌现出了如牛顿、爱因斯坦、波尔、麦克斯韦等许许多多的科学家.我国与西方世界的科技实力差距悬殊,在西方国家快速发展阶段,我国还处于半封建半殖民地状态.然而随着新中国的成立,在党和政府的领导下,我们一步一个脚印,科技从起步与追赶、改革与探索期,再到创新与跨越期,在短短不到100年的时间里取得了巨大进步.如蛟龙号探海、单口径射电望远镜、载人航天工程、超级计算机等技术均取得了突破性进展.

在这时期涌现出了许许多多的科学家,如钱学森、钱三强、邓稼先、吴有训、于敏等.通过物理学史的引入,到中西科技发展的对比,可以激发学生爱国情怀,对祖国未来的发展越来越有信心.

## 3 通过实验研究过程陈述 培养学生科学态度

弗兰克和赫兹这一发现以论文形式正式发表后备受争议,质疑者认为弗兰克和赫兹的这一发现不过是记录非弹性碰撞出现的能量损失罢了,其激发电位的测量值得怀疑.因为根据波尔理论,汞的电离电位为10.5V,而弗兰克和赫兹实验的测量值为4.9V,两者相差极为悬殊,因此如果弗兰克和赫兹实验结论正确,那么波尔的原子理论就会受到挑战.质疑者一直认为,4.9V就是对应斯塔克理论中所指光谱线的产生,源于原子或者电子的分离.然而可能源于信息不通畅,他们对波尔理论不了解,后经科学家反复实验以及波尔对弗兰克-赫兹实验结果的解释,尤其是1915年波尔在《论辐射的量子理论和原子结构》书中指出:“如果电子的能量小于4.9 eV,那么在碰撞过程其能量是不损失,而如果电子能量达到4.9 eV,在碰撞时其很大可能失去它的全部能量,原子发出的波长为2536埃对应汞的紫外线辐射”<sup>[5]</sup>.波尔认为他们的结论是不正确的.1916年,弗兰克和赫兹撰文表示不接受波尔的质疑,直到1919年,弗兰克和赫兹重新审查1914年所做的实验时发现4.9V并不能使汞原子发生电离,他们同意了波尔此前的观点,即4.9V并不能使汞原子发生电离,该电压对应汞原子的第一激发电位<sup>[4]</sup>.这个争论导致一个具有划时代意义的波尔原子理论被实验所证实.这个实验从实验现象的发现,到对实验结果的质疑,再到对实验结论的修正,不但蕴含了实验物理科学家们的创新思维和孜孜以求科学精神,更是体现出了物理学家们追求真理、实事求是、严谨求实的科学态度与科学素养,同时也蕴含着科学发现是在不断地纠错过程中取得了进步.

## 4 借助实验原理解释 激发学生科学探索精神

在弗兰克-赫兹实验的设计中,其设计原理如图

1所示<sup>[6]</sup>.在图1中, $U_f$ 对应的是灯丝电压,用于加热灯丝使其发射出热电子; $U_{G1}$ 为阴极K和栅极之间的一个加速电压,其作用是消除电子在阴极K附近堆积; $U_{G2}$ 为加速电压,其作用是让电子获得加速度,提高电子的能量; $U_p$ 为拒斥电压,其作用是筛选电子,只有能量 $E > eU_p$ 的电子才能通过 $G_2 \rightarrow P$ 区间达到阳极P定向移动形成电流,通过电流表G我们可以观测到电流 $I_p$ 的大小,通过观测 $I_p$ 随 $U_{G2}$ 的变化情况,绘制 $I_p - U_{G2}$ 关系曲线,即可测量出氩原子的第一激发电位.通常情况下,在实验过程所用的理想四极管中各种电压参数是给定的,同学们只需按照特定的参数进行调节,测量出 $I_p$ 随 $U_{G2}$ 的变化情况,绘制相应的 $I_p - U_{G2}$ 曲线即可完成实验,这极不利于培养学生们的科学探索精神.为此,我们可以对上述仪器参数进行重新设置,并提出实验参数(如灯丝电压 $U_f$ 、第一加速电压 $U_{G1}$ 和拒斥电压 $U_p$ )对氩原子第一激发电位的测量结果有何影响.这会引导学生积极探讨实验仪器的各项参数与实验结果的关系,同时分析仪器参数的变化所引起实验结果的差异,有利于激发学生们的科学探索精神.

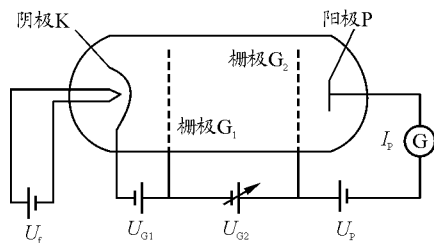


图1 弗兰克-赫兹管结构图

## 5 利用实验过程监督 激发求真务实精神

过程化管理是大学物理实验的一个重要环节,他是培养同学们严谨科学态度和严肃工作作风的基础.在实验过程中,虽然每一台仪器的基本结构相同,但由于受到实验参数以及系统误差等各项因素的影响,每台仪器即使在相同情况下记录的数据不一定相同,在不同情况下记录的数据差异更大.因此,我们在实验过程中一直强调如实记录实验数据,不能照搬照抄别人的数据,或者自己构造实验数据,

要确保是在合理参考参数下,自己的操作正确即可.因此需要同学们在实验过程中认真观察、客观真实地记录数据,认真分析实验结果,逐渐培养学生诚实守信、求真务实、尊重事实的科学精神.

