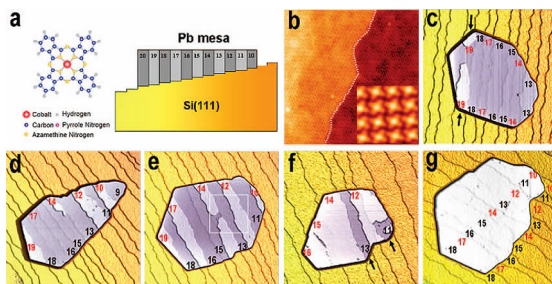


科研进展*

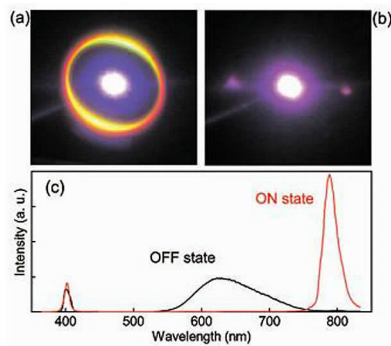
量子效应调制薄膜表面反应活性研究的又一新进展

物理所北京凝聚态物理国家实验室马旭村研究组与清华大学物理系薛其坤、贾金锋和陈曦合作,在前期研究工作的基础上,进一步开展了磁性有机分子 CoPc 的吸附行为研究,观察到吸附过程对 Pb 薄膜的厚度存在着强烈的选择性。据此现象,他们完全排除了扩散等动力学过程对吸附行为的影响,证明这完全是量子尺寸效应的结果。该研究对于设计磁性分子的表面吸附结构、理解磁性分子与衬底的耦合作用,以及利用量子尺寸效应调控分子自组装薄膜的磁性具有重要意义。相关成果发表在 6 月 25 日的 *J. A.C.S.* 上。



实现单光子水平的超快全光开关原理性实验

实现弱光超快光学门光-光放大技术是近年超快时间分辨光谱测量的一个新研究方向。具有超快特性的全光开关不受传统的电子开关的时间常数限制,有望给通讯和信息处理带来革命性的变革。物理所北京凝聚态物理国家实验室翁羽翔研究组,完成了非相干荧光光子在 150 飞秒时间门内(受激光脉宽限制)非相干光-光放大增益为 10^6 ,探测极限为 15 个光子等系列工作。在上述工作的基础上,表面实验室赵继民提出用非线性晶体里三波混频光参量放大的机制实现超快全光开关的设想,并和光物理实验室吴令安研究组合作研究,实现了由弱光控制强光束的超快全光开关的原理性实验,并将注入光子数降到单光子水平,在实验上演示了单光子水平的超快全光开关。该成果在 *APL* 上发表后,被 *Nature Photonics*, 在 Research Highlights 中以 All-optical switching single-photon power 为题做了报道,称中国科研人员实现了单光子弱光束控制强光束的全光开关。



铁基超导体研究取得系列进展

高温超导电性是一个有重要科学意义和巨大应用前景的研究课题。物理所北京凝聚态物理国家实验室王楠林研究组与赵忠贤、闻海虎、方忠等研究组合作,在该领域取得了国际同行瞩目的系列重要成果。

* 收稿日期:2008 年 7 月 5 日



中国科学院

(1)在新Fe基超导体材料合成和性质研究中,采用合成多晶样品,得到了Tc超过20K的 $\text{LaO}_{0.9}\text{F}_{0.1-x}\text{FeAs}$ 超导样品,之后迅速测量了新超导样品的物理性质,包括发现很高的上临界场,用红外光谱测定超导能隙大小,用Hall效应测量确立很低浓度的电子型载流子等。这是自日本研究组在该领域的突破之后,在国际上开展的第一项物理研究工作。该文已被*Phys. Rev. Lett.*接受发表。

