

科研进展*

兰州重离子加速器冷却储存环工程通过工艺鉴定验收

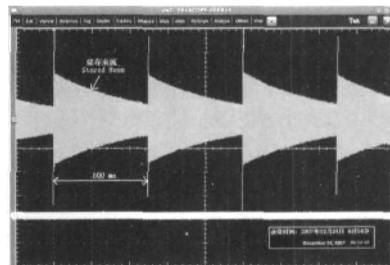
由近代物理所承担的国家重大科学工程——兰州重离子加速器冷却储存环(HIRFL-CSR), 于2007年12月23日通过了中科院基础科学局和计划财务局组织的工艺鉴定验收。专家组认为, 综合五次测试结果, HIRFL-CSR工程已全部达到验收指标; HIRFL-CSR工程坚持自主创新, 按照国家发改委批复的建设内容完成了全部工艺设备的研制、安装和调试任务, 自主研发的设备超过70%。

该工程成功地实现了独特的双回旋与双同步加速器组合的高性能运行; 创造性地实现了变谐波同步加速; 成功地产生了放射性次级束, 并被实验环接收、储存和探测; 很快地实现了等时性模式下的质量测量, 质量分辨达到 10^5 量级, 进入国际先进行列。在技术上首次实现了“空心”电子束对重离子束的冷却, 自主研发了 10^{-12} mbar大型超高真空系统、高性能网络数字化控制系统和纳秒量级大功率Kicker电源系统。HIRFL-CSR工程以较少的投资, 使我国重离子冷却储存环技术达到了国际先进水平。

上海光源国家重大科学工程成功实现储存环束流储存和积累

上海光源国家重大科学工程建设继2007年5月15日直线加速器实现电子束出束、10月5日增强器调束实现3.5GeV升能之后, 其最大的加速器——用于产生同步辐射光的电子储存环, 于12月21日调束并实现了束流多圈循环, 2008年1月3日实现了100mA束积累。

周长为432米的电子储存环于2007年6月11日启动总体安装, 12月10日安装完成, 并同时完成了首批七条光束线前端区的安装。经过紧张、细致的设备调试和系统联调, 于12月21日18:20提前全面启动储存环调束。于当日21:08获得首圈电子束流, 并在21:18成功实现了束流多圈循环, 这表明上海光源储存环加速器的设计、建造、安装和调试工作取得了初步成功。后经连续调试, 在12月24日6:54成功实现了3GeV电子束储存, 获得了盼望已久的第一缕同步辐射光; 2008年1月3日20:19获得了100mA的电子束流。(相关图片请见封面)。



光与物质相互作用研究领域取得重要进展

研究光与物质相互作用以及光子之间的相互作用并利用其奇异性质设计新型的量子器件, 是长期以来人们感兴趣的问题。物理所刘伍明研究小组最近设计了一个光学微腔阵列, 每个微腔包含一个V-型三能级原子。由于光子之间的强相互作用, 横向极化的光子之间会形成混合。通过调节偶极跃迁矩阵元以及不同光学微腔之间的跃迁几率, 这个体系可

* 收稿日期: 2008年1月5日



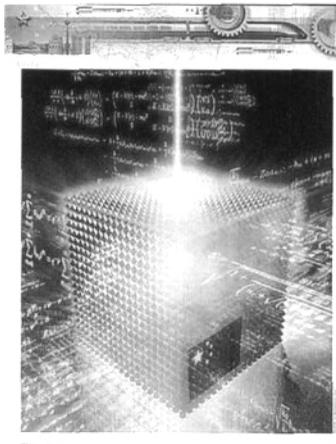
以有效地实现量子铁磁相和反铁磁相，同时他们进一步预言存在一种新颖的超逆流凝聚相。超逆流凝聚相可以用来设计新型的光学开关。他们还详细地研究了如何在实验上观测超逆流凝聚相。这项新的研究工作对进一步认识光与物质相互作用具有非常重要的意义。该研究成果发表在 2007 年 11 月 2 日出版的 Phys. Rev. Lett. 上。

轨道磁性的量子理论研究新进展

物理研究所施均仁研究员与美国密苏里大学的 G. Vignale 教授以及德州大学奥斯丁分校牛谦教授小组合作，在先前工作的基础上，提出了计算晶体材料轨道磁化强度的普适量子理论。一方面，这一工作从量子理论出发，严格证明了几年前由施均仁研究员和牛谦小组率先提出的轨道磁矩公式，表明了该公式对金属、绝缘体以及具有非零陈示性数的反常霍尔绝缘体等系统都普遍有效；另一方面，该工作将轨道磁矩公式进一步推广到具有电子-电子相互作用的一般系统，指出利用推广的密度泛函理论，即流与自旋密度泛函理论 (CSDFT)，可以精确地计算实际材料的轨道磁化强度。该工作确立了轨道磁化第一性原理计算的严格理论基础，并为系统提高其计算精度指明了方法与途径。研究结果发表在 Phys. Rev. Lett. 上。施均仁研究员已受邀将在 2008 年的 APS March Meeting 上报告这一理论研究进展。

