

量子革命与 创新思维

丁汉芹¹, 欧阳方平²

¹新疆大学物理科学与技术学院, 新疆 乌鲁木齐

²中南大学物理学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2024年9月13日; 录用日期: 2024年10月30日; 发布日期: 2024年11月7日

摘 要

量子论是物理学史上一次重大的理论创新, 推动了人类对微观世界的正确认识。论文通过能量子、光量子 and 玻尔模型的提出, 揭示了量子革命与创新思维之间的密切联系, 培养学生的创新精神。研究内容对落实课程思政教育具有一定意义。

关键词

量子革命, 创新思维, 课程思政

Quantum Revolution and Innovative Thinking

Hanqin Ding¹, Fangping Ouyang²

¹School of Physical Science and Technology, Xinjiang University, Urumqi Xinjiang

²School of Physics, Central South University, Changsha Hunan

Received: Sep. 13th, 2024; accepted: Oct. 30th, 2024; published: Nov. 7th, 2024

Abstract

The quantum theory is a major theoretical innovation in the history of physics, which promotes the correct understanding of the microcosmic world. By putting forward the energy quantum, light quantum and Bohr model, this paper reveals the close relationship between quantum revolution and innovative thinking, and cultivates students' innovative spirit. The research has certain significance in the implementation of curriculum ideological and political education.

文章引用: 丁汉芹, 欧阳方平. 量子革命与创新思维[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 1917-1920.

DOI: 10.12677/ve.2024.136294

Keywords

Quantum Revolution, Innovative Thinking, Curriculum Ideology and Politics

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

创新思维是推动科技进步的核心动力。在科技领域,只有不断创新,才能解决现有技术瓶颈,开拓新的技术领域,推动产业升级和转型。从互联网、人工智能到生物技术,每一次科技革命都离不开创新思维的推动。创新思维是推动经济增长的关键因素,通过创新,企业可以开发出新产品、新技术和新服务,满足市场需求,提升竞争力。创新推动经济结构优化和升级,实现可持续的经济增长。在面对挑战和危机时,创新思维帮助我们找到新的解决路径,找到更高效、可持续的解决方案,减轻危机带来的影响。创新思维是推动社会进步的重要力量,在社会发展过程中,我们需要不断解决新的问题和挑战,这就需要我们具备创新思维的能力。创新推动社会制度的变革和完善,促进社会公平和正义的实现。创新也能推动文化的繁荣和发展,丰富人们的精神生活。创新思维能激发创造力和想象力,让我们更加敢于尝试和探索未知领域,以应对未来的挑战和机遇。

大学生创新思维的培养是高等教育的重要目标之一。这不仅能够促进个人全面发展,还能为社会进步和科技创新提供源源不断的动力。物理学专业的《原子物理学》[1]和《量子力学教程》[2]的教学内容为培养学生的创新思维提供了独特的自身优势。正是创新思维才导致了量子革命,从而才有量子力学的建立和半导体技术的应用。量子论是物理学史上一次重大的理论创新,它极大地推动了人类对微观世界的正确认识。量子革命起源于20世纪初,是物理学史上的一次重大变革,不仅推动了科学技术的飞速发展,也深刻影响了人类的思维方式和创新能力。量子论的建立,彻底改变了人类对自然界的认识,揭示了微观世界与宏观世界截然不同的物理规律。这些发现推动了科学观念的变革,促使人们以更加开放和包容的心态去接受新的科学理论。同时,量子论促进了不同领域之间的交流与合作,为创新思维的发展提供了更广阔的土壤。量子革命推动了科学观念的变革和跨学科研究的发展,为创新思维提供了广阔的空间和丰富的灵感。同时,创新思维在量子科技领域的应用也为科学技术的进步和社会的发展带来了新的动力。

