

科研进展 *

对铜氧化物高温超导体中高能扭折和高能色散起源提出新认识

物理所超导实验室周兴江研究组、赵忠贤研究组, 光学实验室许祖彦研究组, 理化所陈创天研究组与美国 Brookhaven 国家实验室 Genda Gu 博士、日本东京理工 T. Sasagawa 博士合作, 利用自主研制的真空紫外激光角分辨光电子能谱仪具有的超高分辨率的独特优势, 通过详细的动量变化关系的测量, 并结合完整的数据分析方法, 对高温超导体 Bi2212 中的高能扭折和高能色散提出了新的认识。结果表明, 铜氧化物的高能色散不可能代表电子的真正裸能带的回复, 高能扭折不可能是由于电子和高能元激发耦合产生的, 并提出高能色散可能并不代表本征的能带结构。相关成果发表在近期的 Phys. Rev. Lett. 上。

在国际上率先研制出新型铁基超导体线材

电工所应用超导重点实验室马衍伟研究组采用传统的粉末装管方法(Powder-in-tube), 首次成功研制出转变温度达 25K 的铁基镧氧铁砷 ($\text{La}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)\text{FeAs}$) 线材。这是世界上第一个将铁基新超导材料加工成超导线材的工作, 对于强电应用具有重要意义。该项工作在申请国家发明专利之后, 最近还发表在国际超导研究领域的主流杂志 Supercond. Sci. Technol. 上。新型铁基超导体线材的研制成功为新型铁基超导材料的应用发展开辟了新的道路。在此基础上, 通过进一步优化工艺条件, 马衍伟研究小组与物理所闻海虎小组合作又制备出转变温度高达 52K 的钐氧铁砷 ($\text{Sm}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)\text{FeAs}$) 线材, 其上临界场 $H_{c2}(T=0)$ 高达 120 T, 进一步显示出铁基新超导材料在高场磁体中具有广阔的应用前景。该工作已发布在 arXiv.org 网上, Supercond. Sci. Technol. 杂志将以 'Rapid Communication' 形式发表。

多尺度有序多孔材料的快速自组装制备研究取得进展

物理所北京凝聚态物理国家实验室孟庆波研究组与力学所王育人研究员、物理所张道中研究员合作, 在前期工作基础上, 发展了一种快速红外辅助协同自组装方法制备多尺度有序多孔膜。此法利用特征红外光技术加快晶体生长前沿处液体流动速率和纳米颗粒的输运速率, 即有效抑制了阻滞效应, 又不改变原有的体相生长条件, 从而成功制备了多尺度有序多孔材料。该方法突破了现有的协同自组装法中普遍存在三个局限性: (1) 使组装胶体颗粒的尺寸和材料范围大大扩充; (2) 使自组装时间由原来的数小时缩短至 30 分钟以内; (3) 制备多尺度有序多孔材料质量有非常显著的提高。这种红外辅助协同自组装法具有简单、经济、高效等优点。为高度有序多尺度多孔材料的大规模应用奠定了坚实的基础, 同时也为研究胶体晶体自组装机理提供了新的方法。上述成果已申请国家发明专利 2 项, 相关研究成果发表在近期的 J. Am. Chem. Soc. 上。

* 收稿日期: 2008 年 9 月 5 日



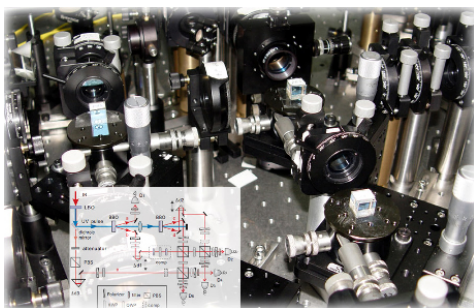
中国科学院

量子通信实验又获重大突破

中国科技大学合肥微尺度物质科学国家实验室教授潘建伟及苑震生、陈宇翱等, 利用冷原子量子存储技术在国际上首次实现了具有存储和读出功能的纠缠交换, 建立了由 300 米光纤连接的两个冷原子系统之间的量子纠缠。这种冷原子系统之间的量子纠缠可以被读出并转化为光子纠缠以进行进一步的传输和量子操作。该实验成果完美地实现了长程量子通信中亟需的“量子中继器”, 向未来广域量子通信网络的最终实现迈出了坚实的一步。相关成果发表在 8 月 28 日出版的 Nature 上。该杂志为此专门向科学新闻媒体发布了题为“量子推动 (Quantum Boost)”的新闻稿, 称赞该工作“扫除了量子通信中的一大绊脚石”。

