

大学物理实验——光电效应的课程设计与思政元素挖掘

孟军华, 杨红卫, 高红丽, 赵金良

北京工业大学物理与光电工程学院, 北京

收稿日期: 2024年11月16日; 录用日期: 2024年12月13日; 发布日期: 2024年12月23日

摘要

《大学物理实验》是高等学校理工科专业学生重要的公共基础必修课, 该课程既包含了基础知识的教学也涉及实验技能的训练, 是落实立德树人根本任务、实现“三全育人”的理想载体。本文以大学物理实验课程中的光电效应实验为例, 从光电效应的发现发展过程、基本原理和实际应用分析等方面设计课程, 探索了课程中所蕴含的科学态度、求实精神、创新意识等丰富的思政元素, 旨在通过课程理论讲解、实验动手操作全面实现对学生的知识传授、能力培养与价值引领的有机统一, 推动学生全面发展。

关键词

课程设计, 光电效应, 思政挖掘, 三全育人

Course Design and Exploration of Ideological and Political Education Elements in the Photoelectric Effect of the University Physics Experiment Course

Junhua Meng, Hongwei Yang, Hongli Gao, Jinliang Zhao

School of Physics and Optoelectronic Engineering, Beijing University of Technology, Beijing

Received: Nov. 16th, 2024; accepted: Dec. 13th, 2024; published: Dec. 23rd, 2024

Abstract

The “University Physics Experiment” course is crucial for science and engineering students. It combines fundamental knowledge with experimental skills, providing a platform for moral education

文章引用: 孟军华, 杨红卫, 高红丽, 赵金良. 大学物理实验——光电效应的课程设计与思政元素挖掘[J]. 教育进展, 2024, 14(12): 929-932. DOI: 10.12677/ae.2024.14122361

and holistic development. This paper focuses on the photoelectric effect experiment, examining its discovery, principles, and applications. It highlights the ideological and political elements within the curriculum, such as scientific attitudes, pragmatic spirit, and innovation. The aim is to integrate knowledge transfer, skill development, and value guidance through theoretical instruction and hands-on practice, fostering the overall growth of students.

Keywords

Course Design, Photoelectric Effect, Ideological and Political Education, Holistic Education

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

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中指出, 要高度重视高校的党建和思想政治工作。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, 实现全员育人、全程育人、全方位育人的“三全育人”目标, 努力开创我国高等教育事业发展新局面[1]。党的十九大以来, 全国各地高校大力推动理论创新和实践探索, 积极努力将立德树人的根本任务落到实处。

在各类课程中, 大学物理实验是全国高等学校理工科专业的学生所必修的公共基础课, 是学生进入大学后接受系统实验方法和实验技能训练的开端。大学物理实验课程既包含了丰富的基础知识教学, 更涉及全方位的实验技能训练[2][3]。在授课过程中, 一方面通过对实验背景和原理的讲解, 可以加深学生对基础知识的理解, 培养学生严谨求实的科学作风, 并激发学生的探索精神和创新意识。另一方面, 通过进一步对实验现象的观察、分析和动手测量操作, 可以使学生建立认识事物规律的正确方法, 理论联系实际, 切实提高学生的动手能力、发现并分析和解决问题的能力[4]-[6]。因此, 大学物理实验课程是一门可以将立德树人全方位融入思想教育、知识教育和实践教育的理想载体, 也是实现“三全育人”目标的有效途径。

光电效应实验是大学物理实验课程中必做的综合性实验之一, 其不仅蕴含了丰富的物理原理, 也折射出诸多的思政元素, 是润物细无声的进行思政教育的典型实验[7]。基于此, 本文以光电效应实验为例进行课程设计, 系统地挖掘了实验背景、实验原理和实验操作过程中所涉及的思政元素, 以期更好地达到“三全育人”的目标。