首次在国际上实现量子分解算法

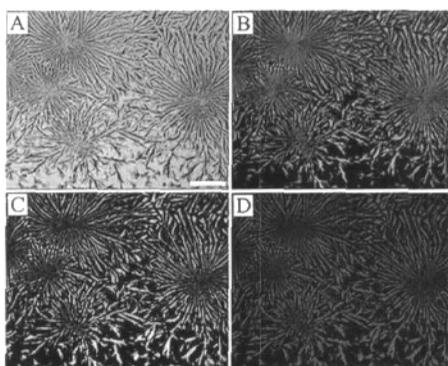
量子分解算法是 1995 年美国科学家 Peter Shor 提出的，是迄今量子计算领域最著名的算法。然而，Shor 算法在量子计算机上的实验实现一直是国际公认的难题。为实现真正具有量子特性的 Shor 算法，中国科技大学潘建伟小组选择光子比特这样一种抗退相干能力强、单比特操纵精确的物理体系，系统地发展了一套国际领先的多光子相干操纵和纠缠态制备的实验技术。经过艰苦的方案设计和实验摸索，潘建伟等人与牛津大学研究人员合作，在国际上首次用光子比特、也是首次用真正的纯态量子系统，实验演示了关键性的 Shor 算法，实现了“ $15=3 \times 5$ ”这一质因子分解，并且确认了量子计算中多体纯纠缠的存在，验证了量子加速的根本原因。研究成果发表在 Phys. Rev. Lett. 上，标志着我国光学量子计算研究达到了国际领先水平。



这项研究成果得到了国际学术界的广泛关注和认可。美国物理学会以“量子计算的重大突破”为题发布新闻，称赞“这一富有创造性的工作将有助于进一步应用于物理化学建模和超快搜索”。英国科技新闻杂志《新科学家》以“量子计算威胁我们的机密数据”为题做了长篇报道，称“出现能运行 Shor 算法的量子计算机具有极为深远的意义：这意味着未来量子计算将能够轻松地破解我们的银行账号以及商业和电子商务数据使用的密码”。

成功制备多色发光和掺杂白色发光的新型纳米材料

化学所光化学学院重点实验室姚建年院士课题组用改进的物理气相沉积法制备了具有多色发光性质的有机小分子纳米带及其组装体。研究中发现，在溶液以及非晶薄膜中发蓝



光的有机小分子五苯基环戊二烯(PPCP)被制成结晶的一维纳米带组装体之后,出现了多重发光性。在用紫外、蓝光、绿光激发PPCP纳米带时,可以分别得到蓝光、绿光以及红光的发射。进一步的实验结果表明,纳米材料中低能级的发光来自于晶体中的缺陷发光中心,同时材料的发光在一维结构的长度方向有自汇聚作用,从而使多色发光性质增强。

研究人员进一步将吸附剂改进的物理气相沉积法应用于掺杂的二元有机一维纳米材料的制备。通过引入吸附剂以及将沉积源放置于适当的温度区域,将三苯基吡唑啉(TPP)以及红荧烯(Rubrene)制成均匀掺杂的一维结晶纳米结构。研究表明,纳米结构中两种分子间存在荧光共振能量转移。通过改变纳米材料中两种组分的比例,得到了发光颜色从蓝光到橙光连续可调的纳米线,并且在一定的比例下得到了白光发射的纳米线。研究结果发表在新一期的 *Adv. Mater.* 上。

我科学家实现聚噻吩主链垂直于基底生长引起世界关注

作为一种具有广阔应用前景的新型半导体材料,共轭聚合物以其突出的优点——廉价的溶液可加工性受到学术界和工业界的广泛关注。结晶性共轭聚合物由于规整的堆砌结构具有更优异的光电性能,其中聚(3-烷基)噻吩在聚合物场效应管和光伏电池等薄膜光电器件中

