

中国科大首次实现基于布里渊散射声学声子的单向光信息存储

本报讯 近日,中国科大郭光灿院士领导的中科院量子信息重点实验室董春华研究小组与邹长铃博士后首次在介质微腔内实现了基于布里渊散射声学声子的光信息存储,存储寿命可达十几微妙。此成果2015年2月4日在线发表在《自然通讯》上。

近年来,光学高品质因子微腔与机械振子相干相互作用引起了极大的关注,可以被用于高效率态的存储与任意光子的频率转换。区别于以往的实验只关注机械振子的整体振动模式,他们的实验研究了微球腔内光学和声学的

行波回音壁模式的相干转换。

利用这种高品质的介质微腔,实验证实了光的布里渊散射激发向前传播的声学声子的存在,这类声学模式的线宽很窄,因而其寿命达到几十微妙,远高于光子在微腔内的寿命。在此基础上,通过控制声学声子与光子的相互作用,观测到了基于布里渊散射的诱导透明窗口,实现了光子到声子的转换;随后这类声子可以与光子再次相互作用,转换成光子,从而完成光信息的存储与读取。进一步的实验结果证实了这类声学声子与光子的转换是相干保持

的。尤其让大家感兴趣的是,该类声学声子与光子的相互作用严格满足动量和能量匹配的要求,因此只有特定的方向入射的光子才能发生相互作用,从而导致相互作用的单向性。这个体系所具有的这种独特优势可以被用于实现诸如光隔离器,环形器等芯片光学元器件。这项成果有望进一步开拓到光子与声子的强相互作用以及量子存储器的研究。

(中科院量子信息重点实验室 量子信息与量子科技前沿创新中心)

中国科大首次实现光子轨道角动量纠缠的量子存储

本报讯 中国科大郭光灿院士领导的中科院量子信息重点实验室在高维量子中继研究方向再次取得重要进展:该实验室史保森小组在国际上首次实现了光子轨道角动量纠缠的量子存储,进一步证明了基于高维量子中继器实现远距离大信息量量子信息传输的可行性。这项研究成果于2月4日发表在国际物理学权威期刊《物理评论快报》上。

光子的轨道角动量产生于电磁波的螺旋相位面,最常见的携带轨道角动量的光是Laguerre-Gaussian模式光。这种光的波前是一个螺旋面,围绕中心的奇点,光的位相是不断增加的,同时光强也具有特殊的空间分布,不同的轨道角动量对应着不同的光强空间分布,可以构成一个无限维的完备的Hilbert空间。将光子编码在轨道角动量空间可以大幅度增加

光子的信息携带量。此外,利用光子的高维编码态还可以提高量子密钥传输的安全性,实现诸如量子全息隐形传态、量子镜像密集编码、全息量子计算等量子信息协议,还可以应用于量子力学基本问题的研究。远距离量子通信的实现必须借助于一系列的量子中继器,其中量子存储单元是构成量子中继器的核心。通过在相邻存储单元之间建立量子纠缠,利用量子纠缠交换技术就可以实现量子中继,进而拓展信息传输的距离。因此实现大信息量、长距离的量子信息传输首先必须解决的关键问题是量子高维纠缠的存储。尽管人们已成功实现了携带轨道角动量信息的单光子存储,但到目前为止有关轨道角动量纠缠存储方面的研究仍然是一片空白,是量子信息领域中的一个热点研究领域。

近年来史保森教授和博士生丁冬生等一直致力于携带轨道角动量光子的存储研究。继2013年在国际上首次实现携带轨道角动量、具有空间结构的单光子脉冲的存储后,最近他们又在该研究方向取得重要进展:首次实现了光子轨道角动量纠缠在两个存储单元之间的存储。该小组利用两个磁光阱制备了两个冷原子团,在其中一个冷原子团采用自发Raman过程制备了单光子与原子系统之间的纠缠。而后利用Raman存储协议将该光子存储于另一个作为存储介质的冷原子团中,从而实现了轨道角动量纠缠在两个原子系统之间的存储。为了检验纠缠特性,他们将原子系统之间的纠缠转移到光子之间。利用量子层析技术重构了纠缠态的密度矩阵,通过计算存储保真度、验证双光子CHSH不等式和检验双光子干涉可测度来表征纠缠程度。实验结果清晰地表明轨道角动量纠缠可以被高保真地存储。这项工作对实现高维量子中继和远距离大信息量量子信息传输具有重要意义。

(中科院量子信息重点实验室 量子信息与量子科技前沿创新中心)