(2)对不同F含量的 $\text{LaO}_{1-x}\text{F}_x\text{FeAs}$ 进行了系统研究。与方忠课题组合作从比热、磁电阻、光电导谱测量和第一性原理计算首次提出 LaOFaAs 母体具有自旋密度波不稳定性,指出超导和自旋密度波不稳定性相互竞争,并预言了自旋密度波状态下的条纹反铁磁序磁结构。该文已发表在*Europhys. Lett.*上。与美国戴鹏程研究组合作进行中子衍射实验,证实了母体的反铁磁自旋密度波基态和理论预言的基态磁结构。另外发现电阻发生显著下降温度附近晶体结构具有微弱畸变,而长程磁有序在稍低温度形成。该文已发表在*Nature*上。

(3)用稀土离子Ce替代La合成 $\text{CeO}_{1-x}\text{F}_x\text{FeAs}$ 体系,独立发现超过40K转变温度的超导体系,这是Fe基系统超导转变温度大幅度提高的最重要进展之一。同时通过多种手段测量发现该体系也同样存在超导电性与自旋密度波序的竞争,由此指出与反铁磁自旋密度波不稳定性邻近是该类材料寻找高温超导体的要素之一。此外还发现Ce 4f电子在4K以下形成另外一套反铁磁有序结构,它们和超导可以共存,因而Ce 4f电子与超导的Fe 3d电子杂化很弱。该文已发表在*Phys. Rev. Lett.*上。

上述研究工作在物理专家广泛关注的arXiv.org网站报道后,受到国际同行的广泛关注和引用。

首次发现临界温度超过40K的非铜氧化物超导体

中国科技大学微尺度国家实验室陈仙辉教授研究组在国际上首次获得临界温度超过40K的铁基超导体。他们通过电阻率和磁化率测量表明,该体系的超导临界温度已达到了43K。该材料是除铜氧化物高温超导体之外第一个临界温度超过40K的非铜氧化物超导体,突破了“麦克米兰极限”(麦克米兰曾经断定,传统超导临界温度最高只能达到39K)。而高于40K的临界转变温度,也有力地说明了该体系是一个非传统的高温超导体,从而使这类铁基超导体引起全世界科学家的关注。其研究论文发表在5月25日出版的*Nature*上。该杂志的审稿人认为“这是一篇坚实的可靠的论文,开辟了氟掺杂 ROFeAs (铁基)化合物的领域。这项工作表明了铁基材料的超导转变温度在常压下可高于40K,这有助于奠定该领域的基础。”*Science*网站最近报道说,物理学界认为新的铁基超导材料的发现是高温超导研究领域的重大进展,并一致认为,这将激发科学界新一轮的高温超导研究热潮。

湍流热对流研究取得新进展

南海海洋所热带海洋环境动力学重点实验室研究员尚晓东与香港合作者利用激光多普勒测速系统(LDV)和高精度温度探头同时、同点测量了湍流热对流场的速度时间序列和温度时间序列,从而得到系统内部的热流量场分布,并研究了热羽流活跃的边界区域和底板区域及热羽流均匀混合的中心区域传热量随瑞利数(Ra)的变化。发现热流量主要通过边

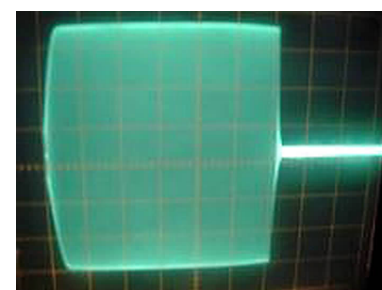
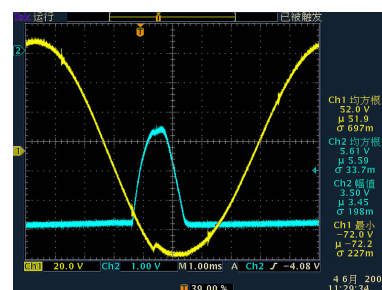
界区域传输,但在中心区域热流量随 Ra 数成 $1/2$ 幂指数增长,而三个区域热流量的增长曲线在 $Ra 10^{13}$ 处相交,由此预测此后系统的动力学性质将发生变化。通常大气和海洋的 Ra 数约为 10^{10} ,此项研究对大气和海洋的热通量研究具有重要意义。相关成果发表在 6 月 20 日出版的 *Phys. Rev. Lett.* 上。此项工作被评审专家赞誉为“具有里程碑意义的工作”。

