

# 浅谈原子物理学中的课程思政\*

丁汉芹

(新疆大学物理科学与技术学院 新疆乌鲁木齐 830017)

**摘要:** 原子物理学是我国普通高校物理学专业的一门必修课程,在开展课程思政教育方面具有很大的自身优势。论文从培养学生的求真品质、培养学生的创新精神、培养学生的实践能力和培养学生的爱国情怀四个方面,阐述了在原子物理学的教学中如何进行课程思政教学,让专业课程肩负起立德树人的功能。

**关键词:** 原子物理学 课程思政教学

**中图分类号:** O562-4; G641 **文献标识码:** A

**DOI:** 10.12218/j.issn.2095-4743.2022.23.109

高等学校思想政治工作在当前的高等教育中发挥着非常重要的作用,因为这直接关系到我国教育该把当代学生培养成什么样的人以及我们该为谁来培养人的根本问题,我们的教育要时刻牢记“立德树人”这一中心环节,全过程与全方位的贯穿思想政治工作。中共中央教育部在2017年的《纲要》中提出,“提升课程育人的质量体系,推动以‘课程思政’为目标的课堂教学改革,梳理所有专业课程蕴含的思政元素和承载的思政教育功能”。教育的首要问题是培养什么人,要在爱国情怀、品德修养、理想信念以及综合素质等方面的教育中狠下功夫,各门课程都要应该认真地守好身边的一段渠,努力种好自家的责任田,使各类课程与思想政治理论课向着同一个目标、同一个方向前进,全程全方位的构造育人大格局。做好课程思政工作是在新形势下高等教育面临的一项重要课题<sup>[1]</sup>。

原子物理学是我国普通高校物理学专业的一门必修课程,在开展思政教育方面具有很大的自身优势。课本中有很多思政元素可以挖掘,能自然而然地融合思政教育,努力提升当代学生的政治思想觉悟和道德文化品质。“课程思政”以学科发展为立足点,从育人视角来消化课程食量,将学科资源、学术资源转化为育人资源,实现“知识传授”和“价值引领”有机统一。由于原子物理学课程具有内容丰富、学科内涵拓展性广等特点,因此挖掘专业课程中的思政元素,将思政教育融入课程教学和改革的各环节、各方面,让专业课程肩负起立德树人的功能。我们从以下三个方面阐述原子物理学中课程思政教育<sup>[2]</sup>。

## 一、培养学生的求真品质

原子物理学是我国普通高校物理学专业的一门必修课

程,一般开设在力、热、电磁等普通物理之后,在热力学统物理和量子力学等理论物理之前,同时与光学与理论力学等课程同时开课,是连接经典物理与量子物理的桥梁与纽带。其研究涉及微观世界,很多内容与学生的日常生活相距甚远,一些现象会颠覆已有的认知,这对学生的思维和老师的授课都是很大考验与挑战。学生通过对原子物理学的学习,能够微观世界的物理图像,理解微观粒子不同于宏观课题的运动规律,掌握用量子理论处理微观世界的方法<sup>[3]</sup>。

在讲述第一章“原子的位形”时,我们可沿着以下原子结构研究历史进程为主线展开思政教学。结合1811年的阿伏伽德罗定律和1883年法拉第的电解定律得出自然界中电荷存在最小单元→原子的带电量是最小单元的整数倍→1881年斯通尼在理论上用“电子”命名最小单元→阴极射线的研究→1897年汤姆逊在实验中发现电子→电子带负电→电子的荷质比→1910年的密立根油滴实验→电子质量的计算→原子中存在电子,而且电子质量只是原子质量的非常小的一部分。事实上,原子是不带电的,既然原子内存在带负电的部分,那么内部一定存在带等量正电荷的成分,为了解决正、负电荷如何分布的问题,汤姆逊提出原子的“西瓜模型”,即正电荷均匀地分布于原子球体内,但带负电的电子嵌在其中。但1911年的卢瑟福的 $\alpha$ 粒子散射实验彻底否定了汤氏模型,这来源于两个方面。一方面根据汤姆逊模型给出的 $\alpha$ 粒子最大散射角 $\theta$ 小于 $0.1^\circ$ 。另一方面 $\alpha$ 粒子散射的实验结果是:绝大多数 $\alpha$ 粒子通过箔片后完全直线穿过( $\theta=0$ )或近似直穿而过( $\theta$ 很小,约在 $2\sim 3^\circ$ 之间),少数 $\alpha$ 粒子穿过金属箔时,运动轨迹发生了较大角度的偏转,个别 $\alpha$ 粒子(大约八千分之一),其散射角大于 $90^\circ$ ,有的竟沿原路完全反弹

\*基金项目:新疆大学物理学院教改项目“原子物理学教学中思政元素的挖掘与融合”。

回来， $\theta \gg 180$ 。卢瑟福不迷信权威，敢于质疑，尊重实验事实，更没有忽视“八千分之一”的反射 $\alpha$ 粒子，从而建立了名垂青史的原子核式模型。卢瑟福这种严谨、求真的科学精神是何等的重要！

