

文/杨书卷

# “看见”原子

通常情况下,我们的目光是无法“投向”并“看见”分子以及原子级别的微小世界的,而这个小小天地里发生的事,往往是理论物理学家在间接实验的基础上,发挥超常想象力和应用严密逻辑的推论结果。而真正好奇的科学家,肯定对这样一种想象中的“现实”不会满意。于是,“看见”微小世界,也成为令人向往的科学探索领域。

最近,美国国际商用机器公司(IBM)的科学家就到达了这一领域的最前沿地带:首次拍到了单个分子的清晰照片,同时还可看见把分子结构紧密连在一起的原子键。

科研小组用的是—一种名为“非接触式原子力显微镜”的技术,而这一单个分子,就是大名鼎鼎的神奇材料石墨烯。从照片上看,石墨烯分子最小结构的细节被完美地展示了出来:较暗区域代表原子的密集部分,明亮区域代表最轻部分,层次异常分明。而且,科学家还发现了一条之前从不知道的信息:分子中心附近的原子键要比分子边缘的原子键短!有“像”为据,相信更多有关石墨烯分子的“真相”会源源不断地被披露出来。

“看见”分子,来源于“原子力显微镜”技术的不断改进。原子力显微镜是由IBM公司瑞士苏黎世研究中心的Gerd Binnig与Calvin Quate于1985年发明的,其原理是用微小探针“摸索”样品表面,记录变化和律动,从而获得它的“形貌”信息,与一部老式的留声机相仿。在这次试验中,探针是一个一氧化碳分子,“它”在石墨烯分子表面移动扫描后,“照”出了迄今为止最清晰的一张分子图。

虽然原子力显微镜的原理并不难懂,但其精度的提高却让科学家绞尽脑汁,因为这种精密测量需要杜绝任何来自实验室或周边环境的振动,即使室内温度的轻微变化,也会使分子摆动,而稍一不慎,图像就会模糊或扭曲,因此直到2009年,这个孜孜不倦攻关的小组才拍到了世界上第一张分子照片,而且还是模糊的,但这

在当时已是了不起的进步。在这次实验中,为把破坏降低到最小程度,实验区的温度被降到-268℃,真正做到了“稳若盘石”,再加上其他技术的改进,才拍到了更为清晰的分子结构照片。

科研小组的主要成员Leo Gross对这一结果非常满意:“我们居然看到了原子键的不同,这太让人兴奋啦。我们下一步的计划,是准备拍摄其他分子结构的特写照片,还准备用不同的分子做探针,看看拍出的照片是否有什么不同。”(9月14日英国DailyMail)

IBM苏黎世研究中心的另一个科研

人类第一次直接亲眼“看到”原子,是在1982年——IBM公司瑞士苏黎世研究中心的Binnig和Rohrer做出了世界上第一台扫描隧道显微镜,使我们对微观世界的认识一下从幻想和抽象的分析飞跃到对原子级别的直接观察和操纵。

小组也在直接“对视”原子级世界中给出了一个漂亮的结果:他们利用一种“时间分辨扫描显微技术”,直接绘制出电子怎样形成一个持续自旋螺旋的过程图,揭示了电子在半导体中跳“华尔兹”舞的情景。

目前,半导体硬件性能逐渐接近极限,已很难继续通过缩小元件尺寸来提高计算性能,而利用电子自旋来存储、传输并处理信息却能突破这种障碍,但是,电子自旋的某些关键性质却一直难以知晓,直接“观察”电子自旋将有助于这些谜底的揭开。

科学家监控了数千个电子自旋的演变,这些自旋在一个很小区域内同时生成,属于随机旋转并会很快改变方向,这对科学家“观察”到它们可是个不小的挑战。不过,他们最终想出了巧妙的解决方案:利用超短激光脉冲,使电子同步自旋的时间延长了30倍,终于令人欣喜地捉到了超过10微米,整齐地排列成一种规则的、类似条纹的图案,即所谓的“持续自旋螺旋”。

这种同步自旋运动轨道的相互作用将自旋和电子运动结合在了一起。科研小组中的Gian Salis解释说:“对于开发基于自旋的晶体管而言,观察到电子自旋的能

力非常重要,它将大大提高将电子自旋用于处理逻辑操作的可行性。”为确保电子自旋与环境之间的相互作用最小化,实验也是在-233℃的低温中进行(8月13日英国Nature Physics)。

电子自旋同步的研究有望为我们带来更快更节能的计算机产品,而英国格拉斯哥大学和加拿大渥太华大学的研究人员携手合作,首次用相机拍下“量子纠缠”图像,同样加速了量子计算机的应用研究步伐。

被称为“鬼魅般远距离作用”的量子纠缠是量子加密通信、量子计算等技术的基础。在此次实验中,科学家用一种特殊的

晶体,将一个单光子一分为二,创建出量子纠缠的“光子对”,再使用一个特殊的、具有高灵敏度的照相机来给这些光子对拍照,研究人员可以对

光子位置之间的关联进行测量光子的“纠缠”。借助201×201像素阵列,照相机可在同一时刻观察到量子光场的全景,研究小组也得以看到多达2500种不同的纠缠态。

参与该项研究的Myers Padgett教授说:“一张图片胜过千言万语,这句格言再恰当不过了。每个像素都含有自己的信息,从而可能给量子加密通信的数据容量带来革新。”(9月14日《科技日报》)

通过实验间接验证,人们早就知道物质是由分子和原子组成的,但我们第一次直接亲眼“看到”原子,则是在1982年——IBM公司瑞士苏黎世研究中心的Binnig和Rohrer做出了世界上第一台扫描隧道显微镜,它使人类对微观世界的认识也一下子从幻想和抽象的分析飞跃到对原子级别的直接观察和操纵,两位科学家也因此获得1986年诺贝尔物理学奖。本文提到的“原子力显微镜”和“时间分辨扫描显微技术”,则都是它的“改进”版。

而人类第一次看见原子的心绪,应该与最先发现细菌的Leeuwenhoek相似,他在1676年就描写过在显微镜下看微生物游泳的舞姿:“我的眼睛从未见过这样有趣的景象!”。■