在国际上率先实现量子容失编码

近年来, 由于量子特性带来的高效存储和超快并行计算能力, 量子计算的研究成为国际热点。然而, 学术界公认的困扰这项研究的最大问题是所谓的“消相干效应”, 即量子计算机与环境不可避免的耦合而产生的各种噪声会使计算过程产生各种各样的错误。在各种量子体系中, 有一类关键性的消相干效应来源于量子比特的丢失。



为了解决这一问题, 中国科技大学潘建伟及杨涛、陆朝阳等经过近两年的努力, 设计了巧妙的多光子容失编码网络, 首次证明了即使在量子计算机内出现量子比特的丢失, 这种编码仍然可以很好地保护量子逻辑信息, 从而使整个计算过程仍然可以成功完成。研究论文发表在 8 月 12 日出版的 PNAS 上, 这一实验工作很快吸引了国际学术界的广泛关注。还在论文投稿之初, 著名量子光学专家 Paul Kwiat 教授就在美国物理年会的量子信息进展综述上专门介绍了这一研究成果。

量子点生物安全性研究取得重大进展

量子点发光与传统有机发光材料相比效率高、频率宽, 波长可通过颗粒尺寸大小调节, 量子效应明显, 被广泛应用在医学领域, 但量子点的生物安全性一直是其医学应用的瓶颈, 高能所 / 国家纳米科学中心纳米生物效应与安全性联合实验室的邢更妹、陈真和陈浒等与化学所分子纳米结构与纳米技术院重点实验室合作完成的关于量子点生物安全性研究的最新成果, 为寻找消除量子点生物毒性的方案提供了依据。研究结果表明, 调控量子点与体内蛋白相互作用产生的复杂聚集形态, 减少长时间仍留在肝脏组织的聚集态的形成, 是解决其生物毒性, 保证安全应用的有效途径。相关研究成果发表在毒理学领域影响因子最高的学术刊物 Toxicology and Applied Pharmacology 上, 并被选为该期封面文章。

耕地保育与持续高效现代农业试点工程取得重大进展

中科院知识创新重大项目“耕地保育与持续高效现代农业试点工程”(主要内容已在本刊 2008 年第 4 期 353 页介绍)。最近, 该项目在以下试区取得重要进展。

江西试区项目通过设计栽培、机械化耕作、绿肥和秸秆还田土壤培肥、优化施肥和高效植保等关键技术的集成,实现了江西余江试区 2008 年早稻产量的突破性提高。重点示范户种植早稻 170 亩,平均亩产 482 公斤,分别比江西省和余江县平均单产高出 110 公斤和 104.6 公斤。整个万亩示范区内 400—500 公斤 / 亩的田块占测产总数的 68%, 其中 2 000 亩核心示范区(邓家埠国家水稻原种场)和万亩扩大示范区(平定乡蓝田村)平均亩产分别达到 453.8 公斤和 440.4 公斤, 分别比全县平均高出 75.4 公斤和 62 公斤。



长武试区项目把发展优质小麦作为实现粮食增产、农民增收的重要措施,共建设 3 个丰产示范方 1 600 亩。通过对 500 多示范户的调查、测产和核产,巨家镇 1 020 亩小麦丰产示范方平均亩产 525 公斤,其中有 100 亩达到 550 公斤,最高达 581 公斤;对全县 56 个示范点的田间调查与核产表明,有 5 000 亩小麦亩产达到 400 公斤以上。长武全县小麦亩产达 297 公斤,高于相邻县份小麦产量 10%以上。

封丘试区多个小麦高产新品种得到优选与推广,在 21 个小麦新品种中优选出抗病虫和抗旱好的强筋品种进行推广,实现大面积高产(550—602 公斤 / 亩),比当地品种增产 6%—10%。通过重点改造中低产田,采取了低产土壤障碍因素(瘠薄、风沙、盐碱)消减技术以及利用激发式系统反馈技术使耕地生产能力得到很大提升,低产土壤小麦产能超过 600 公斤 / 亩,增产 9%—31%。