在讲述第二章“原子的量子态”，我们可以进行以下思政教学。卢瑟福“行星”模型不能很好地解释原子的同一性和再生性，尤其是稳定性的问题，氢原子的分立光谱和原子核式模型与经典物理都是存在着矛盾。电磁理论认为，绕核运转的电子由于不断发射电磁波，其能量会连续减少，转动频率也随之连续改变，原子光谱应该是连续的。另外，电荷相反的粒子会相互吸引，电子会很快就陷入原子核中。然而，人们看到原子是稳定的，原子的光谱也是线状的。实际情况与经典理论的矛盾又一次困扰着人们。玻尔把经典物理无法解释氢原子光谱的规律性和原子的稳定性等一系列的困难联系在一起加以考虑。他不仅不顾人们对能量子、光量子和核式模型持怀疑和否定态度，而且还进一步发展了量子思想，把量子观念应用到原子体系，大胆提出了绕核运转的电子是不辐射的。玻尔理论的核心是原子内部存在稳定的量子态，他认为电子只是在二个不同的量子态跃迁时，原子才会发射或吸收能量。玻尔理论成功说明了氢原子可见光谱的分立性规律和原子结构的稳定性，所提出原子内部的量子态被弗兰克-赫兹实验证实。籍此能够引导和感染同学们树立高远志向，鼓励他们养成积极向上、永不退缩的人生态度，激励他们在学习中要不懈奋斗、不畏艰险。

## 二、培养学生的创新精神

在学习第三章“量子力学导论”时，学生感到非常的陌生。触发量子理论的导火索是来自十九世纪人们对热辐射的研究。热力学和电磁理论都不能对物体辐射的模式和光谱的形状进行解释，这表明了经典物理在某些方面存在着困难。德国物理学家普朗克深受维恩和瑞利-金斯工作的启发，通过多方面的尝试，他最终得到一个与实验情况十分吻合的公式。为了从物理上给公式赋予理论解释，普朗克对谐振子能量提出了能量子假设：谐振子的辐射能量不是连续取值，而只能取某一最小能量的整数倍。根据能量子假设，在光的发射和吸收过程中，能量变化只能取 $h\nu$ 的整数倍，而不能是其他任意数值。最小能量单元被称为“能量子”，量子的概念由此诞生。普朗克的能量子假设第一次揭示了微观世界的不连续的本性，从此标志着量子论的产生。

爱因斯坦发扬就普朗克科学精神，对光电效应做了理论解释。光电效应现象是赫兹研究电磁波特性过程中观察到

的，他用紫外光照射某些金属表面时，金属就立即逸出电子，但如果照射光的频率低于某一数值，无论的关多强都不能使得电子逸出。这一现象在当时无法用经典物理理论做出解释。这是因为，根据经典电磁理论，任意频率的照射光，只要光强足够的大，就能够让电子获取足够多的能量离开金属表面；另外，光照的能量密度是连续的，在原子尺度的狭小范围内，达到电子逸出所需能量必须有一定的时间积累才能完成。爱因斯坦是最早领悟到量子力学奥妙的人之一。为了解决光电效应的实验现象与经典物理之间的矛盾，爱因斯坦在普朗克能量子概念的启发下，抛开经典电磁理论的约束，选择利用量子视角来看待光：光并不像一个连续的波，而是像一束粒子流，这些粒子有着离散的能量，无论是光的发射或光的吸收，还是光本身都是由一个个不连续且不可分割的能量子组成的，在空间传播时具有粒子性。爱因斯坦利用光子概念，完美地解释了光电效应现象。爱因斯坦的勇气、智慧和科学精神为后人所敬仰。爱因斯坦敢于否定普朗克的“辐射本身是连续的”观点，提出了“光子假说”。在此过程中，尽管受到多方面的攻击和嘲笑，但爱因斯坦继续向着科学阵地前进。只到后来被密立根的实验和康普顿效应实验所证实，光子概念才被广泛接受。玻尔勇敢与麦克斯韦的经典电磁理论挑战，提出了原子的量子态。通过科学家的真实事迹，在教育教学过程中培养学生创新的科学精神<sup>[4]</sup>。

## 三、培养学生的实践能力

尽管原子这个概念已有了2000多年的历史，但是原子物理学作为一门独立学科也只是在20世纪初才开始形成。1895年德国物理学家威廉·伦琴教授发现的X射线、1896年法国科学家安东尼·贝克勒尔发现的放射性、1897年英国物理学家约瑟夫·汤姆逊发现的电子正式拉开了人类近代物理学研究的序幕。伴随着近代物理学的向前发展，以及1911年卢瑟福提出的原子核式模型和1913年玻尔提出原子的量子态，揭开了人们对原子物理学研究新的篇章。物理学需要理论作为支柱，同时也离不开科学实验的验证，作为一门自然科学，原子物理学同样也不例外。诺贝尔物理学奖获得者罗伯特·安德鲁·密立根在1923年的领奖大会上就说过，“科学须靠理论和实验两条腿来走路，一前一后而相互依赖的向前迈进。理论在实验中上升，在实验中检验。”<sup>[2]</sup>