颗粒物中能量释放与衰减研究取得重要进展

由于颗粒物行为特征复杂、丰富、奇异,许许多多问题仍未解决,但又与日常生活和工农业生产联系密切,因此对颗粒物质的研究在近 10 多年来得到各国科研机构的重视,成为当前十分活跃的研究领域之一。合肥物质科学研究院固体物理所研究员刘长松、朱震刚等采用传统的力学谱(内耗)技术和分子动力学方法,对颗粒物中能量释放与衰减性质方面的研究,取得了系列进展:(1)发现了冲击波能量释放的幂率规律及跃现象,并通过统计分析,对得到的能量释放大小和时间间隔分布概率给予了合理的解释。(2)提出了流变耗散和共振耗散机制并合理地解释观测到的振幅耗散峰和频率耗散峰,得到了在微剪切振动下颗粒微观构型和力链结构转变的证据。这些实验表明力学谱技术可作为探测颗粒体系力链分布规律的一种有效手段,显示出传统的内耗技术在颗粒物质研究中可以大有作为。其研究成果陆续发表在 *Phys. Rev. E*、*ibid.*、*Europhys. Lett.* 上,引起了国内外同行的广泛关注。

新型射频功率源脉冲高压电源研制成功

由高能物理所中国散裂中子源(CSNC)直线射频系统与中国原子能科学研究院合作研制的串联谐振脉冲高压电源样机调试成功,并于 6 月 5 日通过了专家测试组现场测试,其主要技术指标均已达到设计要求,谐振电抗器 Q 值大于 350,在速调管阴极高压 66kV、高频输出功率 380kW 的情况下,电源整机效率达 88%,工作稳定可靠,验收组一致同意通过产品验收。串联谐振脉冲高压电源研制项目是 CSNC 预研的重点项目,它根据我国射频专家自主提出的新型脉冲高压电源方案,在国际上首次将传统的电容电感串联谐振原理与调制器(电子开关)相结合,为速调管提供脉冲高压。它具有结构简单、安全可靠、故障率低、便于维护等优点。此研制项目属开创性的研究工作,全部依靠国内的技术基础和力量自主研发而成,这是 CSNS 直线高频功率源研制工作的一个重要里程碑。



脉冲光抽运型铷原子钟研究取得重大进展

上海光机所量子光学重点实验室“973”原子钟研究组在国内首次实现了脉冲光抽运型原子钟(POP 型)的原理性运转,成功观测到 Ramsey 干涉条纹,中心条纹线宽 140 ± 10 Hz。POP 型原子钟采用时序脉冲工作模式,光脉冲制备量子态、微波脉冲探测原子跃迁和光脉



中国科学院

冲检测基态两能级原子跃迁几率随微波频率的变化。因此,在时间上分开了激光场、微波场与原子相互作用的时间,当微波激发两能级原子的超精细跃迁时,不存在激光场,因此钟跃迁频率不受光场的影响,无光频移存在。这样大大提高了原子钟频率的中短期稳定性。POP原子钟有两种工作模式:微波脉冲探测模式和光脉冲探测模式。国际上只有意大利 IEN 报道过微波探测的实验室样机的研究结果,但尚未报道过光脉冲探测的实验结果。原子钟-原子时间频率标准是人类科学技术活动的基本条件,时间频率测量的准确度和精确度的提高,将从根本上改变一系列重大应用技术和科学研究的面貌。原子钟可应用于全球定位导航系统(GPS)。POP 型原子钟的研制具有重大的应用价值和可观的经济效益。

我国在光学捕获理论研究方面取得系列进展

西安光学精密机械所瞬态光学与光子技术国家重点实验室姚保利研究组近期在特殊光束及特殊微粒光学捕获力计算的理论研究方面取得了系列具有创新性的研究成果。

(1)提出了用 CSPSW 矢量势来描述径向极化的零阶拉盖尔-高斯光束,得到了具有简单数学形式的径向极化场各个分量,能精确满足麦克斯韦方程组。应用 Lax 微扰级数法,提出了 5 次方修正的径向极化拉盖尔-高斯光束(R-TEM₀₁)的精确描述方法。研究论文发表在 *Phys. Rev. A* 和 *Dpt. Lett.* 上。国外同行专家评价指出,光学界对这个论题很有兴趣,他们给出了矢量势一个简洁明确的表达式,以此可以很容易计算出场分布。他们将结果与五次方微扰展开方法得到的结果进行了比较,符合得非常好。

