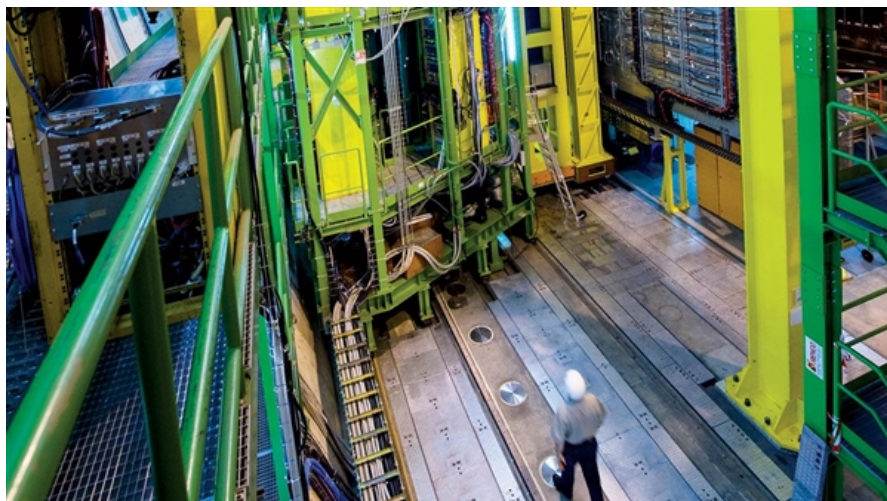




作者: 红枫 来源: 中国科学报 发布时间: 2016/1/26 9:42:21

选择字号: 小 中 大

解码夸克的社会生活 科学家有望发现基本粒子新形态



欧洲核子中心LHCb探测器内部，质子撞击形成转瞬即逝的不稳定粒子。图片来源：CERN

在粒子物理学家中间，Sheldon Stone有着高标准和极其真诚的声誉。他为人所知的一件事情是，在一位同事讲话过程中，喊叫着打断人家的话，指出其中缺乏证据。所以当Stone讨论自己和一位同事近期作出的观察时，他的话应该有一定分量。“我确实认为这有机会成为一项大突破。”他说。

Stone的工作涉及一台巨大的粒子探测器LHCb（大型强子对撞机底夸克实验），它是由全球最大的原子加速器、位于瑞士欧洲核子中心（CERN）粒子物理实验室的大型强子加速器（LHC）提供支持的4台探测器之一。他和同事说，他们已经观察到了构成原子核的质子和中子的“神秘新表亲”。质子和中子由其他叫作夸克的粒子构成，被强大的核力不可分开地束缚在一起。通过用巨大的能量撞击粒子的方式，物理学家已经可以生成数千个转瞬即逝的强子——由夸克构成的粒子。它们可以分成两类：一种是包括质子和中子在内的重子，它含有3个夸克；另一种是介子，含有两个夸克。但是去年LHCb研究人员发现了由5个夸克构成的粒子。去年年末，他们确定存在由4个夸克组成的粒子。

这种名为五夸克态或四夸克态的粒子生命过程仅有1纳秒（十亿分之一秒）的千万亿分之一，这些古怪的粒子公然挑衅现存的强核子力图景——体现在一个叫作量子色动力学（QCD）的复杂理论中。“它们有着改变我们理解QCD的潜力。”美国宾夕法尼亚州匹兹堡大学理论物理学家Eric Swanson说。以色列特拉维夫大学理论学家Marek Karliner则说：“人们其实并不理解现有理论，除非知道什么样的（夸克）组合是稳定的，什么样的组合不稳定。”

LHCb的观察还标志着科学史上一次罕见事件的出现——一个难以确认的想法再次重现。12年前，多个研究团队发现一种不同的五夸克态，最终却认为相关研究结果站不住脚。然而，LHCb的观察结果似乎让五夸克态重新复活。“我认为这种粒子的形态是真实的。”Swanson说。

复杂的“社会生活”

夸克是构成大多数物质的基本成分，它们有着复杂的社会生活。就像把带负电的电子与原子中带正电的原子核相结合的电磁力一样，这种强作用力也需要“充电”。无论正或负，仅有一种电荷；但是却有3种强电荷，分别标记为红色、蓝色和绿色，每种都有其对立面——反红、反蓝或反绿。在可发生的夸克组合中，颜色电荷叠加会变成无色或是白色。因此，重子包含1个红色夸克、1个蓝色夸克和1个绿色夸克，而红色、蓝色和绿色加起来会变成白色。而两夸克态的介子则包含1个夸克和1个反色反夸克，例如红色和反红色夸克结合后会形成无色的粒子。