我们首先以原子的量子理论建立为例来说明原子物理学中实验与理论的关系。卢瑟福在 $\alpha$ 粒子大角度散射实验基础上提出了核式模型，但不能解释原子的稳定性。众所周知，

经典电动力学告诉我们，电子在绕原子核运转过程中会向外产生电磁辐射，自己能量不断降低，将做向心运动，瞬间（大约1纳秒数量级）跌入原子核中发生电中和，导致原子结构不复存在。但事实上，原子是非常稳定的，无论是在地球上，还是宇宙其他处都一样。另外一个就是人们发现，氢原子的发射光谱是线状。根据经典理论，由于能量是连续分布的，光谱也应该是连续的才对，这让人很是困惑不解。为解决这些实验中观察到是结果，玻尔深受普朗克能量子和爱因斯坦光子假设，第一次把量子概念引入到原子，创造性提出了定态、跃迁条件等假设，否定了原子的经典理论，建立起原子的量子模型。在玻尔理论发表之后一年，二位德国物理学家詹姆斯·弗兰克和海因里希·鲁道夫·赫兹进一步通过电子束碰撞金属汞蒸气。实验发现汞原子只是吸收外来的4.9eV的能量，其他数值不吸收。这充分证明了玻尔理论中关于原子只能处于某些分立的量子态，也验证了“从实验到理论，再从理论到实验”的真理<sup>[5]</sup>。

尽管玻尔理论成功解释了光谱的分立性，但是随后人们发现光谱线不是单线而存在精细结构，如碱金属的光谱是双线。另外，1921年德国物理学家奥蒂斯·史特恩和瓦尔特·格拉赫实验发现基态银原子在非均匀磁场中偏转是有二个取向，但是玻尔理论不能解释这一实验现象。1925年，荷兰两位年轻的大学生乌伦贝克和古德史密斯分析一系列实验结果，大胆提出了电子自旋假设，并科学的解释了玻尔理论不能解决的难题。人们在根据自旋理论，成功解释了实验中观察到的反常塞曼效应现象。这些思政元素培养了学生的实践能力。

#### 四、培养学生的审美品质

教学过程中要渗透审美教育，要将物理教学和思政教育融合在一起，让学生得到全面发展，引导学生对未来作出清晰的思考，帮助学生形成积极向上的人生态度和高雅的审美标准。物理课程是传播物理文化的阵地，不是表面上的道德教育和形式上的政治教育，而是与物理科学知识紧密联系的思想理念教育。爱因斯坦曾说过，“学校的目标始终应当是，青年在离开学校时，是作为一个和谐的人，而不是作

为一个专家”。从古到今，所有科学家都是精神的富有者，心怀高尚审美观，他们为崇高理想、为科学的发展、为人类的进步而努力奋斗。我们在“原子核的衰变”时，居里夫人就是很好的一个例证。她和丈夫一起对铀的各种矿石进行了深入的研究，发现了两种放射性很强的新元素。居里夫人本来可以获取巨大财富，但她不顾个人得失和个人安危，一心只想如何为人类发展作出更大的服务。但是非常痛心的是，由于长期直接接触放射性，深受核辐射，最终恶性贫血逝世。居里夫人在科学上的贡献值得敬佩，她的高尚人格美更值得我们景仰与学习。

在原子物理学教学过程中融入课程思政，既能引导学生将个人志向与国家重大需求相结合，从物理学科的角度坚定个人的责任担当，又能会春风化雨和润物无声，实现课程目标与德育目标的融合统一。同时也让专业课教师承担起“立德树人”的重大责任，实现“三全育人”目标所蕴含的内涵<sup>[6]</sup>。

#### 参考文献

- [1]杨福家.原子物理学[M].北京:高等教育出版社,2008.
- [2]褚圣麟.原子物理学[M].北京:高等教育出版社,2010.
- [3]何娟,李京颖,余功方,刘程程.原子物理学课程思政素材的挖掘[J].安庆师范大学学报(自然科学版),2020,26(02):122-124+128.
- [4]翁铭华,张妹玉,林珠妹.原子物理学课程教学改革初探[J].教育教学论坛,2016(08):141-142.
- [5]何香如,龚成勇.从课程思政视角看待高等学校教学生态的建设[J].现代交际,2020(17):152-155.
- [6]游秀芬.在原子物理学教学中如何培养学生的人文修养[J].太原大学教育学院学报,2010,28(01):88-90.

#### 作者简介

丁汉芹（1969—），男，安徽安庆人，教授，博士学位，研究方向为凝聚态物理。