(2)提出了一种改进的 T 矩阵方法,能计算任意椭球体在聚焦高斯光场中的横向和轴向捕获力,克服了普通的 T 矩阵方法只能计算轴对称型粒子,如球体、圆柱、回旋椭球体等的缺陷,比传统算法节省 1 倍的时间。研究论文发表在 *J. Opt. Soc. Am. B* 上。国外同行专家评价指出,与多数关于球形粒子的研究工作相比,关于非球形粒子的工作比较少,用精确电磁场方法研究的也很少,而关于非旋转对称粒子如三轴椭球粒子所受的光学捕获力计算方面的研究则更为稀少。因此,这篇文章对这方面的研究很有价值。

(3)用严格的电磁场理论证明了径向极化零阶拉盖尔-高斯光束只能改善大于一定尺寸的粒子轴向捕捉效率。当粒子尺寸进入几何光学范围后,与国外同行用几何光学模型得到的结论完全相同,同时还给出了几何光学模型无法得到的一些结果,研究论文发表在 *Phys. Rev. A* 上。

过渡金属催化剂调控与重组研究取得进展

碳-氢键活化是形成新化学键的重要途径,过渡金属催化的惰性碳-氢键活化是当前研究的热点与难点课题之一。寻求有效、方便易得的偶联试剂可以使难以进行的碳-氢键活化反应在相对温和的条件下进行。大连化学物理所余正坤研究组,以过渡金属铈配合物为催化剂、酰氯为偶联试剂,在 4A 分子筛的促进下邻吡啶基取代的芳烃在较温和的条件下发生脱羧偶联反应而高选择性地形成新的碳-碳键。此工作首次使用便宜、方便易得的酰氯为偶联试剂,提供了一条方便的经由碳-氢键活化高选择性地形成碳-碳键的新途径。研究成果以通讯的形式发表在最近的 *J. Am. Chem. Soc.* 上。

凹耳蛙声通讯研究新进展

生物物理所沈钧贤研究员曾于 2006 年在 *Nature* 上发表论文,报道了中国凹耳蛙具有特别的发声和定位技能,可与海豚、大象和人类相媲美。最近,*Nature* 网络版再次发表沈钧贤等人的研究论文,该文分析了雌性凹耳蛙的超声求偶声,揭示了一个令人惊讶的、发育良好的声通讯系统,这是对急流噪声环境的一种适应。他们在研究中发现,即将排卵之前,雌蛙发出短促而高频的超声信号,明显不同于雄蛙的广告声。然后,他们回放雌蛙叫声来检测雄蛙的反应,发现雄蛙不仅增加了叫声活动,并趋近声源。雄蛙一听到雌蛙叫声,经常调准朝向,以非凡的精确度长距离地跳向喇叭。研究结果认为,凹耳蛙可能进化了这种高频超声系统,成为在嘈杂的栖息地进行明确通讯的一种方法。这是我国凹耳蛙声通讯研究中的又一项重大进展。



神经营养因子和受体复合物结构研究取得重要进展

神经营养因子是一类对神经元的发育,存活和凋亡起重要作用的蛋白质,其成员包括神经生长因子(NGF),脑源性生长因子(BDNF),神经营养因子 3(NT-3),神经营养因子 4(NT-4)等,这些蛋白质是治疗神经损伤等疾病的潜在药物靶。生物物理所江涛课题组,利用 X-射线晶体学方法解析了 NT-3 与 p75NTR 胞外区复合物的 2.6Å 分辨率的三维结构,并开展了相关的生化研究。研究结果揭示了神经营养因子 -3 与 p75NTR 的特异性结合方式,使人们得以更加深入地了解神经营养因子与受体相互作用的机制,同时也为以神经营养因子为靶的药物开发提供了重要的结构基础。该项研究于 7 月 2 日在线发表在 *Nature* 上。



