

基于问题引导与课程思政的课堂教学实践

——以“德布罗意波”为例

喻莉 刘洋 何艳 邓磊 李泽疆 罗志娟

(空军预警学院基础部 湖北 武汉 430019)

(收稿日期:2022-01-24)

摘要:为提高课堂教学质量,基于“德布罗意波”的内容,进行了以问题为导向,结合课程思政的课堂教学实践.通过问题引导,启发学生思考,充分发挥学生的主观能动性.同时,从科学精神、科学方法、哲学思想和使命担当等方面,将思想政治教育有效地贯穿于整个教学过程,达到既教书又育人的目的.

关键词:德布罗意波 问题引导 课程思政 教学实践

大学物理是理工科专业学生通识教育阶段的文化基础课,其中量子物理是近代物理的重要组成部分,包含了很多的新概念、新观点和新理论.这些新知识大都与经典物理背道而驰,与日常经验和所观察到的现象相差很大,不仅抽象,而且深奥难懂.如果只注重教师的单向知识灌输,而不对学生启发引导,即使学生了解了这些新的概念和理论,但对其中所包含的物理内涵也很难深刻理解.基于问题引导的教学方法则能较好地发挥学生的主体地位,激发学生主动思考,加强学生对物理知识的理解^[1,2].此外,量子物理是大量的物理学家通过不断的科学创新而建立起来的,其中蕴含了大量的科学精神、科学方法、哲学思想和创新思维,是思政教育的天然沃土^[3,4].笔者基于“德布罗意波”课堂教学,以问题为引导,启发学生积极思考,主动参与.循着物理学家的足迹,首先通过类比迁移提出假设,然后推导计算进行理论自恰,紧接着巧妙设计实验验证假设,最后知识拓展引出应用.在问题引导教学过程中,不仅传授知识,同时全程融入课程思政,实现教书育人的双重目的.

1 巧设问题 引入主题

创设问题链,引入主题.

问题 1:德布罗意何许人也?

通过介绍其显赫家族和由学历史转为学物理的传奇经历,激起学生的好奇心.

问题 2:是什么原因促使德布罗意改学物理?又为什么会取得成功?

围绕两次索尔维会议展开讲解,如图 1 所示.



(a) 第一次索尔维会议(1911年)主题:辐射与量子论



(b) 第五次索尔维会议(1927年)主题:光子与电子

图1 索尔维会议

通过德布罗意的亲身经历,使学生体会到树立目标,以及坚持努力对于学习的重要性.1911年第一届索尔维会议,德布罗意的兄长担任会议秘书.德

布罗意通过其兄长了解到近代物理发展的概况以及所遇到的困难,从此改学物理,并立志要解决量子的真正本性。但到了1927年第五届索尔维会议,德布罗意就能因为自身的成就而跻身物理学大师的行列,正式参加会议。1914—1919年,德布罗意经历了第一次世界大战,并应征入伍。但是战争结束后,德布罗意并未忘记最初的梦想,仍然下定决心,继续研究物理,跟随朗之万攻读博士学位,并最终取得巨大的成就。

问题 3: 德布罗意具体取得了什么成就?

讲解 1924 年德布罗意的博士论文,并介绍其核心内容德布罗意假设。从而引入本课的主题。

2 类比迁移 提出假设

首先提出问题:德布罗意假设是如何提出来的?这个假设是什么?然后循着物理学家的足迹,讲解德布罗意提出假设的思维过程。德布罗意认为:自然界在很多方面是对称的,只有对称才是和谐的。此外,因为他是学历史出身,所以他习惯于从历史的角度去考虑问题,在对光的发展史作了深刻研究后,德布罗意意识到,在不同的时期,人们对光的本性的认识不是过于重视粒子性忽视波动性,就是过于重视波动性而忽视粒子性,但最终却发现光既具有波动性也具有粒子性,波动性和粒子性这两个看似矛盾的对立体最终又统一在了一起。通过将实物粒子与光进行类比,德布罗意提出了一个大胆的设想:对于人们一直认为只具有粒子性的实物粒子,会不会也是人们忽视了它的波动性?它是不是也既具有波动性又具有粒子性呢?经过审慎思考,最终德布罗意在博士论文中指出:不仅光具有波粒二象性,而且一切实物粒子也具有波粒二象性,并且粒子性和波动性的关系,与光的波粒二象性相一致。满足

$$\varepsilon = h\nu \quad p = \frac{h}{\lambda}$$

在上述环节,利用展示蝴蝶、建筑物、雪花和八卦图等图片,让学生感受大自然中的对称美。通过光的波粒二象性的讲解,培养学生矛盾的对立统一思想。同时重点突出将实物粒子与光进行类比的方法,

让学生体会物理学家创新思维的形成过程。此外,还可拓展介绍类比在物理学发展中的重要性^[5],比如,静电学中的库仑定律就是通过与万有引力定律的类比得来的,近代物理中“磁单极子”的概念就是通过与单极性的电荷类比提出来的,让学生深刻地感受到如何通过类比的方法来进行科学创新。

