



# 物理学史在原子物理课程学习中的作用

田冲 王东娜

原子物理作为近代物理的一部分,内容比较抽象,理论性较强,

现行的《原子物理学》教材主要讲授

各类原子的结构及光谱,介绍分子、原子核及粒子物理知识来。由于原子物理理论性较强,概念抽象不易理解,许多同学不能完全掌握所学内容,以致对原子物理逐渐失去兴趣。我们认为,在原子物理教学中适当引入物理学史有利于原子物理学的学习。

原子物理学是人类在研究自然、探索微观世界过程中逐渐形成的一门学科。在其形成发展的过程中,科学家们克服困难、坚持不懈的科学精神感染着我们每一个人。物理学史体现了人类探索物质世界的现象、结构、特性、规律和本质的全过程,包含着科学家的思索与创造、艰辛与悲欢。了解这一过程有助于学生提高科学素养、培养科学精神,同时通过了解科学家的事迹,形成科学的思维方法,有助于更好地理解物理教材中的内容。

实践表明,教师把物理学史引入物理教学,学生通过了解科学家的实验以及科学发现的艰辛过程,使他们的直觉思维能力、发现问题和提出问题的能力以及建构模型的能力较以前有所提升。

教育重演论认为,“现代学生的学习过程是对人类文化发展过程的一种认知意义上的重演,即现代人的认知发展是对其祖先认知水平长期演化过程的

浓缩”。因此,将物理学史引入物理教学,成为教学的有效手段,从相应的物理情境中可以体会科学家在探索自然界的过程中如何通过质疑、批判、合作、争辩进而克服困难并提出创造性的概念、假说,最终依靠精巧的实验证实假说的艰辛历程。介绍这些历史有利于我们形成科学的思维方法,产生创新思维。皮亚杰(Jean Piaget)的建构主义发展观也认为,发展就是个体在与环境不断相互作用中的一种建构过程,是其内部心理结构不断变化并通过同化和顺应日益复杂的环境而达到平衡的过程。

在物理教学中引入物理学史,能促使我们更好地理解物理学的基本概念、定律、定理提出的背景,并逐渐掌握学习方法。此外,它还能促进我们学习与掌握基本物理方法,让我们把所学的知识分类,形成完善的知识结构系统。而科学家们富有个性的创造性思维方法能使我们得到启迪,通过接受和同化,形成我们自己的学习方法和科学研究方法。运用物理学史有助于我们形成创新思维,激发我们学习科学、探索未知世界的勇气与信心。

原子物理作为近代物理的一部分,地位十分重要。但是由于其内容较多、概念较难,学生们普遍感觉比较困难,概念不易理解,不能掌握所学的知识。如何使我们学好原子物理,更好地用所学的知识解决问题,通过原子物理的学习,养成科学思维,是目

面接触的鞋底和圆盘面一样,只有沿圆周切线方向,即横向速度  $\omega r$ ,而没有径向速度,因此静摩擦力所做的功为  $W_f = \int (-f_k^*) \omega r dt = - \int 2m \omega^2 V_0 r dt$ 。

由于  $V_0 = - dr / dt$ ,所以  $W_f = \int_R^0 2m \omega^2 r dr = - m \cdot$

$\omega^2 R^2$ 。需要补充说明的是:与盘面接触的鞋底在空间描出的轨迹是一小段一小段分开的、半径逐渐减小的圆弧线,因此采用积分计算的前提是圆盘足够大,即人需要跨很多步才能到达圆盘中心。另外,从边缘走到圆心的过程中,人体的动能增量为  $-(1/2) m \omega^2 R^2$ 。根据质点的动能定理并对比之前的  $W_f$ ,就会得到在此过程中人体内力做功  $W_{内} = (1/2) m \omega^2 R^2$ ,这便是人体克服惯性离心力

所作的正功!

总之,静摩擦力是否做功与其作用点在力的方向上是否存在位移直接相关,这当然与参考系的选择有关。在上述问题中,静摩擦力的切向分力做负功,而法向(即径向)分力不做功,取而代之的是人体内力所作的正功!因此本试题的正确答案应该是  $- m \omega^2 R^2$ 。

(江苏省南京市晓庄学院物理系 210017)



前原子物理学习中需要重视的课题。

## 一、引入物理学史能够激发同学的学习兴趣和后继发展

约翰·杜威(John Dewey)指出:“最重要的态度是能养成继续学习的欲望,如果这方面的动力减弱而不加强,那么,就会发生比缺乏预备更加严重得多的事情”。传统教学重视知识的传递,往往忽视对学习兴趣的培养,不利于学生的后继发展。而物理学史恰恰可以弥补这一不足。物理学史中有物理学家大量丰富有趣的事例,通过了解这些,可以激发他们学习的主观愿望,增强学习动力。