2. 创新引爆量子革命

要创新,就必须存在新事物成长的土壤。以牛顿力学、麦克斯韦电磁理论、热力学和统计力学为支柱的经典物理学,经过17世纪到19世纪的发展,已达到了辉煌的顶峰。当时的物理学家普遍认为物理学框架已非常完善,似乎没有什么不能解决的问题。19世纪末,冶金和高温测量技术的发展促进了人们对热辐射的研究,热辐射来源于物体中原子和分子的电磁辐射。物体发出的辐射中含有多种波长,温度不同,辐射能量集中的波长范围也不一样。其中,人们最关心的是哪一种波长的辐射所含的能量更高。为了探究这个问题,黑体成了研究热辐射规律的理想模型,其辐射特性仅与温度有关,而与材料、形状等无关。在热平衡条件下,人们对不同温度的黑体进行实验,得出了辐射能谱与波长和温度关系:温度不变,辐射本领随波长先增大,达到峰值后再减小;温度升高,峰值变大且向短波方向移动。在经典物理框架下,很多物理学家对此现象的解释作出了相当大的努力,但最终都遭到失败。维恩根据热力学理

论, 分析实验数据, 获得一个经验公式。通过与实验图像比较, 维恩公式只是在短波波段相符较好, 在长波波段与实验严重不符。瑞利从经典电磁学和能量均分原理出发, 经过金斯修正, 导出能谱分布的另一个公式。恰恰相反, 该公式能很好说明长波辐射与能量的关系, 但在短波波段与实验情况严重不符[3]。在波长无穷小下, 公式给出了辐射能量无穷大的荒谬论断, 这就是“二朵乌云”之一的“紫外灾难”。

自然科学中的任何一个新概念和新原理, 总是在旧的概念和原理与新的实验现象的矛盾中诞生的。经典物理学的这一困难促使物理学家们开始探索新的理论框架, 在困境之中, 普朗克首先站了出来。他一直关注黑体辐射的理论进展, 经过对维恩公式、瑞利-金斯公式认真研究, 并借助丰富的数学经验, 凑出与实验曲线十分吻合的新公式。为了给出公式物理上的理论依据, 普朗克放弃了经典物理中能量连续的观点, 大胆提出了“能量子假说”。他认为物体发射或吸收辐射的能量是不连续的, 只能是某一最小值的整数倍, 这一最小能量单元称之为“能量子”。这与经典物理中谐振子的能量可具有一切可能的连续值完全相反, 打破了长久以来能量只能连续变化的观念。新的量子概念与经典物理如此格格不入, 让当时的物理学界难以接受, 普朗克本人也承受着巨大的压力。如果没有创新思维打破经典理论的束缚, 就没有量子论的诞生, 更谈不上量子力学。量子论和相对论被称之为 20 世界物理学最伟大的发现, 其重要性无需多言。

3. 创新推进量子革命

光电效应是人们在研究电磁波的过程中偶然发现的, 这一现象本身并不算是一个重大发现。但出乎意料的是, 经典电磁理论不能对“红限”等一些实验现象给出合理的解释。爱因斯坦是第一个领悟普朗克“量子”思想的物理学家, 为了解决实验带来的光电效应与经典物理理论之间的矛盾, 他在普朗克能量子概念的启发下, 摒弃经典电磁理论的约束, 选择量子视角来理解光的本性。他认为光并不是一个连续的经典波, 而是像一束粒子流, 这些粒子有着离散的能量, 光的发射和吸收、以及光本身都是由一个个不连续且不可分割的能量子组成的, 在空间传播时能量不连续分布并具有粒子性。爱因斯坦进一步发展了普朗克的量子概念, 提出了“光量子假说”, 成功解释了光电效应。这一假说的提出, 不仅丰富了量子论的内容, 也进一步推动了量子革命和物理学界对量子概念的接受和认可。爱因斯坦的创新思维在于他敢于挑战经典物理学的权威, 提出了全新的量子理论。

爱因斯坦敢于否定“电磁波的能量是连续分布的”经典理论和“辐射本身是连续的”普朗克观点, 让早期量子论继续向前发展。由于光量子论与光的波动性传统理论如此对立, 因此在此后很长一段时间内, 他的光量子的深邃思想不被物理学界所接受。攻击和嘲笑从多方面向着爱因斯坦袭击, 但他全然不顾, 继续朝向物理科学阵地迈进。直到后来的密立根实验和康普顿效应实验证实了光的粒子性, 光量子概念才被广泛接受[4]。爱因斯坦的勇气、智慧、胆识和创新精神为后人所学习, 是很好的课程思政, 在教学过程中能提高学生创新精神的培养。