3 计算推导 理论自恰

提出问题: 德布罗意假设是否合理? 启发学生思考,同时引导学生从理论和实践两个层面来考虑,一是物理学的整体理论体系必须是和谐统一的,各理论之间不能违反自恰性原则,二是只有实践才是检验真理的唯一标准。在这一过程中,让学生树立正确的唯物主义世界观,并培养学生大胆假设,小心论证的科学态度。

引导学生证明玻尔的角动量量子化假设与德布罗意假设的自恰性。根据玻尔的定态假设,电子绕原子核运动时处于稳定状态,不对外辐射能量。而根据德布罗意假设,电子具有波动性。结合这两个理论,提出问题:什么波不向外传播能量?电子绕核运动形成的又是什么波?引导学生讨论后得出:具有稳定状态且不对外辐射能量的波就是驻波,所以可以考虑电子绕核运动时形成的是驻波。紧接着,教师从一般到特殊,从简单到复杂,层层深入进行分析。首先从一般情况直弦线上形成稳定驻波的条件出发,过渡到特殊情况圆环上的驻波,如图 2(a) 所示。再从圆环的周长刚好等于波长,即 $2\pi r = \lambda$,推广到圆环的周长等于波长的整数倍 $2\pi r = n\lambda$,其中 n 为正整数,如图 2(b) 所示。之后,由学生自己推导角动量子化条件:利用德布罗意波长与动量的关系 $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$,结合圆环的周长条件 $2\pi r = n\lambda$,得到角动量 $2\pi r m v = nh$,也就是 $L = r m v = \frac{nh}{2\pi}$ 。最后强调不同理论间的自恰在物理学发展中的重要地位,同时注意在课堂上克服教师满堂灌的情况,尽量提高学生的参与度。

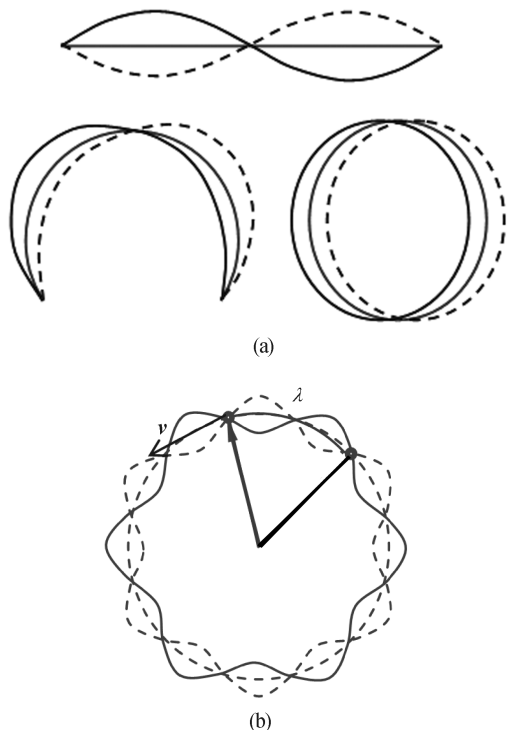


图2 电子绕核运动驻波模型

4 巧设实验 验证假设

介绍德布罗意当时所面临的困难,创设历史情境,激发学生学习兴趣.由于德布罗意是非物理专业出身,实物粒子具有波动性这一假设又匪夷所思,并且没有实验的支持,这一假设遭到了普遍质疑,其导师朗之万也难以接受.在德布罗意博士论文答辩时,导师朗之万向德布罗意提出疑问:能否设计一个实验来证明这一假设?当时德布罗意思考后回答,“晶体衍射实验应该可以证明这一点”.引导学生思考,为什么德布罗意认为晶体衍射可以证明实物粒子的波动性?这个实物粒子是什么粒子,宏观粒子可以吗?

紧接着,让学生利用德布罗意波理论分别计算宏观粒子(以400 m/s运动的子弹为例)和微观粒子(以动能为100 eV的电子为例)的波长,使其通过数据来直观感受微观粒子波长的大小.从而引导学生得出结论:当电子入射到晶体表面,通过观察衍射现象,可以证明其波动性.让学生亲身参与这一探索过程,加强对微观粒子波动性的理解.

通过前4部分内容的讲解,培养学生“类比已知

理论—提出科学假设—验证科学假设—建立新理论”这一科学的思维方法.

