

利用物理学史培养科学态度与责任实践探索

——以“粒子的波动性”为例

应俊

(宁波市镇海中学 浙江 宁波 315200)

(收稿日期:2021-04-08)

摘要:在核心素养成为新课程深化改革的新目标的背景下,科学态度与责任对于学生良好品格、态度和责任感的形成有重要意义.笔者提出利用物理学史通过审视过程、揭示因果、模拟探究、创设情境、品味鉴赏5个方面阐述培养途径和策略,对培养科学态度和责任做了有益的探索和实践.

关键词:科学态度与责任 物理学史 核心素养

科学态度与责任作为物理核心素养的四大维度之一,承担培养品格、态度、责任感的重要使命.“科学态度与责任”是指在认识科学本质,认识科学·技术·社会·环境关系的基础上,逐渐形成的探索自然的内在动力,严谨认真、实事求是和持之以恒的科学态度,以及遵守道德规范,保护环境并推动可持续发展的责任感.“科学态度与责任”主要包括科学本质、科学态度、社会责任等要素^[1].物理学史记载着人类认识自然、改造自然的生动画卷,充满丰富的物理学思想与方法,饱含着物理学家的高尚情操和精神品质,因此物理课堂要挖掘其独特的育人功能价值,帮助学生形成正确的科学态度与责任感.但在实际物理学史教学中存在着教学目标模糊、教学内容缺失、教学方式单一、教学效果不佳等问题^[2],忽视学生情感品格上的培养,所以利用物理学史培养科学态度与责任实践探索有着重要意义.

下面笔者从5个方面阐述利用物理学史培养科学态度与责任的教学途径和策略,以人教版选修3-5“粒子的波动性”为例说明.

1 审视过程 提高科学认识

审视物理发展的历程,里面包含很多的认识论和方法论,要鼓励学生在已有经验的基础上,多方位、多角度思考所遇到的问题,综合运用自然科学以及人文社会科学领域的知识,分析影响问题解决的多种因素,提出解决问题的方案.为了更好地培养学生地科学素养,要求教师以科学的方法去融合与连结学科之间的知识、原理和方法,分析物理事件对自己、对他人、对集体的影响,分析于国、于科技、于历史、于社会的意义,深入了解变化的因素和影响,提高科学认识^[2].以“粒子的波动性”的引入为例说明,如表1所示.

表1 “粒子的波动性”教学设计

教师活动	学生活动	设计意图
问题1:大家回顾一下关于光的本性的认识历程. 问题2:人类认识光的历史经历曲折的过程,人类的认识论和方法论出现什么偏差? 问题3:光的本性是什么?用什么哲学观点看待光的本性学说? 问题4:对比宏观世界的粒子,我们的认识会不会也有所偏差呢? 问题5:对于常见的实物粒子,你能做出怎样大胆的猜想呢?	学生回忆光的本性的物理学史讨论,尝试用哲学的思想讨论人类在认识论方面的变化以及对学生的启示,并做出大胆的猜想	光的波粒二象性理论将光的微粒说和波动说有机融合在一起,体现事物统一的一面;用对立统一的哲学观点分析,有助于认识世界的两面性;通过对立统一的哲学观点的渗透,鼓励学生质疑和争论,坚持自己的见解,在对立中寻找统一,体会自然的和谐共处,为粒子的波粒二象性做出大胆的猜想做铺垫

2 揭示因果 追溯科学本质

全面地认识和看待物理发展,需要揭示科学家当时所处时代的历史背景和条件限制,揭示因果关系,追溯科学本质.探求因果关系和本质因素,需要具有发展联系的眼光,既要看到物理事件发生的原因,又要推出物理事件产生的结果;需要具有全面辩证的思维,既要看到客观因素和主观原因,又要看到积极意义和消极影响.根据科学家当时的背景和条件出发,能让学生在利弊比较中明白物理发展的偶然与必然,揭示事物发生发展的本质.揭示因果关系追溯科学本质具体通过3个途径加以分析:追根溯源,由果溯因;以因推果,分析利弊;反面假设,推导结果.接下来以“粒子的波动性”中德布罗意提出实物粒子波粒二象性从“追根溯源,由果溯因”角度分析个人成长背景.