转录因子 c-Fos/ AP1 调控 T 细胞受体研究新进展

上海生命科学研究院生物化学与细胞生物学所刘小龙研究组在研究中发现了介导 D-J 重排的 D 片段 3' 端 RSS 含有物种间高度保守的转录因子 c-Fos/AP-1 结合位点,在小鼠 *Tcrb* 重排过程中,c-Fos 高水平表达并结合到该位点。进一步的实验显示 c-Fos 招募 RAG 并促进 RAG 结合到 D 片段 3' 端 RSS,增强 D-J 的重排并同时抑制 V-D 的重排,从而保证了 D-J 重排的优先性。实验结果还揭示 c-Fos/AP-1 的这种调控功能依赖于 c-Fos 与 RAG 的结合作用而不需 c-Fos 的转录调控作用。更为重要的是,这一新发现的机制在动物体内得到了验证,在 c-Fos 基因敲除的小鼠中,*Tcrb* 重排严重受损,并且重排顺序也发生了错乱;而同期进行的不含 AP-1 位点的 *Tcrb* 基因的重排没有受到影响。研究成果发表在 6 月 19 日出版的 *Nature Immunology* 上。上述工作揭示了 c-Fos/AP-1 对 *Tcrb* 重排顺序性的分子调控机制,这一发现为深入了解基因重排的调控具有重要的意义;并且该工作首次报道了



中国科学院

c-Fos 在组织特异性的调控过程中不需要其转录调控功能。鉴于上述重要发现,该杂志作为一个新的“研究亮点”对该工作进行了点评。

癌症早期诊断有了新方法

由长春应化所与复旦大学共同承担的国家基金委重点项目“癌症早期诊断标志物的实时分析”项目近期通过了专家鉴定,并被评为优秀。有关专家认为该研究成果对快速确定癌症标志物,以及对癌症预警和早期诊断具有重要的临床应用价值。该项目由长春应化所汪尔康院士和复旦大学孔继烈教授领导的科研合作团队,经过 4 年多努力,利用毛细管电泳电化学发光检测,表面等离子体共振(SPR)及激光诱导荧光技术和其他光谱技术和蛋白质芯片或基因芯片传感器等,实现了某些癌症标志物的实时、灵敏、特异性的在线检测。在癌症早期诊断标志物的实时分析方面取得了可喜进展。

马兜铃酸诱发的肾脏毒性机制有了新发现

马兜铃酸(AA)是马兜铃酸肾病的致病原因,最新研究显示它也可能是巴尔干地方性肾病的致病原因,已引起国际上的高度重视,但其导致肾毒性的机理并不清楚。上海药物所安全评估中心肖瑛博士等,经过 5 年的努力,应用世界上少有的肝脏 P450 还原酶基因特异性敲除小鼠模型,将毒理学、药代动力学、分子生物学等多学科相结合,深入系统地研究了马兜铃酸导致肾脏毒性的机理,首次发现了肝脏 P450 酶在 AA 肾毒性中起了重要的解毒作用,其中 CYP1A2 亚型参与了 AA 的体内清除过程,并首次建立了 AA 急性肾损伤小鼠模型。这些结果对于肾脏毒性的预防尤其是巴尔干地方性肾病的预防和进一步深入研究打下了良好的基础。研究结果发表在 *Kidney International* 上,同期还刊登了该杂志主编特别邀请的权威专家撰写的专题评论。评论中还引用了安评中心 2007 年在国际著名的 *Toxicol Appl Pharmacol* 上发表的相关系列研究,表明该研究工作得到了国际同行专家的广泛认可。

