
科学家精确比较原子和反原子

作者：徐徐编译 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/topnews/81.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！



物理学家调整激光器开展反氢原子试验。图片来源：MAXIMILIEN BRICE/CERN

正如任何《星际迷航》粉丝所了解的，反物质被认为是物质的确切对立物，以至于如果两者发生碰触，将在放出一瞬间的纯能量光后相互抵消。如今，经过几十年的尝试，物理学家精确比较了原子和反原子。两者似乎在微小的不确定性范围内表现出同样的方式，同时研究结果以一种复杂的方式支持了阿尔伯特·爱因斯坦狭义相对论的基石。它还为物质—暗物质更加严格的比较开辟了道路，并且提供了两者并非确切对立物的可能性。

“我们已经为此等待了30年。”致力于氢原子精确测量的德国马普学会量子光学研究所实验物理学家Thomas Udem表示，“我认为这是一项令人难以置信的成就。”并未参与最新研究的日本理化研究所实验人员Stefan Ulmer认为，测量结果“堪称艺术品”。

任何反氢原子都含有一个同反质子“绑定”的反电子。自2002年起，一些小组便在位于瑞士日内瓦附近的欧洲粒子物理学实验室CERN研究反氢原子。CERN是全球唯一的反质子大规模来源。此类工作并未带来任何像《星际迷航》中的曲速引擎一样的东西，但它或许使物理学家得以判定氢原子和反氢原子是否确切地拥有相同的质量、自旋和其他基本属性。

如果没有，研究结果将破坏物理学家的基本粒子和力标准模型。该理论拥有一种要求粒子和反粒

子是镜像对立的数学对称性。毁掉这一对称性将推翻爱因斯坦狭义相对论的核心前提，尤其是无法辨别人类同宇宙相比是静止还是移动的概念。因此，物质和反物质之间的任何差别都需要对所有现代物理学进行再思考。

关于物质—反物质对称性的一项关键测试是比较被氢原子和反氢原子吸收的光的频率。根据量子力学，随着原子内的电子从较低能量状态跳至较高能量状态，一个原子仅能吸收带有特定能量和颜色的光子。同时，根据标准模型，氢原子和反氢原子应当拥有完全一样的状态并且吸收带有同样能量的光子。

如今，丹麦奥胡斯大学实验物理学家Jeffrey Hangst和CERN的ALPHA合作组48名同事精确测量了被称为1S的反氢原子最低能量状态和被称为2S的较高能量状态之间的能量差异。迄今为止，这是普通氢原子中能量转换的最精切测量。

如果实验人员处理的是普通氢原子，他们可以利用激光使原子进入2S状态，然后用电场“咯吱”它们，使其发出荧光。调整激光频率使荧光最大化，可追踪确切的能量转换。Udem介绍说，这种方式获得的结果比最新的反氢原子结果精确1000倍左右。

不过，该方法并不适用于反氢原子，因为ALPHA研究人员通常在每次试验时捕获约40个原子——少到无法产生可被探测的荧光。因此，他们依靠的是另一种方案。根据量子怪异理论，要实现1S-2S的跳跃，反氢原子(或者氢原子)不得不吸收两个带有1S-2S转换所需一半能量的光子。当被激发时，一个原子可吸收第三个光子，并将其质子完全剥离。随后，反质子从“陷阱”中漂出，并且进入周围的粒子探测器阵列。在那里，反质子被湮没并且产生亚原子爆炸。通过计算逃逸的反质子，研究人员估测了他们激发的原子数量。

去年，ALPHA研究人员报告了反氢原子中1S-2S转换的首次观测结果。现在，他们证实，其同氢原子的观测结果相匹配。科学家在日前出版的《自然》杂志上报告称，吸收线的精确形状同在氢原子中看到的相匹配。“实际上，我们相当于在反氢原子中施加了激光光谱学。”Hangst介绍说，“这一直是终身追求的目标。”

美国印第安纳大学理论学家Alan Kostelecky表示，该试验似乎将相对论可能的违逆限制收紧了10~100倍。“这无疑是惊人的结果。”不过，Kostelecky介绍说，在标准模型范围内，相对论的违逆可通过很多方式自己显示出来，并且有些已经被其他类型的试验严格限制。

Hangst表示，ALPHA团队可更进一步，使1S-2S转换的测量结果达到目前在氢原子中实现的精确度。“这不会在明年到来，但也不会10年后才到来。”Hangst认为。至于反氢原子是否将真的和氢原子不同，大多数物理学家可能将其视为不太成功的尝试。不过，这仍值得一试。Ulmer说：“唯一的方法是寻找我们此前从未见过的新的物理学现象。”在最简单的一项比较中，Hangst和同事希望观察到反氢原子是否在地球引力下向上“坠落”。Hangst表示，该测试可能将在今年进行。(徐徐编译)

更多 科研头条 请访问 <https://www.iikx.com/news/topnews/>

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发