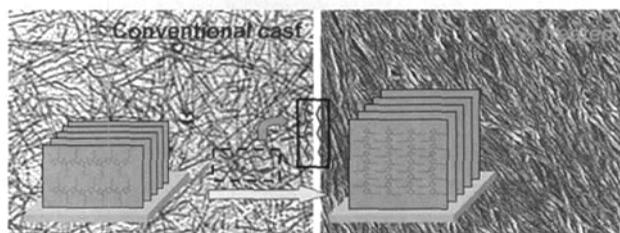


图:最常见的聚噻吩须状晶体(片晶侧立取向)和经溶剂气氛处理平躺取向的片晶及其分子链在晶体中的取向示意图。

有巨大的应用前景。英国剑桥大学卡文迪什实验的研究小组曾报道了聚噻吩晶体中分子主链的两种取向方式(*Nature* 1999),即侧立(edge-on)和平躺(plane-on)。长春应用化学所高分子物理和化学国家重点实验室杨小牛课题组通过可控溶剂退火的方式获得了最难获得的第三种取向方式,即分子链直立于薄膜取向(flat-on),相应的晶体尺寸也获得了很大的提高,特别是垂直于薄膜的方向,为解决该方向上电荷难以传输的难题提供了一种有效的途径。这一方法有望在聚合物太阳能电池等、尤其在薄膜纵向上迁移率有较高要求的器件中获得应用。相关工作发表在 *Adv. Mater.* 上。该工作发表以后,引起了世界范围的广泛关注,据 *Adv. Mater.* 杂志的统计,该文章的点击率在其发表的 2007 年 11 月份排名第 2。

地球化学研究的最新成果

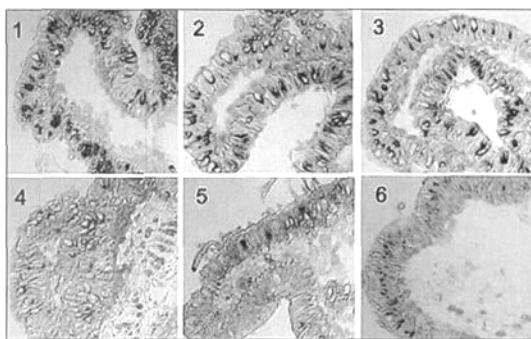
广州地球化学所青年科学家周厚云等人根据华南沿海的气候环境条件和研究地点的地质地理特征,对德国科学家 Yancheva 等人(*Nature*, 2007)提出的华南沿海“湖光岩的沉积物主要来自亚洲冬季风搬运的大气粉尘,沉积物的钛(Ti)含量指示亚洲冬季风强度的变化”观点提出了不同的看法。他们根据该湖泊中存在较粗颗粒的沉积物和湖泊沉积通量偏高等



沉积学的证据以及湖泊流域物质中 Ti 含量较高等特征, 提出了湖泊流域应该是湖光岩沉积物的重要来源, 湖光岩沉积物中的 Ti 含量变化反映的可能主要是湖泊水文的变化而不是亚洲冬季风强度的变化观点。该研究观点得到了后续进行的地球化学分析结果的有力支持。对湖光岩沉积物的锶、钕同位素组成和稀土元素的分析结果证明, 湖光岩沉积物应该主要来自湖泊流域, 而来自中国北方干旱区粉尘的贡献则小得多。该成果对研究我国华南沿海地区的气候环境演化及其与北方和全球气候环境变化的关系具有重要意义, 同时对探讨在全球升温背景下华南沿海地区的水资源变化具有重要参考价值。研究成果发表在 2007 年 11 月 15 日出版的 Nature 上。

植物抗虫与生物技术领域研究取得突破性进展

上海生命科学院植物生理生态所研究员陈晓亚院士和他的博士研究生毛颖波发明了一种植物介导的昆虫 RNA 干扰技术, 可以有效、特异地抑制昆虫基因的表达, 从而抑制害虫的生长。该技术利用植物表达与昆虫特定基因匹配的双链 RNA 分子, 当昆虫取食这类植物后, 其靶基因的表达被明显降低。这一发现, 为新型抗虫植物的发展提供了一条新的途径和方法。



研究论文于 11 月 4 日在 Nature Biotechnology 上在线发表。同期, 美国孟山都 James Roberts 研究组也发表了“转双链 RNA 玉米比传统玉米受玉米根虫影响较小”的论文。

Nature 杂志对该项研究给予了密切关注和高度评价, 被列为本期 Nature 及其系列杂志的突出亮点论文之一, 认为“这是第一次成功报道利用植物自生表达昆虫基因的双链 RNA 来抑制植食性昆虫防御基因的论文”, “这一技术的一个非常重要的优势在于它表明植物表达的干扰 RNA 能够用来抑制植食性昆虫的防御基因”, “通过这一技术改良的植物比利用杀虫剂不分青红皂白的将所有昆虫杀死更符合社会发展的需要”。