2. 光电效应实验的课程设计方案

光电效应实验课程的教学设计全过程主要包括四个环节: 课前预习、课上讲授、实验操作、课后数据处理。课前预习主要由学生根据课程任务进行教材自学和虚拟实验操作, 撰写完成预习报告, 为课程学习做准备。课上讲授环节含三方面的重点设计: 一是前沿性、冲击性教学内容引入, 即通过观看“祝融号”火星车的视频, 激发学生思考火星车在太空如何供电的问题, 引出本实验的学习内容; 二是回顾光电效应相关的科学历史, 让学生体会科学家精神; 三是通过具体讲解光电效应实验原理, 让学生体会转化的测量思想, 从而进行科学研究的正确引导。实验操作环节, 预先说明实验的具体操作内容和注意事项, 鼓励学生自由探索、随时讨论, 操作中根据实验现象的观察和数据记录引导同学们回顾实验原理, 体会用实验检验真理。课后数据处理环节, 通过布置具体的数据计算和作图任务回顾本课程, 培养学生

的严谨的科学态度和作风，并结合课程内容学习让学生引申思考“祝融号”火星车能否持续供电这一问题，学以致用，实现理论与实践的有机结合。

3. 光效应实验课程中思政元素的具体挖掘

3.1. 问题引入，探索式学习，激发学习兴趣

光电效应是指光照射到某些物质上，引起物质电性质发生变化的一类现象，即光致电变的效应。光电效应又可以分为外光电效应(有光电子的溢出)和内光电效应(光电导效应和光生伏特效应)。在大学物理光电效应实验中，主要涉及外光电效应现象。实际生活中应用到光电效应特别是内光电效应的现象非常多，如相机的 CCD、太阳能电池、光敏电阻等。在课前预习的基础上，以“祝融号火星车在太空中如何供电”作为本课程的问题引入。一方面“祝融号”是我国自主研发的第一艘火星探测器，也是大国重器的代表之一。2021 年 5 月我国祝融号火星探测器在火星北半球成功登陆并开始探测，这一振奋全民的消息能够吸引学生的注意，激发学生的学习兴趣。同时，借此引导学生思考“祝融号”在火星上如何供电这一问题，使其顺其自然地想到在太空中可以将太阳光转变成电这一普适的做法，感受光电效应的应用和重要性。

3.2. 科学历史讲授，体会科学家精神，培养求实和创新意识

引入问题后，具体阐明什么是光电效应，以及内外光电效应的区别，然后通过介绍光电效应发现和发展过程，让同学们深入体会科学家精神。1887 年赫兹成功验证了电磁波的存在，在实验中意外发现光电效应，1902 年其学生勒纳德设计了实验装置并详细观察了光电效应的具体规律，获得 1905 年诺贝尔物理学奖。由于光电效应现象无法用经典物理解释，1905 年爱因斯坦受普朗克的启发，创新性的提出光量子假说和著名的光电效应方程，成功解释了光电效应的所有现象，获得 1921 年诺贝尔物理学奖，更为后续量子力学的发展奠定了重要基础。实践是检验真理的唯一标准，直到 1916 年，密立根通过实验验证了爱因斯坦的光量子理论和光电方程，并测量了普朗克常数，和油滴实验一起于 1923 年获得诺贝尔物理学奖。至此光电效应的现象和机理才被人们完全探究清楚。可以看到，从光电效应的发现到实验验证经历了漫长的过程，获得了多项诺贝尔奖，体现了科学家们持之以恒的求实精神、严谨的科学态度和大胆的创新意识，可以很好地引导学生积极思考，做事要坚持不懈，并敢于批判和创新。

3.3. 实验原理及现象讲授，科学研究方法的正确引导

认识爱因斯坦光电方程、理解光电效应的全部实验现象，并由此测量普朗克常数是本实验的重要目标。爱因斯坦解释光电效应的前提是提出光具有粒子性，即光束是由光子构成的粒子流，单个光子的能量为 $\varepsilon = h\nu$ ，其中 ν 为入射光的频率， h 为普朗克常数。由此光电方程表示为：

$$h\nu = 1/2mv_0^2 + W \quad (1)$$

即入射光子与物质发生相互作用后，其能量分成两部分：光电子的动能和金属的溢出功 W 。对于特定的材料，逸出功 W 是固定的，因此由简单的爱因斯坦光电方程可以首先得出两个结论：一是只有入射光子的能量大于材料的逸出功时，才能激发出光电子(动能大于 0)，存在激发光电子的截止频率 $\nu_0 = W/h$ ；二是溢出光电子的初动能只与入射光子的频率有关，与光强(光子数)无关。

