上海光机所在量子辐射反作用理论方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/7785.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！

中国科学院上海光学精密机械研究所强场激光物理国家重点实验室研究团队发现，超强激光和高能电子束的碰撞可甄别电子动力学的经典和量子电动力学（QED）行为边界，为理解极端强场下光与物质相互作用的基本规律提供了重要途径。相关成果发表在[*Communications Physics* 2, 66 (2019)]。

带电粒子的运动及其辐射是最古老的电磁学问题之一。高能电子速度发生变化时将产生辐射，同时受到辐射反作用力。在弱场中，辐射反作用力一般可以忽略，相对论电子的行为由洛仑兹力决定。而当激光强度超过一定阈值时，电子动力学必须考虑辐射反作用力的影响。在一定的近似下，Landau和Lifshitz给出了描述辐射反作用力的经典表达式（LL方程）。近来的研究表明，在辐射主导情形下，经典图像也许不再适用。当单个辐射光子的能量可以与电子本身的能量相比拟时，辐射将从连续变得离散，而且体现出很强的随机效应，准确的描述须依赖强场QED理论。从洛仑兹力、经典LL方程到强场QED理论，如何辨别超强光场电子动力学的正确描述方法，是理解百拍瓦级激光与物质相互作用的基础与前提。

上海光机所团队深入研究了10-100拍瓦的激光与能量为数百MeV的电子束的横向碰撞过程，发现电子的透射、反射行为在不同的理论框架下体现出迥异的特性：不考虑辐射反作用力时高能电子将直接穿过激光束，经典的LL方程则预言电子能量消耗殆尽以致全部被散射。QED图像介于两者之间，部分电子透射而部分被散射，这正是离散、随机的量子特性的深刻反映。基于此，研究者进一步提出测量散射电子数量和角分布的方法，以揭示不同的参数范围下电子动力学究竟由何种理论描述。该项研究预示在未来的10-100拍瓦激光装置上，人们将有机会观察到极端强场下高能自由电子的量子力学行为。

相关工作得到科技部、国家自然科学基金委、中科院B类先导专项以及青年千人计划的支持。

论文链接

(a)激光与电子束横向碰撞示意图。(b)反射电子的角分布。(c) 电子反射率。

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发