病毒性肝炎研究的新发现

生物物理所感染免疫中心唐宏研究员和傅阳心教授课题组,近期在他们率先提出的“天然免疫反应需要 T 细胞参与”的理论指导下,通过对新生小鼠病毒性肝炎的研究发现,相对于成年鼠,注射革兰氏阴性菌脂多糖(LPS)、模拟病毒核酸的合成 RNA(polyIC)以及肝炎病毒感染激活天然免疫系统后,新生鼠产生更强烈的炎症反应,而这种过激的炎症反应正是导致新生鼠死亡的直接原因。进一步研究还发现,虽然新生鼠的 T 细胞具有和成年鼠一样的抑制炎症反应能力,但由于缺乏足够数量的 T 细胞,新生鼠在控制炎症反应的能力方面比成年鼠明显降低。新生鼠在补充了 T 细胞或者基因敲除炎症因子的受体(TNFR)后,可以显著降低感染后的炎症反应和死亡率。研究成果发表在 PANS 上。这一新发现进一步证实了该课题组早先提出的“T 细胞通过参与天然免疫应答并且抑制肝炎病毒急性感染导致的炎症反应”理论,并提出了 T 细胞数目而非 T 细胞功能决定了天然免疫炎症反应程度的新思路,T 细胞数目的不足可能是导致新生儿 / 新生鼠感染后呈现高死亡率直接原因。《自然·中国》在评论中对该研究成果给予了高度评价,并将其列为“研究亮点”。

红树植物的化学成分和生物活性研究取得进展

全球有真红树植物 70 种,它们大部分分布在东南亚沿海。这些特殊植物是新碳骨架小



中国科学院

分子活性先导化合物发现的重要源泉。南海海洋所吴军研究员及其课题组自 2001 年以来对产自我国海南的木果楝、老鼠簕等数种红树植物的化学成分和生物活性进行了较系统的研究,并于 2004 年发现了一类有昆虫拒食活性的新柠檬苦素的原乙酸酯类型,研究结果发表在 *Organic Letters* 上。2008 年初,该课题组又从我国海南产的木果楝种子的柠檬苦素化合物中发现了一条新的四降三萜生源合成途径。该途径由 4 类新碳骨架的柠檬苦素组成,且其中部分化合物显示出较强的抗虫活性。这一发现将彻底改变学术界原先对自然界四降三萜结构类型的整体框架认识。后与德国著名科学家 Gerhard Bringmann 教授合作,采用量子化学 CD 光谱计算方法和技术解决了以上 4 类新碳骨架的柠檬苦素化合物的绝对构型问题。该研究结果发表在 *Chemistry- A European Journal* 上。

最近他们在 *Natural Product Reports* 上发表了重要评述论文。该论文结合作者多年来的研究工作,全面系统地总结和概述了 1913 年至今真红树植物中发现的天然产物的结构类型及其生物活性,对今后该类群海洋植物天然产物的研究有着重要科学意义。

发现一类同时治疗肥胖症和糖尿病潜力的非肽类小分子

代谢综合征是一组会增加肥胖症、糖尿病及心血管疾病发病风险的临床征候群。上海药物所/国家新药筛选中心王明伟课题组研究发现,四元环取代化合物 Boc5 能够与 GLP-1 受体结合并模拟其生理效应。应用这个 GLP-1 受体激动剂治疗糖尿病及肥胖模型小鼠 4 周后,血糖显著下降,同时伴有脂肪组织和体重的明显减轻。而在正常小鼠中则未观察到上述作用。研究论文发表在 *PLoS One* 上,被《自然·中国》列为“研究亮点”。到目前为止,所有已上市或正在开发的 GLP-1 受体激动剂均为肽类,必须通过注射进入血液循环而发挥疗效。相比之下,Boc5 研究成果的重要意义在于其不是多肽,具有开发成为一类全新口服药物的前景,用于治疗与代谢综合征相关的一系列临床症状。