教学案例:回顾德布罗意的成长历程.他从小就酷爱读书,中学时代显示出文学才华,18岁开始在巴黎索邦大学学习历史,他善于用历史的观点和对比的方法分析问题,1910年获文学学士学位.1911年,他听到作为第一届索尔维物理讨论会秘书的莫里斯谈到关于光、辐射、量子性质等问题的讨论后,激起了对物理学的强烈兴趣,转向研究理论物理学.从哥哥那里他了解到普朗克和爱因斯坦关于量子方面的工作,进一步引起对物理学的极大兴趣.经过一番思想斗争之后,德布罗意放弃了研究法国历史的计划,选择了物理学的研究道路.1924年,获巴黎大学物理学博士学位,在博士论文中提出了“物质波”概念.

问题:在德布罗意的成长中,哪些经历和因素对他提出物质波的概念起到了积极的影响?

设计意图:揭示德布罗意的学习经历,讲述学习知识面广、学习兴趣爱好等方面的重要性,说明个人形成完善的认识论和方法论起到积极的影响,这些都为他能提出物质波的想法奠定基础,揭示物理历史发展的必然性和偶然性,同时也对学生形成良好的学习观起到积极影响.

3 模拟探究 塑造科学态度

波恩提出好的科学课程应该有科学史的渗透,并让学生感受和了解科学研究中的细节.物理学史集中体现人类如何与自然斗争并逐步了解物理世界的现象、结构、特征、规律和实质的过程,它蕴含了物理学家的认识论、方法论和智慧的结晶,有必要将科学家的部分或者处理过的探究过程让学生体验,帮助学生塑造良好的科学态度.将物理学史的探究融入物理课堂不是简单的史料穿插,不能简单地向学生传输物理发展的历程,而是要求在备课的时候进一步查阅资料,对历史中的科学家做细致分析,深入挖掘科学家在从事科学研究过程中所体现出的研究方法、研究思路等多方面的内容,挖掘自然科学的探索所需要的勇于创新、坚持真理、坚韧不拔的科学精神和科学态度^[3].在物理教学中强调学生站在当时科学家的角度开展科学探究,注重科学方法的养成,有计划地去设计,有步骤地去实施,并在探究后能够做好讨论交流.下面引导学生参与部分的物质波的探究为例,如表2所示.

表2 “物质波”教学设计

教学环节	教学过程	学生活动	设计意图
探究环节1	<p>问题1:要证明物质波的存在,应该选取什么为研究对象比较合适?</p> <p>学生猜想:根据德布罗意波关系式,选择动量比较小的,要求质量和速度小一点.</p> <p>学生验证:利用实例估算验证想法.</p> <p>估算1:一个中学生跑百米时的德布罗意波的波长.</p> <p>估算2:速度 $v=5.0 \times 10^2$ m/s 飞行的子弹,质量 $m=10^{-2}$ kg,对应的德布罗意波长.</p> <p>估算3:如电子 $m=9.1 \times 10^{-31}$ kg,速度 $v=5.0 \times 10^7$ m/s,对应的德布罗意波长.</p> <p>探究结论:通过例证分析,微观领域的物理波比较明显,选择微观粒子做研究</p>	<p>学生猜测研究对象,然后用实例去尝试探究计算,利用数据说明通常在实物粒子很难看到物质波的原因</p>	<p>设置两个探究的环节,让学生参与到知识的形成过程中来,体会科学研究的严谨以及曲折性,并非一帆风顺</p>

