

# 诺贝尔物理奖“弱相互作用下宇称不守恒”的发现案例研究<sup>\*</sup>

董彦邦<sup>1</sup> 刘 莉<sup>\*,1</sup> 姜燕媛<sup>2</sup>

(1. 上海交通大学高等教育研究院, 上海 200240;

2. 上海交通大学李政道研究所建设指挥部办公室, 上海 200240)

**摘 要:**弱相互作用下宇称不守恒的发现获得 1957 年诺贝尔物理学奖, 开创了华人科学家获诺贝尔奖的先河。本文通过对李政道好友中国高等科学技术中心叶铭汉院士及王垂林研究员的半结构化访谈以及李政道个人传记的整理, 深入分析宇称不守恒理论的产生过程及成功要素, 旨在为促进我国重大科学发现的产生提供对策建议。

**关键词:**宇称不守恒; 过程; 成功要素

doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2018.09.001

1957 年 10 月, 瑞典皇家科学院宣布: 1957 年的诺贝尔物理奖由杨振宁、李政道共同获得, 以表彰其在宇称定律透视性研究这一基本粒子方面的重大发现: 弱相互作用下宇称不守恒。这一划时代的发现推翻了在物理学领域被奉为基本定律的宇称守恒定律, 使之下降为只适用于强相互作用和电磁相互作用的一般规律, 进而说明对称性是不普遍的。本研究通过对李政道好友中国高等科学技术中心叶铭汉院士及王垂林研究员的半结构化访谈并整理李政道个人传记, 深入分析宇称不守恒理论的产生过程及成功要素。

## 1 发现过程

1947 年, 罗切斯特和巴特勒发现了一个新的奇异粒子,  $k$  介子。 $k$  介子会发生两种衰变, 既能衰变成两个  $\pi$  介子, 也能衰变成三个。起初物理学家假定  $k$  介子不只一种, 把衰变成两个  $\pi$  介子

的称作  $\theta$  介子, 衰变成三个的称作  $\tau$  介子, 但经实验证明,  $\theta$  介子和  $\tau$  介子实际上是同一种  $k$  介子。为什么两种粒子的其它性质相同, 唯独宇称不同?  $k$  介子的衰变属于弱相互作用, 也就是在弱相互作用下宇称守恒吗? “ $\theta - \tau$ ”之谜就这样摆在物理学家面前。李政道也被这一问题所吸引, 不断尝试新的解决方案。

宇称守恒定律, 是微观世界里一条被全世界科学家公认的金科玉律, 无人相信宇称会真的在弱相互作用中不守恒, 他们更愿意在宇称守恒定律的指引下通过改进实验设备和方法, 寻找  $\theta$  和  $\tau$  介子的其它不同点, 以证明它们是不同的两种粒子。李政道也不例外, 在不违反宇称守恒定律的前提下提出了两种解决方案: 1955 年夏, 李政道和贾·奥里尔用一种级联机制来揭示“ $\theta - \tau$ ”之谜, 但实验结果明确否定了他们的假设; 1956 年李政道和杨振宁共同提出了宇称双重态的新理

2018-07-19 收稿, 2018-09-14 接受, 2018-09-19 网络发表

<sup>\*</sup> 教育部重大科技政策研究课题 (2015KJW01), 上海交通大学“李政道与中国科教事业”2017 年度专项课题 (A0330007/013/001) 资助

<sup>\*\*</sup> 通讯作者, E-mail: liuli@sjtu.edu.cn

论,但实验结果表明这依旧是错误的尝试。

1956 年 4 月的罗彻斯特会议上,在与同事斯坦伯格讨论超子的产生平面与衰变平面之间的二面角  $\varphi$  时,李政道突然意识到虽然这个二面角与宇称无关,如果改变它的定义,那么在  $\varphi$  从 0 到  $\pi$  和从  $\pi$  到  $2\pi$  之间的事例数就可能会是不对称的,后来经实验表明确实有差别,但因统计有限,还不能由此引出结论。若以较低标准来看,这一实验结果可认为是首次证明了宇称不守恒。

尽管与斯坦伯格的讨论使李政道产生了解决“ $\theta - \tau$ ”之谜的新想法,但李政道深知科学发现需要严密的逻辑和实验验证,因此,又和杨振宁找来了西格本的核谱学相关书籍,共同研究以往的  $\beta$  衰变实验,发现其并未证实宇称是否守恒。1956 年 10 月,二人合作撰写并发表了《弱相互作用中的宇称守恒问题》,认为:虽然在所有强相互作用中,宇称守恒的证据是强有力的,但在弱相互作用中,宇称守恒的证据却一个也找不到,即在弱相互作用中宇称守恒定律也许根本就不成立。如果是这样,则“ $\theta - \tau$ ”之谜就可以轻而易举地被解决, $\theta$  介子和  $\tau$  介子原本就是一个粒子,即  $k$  介子。之后,吴健雄、安布勒、赫德森、海华德、霍普斯等运用李政道和杨振宁在论文中提到的实验方法去验证这一理论,并于 1956 年 12 月通过充分的实验结果证明,宇称守恒在  $\beta$  衰变中并不成立。至此,宇称守恒定律被正式推翻。

