

科研进展^{*}

科学家研究出铝碘一次电池和染料敏化太阳能电池

物理所纳米物理与器件实验室孟庆波、李泓与复旦大学傅正文合作,将碘化铝电解质应用于一次电池和染料敏化太阳能电池,取得了较好的效果。他们在研究中发现,铝碘接触可以形成一种新型的原电池——铝碘电池,这种电池的工作原理基于碘离子传导。新的基于碘离子固体电解质的铝碘电池放电速率高,而且具有成本低廉、环境友好的优点。该研究对于开发其它的基于阴离子传导的电池体系具有较好的启示作用。他们还在原有工作的基础上,以乙醇为溶剂,在大气环境下,通过在溶液中加入铝和碘原位反应制备了碘化铝电解质,将其直接应用于染料敏化太阳能电池,取得了 5.9% 的高光电转化效率。这种新型的碘化铝电解质具有成本低廉、制备容易、性能优良、环境友好四大优点,为染料敏化太阳能电池电解质的研究开辟了新的途径。上述结果已申请 3 项国家发明专利,相关文章发表在最近出版的《美国化学会志》(*J. Am. Chem. Soc.*) 上。

硅表面纳米团簇的分解扩散机理研究获得新进展

物理所王建涛、王恩哥、王鼎盛与美国内华达大学物理系、日本东北大学金属材料研究所等合作,系统地研究了 Si (001) 表面 Bi、Sb 纳米线的结构稳定性以及形成“5-7-5 double-core odd-membered ring”结构的动力学过程。另外,作为形成 Bi 或 Sb 纳米线的基本元素,Bi 和 Sb 的初始状态通常以四聚物纳米团簇(Tetramer)的形式出现并在一定的温度下分解为二聚物(Dimer)。尽管 Bi、Sb、As 作为表面活性剂在半导体表面工艺中被广泛使用,但是长期以来有关其初始状态的结构以及分解扩散机理的研究却甚少。最近,他们又详细地研究了 Bi₄ 和 Sb₄ 纳米团簇在 Si (001) 表面上的结构稳定性、分解扩散路径,提出了“Two-stage double piecewise rotation”分解新机制,揭示了表面吸附原子(活性剂)和衬底之间的反应机理。这些结果为在半导体硅表面上制备量子点或量子线提供了重要理论支撑,对理解硅表面重构及有关物性具有广泛的科学意义。部分研究结果发表在 2006 年 7 月 28 日出版的 *Phys. Rev. Lett.* 上。

四探针扫描隧道显微镜-分子束外延联合系统的建立及其初步应用

介观小尺度体系(从亚微米到纳米尺度)的构造及其电学、光学、力学的性质一直是纳米科技的研究热点之一。物理所高鸿钧领导的小组自行设计与研制出分子束外延-四探针扫描隧道显微镜(MBE-4P-STM)联合系统,在国际上独具特色。该系统可在超高真空环境下制备与构造纳米体系,可用扫描隧道显微镜对其表面电子结构进行表征,用四探针方法研究电子输运性质,同时可研究纳米结构的光学特性,为系统地研究介观小尺度体系的物理、化学性质提供了强有力的工具。该研究组林晓、贺晓波等人利用该系统对氧化锌纳米线

^{*} 收稿日期:2006 年 8 月 31 日

进行了原位的压力诱导电学性质变化的研究,发现在压力诱导作用下,氧化锌纳米线的直流电导会显著降低 5 个数量级,从而出现金属性与绝缘性的转变。这一新奇现象的发现,为氧化锌纳米线在未来纳米器件上的应用提供了新的思想。该成果发表在 2006 年 7 月 24 日出版的 *Appl. Phys. Lett.* 上,并且入选 2006 年 8 月 7 日出版的 *Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology*。

我科学家证实单壁碳纳米管具有电学相变性

物理所极端条件重点实验室吕力研究小组研制了一套用于材料输运性质测量的金刚石对顶高压包,并与商用的多功能物性测量仪的低温和强磁场条件相配合而形成一个综合的极端实验条件。利用这一具有特色的实验条件测量了单层碳纳米管束的电阻随压强、温度和磁场的依赖关系,发现随着压强增加,在 1.5 GPa 附近碳纳米管束发生从金属到半导体的相变,从而在实验上证明了单壁碳纳米管电学性质相变的出现。相关结果发表在 *Phys. Rev. Lett.* 上。