5 知识拓展 科技应用

回顾光学仪器的分辨本领,提出问题:提高仪器分辨本领的方法有哪些?启发学生思考.然后在此基础上介绍物质波在电子显微镜和扫描隧道显微镜上的应用.首先对比可见光的波长和电子的波长,给出光学显微镜和电子显微镜的分辨率.光学显微镜的分辨率为 $0.2\ \mu\text{m}$,可观察到人体内的红细胞,透射电子显微镜的分辨率则可达到 $0.2\ \text{nm}$,放大倍数是光学显微镜的1 000倍,可以直接观察到晶格中的原子点阵.然后介绍扫描隧道显微镜的分辨率,讲解它对单个原子的观察与操控,以及它在纳米技术中的重要地位.让学生深刻感受到物质波给人类生活所带来的影响,增强学生学习物理知识的责任与使命.

6 结束语

本文以“德布罗意波”的课堂教学为例,提出了一种问题引导和课程思政相结合的教学模式.笔者以问题为牵引,层层深入,引导学生对德布罗意假设的提出和验证过程进行了逐步探索.学生的学习兴趣有了明显的提升,课堂参与度也有了较大的提高,学生普遍反映学习效果较好.此外,我们根据本次课的知识内容特点,通过课程思政教育,增强了学生的科学精神和创新意识,培养了学生科学的世界观和大胆假设、小心论证的科学方法,坚定了学生学习物理的使命与担当.相信这一教学模式对量子物理的其他教学内容也具有较好的借鉴作用.

参考文献

- 1 苏耀恒,王军,陈爱民,等.量子力学课程中问题式教学法的构建与实施[J].高教学刊,2017(8):63~65
- 2 张永梅,张旭峰,刘兴来.基于问题讨论的大学物理课堂教学模式实践[J].物理通报,2021(1):4~6
- 3 武继江.量子力学课程思政教育教学探索[J].教育现代化,2019(25):178~181

(下转第44页)

用该特性开发了一种测试旋转圆筒中重力加速度、旋转鼓的液面的抛物线焦距、旋转圆筒测试液体粘度系数的实现方法,这种实现方式很容易解释自旋向上旋转等势面下的“金鸭浮舟”。

我们的工作有以下局限性:我们仅定性和半定量地讨论了“金鸭浮舟”,而没有计算域间的确切相互作用,而且我们也无法确定有效控制洪流的自然工程。在将来的工作中,我们将可能会充分利用自然弯流来排放水和沉积物。拟议的旋转等势面提供了更多可能性,以可控的方式克服了与现代建筑靠近水和河流中心位置相关的大规模挑战。然而对于流量和沉积物传输、不同通道的几何形状以及各种流动条件的基准测试等自旋向上旋转等势面仍然需要进行严格而全面地验证。这些将认为是未来的研究领域。

参考文献

1 杨维纭. 力学与理论力学(上册)(第2版)[M]. 北京:中

(上接第39页)

4 张晓磊,张乐,张钰伊,等. “物理学史和物理学方法论”课程思政教学探索[J]. 大学物理, 2021, 40(4):40 ~ 44,85

国科学出版社,2019. 63 ~ 64

2 Zixiang Yan, Lu Sun, Jinghua Xiao, et al. The profile of an oil-water interface in a spin-up rotating cylindrical vessel[J]. Am. J. Phys. 2017,85(4), 271

3 王爱芳,刘芬,张艺,等. RL-1型旋转液体特性研究实验的改进方法[J]. 大学物理实验,2013,26(3):28 ~ 31

4 王碧鸿,张皓晶,张雄,等. 旋转液体测量重力加速度[J]. 物理教师, 2017, 38(8):51 ~ 54

5 刘畅. 旋转液体反射面的研究[D]. 大连:辽宁师范大学,2017. 4 ~ 30

6 刘玉鑫. 大学物理通用教程·热学(第2版)[M]. 北京:北京大学出版社,2013

7 蒋琦,易优蓝,齐笑冰. “金鸭浮舟”现象的揭秘[J]. 中国科技教育,2008(6):30 ~ 31

8 刘玉泉,朱克勤. 浅谈都江堰工程中流体力学原理的运用[J]. 力学与实践,2008,30(4): 102 ~ 105

5 王文春,李雪春,郑殊,等. 在大学物理课堂中采用类比法教学有利于拓展学生思维能力[J]. 物理与工程, 2017,(S1):48 ~ 50,55

Classroom Teaching Practice Based on Problem Guidance and Ideological and Political Education of Curriculum

—Taking *De Broglie Wave* as an Example

Yu Li Liu Yang He Yan Deng Lei Li Zejiang Luo Zhijuan

(Foundation Department, Air Force Early Warning Academy, Wuhan, Hubei 430019)

Abstract: In order to improve the quality of classroom teaching, Based on the content of "De Broglie wave", the classroom teaching practice of problem-oriented and curriculum ideological and political education is carried out. Through problem guidance, inspire students to think and give full play to students' subjective initiative. At the same time, ideological and political education runs through the whole teaching process from the aspects of scientific spirit, scientific methods, philosophical thought and mission responsibility, so as to achieve the purpose of both teaching and educating people.

Key words: De Broglie wave; problem guidance; curriculum thought and politics; teaching practice