续表 2

教学环节	教学过程	学生活动	设计意图
探究环节 2	<p>问题 2: 如何用实验说明实物说明波动性的存在?</p> <p>学生回答, 思考回答: 波动性要通过干涉和衍射现象显示出来.</p> <p>问题 3: 怎样用实验来验证? 困难在哪里?</p> <p>回顾科学家的探究历程.</p> <p>道维耶: 实验没有成功的原因, 说明潜心研究、认真分析的重要性.</p> <p>戴维孙: 因实验事故使靶氧化, 他通过长时间加热清理镍靶后再做实验, 发现电子被散射后出现类似光的干涉、衍射图样. 长时间的热处理使镍靶由微小晶体所组成变成了大块的晶体的缘故.</p> <p>问题 4: 出现什么图样才能说明粒子具有波动性?</p> <p>问题 5: 光学和电子显微镜哪个分辨率更高?</p>	回顾验证粒子波动性的显示, 体会科学研究中经历的挫折	通过后面把物理波与前面光的波动性相联系, 认真分析对待碰到的问题和困难, 说明坚强的毅力和刻苦钻研的精神在科学研究中的重要性

4 创设情境 重视情感体验

通过创设特定的物理学史情境, 模拟历史片断, 让历史人物和历史事件穿越时空, 感性地走进学生的视野、走进学生的心灵, 引导学生参与情感体验. 我们“虚拟”的历史情景, 无法完全还原它的真实面目, 只能凭借想象和理解去“再现”历史, 必须依据前人遗留下来的真实的历史材料为背景来创设情境. 依托情境问题, 借助自身经验、判断, 形成许多真实、

鲜活的课堂互动, 在身临其境的学习情境中, 让学生了解、评判、思考, 丰富自己对物理历史的认识和对现实的思考, 有效避免了传统教学中学生念书本的雷区, 有效激发学生学习的兴趣, 巩固了知识的同时又获得情感体验的机会, 取得不错的教学效果.

下面以亚历山大·多维叶和 G·P·汤姆孙对待验证物质波实验存在的不同态度创设的情境为例, 如表 3 所示.

表 3 历史上对待验证物质波实验的不同态度

教师活动	学生活动	设计意图
<p>教师活动: 阐述物理学史, 德布罗意建议亚历山大·多维叶进行证实“波”的存在实验, 但被后者拒绝了. 因为他正忙着进行电视方面的实验, 这大概会给他带来比较可观的财富. 要是当时他知道忽视的基础性实验中, 潜藏着未来的电子显微镜、量子电子学, 以及现代技术中的全部量子奇迹的话, 他会拒绝吗? 后来, 这项荣誉授予美国物理学家戴维孙和英国物理学家 G·P·汤姆孙.</p> <p>问题: 如果你处于当时的时代情景, 你会作何选择? 科学研究需要什么品质? 你有哪些想法?</p>	学生回答问题, 讨论自己处于当时的历史情境时他们该作何选择, 讨论我们自己人生中面临诱惑和困苦时要坚守信念不动摇, 看到事物发展的前景	通过这段物理学史的描述, 把学生置身于当时的历史环境中, 面对艰难选择拷问, 帮助学生树立科学研究不能太功利, 不能只看眼前的利益, 要能够潜下心来研究, 看透事物发展的前景, 树立为人类和社会服务和贡献的责任感

5 品味鉴赏 陶冶道德情操

在物理教材中, 有许多物理学史有关的《科学漫步》《科学足迹》和《科学史料》, 在这些材料中介绍了很多物理学中重大发现过程和科学家的科学生涯, 通过教学内容组织与设计, 让学生参与分析、鉴赏、品味、陶冶和熏陶, 让学生品味科学探索的卓越品质和精神, 让学生熏陶科学家的优秀品格和情操, 让学生感受物理内在的美学特征和魅力, 有利于学生价值观、科学态度和社会责任感的形成. 例如物理的美表现为物理具有形式简洁、对称、和谐等类似艺术品

的美学特征, 物理学力求用简单的方程或定律去概括自然规律, 但其中内涵却是丰富而深刻的. 许多著名的物理学家都有感知美的奇异本领, 美学思想在许多物理学家创立与评价物理学理论时起着重大的启发与指导作用, 成为科学家们献身科学、潜心研究的直接动力之一. 所以我们应该适当地向学生渗透物理学中包含的美学, 体会其中的奥妙. 下面以朗之万和卡尔·乌辛感受物质波中的鉴赏物理的美为例, 如表 4 所示.