中国科大首次在非线性过程中观测到光学前驱波

本报讯 近日,中国科大郭光灿院士领导的中科院量子信息重点实验室在原子光学领域取得重要进展,该实验室史保森教授领导的小组首次在非线性四波混频过程中观测到光学前驱波的产生。该工作对深入研究光脉冲在非线性介质中的传播行为具有重要意义。这项研究成果于3月3日发表在国际物理学权威期刊《物理评论快报》上。

1914年Sommerfeld和Brillouin从理论上开始研究光脉冲上升沿在介质中的传播行为,指出上升沿所引导的这一段瞬态光场称之为光前驱,介质对其无法响应。一般的介质对一个光脉冲都有一个响应的频谱范围,与介质共振的光脉冲部分在介质中传播时会被吸收或者被延迟,而与远离介质共振的光脉冲部分会透射过去。当光脉冲的频谱宽度大于介质的线性吸收带宽时会出现一个光学现象:光脉冲的低频部分会被吸收或延迟,而高频部分会直接透射过去,形成光前驱波。随后,众多研究小组

对光前驱展开研究,以加深人们对光脉冲与物质相互作用物理机理的理解,并希望给未来实现基于光前驱的通讯提供帮助。光前驱波对理解光脉冲传播的重要性促使人们不断寻找其存在的实验证据。最近的实验表明光学波段前驱波可以在线性过程或EIT结构中观测到,但在非线性过程中能否观测到前驱波尚无任何报道。史保森教授领导的研究小组将磁光阱中制备出的二维冷原子团作非线性介质,利用原子的梯形能级结构,通过非线性四波混频过程产生出新的光脉冲。该脉冲的低频成分被原子吸收,而高频部分(对应着上升/下降沿)直接透射出去形成光前驱波,从而在非线性过程中首

次观测到光前驱波。由于光前驱波的频谱超出了原子团的吸收带宽,因而利用电磁诱导透明等存储协议无法存储光前驱波。他们通过Raman双光子跃迁过程调制了介质的吸收特性,通过远反谐Raman存储方案实现了对所产生光前驱波的光学存储。该小组从理论和实验两方面系统研究了前驱波的产生、存储与输入光脉冲形状的关系,理论预言和实验结果高度吻合。该工作有助于人们深入理解光脉冲与物质相互作用的物理机理。

博士生丁冬生和福州大学的江云坤教授是论文的共同第一作者。(中科院量子信息重点实验室 量子信息与量子科技前沿创新中心 科研部)

软凝聚态物理研究取得重要进展:

揭示硬球胶体玻璃的本质

本报讯 中科院软物质化学重点实验室、合肥微尺度物质科学国家实验室和物理系的徐宁教授课题组延续之前对胶体玻璃化转变和Jamming转变关联性的系列研究,揭示了硬球胶体玻璃的本质:与以往人们对固体的认识不同,硬球胶体玻璃是不能承载可严格定义的横向成分声子的固体。该研究成果发表于1月23日的《物理评论快报》。

该课题组的博士生王锡朋等人通过计算具有纯排斥相互作用的软球胶体玻璃的动力学结构因子,获得了声音传播的色散关系和衰减因子,进而获得了声子的波长和平均自由程信息。由于结构无序,声子受到强烈散射,当声子的波长与其平均自由程相当的时候,即达到Ioffe-Regel极限的时候,声子的定义将出现问题。高于Ioffe-Regel极限频率的本征振动模式由于波长大于平均自由程而缺乏粒子性将不能被严格定义为声子。该课题组前期的工作表明,软球胶体体系在温度恒定的条件下,随着密度的增大先后经历玻璃化转变和类Jamming转变;在零温极限下即演化成上述的硬球胶体的玻璃化转变和Jamming转变。在这项工作中,他们发现当密度高于类Jamming转变密度时,软球胶体玻璃的横向和纵向Ioffe-Regel极限频率都大于零,因此该密度范围内的胶体玻璃

(被称为Glass TL)同时具备可严格定义的横向和纵向成分的声子,属于我们预期的正常的固体。然而,横向和纵向Ioffe-Regel极限频率分别在类Jamming转变和玻璃化转变处降为零,因此,处于两个转变之间的软球胶体玻璃(被称为Glass L)只能承载有效的纵向成分的声子,在零温极限下该区域恰好对应的是硬球玻璃存在的区域。

由于本征振动模式是决定固体系列特性的基础,横向成分的振动不能被严格定义为声子应该是决定以上所述硬球胶体玻璃奇异性的根源。该课题组继而计算了硬球胶体玻璃的弹性模量,发现剪切模量和体积模量之比随着密度的增大而减小,在Jamming转变处降为零。这种密度依赖性与Jamming转变之上的软球胶体玻璃截然相反,而这应该是硬球胶体玻璃特殊本质的体现。

