

回声波可帮助植物授粉

在同样的自然环境下,某种植物的生长是否能获得优势的关键在于它的吸引力授粉.正因为如此,各种植物都让其自身的花卉具有引人入胜的色彩或迷人的香味.德国 Ulm 大学的 R. Simon 教授所领导的研究组在最近给出了一个有趣的报告.报告说,他们发现古巴热带雨林藤(Cuban vine *Marcgravia evenia*)正在利用一种新的回声技巧使蝙蝠帮它进行授粉,而不是用一般的视觉或嗅觉的方式.古巴热带雨林藤在它紫色花卉的上方,生长着一个特殊的凹形盘状叶片,叶片的这种几何形态可以让它在相当广泛的角度下具有一个强大且稳定的回声定位反射能力.对于飞翔在附近的蝙蝠来说,当它飞越其上空时,古巴热带雨林藤的稳定回声信号让它在大量其他植物发出的无规回声噪音中突现出来,从而帮助古巴热带雨林藤进行吸引力授粉.

为了检测这种叶片的特殊效应,R. Simon 教授的研究组进行了一些专门的试验,他们制造了各种人造的叶片,有些是模仿古巴热带雨林藤的凹形盘状叶片,有些是其他形状的叶片,有些是什么形状也不是的叶片,然后在这些叶片复本的下方,安放上装有糖水的瓶子.当蝙蝠从这些人造叶片上方飞过时,蝙蝠会始终如一地迅速找到凹形盘状叶片下方的糖水瓶.这个试验结果使研究者们很难理解,难道说,这种特殊形状的叶片要比其他吸引力授粉具有更大的进化优势.

(云中客 摘自 *Science*, 2011, 333: 631)

一种异常明亮的超新星

一个国际天文学家合作组发现了亮度超过以前记录 10 倍的一种新的超新星. 但是他们还不清楚驱动这种新的超新星爆发的机制是什么. 现有的模型不能正确描述这种超新星爆发所产生的辐射.

到目前为止, 有 3 种机制用于解释天文学家观察到的与超新星爆发有关的大量的辐射. 但是, 美国加州理工学院 Robert Quimby 所领导的研究组识别出了 6 颗超新星, 其辐射特性不能用这 3 种机制中的任一种来解释. 第一种机制是辐射衰变. 在一颗超新星高能爆发时, 温度突然急剧上升. 这会引起包括⁵⁶Ni 在内的重元素的合成. 这些重元素在随后发生的辐射衰变中会产生 γ 射线, 从而减缓超新星爆发消失的速度. 关键的问题是 Quimby 所观察到的爆发的持续时间非常短, 其消失的速度比放射性衰变造成的消失速度快 2 倍. 第二种机制是周围富氢的物质被超新星爆发的能量加热, 使这些物质辐射出光. 这些氢可能是早些时候被恒星风从恒星吹离的. 但是, Quimby 在分析这些超新星光谱时没有发现任何氢的痕迹, 因此这种可能性也被排除. 第三种机制是在超新星爆发时, 辐射穿过其大气层, 使其中的氢气电离. 这种离化的氢气雾对于辐射是不透明的. 随着时间的增加, 氢气离子会再次俘获电子而中和. 氢气雾变透明, 辐射得以向外发出. 但是由于没有观察到氢的痕迹, 这第三种机制同样不能对 Quimby 所发现的 6 颗新的超新星做出解释.

最近的研究对这 6 颗超新星提出了两种新的解释. 第一种机制类似于恒星周围富氢物质受热过程. Quimby 提出, 某些质量比太阳大 100 倍的大质量恒星可以将碳和氧发射出去, 形成外壳. 如果超新星爆发发生在壳的内部, 会将碳和氧加热, 辐射出光. 当壳迅速膨胀并冷却时, 超新星逐渐暗淡下去. Quimby 的第二种解释需要求助于强磁星. 当一颗大质量的星在超新星爆发中死亡时, 可以留下一个超密的快速旋转的一群中子——中子星. 如果这个中子星是强磁化的, 就称为强磁星. 强磁场与周围离化的物质相互作用可能是关于这种神秘的超新星之谜的答案. 这种相互作用像制动器一样, 使强磁星的自旋速度减慢, 在这个过程中, 强磁星会将其部分转动能转换给超新星的喷射物, 从而提供附加的能源, 使这种新的超新星比一般的超新星更明亮. 有关论文发表在 *Nature*, 10. 1038/nature10095, 2011 上.

(树华 编译自 *Physics World News*, 8 June 2011)

在纳米量级上电荷分布的镶嵌模型

每一个中学生在学物理时都知道,将气球在自己的头发上摩擦一下,或者将两个非导体材料相互摩擦后,都会在两个物体的表面上各自产生正、负静电荷.这个过程在形式上是涉及接触充电的问题.对这个问题,长期来在理论处理上一直是假设两个接触材料的表面的特性是空间均匀的,接触后表面电荷的空间分布也是均匀的.如果这个假设是正确的话,那么两个相同材料相互摩擦后,表面电荷应该没有任何的变化.大约在两年前,美国西北大学的 B. Grzybowski 教授和他的同事们用两块相同的高聚物材料板相互摩擦后,发现材料表面的电荷分布呈现为镶嵌式的正负电荷畴,畴的大小大约是纳米量级.这表明材料表面的电荷分布具有不均匀的性质. B. Grzybowski 教授的研究组利用原子力显微镜 (atomic force microscope 简称为 AFM) 在材料表面生成并测定出一个表面电位图,图像上显示出纳米尺寸下的正负电荷畴.为了能更深入地验证材料表面电荷分布的不均匀性,他们还使用拉曼光谱证实表面上有一些化学键已断裂或被氧化.当不同的高聚物板相互摩擦后,在它们的 X 射线光电子谱上会显示出一些非固有的光谱峰,这说明在两块材料之间发生了电荷的迁移.研究组的下一个目标是更细致地测定材料表面各个部分的性质,以便于发现化学键是如何断裂的,材料间电子的迁移是如何影响正负电荷畴的大小以及整个表面电荷的分布.