## 6 结合实验报告改革 培养综合创新能力

实验报告是实验工作的一个总结,它是检验学生课堂实验效果的最后一个重要环节.实验报告内容通常包含实验名称、实验目的、实验原理、实验步骤、实验数据、数据处理以及误差分析等.传统的实验报告格式固化,内容千篇一律,大有雷同,区分不出学生水平的高低,也难以激发同学们学习热情.为此,对于弗兰克-赫兹实验,我们以科技小论文的形式替代传统的实验报告,这不仅能丰富大学物理实验的课程内容,还能培养同学们的科技写作能力.通常情况下,科技论文包含摘要、关键词、引言、实验方法、分析与讨论、结论、致谢、参考文献等要素,弗兰克-赫兹实验的内容具备写成科技小论文形式的一切要素.在引言部分可介绍弗兰克和赫兹基于何种原因去做这个实验,以及在弗兰克和赫兹设计这个实验之前,都有哪些人在从事这方面的研究,一方面可以加深同学们对物理学史的认识,另一方面也可提高同学们查阅文献,总结文献的能力.此外,在分析讨论部分,虽然氩原子的第一激发电位与各种电压没有关系,但灯丝电压、第一加速电压、以及拒斥电压的大小对阳极电流大小均会有不同程度的影响,同时由于测量误差的存在也会导致测量所得的第一激发电位略有波动.如文献[7]作者通过改变第一栅极电压研究氩原子的第一激发电位发现,测量所得的结果在 $11\text{ V} \sim 12\text{ V}$ 之间波动.文献[8]研究弗兰克-赫兹实验中炉温、灯丝电压、栅极电压与激发电位的关联中也发现了类似的问题.因此,我们通过科技小论文的形式,将课程与科研、教与学有机结合,通过“润物细无声”的方式,让学生从被动的学习模式向主动学习模式转变,培养学生从提出问题、分析问题再到解决问题的能力,实现认知 $\rightarrow$ 应用 $\rightarrow$ 拓展 $\rightarrow$ 创新能力的全

面提升.

## 7 总结

大学物理实验课程是高等院校中理、工、农、医类专业必不可少的一门必修课,教学对象广、受众范围大,在课程思政贯穿着高等院校所有课程的背景下,大学物理实验课程在课程思政实施过程中占据重要的地位.本文以大学物理实验课程中一个经典的实验项目——弗兰克赫兹实验为例,通过对实验背景、实验原理、实验过程以及实验报告等教学环节进行精心设计,将课程思政与课堂教学有机融合,将人才培养与德育目标相结合,实现知识传授和价值引领相统一,为新时代社会主义现代化建设培养合格的建设者.

### 参考文献

[1] 樊代和,魏云,刘其军,等.基于“课程思政”的大学物理实验课程教学案例探讨——以迈克尔孙干涉实验为

例[J].物理与工程,2022(32):175-178,183.

[2] 唐洪法,陈健,朱纯,等.大学物理实验“课程思政”的探索与实践——以“金属杨氏模量的测定”为例[J].物理通报,2022(3):101-105,109.

[3] 郑远蕾,杨涛.课程思政融入大学物理实验的探究与实践——以单缝衍射及光强测量为例[J].物理通报,2021(11):74-75.

[4] 王子安.自然的使者 走近183位诺贝尔物理学奖精英[M].天津:天津科学技术出版社,2010:53-65.

[5] 王玉兰,李祖扬,李建珊.玻尔传[M].合肥:安徽科学技术出版社,1985:221-223.

[6] 吴伟明.大学物理实验[M].北京:科学出版社,2009:237-239.

[7] 党新志,李艳,商成林,等.弗兰克-赫兹实验的工作参量对结果的影响[J].大学物理实验,2019(32):50-53.

[8] 钮婷婷,张志华,于婷婷,等.影响弗兰克-赫兹实验激发电位的因素探究[J].物理实验,2018(38):11-15,18.

# Research on the Integration of Curriculum Ideological and Political Education into College Physics Experiment Teaching from the Perspective of Moral Cultivation

——Taking the Frank-Hertz Experiment as an Example

LAN Zhiqiang XU Shoulei

(School of Physical Science and Technology, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004)

**Abstract:** College physics experiment is a basic general course of science, engineering, agriculture, forestry, medicine and other subjects in colleges and universities. It is the frontier of ideological and political teaching. In this paper, we take the Frank-Hertz experiment as an example, introduces how to explore the ideological and political elements contained in the university physics experiment course through the course design such as the explanation of the experiment background, the introduction of the experiment principle, the supervision of the experiment process and the reform of the experiment report. From the perspective of cultivating morality and cultivating people, we should cultivate students' feelings of home and country, scientific exploration, truth-seeking and pragmatic, and spirit of scientific and technological innovation. We should look for the convergence point of ideological and political courses and basic courses, combine talent training with moral education goals, and realize the unity of knowledge teaching and value guidance.

**Key words:** college physics experiment; foster character and civic virtue; curriculum ideological and political education; Frank-Hertz experiment