我科学家发现 5-羟色胺是调控恐惧记忆的关键因素

5-羟色胺是神经系统内一个非常重要的神经递质,广泛参与各种行为和生理过程。一般认为 5-羟色胺功能低下可导致多种精神类疾病尤其是焦虑、抑郁和创伤后应激综合征等,而这些疾病都伴有学习和记忆的障碍。昆明动物所徐林研究员,上海生科院神经科学所徐天乐研究员、丁玉强研究员的三个实验室合作,在实验中发现,脑内不能产生 5-羟色胺的缺陷小鼠与野生型小鼠相比,焦虑水平低但却保留着长时间的恐惧记忆。这一研究结果将有助于建立对人类创伤后应激综合症的治疗策略。研究结果 8 月 13 日在 *PNAS* 网络版先行发布。

中美古生物学家发现骨骼超常粗大的鱼化石见证了由来已久的干旱化

由古脊椎动物与古人类所张弥曼院士领衔的中美古生物学家团队合作完成的“发现于柴达木盆地的骨骼超常粗大的鱼化石及其与干旱化的联系”一文最近在 *PNAS* 网络版先行发布。该文报道的伍氏献文鱼(新属新种),是首次发现于此的重要的脊椎动物化石。该文的研究者们认为,伍氏献文鱼的发现,不仅展示了鱼类对极端环境的生理适应能力,也是柴达

木盆地干旱化过程的见证, 并提供了环境变化和生物适应间的令人信服的案例。

张弥曼院士等人的这篇文章, 超越了传统的古生物学研究, 它把化石鱼类和现代鱼类的系统学及生理学方面的现象与古环境研究联系起来, 是多学科综合研究的一种尝试。同时, 这也是地球系统科学研究中岩石圈过程对地表过程影响的又一实例。也为今后有关学科研究提出了一些值得进一步深入的问题(相关图片请见封面)。

解析凹陷 Escher 型硫化铜十四面体微晶结构

同步辐射 X 射线纳米三维成像技术具有高分辨率、无损三维成像、高穿透性和环境友好等优点, 是近年来各国同步辐射优先发展的先进实验技术。中国科大合肥微尺度物质科学国家实验室俞书宏教授、国家同步辐射实验室田扬超研究员及其合作者利用该实验室建设的世界先进水平的高空间分辨的 X 射线成像实验站的同步辐射 X 射线纳米三维成像技术, 成功地在室温、空气环境下对运用化学法制造的“几何明星”——凹陷 Escher 型硫化铜 14 面体微晶进行了三维成像, 直观地揭示了该凹陷 Escher 型微晶由 4 个相同的六角形的板通过相互交叉构筑成具有 14 个腔洞(其中包括 6 个正方形和 8 个三角形)的结构。与传统的形态和结构分析技术如透视电子显微镜和扫描电子显微镜相比, X 射线纳米三维成像技术具有更直观解析复杂形态纳米结构的优点。该研究成果发表在近期出版的 Appl. Phys. Lett. 上, 并被《自然·中国》选为来自中国大陆和香港的突出科学研究成果。

纳米催化研究获新进展

大连化物所包信和研究组在碳纳米管对催化剂的束缚效应和对催化反应性能的调变作用的研究中发现, 采用湿化学方法将金属铁(Fe)粒子组装在碳纳米管的管腔内, 用于催化合成气转化为液体燃料(GTL)反应, 其催化活性有了明显提高。在相同反应条件下, 与担载在碳管外壁的铁催化剂相比, 管内催化剂催化反应生成高碳烃(五碳以上油品)的产率提高了近一倍。该结果发表在最近出版的 J. Am. Chem. Soc. 上。这一研究再次证实了碳纳米管和金属纳米粒子体系的“协同束缚效应”, 及其对催化反应性能的调变作用。