让这些混合物种类变得繁杂的是，夸克存在6个类型或是“风味”：普通物质中发现的上、下夸克，而较重的粲夸克以及奇异夸克、顶夸克、底夸克则可以通过粒子撞击获得。把各种不同风味的夸克结合

姑苏人才计划 苏州 创新团队最高奖励5千万

江南大学 2018年海内外优秀人才招聘启事

- 相关新闻 相关论文
- 1 五夸克：揭秘世界本质再近一步
 - 2 中外合作研究首次确认五夸克态的存在
 - 3 希格斯粒子赋予其他基本粒子质量有了证据
 - 4 最新研究称希格斯玻色子或不是最小粒子
 - 5 科学家测出迄今最为精确的顶夸克质量
 - 6 中美合作核物质QCD相图研究获突破
 - 7 北京谱仪发现四夸克物质列《物理》年度成果榜首
 - 8 季向东小组量子色动力学研究获重要进展

图片新闻

>>更多

- 一周新闻排行 一周新闻评论排行
- 1 教育部清理“五唯”：论文帽子职称学历奖项
 - 2 泉州碳九泄漏事件：专家称极可能是裂解碳九
 - 3 中国最大科学奖出炉：每年资助50位中国青年
 - 4 朱邦芬：遏制学术不端 从查处重大案例开始
 - 5 中科院公示杰出科技成就奖授奖建议名单
 - 6 女博士：修成“锦鲤”才敢生孩子？
 - 7 10年，他们做了一个森林控制实验
 - 8 国家重点研发经费：640项目分享127亿
 - 9 施一公：西湖大学将探索建立新型校企关系
 - 10 中科院公示改革开放杰出贡献表彰推荐人选
- 更多>>

- 编辑部推荐博文
- 哪些双一流学科进入软科“2018最好学科排名”
 - 你拿怎样的“代表作”评教授TENURE
 - 别拿“累”不当病：是否患上了慢性疲劳综合征？
 - 物理学家创建分形形状的电子
 - 你乱扔的那些塑料垃圾，终盼到你吃下肚的一天
 - 非相对论量子力学有什么问题？
- 更多>>

论坛推荐

在一起就能生成各种粒子，但其中绝大多数是高度不稳定的，或是转瞬即逝的。比如，一个质子由两个上夸克和一个下夸克构成；转瞬即逝的重子（叫作 Λ_b ）包含一个上夸克、一个下夸克和一个底夸克。一个介子（叫作 K_2 ）包含一个奇异夸克和一个反上夸克。

这些粒子的证据全都是间接性的，因为物理学家从来不会观察到一个独立的夸克。这种强作用力是如此强大，如果你把一个质子撞击形成一个夸克，这种力量将会把夸克和反夸克猛拉到真空之外，产生更多重子和介子。此外，在强子内部，有无数“虚拟”的夸克—反夸克对迅速形成然后消逝。夸克会通过交换一种叫作胶子的粒子紧紧附着在一起，它们自己会交换胶子。而这种虚拟夸克和胶子构成的“棕色淤泥”通常构成了绝大多数粒子的质量，使理论预测变得极为棘手。

在上世纪70年代了解到QCD之后，物理学家就意识到可能存在由3个以上的夸克构成的粒子簇。而由两个夸克和两个反夸克（一个四夸克态）构成的夸克簇或是由4个夸克和一个反夸克（一个五夸克态）构成的夸克簇的颜色叠加结果会形成白色的粒子。“没有理由说明它们为什么不能存在。”瑞典隆德欧洲散裂中子源（ESS）实验专家Valentina Santoro说，“如果你确实不能找到它们，你应该说明为什么不能找到。”

失败阴影重重

2003年，物理学家认为，他们发现了一个夸克丛：一个叫作 q_+ 的五夸克态。该粒子据认为包含两个上夸克，两个下夸克以及一个反奇异夸克，该粒子由位于日本兵库县的SPring-8加速器实验室的激光电子—光子（LEPS）探测器发现，该探测器把高能光子射向一个碳靶标。其他9项实验也报告了这种粒子，据称该粒子质量是一个质子的1.5倍。

然而，随后 q_+ 消失了，其他实验再也没有发现它的踪迹，一些曾发现它的实验也不能复制该粒子。物理学家至今仍不能确定如此多的研究团队缘何会发生如此严重的错误，俄亥俄州立大学物理学家、曾参与相关实验的Kenneth Hicks说。“这是我参与过的最离奇的研究情况。”Hicks说，“我本人的确参与其中。”

