

破解近半个世纪的谜题,中国科研团队首次找到胶球 力,居然能够凝结成“球”

□ 科普时报记者 陈杰

你能想象吗?“力”不再只是推拉拽扯的一种感觉,而是变成一种实实在在的“球”!

8月6日,在巴西举行的第43届国际高能物理大会现场,中国科学家领衔的北京谱仪Ⅲ实验(BESⅢ)国际合作组获得颇为罕见的“加塞”特权,以大会特别报告的形式,向全球物理学界宣布了一项重磅成果——通过15年的潜心研究,他们获得了证明“胶球”存在的完整证据链,解开了困扰学术界近半个世纪的谜题。

胶球到底是什么“球”

要弄懂胶球,得先潜入微观世界看“盖房子”。

在微观世界里,我们身边的一切都由原子组成,原子核里藏着质子和中子。在质子和中子里面,还住着更基本的“小不点”——夸克。

“夸克们并不是一盘散沙,它们依靠一种叫‘胶子’的粒子传递强相互作用力,将彼此牢牢束缚在一起。”8月11日,中国科学院物理研究所博士王利邦接受科普时报记者采访时,将夸克比喻成盖房子的“砖块”,胶子是连接砖块的“水泥”,两者结合盖成质子和中子这样的“小房子”。

胶子还有一个特殊的本领——它们彼此相互吸引,聚集成一个小球。“这种不含任何夸克的纯胶子球,就是胶球。”王利邦说。

如果说普通物质是砖块和水泥共同盖的房子,那胶球就是纯水泥捏成的房子——它是宇宙间第一种纯粹由“力”构成的粒子。

早在20世纪70年代,描述强相互作用的“量子色动力学”理论就预言了胶球的存在。但半个世纪以来,全球几代物理学家在加速器实验中苦苦搜寻,却始终没能真正抓住它。

寻找胶球如同“大海捞针”

胶球既然理论上早就存在,为什么找起来如此费劲?

“胶球在真实的实验环境里特别喜欢玩



图①: 高速粒子相撞后生成新粒子。

AI制图

图②: 北京谱仪Ⅲ (BESⅢ)探测器。

图片来源:中国科学院高能物理研究所

‘捉迷藏’,常常会跟普通的夸克粒子混在一起。”王利邦说,这就像把一滴牛奶滴进了一杯清水里,你知道它在那里,但根本分不清哪部分是牛奶,哪部分是水。

欧美的大型实验装置,比如欧洲的大型强子对撞机(LHC)、美国的费米实验室对撞机,都投入了巨大的算力和时间去搜寻胶球,但始终无法清晰地区分普通介子(由一对夸克组成的粒子)与胶球的信号。

中国科学家领衔的合作组为了找到胶球,动用了“大国重器”——北京正负电子对撞机。它能大量制造一种叫 J/ψ 的粒子,其衰变时也是产生胶球的最佳时机。

2011年,团队在 J/ψ 衰变的“遗骸”里,发现了一种神秘的新粒子,并给它起了个代号

叫X(2370)。当时团队认为,这家伙很可能就是胶球,但缺乏完整的证据链条。

随后的十几年,团队一直在积累证据。终于在2024年,科研人员利用包含100亿个 J/ψ 粒子的海量样本,精确测出了X(2370)的“自旋”和“宇称”量子数,且结果跟理论预言的完全一致!

最近,团队终于得到了另一关键证据:确认了X(2370)的“味单态”性质。

王利邦说,在粒子物理世界,“味”指的是夸克的种类,比如上夸克、下夸克。普通粒子都带有某种“味道”,只有纯胶子构成的胶球,是完全没有“味道”的“味单态”。“三条证据链充分证明,X(2370)就是物理学家们找寻了半个世纪的胶球。”

打开新世界的大门

你可能会问:耗费50余年找一个肉眼看不见的“球”,意义何在?

首先,胶球是“量子色动力学”的重要预言,找到胶球,就等于该理论通过了长达半个世纪的“终极大考”。

其次,胶球颠覆了我们对世界的认知。以前我们只知道物质由粒子组成,现在知道了传递力的“胶子”也能变成物质。这种“力”变“物质”的过程,为我们打开了认识宇宙的新维度。

更重要的是,基础科学的突破往往是技术革命的先导。今天的高能物理实验,催生了全球互联网、现代医学影像技术。“虽然胶球不会明天就变成生产力,但对微观世界的每一次深入,都是在为未来的颠覆性技术积累砖块。”王利邦说。

从近半个世纪前的理论预言到15年前发现蛛丝马迹,再到今天盖棺定论,中国科研人员用耐心和智慧,抓住了这一个由“力”变成的“球”,为探寻宇宙中强相互作用下的新物质形态、解锁未来新材料革命打开了一扇新的大门。

《延伸阅读

粒子对撞机:探秘微观世界的利器

如果把微观粒子比作宇宙中的“小精灵”,粒子对撞机就是捕捉它们的“超级神网”。

粒子对撞机的工作原理,有点像两辆高速赛车对撞。科学家利用电磁场把电子或者质子加速到接近光速,然后让它们迎头相撞。剧烈碰撞会释放巨大能量,能量按照质能关系转化,诞生出大量全新的微观粒子。

为了捕捉这些“碎片”,对撞机周围还会安装巨大的探测器。

北京正负电子对撞机外形酷似羽毛球拍,240米环形储存环搭配202米直线加速器。安装在对撞中心的北京谱仪Ⅲ,相当于一台超高精度“粒子相机”,能实时捕捉每一次撞击产生的每个新粒子飞出的轨迹、能量和电荷。通过分析这些数据,科研人员就能推断出刚刚诞生了什么粒子。

目前,世界上有几种主流的对撞机:有像北京正负电子对撞机这样的“环形加速器”,

专门研究电子和正电子;也有像欧洲核子中心的大型强子对撞机(LHC)那样专门让质子对撞的“超级巨无霸”,它曾帮助人类找到了“上帝粒子”——希格斯玻色子。

可以说,粒子对撞机就是人类伸向微观世界的手,不断刷新着人类对物质本质的认知边界。它的每一次对撞,都是一次回溯宇宙大爆炸瞬间的机会,让我们得以窥见万物起源的奥秘。