微流控芯片模式生物高通量药物筛选研究取得新进展

大连化物所秦建华与林炳承研究组以芯片上纳升级高通量液滴作为微反应器, 以经典的模式生物秀丽隐杆线虫为对象, 首次建立了基于液滴微流控芯片的模式生物高通量药物筛选系统, 并用于以帕金森病为代表的抗神经元退行性变疾病药物的筛选。研究结果发表在 Lab on a Chip 杂志上。该研究工作发表后, 很快被国际重要刊物 Chemical Biology 作为亮点报道。报道中引用美国 Michigan 大学线虫研究著名学者 N. Chronis 教授的评论称, “这一工作非常令人鼓舞, 它能把单一线虫从群体中隔离出来, 并逐一输运, 这极有可能使人们能够准确记录单个线虫在接受药物刺激后行为的瞬间变化, 为模式生物高通量药物筛选提供一个重要平台”。这项工作是在研究组前期开展芯片细胞水平药物筛选研究基础上的一个重要突破。关于芯片细胞水平高通量药物筛选的工作, 被 Lab on a Chip 杂志选为封面文章, 至今仍在学术界有着重要反响。



中国科学院

紫外单光子成像系统研究获重要进展

西安光机所紫外单光子成像系统研究组经过3年的努力,采用微通道板和特殊结构的WSA阳极收集器,通过相应的电子读出系统,实现了单光子成像探测,而且还研发出一套完全具有自主知识产权的极紫外成像探测器原理样机,并获得了模拟太空极微弱紫外目标图像的重要研究成果。这种新型成像探测器能探测单个电子/离子/带电粒子/光子,通过对每个电子/离子/带电粒子/光子事件的位置解码后,既可以用作到达时刻的时间标记读出,也可以将一个周期内积分的总图像一并读出,实现对极弱光成像和紫外、极紫外波段等的成像探测,将在光谱测量、生物发光、放射探测、高能物理、空间探测等领域有着重要的应用前景。研究论文在我国《物理学报》上发表后,得到了相关领域专家和学者的高度关注。称这种探测器及其相关技术在诸多前沿研究领域有着重要应用价值,它将对我国微弱光相关研究的进展起到推动作用。

我国首次合成新型双功能螯合剂

由长春应用化学所承担的“时间分辨荧光免疫分析稀土双功能螯合剂合成”项目最近通过了专家鉴定。该研究以消除放射性污染、提高生物活性物质分析灵敏度为目的,结合荧光成像、免疫组化、定位杂交、DNA芯片和在线检测需求,为建立自主创新的固相时间分辨荧光免疫分析(TRFIA)体系,解决关键技术问题,首次研制合成了一种具有荧光性能、可用于稀土和蛋白质连接的新型双功能螯合剂。该项成果不仅将对基因、蛋白组学研究和消除放射性污染、保护环境具有重要意义,而且对肿瘤、遗传基因变异、重要病毒如艾滋病病毒等的原体诊断研究具有实用价值。

有机-无机复合膜研究取得重要进展

福建物构所曹荣研究员主持完成的“纳米分子化合物的有机-无机复合膜的制备及性能研究”通过评审。评审专家组对该项目取得的成果给予高度评价,认为该项目的研究成果具有很强的创新性,得到了国内外同行的广泛关注,并产生了重要国际影响。

该课题项目组制备了一系列具有纳米球结构的可溶性离子型纳米分子化合物、功能性多金属氧酸盐,尤其是过渡金属取代的多金属氧酸盐及含有稀土金属的多金属氧酸盐;利用层层自组合法,制备了一系列以聚乙烯亚胺、邻二氮杂菲二酮过渡金属配合物、有机染料作为阳离子,多金属氧酸盐为阴离子的有机-无机复合多层薄膜;创新性地利用氨基化杯芳烃、氨基化硫杂杯芳烃为阳离子,制备了一系列杯芳烃/多金属氧酸盐复合膜,获得了首例杯芳烃氢键自组装薄膜,为杯芳烃形成的氢键二聚体和纳米管提供了重要的实验依据;创新性地利用合适的染料分子敏化多金属氧酸盐的复合薄膜,该薄膜具有良好的可见光光催化降解活性,并将该薄膜制备在纳米胶体粒子上,极大地提高了光催化效率;发现了大环铜/多酸复合膜在紫外光照射下具有良好的光催化降解活性。项目实施期间,已在包括Chem. Commun., Inorg. Chem., Crystal Growth & Design, CrystEng Comm等国际著名期刊上发表SCI收录论文33篇,其中影响因子大于3.0的有10篇。申请了国家发明专利6项,多次应邀在国内外学术会议上做学术报告。