发现雪莲花抗心房纤颤成分

目前临床使用的抗心律不齐药物对房颤有一定疗效,但对心房选择性不高,并可引起致命性心室纤颤,因此开发选择性抗房颤药物是国际医药界重大课题之一。上海药物所秦国伟研究组于 2003 年开始与李贵荣博士合作,从中草药中筛选有选择性的 IKur 抑制剂,发现藏药雪莲花总提取物显著抑制人心房生物电流 IKur,后在生物活性指导下从氯仿部位中分得有效成分化合物 A,鉴定其为已知黄酮 acacetin。考虑雪莲花资源有限,研究人员用二步反应完成 acacetin 的合成,满足了进一步研究所需药量。Acacetin 的抗房颤作用为首次发现,目前已与香港大学联合申请美国专利。相关研究成果发表在 *Circulation* 后,被《自然中国》作为研究亮点予以介绍(“Atrial fibrillation: Back in the rhythm”)

抗幽门螺杆菌药物设计重要靶点二氨基庚二酸脱羧酶晶体结构成功解析

幽门螺杆菌(*Helicobacter pylori*, Hp)是一种螺旋状厌氧细菌,与慢性胃炎、胃粘膜相关淋巴样组织(MALT)淋巴瘤等疾病的发生都有密切关系,也是目前唯一被确认为胃癌致病

因素之一的细菌。上海药物所沈旭课题组与药物发现与设计中心蒋华良课题组的博士研究生张良、刘伟治通过高通量筛选技术发现两个高活性 HpFabZ 小分子抑制剂,同时获得 HpFabZ 和 HpFabZ- 抑制剂晶体并分别成功解析了其晶体结构。首次报道的 HpFabZ 以及 HpFabZ- 抑制剂复合物晶体结构显示 HpFabZ 具有独特的 $\alpha 4$ 螺旋,它在 HpFabZ 的口袋结构中起重要作用,同时 HpFabZ 氨基酸 Tyr100 对于 HpFabZ 的催化可能具有非常重要的作用;抑制剂通过两种截然不同的结合方式抑制 HpFabZ 活性。这一研究成果具有重要的学术价值,为研究 HpFabZ 的催化机理以及基于 HpFabZ 的药物设计提供了重要的结构信息。相关成果发表在 *J. Biol. Chem.* 上。

磁场重联研究获新成果

空间中心曹晋滨研究组,在分析了 2002 年 8 月 21 日 Cluster 卫星多点联合探测数据后,发现磁场重联前的哨声波可能在重联触发过程中起重要作用。Cluster 4 颗卫星穿过地球空间一个重联区,这个重联区距离地球约 12 万公里,约是地球到月球距离的 1/3。Cluster 观测表明,哨声波在重联开始前 30 秒钟出现,这是一个潜在的能够提供重联产生所需反常电阻的波动。这个哨声波在重联产生后大大增强,其频率变得越来越高。重联前后波的特性不同表明重联前和重联后的哨声波是由不同的机制产生。研究成果在《美国地球物理学报》发表后,欧洲空间局网站以“磁场重联——哨声波触发的吗”为题,对此进行了报道。最近,该成果又被 Cluster 卫星计划列为“重大成果”。欧洲空间局 Cluster 计划首席科学家和 Cross Scale 卫星计划的研究科学家 Philippe 认为,像这样详细的空间磁场重联观测是非常罕见的,这一首次发现的结果必将指引科学家们建立一个更好的重联模型。

曙光 5000 超百万亿次超级计算机签约上海超算中心

2008 年 6 月 24 日,计算技术所、曙光公司和上海超级计算中心联合举行了曙光 5000 落户上海超级计算中心的签约仪式。这标志着中国用户即将拥有国产品牌的百万亿次超级计算机。曙光 5000 将拥有 200 万亿次的浮点运算能力,在世界的通用超级计算机领域也是名列前茅。

曙光 5000 超级计算机除了拥有超强计算能力外,还拥有全自主、超高密度、超高性价比、超低功耗以及超广泛应用等众多特点,曙光 5000 同时在体积、节能、软件效率和可管理性方面都会有很大幅度的提高,它的性能将会是 4000A 的 20 倍,体积只有 2/3,耗电只增加了 50%。曙光 5000 其超广的通用应用范畴将解决国内日益增长的商用高性能计算资源紧张的现状和社会对节能环保方面的要求。



中国科学院