2 成功要素

1) 站在理论高度去解决小问题

创造性思维是人类创造活动的灵魂和核心。正是这种创造性思维能力,使李政道联想到了斯坦伯格实验数据与宇称不守恒的相关性,认为要解决某个问题,不能就事论事。以“ $\theta - \tau$ ”之谜为

例,关键在于其它的弱相互作用下宇称是否守恒,如果也都不守恒,那就可以建立新的物理定律。更概括地说,即:

首先将小问题扩大化,变成一个普遍的规律性问题,再由普遍规律去解释更具体的小问题。

2) 多元学术观点碰撞

李政道、杨振宁所从事的研究并不是在一个孤立的环境中进行的,当时“ $\theta - \tau$ ”之谜已经引起了物理学界的广泛关注,他们二人只不过是该研究领域诸多物理学家中的两位。李、杨在探索过程中频繁地与其他理论物理学家以及实验物理学家(帮其分析实验数据)接触、请教,取百家之长,进行广泛、慎重和深入地讨论,研讨对象包括奥本海默、斯坦伯格(1988 年获诺贝尔物理学奖)、维格纳(首次发表关于宇称守恒想法的人)、费曼(1965 年获诺贝尔物理学奖)、布洛克等资深物理学家。尤其是在 1956 年 4 月召开的罗彻斯特会议(国际高能物理最重要的会议)上,与会物理学家就“ $\theta - \tau$ ”之谜的不同解决方案进行了广泛、深入的交流。也正是在这次会议上,李政道在与斯坦伯格的讨论中产生了新的想法。更概括地说,即:

“学术交流是原始创新的源头之一,科学发现需要多元学术观点的碰撞”。

3) 知识和个性的互补

宇称不守恒理论的发现离不开李政道与杨振宁之间的密切合作,他们经常通过不定期的相互访问来面对面分享、交流最新的研究进展。两人有一个共同习惯是不喜欢看他人的文章,以避免形成习惯性思维,同时又在专业上各有优势,相互取长补短,相得益彰,这就是合作成功的原因。杨振宁在数学物理方面极具天赋,而李政道吸收新知识的速度很快,而且兴趣广泛,阅读量大,各种

的信息收集得更全面。两个人在一起辩论一个问题,参照着相互的意见,能够获得一个人研究问题时想象不到的成果。此外,在气质、感受和趣味等诸方面的差异,也对他们的合作很有裨益。更概括地说,即:

相比各自分开来独立工作,知识和个性的互补往往使其能够产出更具优势的创新思想。

3 启示

为了提高我国的科技原始创新能力,早日取得重大原创性成果,首先,研究者要善于运用创造性思维方法和技巧,特别是在科学的危机期和革命期,传统的思维方法已毫无用处,只有突破传统思维方式的束缚,才有机会获得重大突破;其次,应重视研究者之间的科研合作,科研合作的主观条件是研究者自身在知识和个性上的互补,此外是营造有利于科研合作的外部条件,“要在政策上、管理上、实验室硬件建设等方面为科研人员的科研合作创造良好的客观条件”;最后,应重视国内外的学术交流活动,提供专项经费,鼓励研究者积极参与国际顶尖学术会议,与国外顶尖学者展

开交流,可以及时掌握所在领域的研究现状与研究前沿,激发原始创新的灵感。

参考文献

[1] 蒋东明. 李政道[M]. 石家庄:河北教育出版社, 2000:96,112.

[2] 陶路,刘金江. 杨振宁与李政道的故事[M]. 长春:吉林科学技术出版社,2012:85-86.

[3] 宋琳,刘文霞. 论科学发现中的创造性思维[J]. 北京科技大学学报(社会科学版),2006,22(3): 153-156.

[4] 林共市. 原始性创新科学研究的选题[J]. 科学与科学技术管理,2004,25(4):36-39.

[5] 高策. 走在时代前面的科学家—杨振宁[M]. 太原:山西科学技术出版社,1999:173.

[6] 苏建军. 杨振宁人生传奇[M]. 南京:凤凰出版社,2011:75.

[7] 艾凉琼. 从诺贝尔自然科学奖看现代科研合作——以 2008—2010 年诺贝尔自然科学奖为例[J]. 科技管理研究,2012,32(10):229-232.