科学家制备出系列超高密度信息存储材料

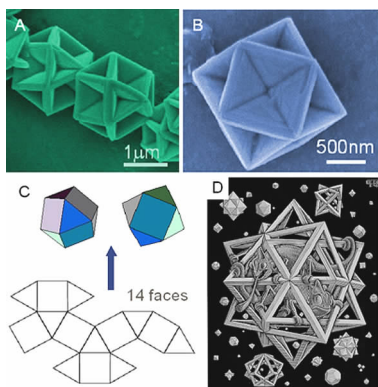
信息时代电子器件的持续微型化要求不断开发具有更高存储密度、更快响应速度的材料和器件。有机材料因其独特的光电特性和结构可控等优点,在超高密度信息存储领域受到广泛关注。设计具有优异光电特性、良好成膜性和稳定性的有机分子并制备其高质量薄膜,特别是将有机功能分子用于分子和纳电子器件,成为近年来研究的热点之一。化学所宋延林研究员等从材料的结构功能设计出发,制备了一系列有特色的有机功能薄膜作为信息存储介质,与合作者在《先进材料》(*Adv. Mater.*)等重要学术期刊发表了一系列研究论文,受到了国内外同行的关注。最近,他们设计制备了一种新的自组装有机晶态薄膜,利用扫描隧道显微镜实现了纳米尺度信息点的写入-擦除和再写入,为可擦写的超高密度信息存储材料的设计提供了新的思路和途径。研究结果发表在近期出版的 *Adv. Mater.* 上。

生物大分子构像研究取得新进展

水溶性阳离子柔性高分子材料聚对苯撑乙烯在空间上具有较大的自由度,它的支链上带有大量的正电荷。当阳离子聚对苯撑乙烯与带有负电荷的生物大分子通过静电作用结合时,柔性的阳离子聚对苯撑乙烯高分子链可以很好地在生物大分子表面形成与生物大分子形状相关的结构,从而导致聚对苯撑乙烯的光谱特性变化。这种光谱特性的变化,可以用来探测生物大分子的结构和研究生物大分子之间的相互作用。化学所分子反应动力学国家重点实验室夏安东研究员与有机固体院重点实验室李玉良研究员合作,利用系综光谱测量和单分子光谱测量的方法,详细阐明了柔性聚对苯撑乙烯识别具有特殊功能的 DNA 分子(端粒 DNA 和 DNA 发卡)形状的机理。相关研究结果发表在近期出版的 *J. Am. Chem. Soc.* 上。该结果对于利用共轭柔性高分子材料作为探针研究生物大分子结构变化及其生物大分子之间的相互作用提供了新的途径。

微尺度下创造的埃舍尔艺术杰作:科学家构筑硫化铜 14 面体微晶

中国科技大学合肥微尺度物质科学国家实验室教授俞书宏等用化学溶液法合成美丽



而具有高度对称性、具有 14 个腔洞的 14 面体硫化铜微晶。研究成果在最近出版的《材料化学》(*Chem. Mater.*)上发表后引起国际上高度关注。2006 年 8 月 3 日出版的 *Nature* 在“研究亮点”栏目以“晶体生长:明星品质”为题,介绍该项研究成果。文章指出“来自中国合肥微尺度物质科学国家实验室的俞书宏教授和他的合作者们,运用简单的化学配方制造了被誉为‘几何明星’的优美的硫化铜 14 面体微晶。让人回忆起著名艺术家科内利斯·艾舍尔在他 1948 年的木雕 *Stars* 作品中的‘笼状’结构,

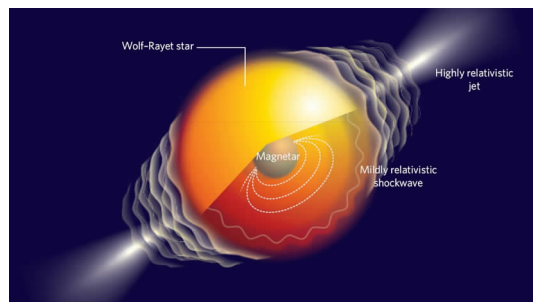
每个晶体都是由四个完全相同的六角形的板通过相互交叉构筑成的具有 14 个腔洞的结构。”7 月 24 日出版的《美国化学工程新闻》(*Chem. Eng. & News*)在“科学集粹”栏目头条以“艾舍尔步入化学”为题,详细报道并评述了该项工作。

我国科学家实现纳米立方块定向自组装

氧化铈作为一种重要的稀土材料,在催化制氢,汽车尾气处理,燃料电池,抛光剂等领域有重要应用。上海硅酸盐所研究员高谦领导的课题组通过调节表面活性剂的形状和尺寸可控制备出不同尺寸的 6 个外表面均为{100}晶面的氧化铈纳米立方块,并且实现了这些纳米立方块的定向自组装。研究成果发表在 7 月 26 日出版的 *J. Am. Chem. Soc.*上。该期刊的三位审稿人指出:“该文报道了一种有趣的氧化铈纳米立方块的定向自组装结构”,“这种定向纳米结构对于理解纳米材料的结晶学特点和探索纳米晶在催化、磁学、纳米电子学领域的应用都非常重要”。