在学习原子核式模型时,由于在高中时对此已有所了解,在大学再讲述这些内容,学生不免缺少兴趣。针对这一现象,我们做了一个实验,请老师在讲述这一知识之前布置一项作业:让学生查阅有关资料,了解其发现过程。我们通过查阅资料可以了解到:1912年,英国物理学家卢瑟福通过 $\alpha$ 粒子散射实验验证原子的无核模型时,发现占万分之一的 $\alpha$ 粒子的散射角大于 $90^\circ$ ,有的甚至等于 $180^\circ$ ,这使他惊奇万分。为此,卢瑟福苦苦思索了几个星期。长岗半太郎的土星系模型给了他启示,致使他把原子内电子绕核的运动与太阳系中各行星绕太阳的运动加以类比,从而提出原子的核式模型。查阅过程可激发我们的学习兴趣,进而提高我们上课的效率。

## 二、引入物理学史能够提高学生的思维能力和创新意识

在学习玻尔(Bohr Niles)理论时,我们通过物理学史了解到:学习玻尔理论的意义决不仅限于认识原子结构。玻尔创造性地运用常规科学方法,并大胆地以事实为依据引进量子假说,使人类清楚地认识到用量子理论代替经典理论的必然性,对此爱因斯坦评论说:“当后人来写我们这个时代在物理学中所取得的进步的历史时,必然会把我们关于原子性质的知识和已取得的一个重要的进展同尼尔斯·玻尔的名字连在一起——他的思辨所大胆选择的假说基础,很快地成了原子物理学的主要支柱。”

玻尔理论是由经典物理向近代物理革命性转变过程中的一个中间环节。恩格斯说:“一切差异都在中间阶段融合,一切对立都经过中间环节而互相过渡”。我们没有任何理由轻视起着承上启下作用的中间环节和桥梁。通过了解这些知识,以及感受科学家的创新精神,对我们培养自身的创新思维有一

定的引导作用。

学习物理学史中相关的内容,使我们能够把握问题从提出到解决的整个过程,并且可以学习科学家们的创造性思维、发散思维。综合运用各种数学、物理方法,多手段、多途径地运用已有知识大胆猜想,建立事物之间的联系、设法解决原子物理学习中的问题。

## 三、引入物理学史能够培养学生刻苦钻研、敢于质疑、勇于探索的科学精神

原子物理教材中有一个著名的实验:斯特恩(O. Stern)与盖拉赫(W. Gerlach)实验,该实验是对电子自旋的验证。我们通过查阅资料了解到:对斯特恩来说,导致斯特恩与盖拉赫实验的最直接的灵感是玻尔模型中空间量子化的一个尚未观察到的性质。玻尔模型要求氢原子气体应该是双折射的,因为电子在垂直于场方向的平面内转动。根据玻尔模型空间量子化应该只是两重的,因此轨道角动量的投影被限定为 $\pm h$ 。这个两重特征使得利用原子束的磁偏转验证空间量子化成为可能。尽管原子束的速度分布会使条纹模糊,但在足够大的磁场梯度下,两个取向相反分量的劈裂会大于原子束的宽度。与此相对照,经典力学预言原子磁矩虽然会在磁场中进动,但不会劈裂。因此,斯特恩认为他预想中的实验如果成功的话,将毫不置疑地在量子理论和经典观点之间做出抉择。在两人的实验过程中,实验现象并不明显,于是盖拉赫卸掉了用于收集银原子束的法兰(一种盘状零件)。但他连一点银镀层的痕迹都看不到,就把法兰递给了一个助教。助教凑近法兰仔细观察。奇怪的是束斑的痕迹渐渐显现出来,原来是因为助教抽的劣质烟含硫,他呼出的气息慢慢地把收集板上的银变成了黑色的硫化银。通过了解这些知识可以使同学们消除畏难情绪,并对实验产生兴趣:一支劣质烟卷竟然对实验有如此大的帮助!值得关注的是:通过查阅有关物理学史资料,我们会发现,现今的课本都说斯特恩与盖拉赫实验验证了电子自旋,但却未指出两位科学家根本就不知道他们发现的是自旋这一事实。

我们通过了解这些知识,不但能够指出课本中的错误,更重要的是,能够培养我们的科学精神:就是敢于质疑批判的精神。在应试教育下,为了便于组织教学和应付考试,知识的考察和学习往往以绝对化、标准化的形式出现。久而久之,我们的思想会

日趋单一化: 只会接受、不会否定, 只会继承、不会创新, 迷信权威缺乏批判精神。通过物理学史的学习, 可以潜移默化地培养我们的批判精神。回顾物理学史, 质疑精神是敢于和善于提出问题。物理学中几乎每一个重大发现都是围绕解决问题而展开的。物理学的许多发现都始于怀疑。如 1897 年电子的发现是汤姆生(Joseph John Thomson)对前人原子不可分割思想进行批判和否定的结果。而在 1890 年, 英国的舒斯特(Schuster)就已测出阴极粒子的荷质比( $m/e$ )不足氢原子荷质比的 1%, 这与汤姆生测得的结果基本一致, 但他深信原子不可分割, 不敢相信自己的结果, 从而错过了科学发现的机会, 由此可见科学精神的重要所在。