固体中横向成分的振动都不能被严格定义为声子是个令人惊奇的发现,但同时也暗示了用硬球胶体体系来理解原子分子体系的玻璃化转变可能存在着问题。审稿人评价说:“这是一个新的、非常重要的结果。它将导致我们对Jamming和玻璃化转变更加深刻的认识,因此是该领域的一项重要进展”、“该工作新奇、有趣而且激励了在这个方向的进一步研究”。(物理学学院 科研部)

水凝胶研究取得重要进展

本报讯 1月28日,国际著名学术期刊《德国应用化学》在线发表了我校化学与材料科学学院梁高林教授课题组研究成果的文章,该文章报导了一种新型低聚物水凝胶的研制。

水凝胶是一种大量富含水的材料,被广泛地应用于药物释放、组织工程等领域。现今已有的水凝胶通常被分为两种,高聚物水凝胶和小分子水凝胶。高聚物水凝胶主要以共价键结合,其强度大多小分子水凝胶,常用于高分子材料、电学以及长时间药物释放等领域,然而其难降解的特性及在合成过程中毒性反应的特点,影响了它的生物相容性。小分子的水凝胶易降解,有良好的生物相容性,但其较弱的力学强度制约了其在组织工程和长时间药物释放领域的应用。此次提出的低聚物水凝胶在力学强度上超过小分子水凝胶,而其低聚物的性质使其兼顾生物相容性,使之在组织工程和长时间药物释放的领域有着广泛的应用前景。

该课题组利用梁高林博士发展出的一个独特的缩合反应平台。该工作使用还原剂谷胱甘肽(Glutathione)控制小分子的缩合,用溶液酸碱性控制低聚物的自组装,得到低聚物纤维,并形成水凝胶(如下图)。表征结果证明缩合得到的化合物为低聚物,水凝胶的力学强度低于许多高分子水凝胶但却高于大多数小分子水凝胶。

该论文第一作者为中国科学技术大学化学与材料科学学院博士生刘爽。

(化学与材料科学学院 科研部)

《美丽化学》获VIZZIES竞赛视频类专家奖

本报讯 近日,美国国家科学基金会和美国《大众科学》杂志公布了2014-2015年度Vizzies国际科学可视化竞赛获奖名单,由中国科学技术大学先进技术研究院新媒体研究院和清华大学出版社联合制作的《美丽化学》项目荣获视频类专家奖。这是来自中国大陆的参赛作品首次在该竞赛中获奖。

美国《大众科学》杂志2015年第三期对获奖作品进行了专题报道,其中对《美丽化学》的报道如下:对于大多数人而言,“化学反应”意味着繁琐的实验室劳作和对化学方程式捉摸不定的考试。然而,来自中国科学技术大学的特任副研究员梁琰在这个基础学科中发现了艺术。去年9月,梁琰和他的团队成员发布了一个名为BeautifulChemistry.net的网站,展示化学独特的美丽。包括结晶过程、荧光反应等多种反应和结构的精美细节在他们的视频中得以呈现。梁琰说,找到可以满足他们视觉标准的化学反应并非易事。“许多反应非常有趣,但却不够美丽”,他说,“但有些时候,当我们排除了烧杯和试管的视觉干扰,并在近距离拍摄化学反应时,像沉淀反应这样常见的化学反应也变得极其美丽。”

Vizzies竞赛起始于2003年,已经成功举办了12届,是国际上最有影响力的科学可视化竞赛之一,历届获奖作品中不乏科学与艺术完美结合的典范。

(先研院 科技传播与科技政策系)

我校6人入选创新人才推进计划名单

本报讯 近日,科技部公布了2014年创新人才推进计划入选名单,我校刘世勇、龚流柱、李传锋、李厚强、韩良等五位老师入选中青年科技创新领军人才,窦贤康领衔的“地球空间环境及其对太阳活动的响应研究创新团队”入选重点领域创新团队。

截至目前,我校共有13名老师入选创新人才推进计划,并于2013年被授予创新人才培养示范基地。据悉,2014年,我国共有306名中青年科技创新领军人才、213名科技创新创业人才、52个重点领域创新团队和33个创新人才培养示范基地入选该计划。

(人力资源部)

我校四个项目获批“高端外国专家项目”

本报讯 近日,我校申报的4项2015年度“高端外国专家项目”经国家外国专家局预批复同意立项。

这四个项目分别是“美国韦恩州立大学化学系资深教授Vladimir Chernyak兼任中国科大教学科研交流”、“时空分辨同步辐射新方法及新型功能材料的应用研究”、“非经典守恒律相变问题的数值研究”以及“UC-Davis传播学资深教授George Barnett兼职中国科大教学科研交流”。

(国际合作与交流部)