阶层纳米结构自组装构筑和应用研究取得重要进展

理化所贺军辉研究组利用前驱体在溶液中的反应性自组装, 成功且高产率制备了蜂窝状氧化锰纳米粒子和蜂窝状氧化锰空心纳米粒子、氧化硅纳米囊和有序多孔氧化硅纳米球。前者表现出与纳米结构相关的、显著高于国际同类材料的低温催化降解甲醛的性能, 能有效地将有毒的甲醛转化为无毒的二氧化碳和水, 而后者不仅可经济、高效地装载药物, 而且可实施控制释放。制备的新材料能够有效消除空气污染, 在改善人们室内生活、工作环境方面具有重要的应用前景。

他们通过将自组装构筑的单分散仿生纳米颗粒进一步在基板上(如玻璃)上组装, 成功地获得超亲水板材, 这种超亲水性能与以往基于二氧化钛纳米粒子的超亲水性能不同, 其超亲水性能完全基于其阶层纳米结构, 而后者必须在光照的作用下才表现出超亲水特性。这一新技术有望广泛应用于各种表面的防雾和自清洁, 在建筑材料、汽车、船舶、运动器材

等方面具有重要的应用前景。研究组已在相关技术、纳米结构和应用方面申请专利多项,并在 J. Phys. Chem. C, Chem Phys Chem, J. Colloid and Interface Sci., Chem. Lett. 等刊物上发表学术论文多篇。

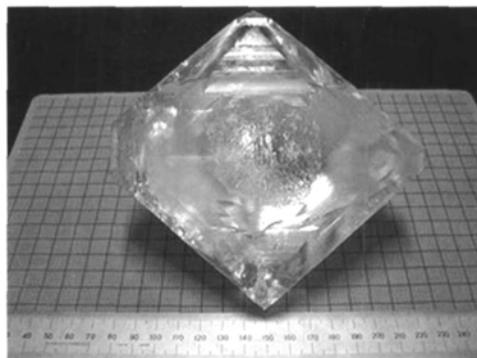
我国研制成功首台采用龙芯 2 号的国产万亿次高性能计算机

中国科技大学与计算所合作,采用代表国内当前高性能通用处理器设计最高水平的 64 位“龙芯 2F”芯片,成功地研制出国产万亿次高性能计算机“KD-50-I”。并于 2007 年 12 月 26 日通过了以王守觉院士为主任的专家委员会的鉴定。这是我国高性能计算机国产化的一次重要突破。该计算机采用单一机柜,集成了 330 余颗“龙芯 2F”处理器,理论峰值计算能力达到 1 万亿次,整机系统结构先进,采用了高密度节点设计技术,在高度不到 4 厘米的 1U 标准机箱内部紧密部署 12 个处理单元,组成 1U12P 高密度节点结构。硬件系统采用了我国自主设计的龙芯 2F 处理器、华为自主研发的千兆以太网交换机以及曙光服务器前置机等。系统软件以开源软件为主,具有兼容性强、易维护、易升级、易使用等特点。

该计算机还具有低占地(相当于一台家用冰箱)、低功耗(小于 6 千瓦)、低成本(80 万元以内)、高计算密度等特点,可在数学、物理、化学、地学和空间科学、生命科学、材料科学、力学、火灾科学、量子和信息科学、军事科学等领域直接推广应用,将为我国与日俱增的大型、密集、高性能计算需求提供优良的服务。“KD-50-I”万亿次机的研制成功,是高性能计算机向个人化方向发展这一理念的首次成功尝试,确立了国产高性能通用处理器在高端并行机应用中的核心地位,为我国未来研制国产千万亿次计算机和提高自主创新能力提供了示范作用,对推动我国民族高性能计算机事业的发展和国家安全具有重要的战略意义。

非线性光学晶体三硼酸锂(LBO)研究取得重大进展

理化技术所晶体中心胡章贵研究组采用新的生长技术和助溶剂体系,经过三年的努力,解决了大尺寸、高品质 LBO 晶体生长的关键技术问题,突破了 LBO 晶体难以长大的瓶颈,成功地生长出尺寸达 $146 \times 145 \times 62 \text{ mm}^3$ 、重量为 1116.8g 的 LBO 单晶。超过了现有文献报道的国际上最大重量 LBO 单晶 500g 以上。LBO 晶体是全固态激光技术中最关键的材料之一,该成果的取得使中国牌晶体 LBO