#### 四、引入物理学史能够增强学生的 民族自尊心和自信心

通过在原子物理课程中适当引入物理学史, 可以使学生了解中国物理学家的的重要工作, 使他们无形中受到爱国主义教育。在物理学的学习过程中接触到的定理、定律大多数都是国外物理学家提出的, 并且从物理学的发展过程来看, 我们所熟悉的也主要是国外科学家所作的工作。其实我国物理学家也做出了巨大贡献。在原子物理学中强调中国人在物理学上的突出贡献, 可以使学生增强民族自尊心和自信心, 坚定学好原子物理的决心。

吴健雄是一位了不起的物理学家。她用实验证明了李政道和杨振宁关于弱相互作用中宇称不守恒的理论推测, 推翻了宇称守恒定律, 获得许多权威大奖。吴健雄曾经独立地在铀原子核分裂的产物碘中, 观察并且确定两种放射性惰性气体氙的半衰期、放射数量和同位素数量。人们称她为东方的居里夫人。

王淦昌是在国内外享有盛名的核物理学家, 具有强烈的爱国主义精神。1928 年, 王淦昌就读于清华园, 吴有训教授的“这都是历史上的事情了。人类对自然界的探索是无止境的。就拿近代物理来说吧, 还有许许多多的效应、规律、原理, 没有被发现, 被认识。我希望同学们树立远大志向, 去发现一个又一个效应和规律, 在世界科学史上, 让更多的效应和规律, 用我们中国人的名字命名”这句话, 像一团火, 点燃了年轻的王淦昌为科学献身的激情。1930 年, 王淦昌赴德国柏林大学留学, 从事  $\beta$  衰变能谱的研究, 于 1933 年获得博士学位。八·一三事变后, 日

本侵略军迅速进犯全中国, 大片的城市和乡村硝烟四起, 但是他依然坚持从事科学研究。当他发现克兰和哈尔彭有关  $\beta$  衰变核反冲的实验后, 认为反冲原子的电离效应太小, 中微子探测有必要另辟蹊径。为此, 他从抗战后方向美国杂志《物理评论》投寄了题为《关于探测中微子的一个建议》的论文, 并很快发表。他指出: “当一个  $\beta^+$  放射性原子不是发射一个正电子而是俘获一个 K 层电子时, 反应后的原子反冲能量和动量仅仅取决于所放射的中微子, 原子核外电子的效应可以忽略不计, 只要测量反应后的反冲能量和动量, 就较容易找到所放射的中微子的质量和能量。而且, 由于没有连续的  $\beta$  射线放射出来, 这种反冲效应对所有的原子都是相同的。”他还建议以  $^7\text{Be}$  为实验样品, 通过 K 俘获的两种不同过程得到  $^7\text{Li}$  的反冲能量。王淦昌提倡用 K 电子俘获方法验证中微子存在的理论构想极富创造性, 文章发表后几个月, 美国物理学家艾伦(J. S. Allen)就按照他的建议测量了  $^7\text{Li}$  的反冲能量, 取得了肯定结果。可惜由于实验精度不够, 未能观察到单能的  $^7\text{Li}$  反冲。以后又有许多人按这一方向继续工作, 直到 1952 年艾伦和罗德拜克(G. W. Rodeback)用  $^{37}\text{Ar}$  的 K 电子俘获实验第一次测出  $^{37}\text{Cl}$  的单能反冲能, 与王淦昌预期的完全吻合, 间接得到了中微子存在的证据。王淦昌作为核物理大师, 他的探索精神和奉献精神深深感染着我们每一个人, 他的创造性和科学预见性增强了我们的民族自尊心和自信心。中国人在科学领域做出了巨大贡献, 激励着一代又一代人不断探索、为国争光。

综上所述, 在原子物理教学中引入物理学史, 感受科学家们的探索过程, 有利于培养当代大学生的科学精神和科学素养。物理学史对于当代大学生来说除了具有知识价值之外, 更具有很强的教育功能。通过物理学史的学习, 可使我们从前人的奋斗经历中受到教育, 树立为真理奋斗、不畏艰难的科学精神, 有利于大学生科学素质的养成。钱三强先生曾指出: “物理学史里面有大量人类智慧的结晶, 这不但是知识的宝库, 而且是智慧的结晶, 里面有着很多知识的养分, 很值得我们开发和利用”。所以, 将物理学史引入原子物理教学, 可以使大学生在学到知识的同时, 更好地形成科学的思维方法, 具有更强的创新能力, 为祖国发展做出更大的贡献!

(北京首都师范大学物理系 100037)

现代物理知识