(下转第 161 页)

在衍射相关教学中给学生讲述菲涅耳验证波动理论过程中不畏艰辛和敢于向权威挑战的精神,对学生具有重要的启发和教育意义。

2.3 有助于学生掌握物理学研究方法

由于物理教材中一般对物理学方法采用隐性处理,导致学生对物理教材中蕴含的物理学方法不太了解.教师若能在物理概念和规律讲解过程中穿插相关物理学史,并显化物理学史中蕴含的物理学方

法,能够让学生更加清晰地认识并掌握物理教材中的物理学方法.比如“泊松亮斑”相关物理学史中蕴含实验验证法、反证法等物理学方法,这些物理学方法对锻炼学生的科学思维,提高学生的物理学科核心素养具有重要意义。

参考文献

- 1 刘战存.泊松亮斑和菲涅尔的获奖论文[J].首都师范大学学报(自然科学版),1999,20(3):38~42

The Physics History in *Poisson Spot* and Its Enlightenment to Education

Axi Wure

[School of Humanities (General Education), Southwestern University of Finance and Economics, Chengdu, Sichuan 611130]

Abstract: Infiltrating the knowledge of physics history in physics teaching is the basic way to improve the core literacy of students in physics. Taking “Poisson’s bright spot” as an example, the discovery process of “Poisson’s bright spot” is sorted out, and the enlightenment of the history of physics in the discovery process of “Poisson’s bright spot” on education is discussed.

Key words: Poisson spot; history of physics; educational enlightenment

(上接第 159 页)

表 4 感受物质波的美

教师活动	学生活动	设计意图
朗之万评价物质波:著名的科学家朗之万同意答辩德布罗意的博士论文,他相信胡说八道的东西是不能表述得既优美又精彩的.也就是说,一个理论之所以完美,是因为在它的深处潜藏着某种真实的东西,伪学说无法和谐	回答问题,交流看法.复习物理公式中的简洁,回顾简单、对称、和谐在物理学史中的实例,体会物理中的美	学生体会物理的简洁、对称、和谐在科学发展中的作用,尝试用审美的观念看待物理发展
卡尔·乌辛评价物质波:“有一首每个瑞典人都很熟悉的诗是这样开头的,‘我的生活——就是波.’诗人也可以这样来表达他的思想,‘我——就是波.’他最好这样表达,这样,他的诗句也将包含着对物质性质最深刻认识的先觉.”根据德布罗意那个既简单又漂亮的公式,可以肯定地得出,波形象乃是所有运动物体不可避免的特征. 问题:对于德布罗意的关系式你是怎么看的?对于物理公式的简洁、对称、和谐作何分析?你能如何科学审美?学过的物理中还有哪些有类似的体现?		

总而言之,物理学史是我们物理教学内容的重要补充,有效地利用物理学史的资源有利于激发学生的兴趣和潜能,培养学生的美好品质和良好精神,帮助学生树立崇高的社会责任感和道德情怀^[4],有利于培养学生良好的科学态度和责任感,应该加以重视和落实。

参考文献

- 1 中华人民共和国教育部.普通高中物理课程标准[M].北京:人民教育出版社,2017.4~5
- 2 应俊.指向培养学生“科学态度与责任”教学策略探索[J].物理教学,2020(8):9~12
- 3 周艳.渗透物理学史教育提升学生核心素养[J].物理教学探讨,2018(6):9~12
- 4 刘学山.发挥物理学史在物理教学中的育人作用[J].基础教育课程,2021(2):84~87