(云中客 摘自 *Science*, 2011 年待刊出,预印号 1201512)

光量子自己跟自己关联

量子关联违背经典数学关系(即所谓 Bell 不等式,该不等式所表明的关系,对任何定域实在的经典系统都是正确的),这是量子力学最迷人的预言之一.在关于 Bell 不等式的实验中,一个光源发射一对相互纠缠的光子(a 和 b),观察者 Alice 和 Bob 分别测量光子 a 和 b 的偏振,结果如下:如果 Alice 测到的是 $|H\rangle_a$ (表示 a 光子处于水平偏振态),则 Bob 测到的必定(即具有比经典预言大得多的几率)是 $|V\rangle_b$ (表示 b 光子处于垂直偏振态),反之亦然.

上述实验涉及到一对光子客体,其中的关联是 a 光子和 b 光子之间的关联,同时二者之间的相互纠缠被认为是量子力学中最具标志性的状态.最近,相关的研究又取得了新进展.在 Lapkiewicz 等新的顺序匹配(compatible)实验中,一个任意光源发射的光子 a,先后经历两次偏振方向的测量:如果第一次测到的是 $|H\rangle$ (表示该光子处于水平偏振态),则第二次测到的必定是 $|V\rangle$ (表示该光子处于垂直偏振态),反之亦然.进而,如果对光子 a 顺序进行 4 次偏振方向的匹配测量,则顺序结果必定是: $|H\rangle, |V\rangle, |V\rangle, |H\rangle$ 或 $|V\rangle, |H\rangle, |H\rangle, |V\rangle$.

我们注意 Bell 不等式实验与顺序匹配测量实验之间的区别,前者涉及一对相互纠缠的光子(a 和 b),其实验结果违背 Bell 不等式,被认为是量子关联的展示;然而对于后者,测量仅仅涉及单一光子,其中的关联是测量结果间的前后关联.在后一种情况下, $|H\rangle$ 和 $|V\rangle$ 交替出现的结果,不以多光子的纠缠为前提.这意味着,量子关联可以在单一系统中发生,以前认为只有复杂系统才能发生量子关联,这种看法是片面的.

在 Bell 不等式实验中,一对相互纠缠的光子 a 和 b,它们之间的距离可以是 $1\ \mu\text{m}$,也可以是 1m ,距离大小均不影响测试结果之间的关联值.为了解释其中的奥秘,有人曾经研究过信息以有限速度传播与发生瞬间影响间的关系.现在看来,问题的本质不在于信息在关联对象(a 和 b)之间的交换,而在于量子态本身的属性.

(戴闻 编译自 *Nature*, 2011, 474:456,490)

基于捕获离子的量子计算机

1985 年,Deutsch D 证明,利用量子叠加态以及纠缠态进行信息处理,有时会比经典计算机更为有效.以相互纠缠的两个量子位为例,我们可以将它的初始态制成有 4 个输入数据的相干叠加态,即: $|\Psi\rangle = |00\rangle + |11\rangle + |01\rangle + |10\rangle$.当我们使用量子逻辑门对量子态 $|\Psi\rangle$ 进行线性运算时,发现它与经典计算的根本区别在于,每次操作是对 4 个数据同时进行的(并行操作,分布式计算).

在具有潜在优势的各种物理系统中,利用捕获的离子实现量子计算被公认是目前最成功的方案.最近, Ospelkaus C 等以及 Timoney N 等分别在 *Nature* 上撰文,介绍了他们在操控捕获离子方面的新进展.研究表明,用捕获离子代表一个个量子位,这样的物理系统(在未来的实践中,大约包含数百万个相互纠缠的离子)在执行大规模量子计算的任务中,潜能巨大.

类似于经典计算机,在量子计算机中基本组成是量子门,即对量子比特(qubits)实施操控的线路,如:与、或、非门,等等.如前所述,若干量子比特之间的相互纠缠是量子门实现并行操控的基础.一群离子的纠缠将导致如下非直观的现象:当我们依次测量一个个离子的自旋,测量结果之间是相互关联的;而对于没有纠缠关系的一群离子,测量结果将是完全随机的.

在过去的几年中,我们看到了一批有关量子信息处理的突破性进展,它涉及离子捕获、基于纠缠的量子算法、量子隐形传态等.上述成果,几乎无一例外地使用激光束,用以实现离子间的纠缠及操控.不幸的是,激光束的使用带来了花费高且聚焦困难等问题. Ospelkaus 等的新实验所用的操控手段不是激光,而是使用微波,成功地实现了第一个微波量子门操控.另一方面, Timoney 等的新实验同样涉及微波.用微波反复照射离子,使之达到一个态,这个态与外部的干扰退耦合.这项技术可以大大遏制执行计算任务的物理系统发生退相干.使用微波的最大好处在于:可以使用波导结构(它被刻在微芯片上),引导微波辐射按特定的路线行进,以便微波与特定离子(借助于芯片上的电极,离子刚好被捕获在芯片表面)发生相互作用.

(戴闻 编译自 *Nature*, 2011, 476:155,181,185)