4. 创新深化量子革命

汤姆孙在实验中发现了电子, 揭示了原子不再是自然界中的最小单元, 而是有内部结构的。对于原子中正、负电荷如何分布的问题, 物理学界出现了很多不同的见解。人们提出了很多不同的原子结构模型, 其中最引人瞩目的是汤姆孙提出的“西瓜模型”。卢瑟福团队用 α 粒子轰击原子的实验时, 惊讶发现散射粒子中居然约有八分之一的概率被弹回。卢瑟福尊重实验结果, 经过科学思考和理论计算, 否定了汤姆孙模型, 提出了原子的“核式结构模型”, 这一结果被物理学界广泛接受。但在原子结构稳定性问题上, 核式模型遭受到巨大困难。经典电动力学告诉我们, 电子绕核运动会不断产生电磁辐射, 体系能量因此不断减少, 电子将做向心运动, 最终会跌入原子核中, 这会导致原子结构坍塌。事实上, 自

然界中任何一个地方的原子都非常稳定。除此之外, 人们发现氢原子的光谱是线状的。根据经典理论, 由于能量是连续分布的, 产生的光谱应该是连续的, 这让人很是困惑不解[5]。这些事实表明, 从宏观现象中建立起来的经典电磁理论, 不再适合描述原子内部的运动规律。

光谱学是研究原子结构的一种重要手段。巴尔末对氢原子可见光区域谱线进行分析研究, 把波长凑出了一个经验公式。不仅如此, 氢光谱的所有线系都可以通过相似的二个光谱项之差来表达。氢光谱公式与实验结果符合如此之好, 成了当时物理学界的一个谜。首先揭开这个谜团的是物理学家玻尔, 他一直进行原子结构稳定性的理论研究, 并坚信原子核式结构的正确性。玻尔敏锐地洞察到巴尔末公式所隐藏的深层物理, 在普朗克能量子和爱因斯坦光量子的启发下, 将量子革命推进到原子世界。他果断否定了经典理论, 大胆创新, 提出了原子的能量不连续的量子理论。利用玻尔模型的三个基本假设, 原子的稳定性和氢原子线状光谱等现象得以成功解释。玻尔理论发表之后一年, 二位物理学家弗兰克和赫兹通过电子束碰撞金属汞原子实验, 发现汞原子只是选择性地吸收一定大小的能量, 其他数值不吸收。这充分证明了玻尔理论中原子只能处于某些分立的量子态的正确性。玻尔理论的建立, 是量子力学形成过程中的重要一步, 展示了创新思维在解决难题中的巨大作用。

5. 总结

综上所述, 量子革命与创新思维之间存在密切联系。没有创新, 就没有量子革命, 更没有量子论和量子力学。普朗克研究黑体辐射现象, 在“一声炸雷”中提出谐振子的能量不连续。爱因斯坦分析光电效应现象, 在“迷失方向”中提出辐射场的能量不连续。玻尔研究氢光谱的分立性, 在“极大怀疑”中提出原子的能量不连续。这些“不”字培养学生的批判精神和创新思维。让学生深刻体会到, 没有创新, 就没有科技和社会的进步。在教学过程中, 我们也要让学生明白, 量子革命并非否定一切, 牛顿力学仍是卫星上天和宇宙飞行的理论支柱。只是研究深入到微观领域, 经典物理不再适用, 需要的才是量子理论, 从中培养学生树立辩证的世界观和方法论。同时告知学生, 只有打好已有基础, 才有可能创新。原子物理学和量子力学的教学, 既促进学生对专业知识的掌握和科学素养的培养, 又能够提升他们的创新思维和增强使命感, 从而达到立德树人的教育目标。

基金项目

本论文受 2023 年度自治区高校本科教育教学研究和改革项目资助(XJGXPTJG-202314, XJGXZHJG202308)。

参考文献

- [1] 杨福家. 原子物理学[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [2] 曾谨言. 量子力学教程[M]. 第 3 版. 北京: 科学出版社, 2014.
- [3] 马文蔚, 周雨青. 物理学教程[M]. 第 3 版. 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [4] 丁汉芹. 浅谈原子物理学中的课程思政[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2022(23): 109-111.
- [5] 程守洵, 江之永. 普通物理学[M]. 第 5 版. 北京: 高等教育出版社, 1998.