其他人则表示，这些实验结果并不像有些人说的那样可信。物理学家通过设想 q_+ 衰退成由粒子构成的特殊结构来探寻其踪迹，比如在LEPS实验中，衰退成一个中子和一个 K^+ 介子（一个上夸克和一个反奇异夸克）。科学家对于观察到的任何一个“中子— K^+ ”粒子对，都会用粒子动量计算其预测的 q_+ 母体的质量。如果一些粒子对来自于真实的 q_+ 衰退物，那么计算后的质量应该出现峰值，与母粒子一致。但是Stone说，在诸如此类的简单分析中，研究人员可能会自我蒙蔽。“这些人从来没做其他的事，只是在观察粒子对的质量峰值。”他说，“这会让你对峰值调整产生的波动变得非常脆弱。”

q_+ 探测的失败给寻找四夸克态和五夸克态留下了阴影，麻省理工学院理论物理学家Robert Jaffe说。“人们产生的印象是，该领域透着古怪，相关实验极不可靠。”他说。

即便如此，对此类粒子的好奇与探索依然在继续。2003年，日本物理学家发现一个类似四夸克态的粒子——含有一个结实的粲夸克，一个反粲夸克以及一个轻夸克—反夸克对。他们将其称作 X 。2008年，同样的实验——筑波市日本粒子物理实验室KEK贝尔粒子探测器——发现一个质量更重的明显的四夸克态 Z 。在过去几年中，若干实验室的物理学家发现大量其他潜在的四夸克态。

确定形态真实

现在LHCb的研究人员已经确定，贝尔粒子探测器的四夸克态确实存在，并报告观察到两个五夸克态的明显证据——由两个上夸克、一个下夸克、一个重粲夸克和一个反粲夸克构成。

LHCb——由4500吨铁和高科技电子及发光晶体组合而成——的主要目标是研究含有一个质量较重的底夸克的粒子的衰变，相关行为可以为超出物理学家标准模型的物理学研究提供线索。为了解另一种粒子的衰变“背景”，Stone和同事请一名学生分析一个 Λ_b （由上夸克、下夸克、底夸克组成的粒子）衰变后的残骸。“这名学生抱怨说不想做这件事。”Stone说，“因为不会发现任何信号。然而他后来却发现了巨大的信号。”该信号表明，整个新粒子在衰变过程中形成。

事实上，研究结果指向两个质量略有不同的五夸克态——一个较重的五夸克态质量相当于一个质子的4.74倍，而轻一些的那个粒子相当于一个质子质量的4.67倍，该团队去年8月在发表于《物理评论快报》的文章中说。

可以说分析结果令人难以琢磨。Stone和同事原本期待 Λ_b 首先会衰变成一个 J/ψ （夸克内容：粲夸克和反粲夸克）和一个 L （上夸克、下夸克和奇异夸克），随后 L 会衰退成一个质子和 K_2 。然而，他们发现，有时 Λ_b 似乎会通过另一些路径到达同样的目的地，衰退成 K_2 和一个五夸克态。然后，五夸克态会衰变成质子和 J/ψ 。两个五夸克态在质子— J/ψ 对中表现出质量峰值。

- AP版数理物理学百科 3324页
- 物理学定律的特性 feynman
- 波恩的光学原理
- 弦论的发展史
- 时间与物理学
- 矩阵分析 霍恩 (Roger A. Horn) 著

[更多>>](#)

然而，LHCb研究人员所做的不只是探索衰退粒子对的几个质量峰值。他们还从数据资料中搜寻有价值的信息，计算出像波浪一样的量子振幅，用于描述从一个Lb向一个五夸克态和一个K2衰退的过程以及向J/y和质子衰退的过程，并对粒子出现在不同角度、动量和自旋状态的可能性进行编码。这种具有里程碑意义的任务需要梳理那些振幅如何与其他粒子混合，形成研究人员期待看到的平行衰变。该分析还清晰地揭示了两个五夸克态的振幅——这是比质量峰值捕捉更加具体的标志，Stone说。

无论如何，至少现在物理学家开始认为，五夸克态和四夸克态是真实的。不过，他们是否能够了解这些夸克如何组建在一起仍须拭目以待。（红枫）

《中国科学报》（2016-01-26 第3版 国际）

[更多阅读](#)

[《科学》相关报道（英文）](#)

打印 发E-mail给:

以下评论只代表网友个人观点，不代表科学网观点。

2016/1/27 0:12:35 bshhzai

粒子是错误的理解！

2016/1/26 21:50:03 lulingkxw

不同粒子都是特定状态、即特定环境所具有的特定形态特征。

与其说发现新粒子，不如说找到了分割粒子的方法？

目前已有2条评论

[查看所有评论](#)

需要登录后才能发表评论，请点击 [\[登录\]](#)

[关于我们](#) | [网站声明](#) | [服务条款](#) | [联系方式](#) | 中国科学报社 京ICP备07017567号-12 京公网安备110402500057号

Copyright © 2007-2018 中国科学报社 All Rights Reserved

地址：北京市海淀区中关村南一条乙三号

电话：010-62580783