进一步的，在特定的入射光频率下，如果将光电子接入外电路，外加反向电压使光电子最大动能为 0 时：

$$eU_0 = 1/2mv_0^2 \quad (2)$$

U_0 即为截止电压, 带入到光电效应方程, 可以发现截止电压与入射光子的频率呈线性关系, 直线斜率为 h/e 。从而在实验中通过测量不同入射光频率下的截止电压这一宏观量, 得到普朗克常数这一微观量。这一转化的测量思想是科学研究和解决问题过程中常用且非常重要的方法, 对学生起到很好的指引作用。

3.4. 实验现象验证, 用实践检验真理

了解光电效应的本质和光电方程以后, 通过实际测量截止电压和伏安特性曲线可以进一步的理解和掌握知识点, 用实践去检验理论的正确性。另外, 在同一入射光频率下, 一个入射光子就可以激发出一个光电子, 光子的数目越多即入射光的强度越大, 最终产生的光电子的数目也越多, 外接电路中饱和光电流也越大, 实验中通过改变光强测量伏安特性曲线同学们也可以观察到这一规律。基于这一实验现象, 在课程结尾重新回顾祝融号火星车, 在太空中正是利用光电效应通过太阳能电池将太阳光转变成电能进行供电, 同时基于对实验原理的理解和实验现象的观察, 可以留下问题给同学们思考: “由于火星上一年四季光强差异较大, 太阳能电池能否实现持续供电呢?” 鼓励同学们, 将所学知识应用于实际问题的思考和分析。

最终, 通过全过程的理论学习、实验操作、数据记录以及课后对实验数据的处理和实验误差分析, 不仅可以更好地帮助同学们掌握科学的测量方法也培养了他们严谨的科学态度和求真务实的科学精神。

4. 结语

光电效应实验是大学物理实验课程中必做的经典综合实验。本文以光电效应实验为例, 由大国重器祝融号火星车如何供电这一问题进行课程引入激发同学们的学习兴趣。结合历史讲述科学家们探究真理的过程, 让同学们体会科学家精神, 培养学生求实和创新意识。进一步, 通过对实验原理的讲授, 引导同学们掌握正确的科学研究方法。最后, 通过对实验过程的操作、现象的观察以及课后的数据处理和总结, 让同学们用实践检验真理, 用所学知识解决实际问题, 从而达到“三全育人”的教学目标。

基金项目

感谢国家自然科学基金面上项目(62174009)、中国高等教育学会基于一流课程建设的教学改革与实践研究专项课题项目(2020JXYB03)的资助。

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(001).
- [2] 邓金祥, 刘国庆, 苏丽娅, 王丽香, 原安娟, 等. 大学物理实验[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 2005.
- [3] 梁席民, 陈叶叶. 大学物理实验教学方法探索与研究[J]. 教育进展, 2023, 13(9): 6661-6666.
- [4] 高苏娟. 大学物理实验教学中融合课程思政的探索[J]. 创新教育研究, 2021, 9(5): 1299-1303.
- [5] 蓝雷雷, 赵彩叶, 潘桂侠. “三位一体”模式下探索大学物理实验课程中的思政元素——以测量刚体转动惯量为例[J]. 创新教育研究, 2024, 12(3): 299-302.
- [6] 黄文奇, 于岩. 大学物理实验课程思政和创新教育探索——以光敏传感器实验为例[J]. 物理通报, 2022, 8(1): 102-111.
- [7] 金靛婕, 张纪磊, 梁小蕊, 柳叶. “大学物理实验”课程思政研究[J]. 教育进展, 2022, 12(8): 3017-3020.