的研究上了一个新的台阶。这将对 LBO 晶体相关产业的发展起到积极的推动作用。同时将为大口径、高能、高功率激光技术的发展提供新的可供选择的重要变频材料和器件。

一维有机纳米材料研究领域取得重要进展

理化技术所张晓宏研究组发明了一种高纯度、低结构和形貌分散度的、相对普适的制备一维和准一维单晶有机纳米结构的新方法。这一发明扩展了能够形成一维单晶有机纳米材料的有机分子结构种类,为深入理解纳米材料的一维生长机制和有机纳米材料形状调控提供了实验依据,为进一步研究有机纳米器件的构筑提供了重要材料基础。利用该方法,通

过有机分子结构修饰,实现分子间超分子作用力的强度、方向等的调制,研究人员成功地制备了分子内电荷转移分子、芳香共轭分子、金属配合物等多种系列分子,多种形貌(包括有机纳米线、纳米管、纳米带等)的单晶纳米结构。并且,通过改变生长条件,他们还实现了同一种分子结构不同纳米结构形貌的制备(纳米点、纳米线、纳米管和纳米带),并发现纳米结构形貌和尺寸对于分子聚集体发光行为的调制,揭示了其发光性能调制的机制。该研究的部分结果发表在最近出版的 J. Am. Chem. Soc. 和 Angew. Chem. Int. Ed.上。

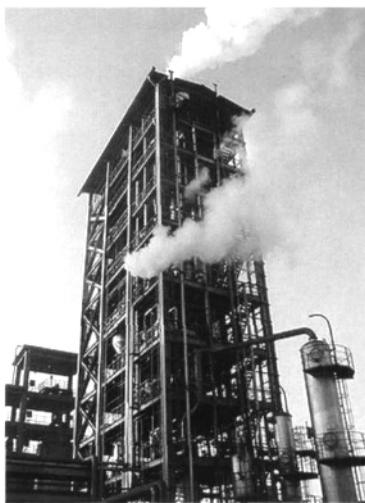
国内首款 CMOS 全球卫星导航接收芯片研发成功

微电子所继成功自主开发出我国首款 CMOS 全球卫星导航接收射频及基带芯片后,最近与杭州中科微电子有限公司联合宣布成功研发出我国首款应用于手机的低成本卫星导航接收芯片组,这标志着微电子所在与杭州市高新区开展的院地合作中取得重大成果。该项技术成果不仅标志着我国在全球卫星导航接收机芯片技术领域进入国际先进水平,而且具备了项目的产业化能力。该项芯片设计技术的实现表明国内已具备 GPS、伽利略、北斗等全球卫星导航系统的接收机 CMOS 芯片的开发能力,是我国集成电路设计领域的重要技术突破。此次战略性合作是通过机制体制创新,产学研结合新模式的一次创新探索。

加压灰熔聚流化床粉煤气化技术取得重大突破

山西煤化所在 3.0MPa 半工业化加压灰熔聚流化床粉煤气化技术平台上完成了 1.0MPa 的 72 小时长周期加压试验。试验期间设备运行平稳,达到了预期技术指标,标志着加压灰熔聚流化床粉煤气化技术取得重大突破。该技术平台是由山西煤化所和晋煤集团共同建造。这次试验以晋城无烟煤为原料,煤处理量 2.5 吨/小时(60 吨/天),操作温度为 1 020—1 050,试验结果为:碳转化率- 87%,煤气产率- 1.8Nm³ 干煤气/kg 煤,有效气体(CO+H₂)含量 65%—66%,表明:1.0MPa 工业气化装置(2.4m)处理能力将可达到 600 吨煤/日,单台炉可配套 12 万吨甲醇(或氨)/年系统。由于灰熔聚流化床粉煤

气化技术对煤种适应性广,该技术的研发成功将对我国粉煤气化、特别是高硫、高灰、高灰熔点煤净化开发利用和我国煤化工的发展产生重要的影响,为我国大型煤化工以及多联产系统快速发展提供强有力的技术支撑。



液催化研究工作被 Nature China 网站评为亮点文章

大连化物所李灿院士研究组的乳液催化研究工作在 Chem. Commun. 上发表后被 Nature China 网站评为最新研究亮点。该研究工作通过荧光标记成像方法观测到双亲型催化剂在水油两相界面上自组装形成的乳液微球。这种乳液催化体系使催化活性中心和极性氧化剂在油相中高度分散,从而显示出较高的催化氧化活性。该体系可以通过简单破乳方法实现催化剂的分离回收,兼具均相催化的高活性、高选择性以及多相催化体系易于分离的特点。