科学家揭示出伽玛暴起源的新机制

伽玛暴通常发生在百亿光年之外,在几十秒持续时间内释放的伽玛射线能量相当银河系数年的可见光度之和,其能源机制是天文学的一大难题。伽玛暴研究 10 年来 4 次被 *Science* 杂志评为年度十大科学进展。伽玛暴 060218 属于伽玛暴一个较不激烈的子类——宇宙 X 射线闪。它距离地球不到 5 亿光年,伴



随的超新星很快被发现,命名为超新星 2006aj。以欧洲天文学家 Elena Pian 博士为首的国际小组使用欧洲南方天文台 8 米口径甚大望远镜(VLT)对超新星光谱和光度演化做了跟踪观测。国家天文台邓劲松博士和欧洲天体物理学家 Paolo Mazzali 博士分别对 VLT 观测的超新星光谱演化和光度演化做了理论数值模拟,结果联合发表在 *Nature* 快报上。该国际小组发现,超新星 2006aj 的抛射物质量比其它与伽玛暴关联的超新星小,推算出的前身星初始质量仅约 20 倍太阳质量。这一质量的恒星在生命终点形成的中心致密天体不是黑洞,而是中子星。据此推断,X 射线闪的中心引擎是一颗新生的以毫秒周期自转的强磁中子星;这种奇异天体的表面磁场强度高达地球和太阳磁场的几千万亿倍,通过数秒钟的磁偶极辐

射提取的能量就足以驱动伽玛暴 060218 和相伴随的超新星。

中外科学家在高红移星系研究方面取得重要进展

研究形成于宇宙早期的高红移星系,可以帮助天文学家回答宇宙学研究中的基本问题。但是,高红移星系离地球十分遥远,所以它们都很暗,只能利用造价数亿或数十亿美元的 8 米级大口径望远镜才能观测到。鉴于国内现在还没有这样大口径的望远镜,中国科技大学天体物理中心孔旭教授等通过国际合作,利用日本和欧洲南方天文台的大口径望远镜观测得到一个很大天区范围的星系光学和近红外波段的图像和光谱数据,应用最新发展的方法,发现了数量众多的大质量、正在进行剧烈恒星形成的高红移星系。研究表明这些星系可能是邻近的大质量星系的前身星系,说明大质量星系在宇宙早期已经大量存在。研究成果分别发表在近期出版的美国《天体物理快讯》(*The Astrophysical Journal Letter*)和 *Nature* 杂志上。剑桥大学教授、*The Astrophysical Journal Letter* 主编 Robert Kennicutt 博士在为该 *Nature* 论文配发的评述中指出:“理论的星系形成模型受到了严重的挑战”。

磁重联研究获重要进展

磁重联是空间物理和天体等离子体中的基本物理过程之一。在太阳耀斑、日冕物质抛射、磁层亚暴、磁约束核聚变以及与吸积盘相关的天体喷流等诸多重要科学问题中,磁重联是能量转换和加速带电粒子的基本机制之一。磁零点是重联的发生地,磁力线在此断开和重新联接。国家天文台肖池阶研究小组,通过系统分析中国“双星”计划和欧洲宇航局“星簇”计划(Cluster mission)等多颗卫星的观测数据,首次发现了自然界中存在的磁零点。这个成果发表在近期出版的 *Nature Physics* 上,并被评价为这一研究领域中“极其重要的”进展。该刊物还专门在“新闻与观点”专栏中进行了报道,邀请国际权威学者美国 J. M. Finn 教授撰写介绍这一发现及其重要意义的文章。J. M. Finn 教授说“卫星探测到重联过程中的磁零点,将使这一理论模型开始定量、精练起来”,这一结果对人们理解空间和天体等离子体的活动现象极其重要,有助于彻底解决磁重联理论中一些长期悬而未决的问题。

我科学家发现神经元极性建立新机制

在建立和维持神经元极性的过程中,蛋白激酶 B(Akt)和糖原合成激酶-3 β (GSK-3 β)的不对称性激活起非常关键的作用,但是它们如何在局部被调节的机制并不清楚。上海生命科学研究院神经科学研究所王以政研究员及其学生闫冬、郭黎研究发现,在建立和维持神经元极性的过程中,泛素蛋白酶系统可以通过调节 Akt 的局部稳定性来调节 GSK-3 β 信号通路。在免疫荧光化学和激光激活的 GFP 融合的 Akt 蛋白实验中,发现当神经元极性建立时,Akt 选择性地在那些将要成为树突的分支降解,而保留在那些将要成为轴突的分支尖端,并且如果抑制泛素蛋白酶系统就可以抑制 Akt 从多数突起尖端消失,从而使神经元长出多根很长的轴突。这些结果证明了蛋白质的局部降解对于神经元极性是必须的。研究成果发表在近期出版的《细胞生物学》(*J. cell. Biol.*)杂志上。

我科学家研制出蛋白质芯片生物传感器系统

力学所国家微重力实验室靳刚课题组成功研制出“蛋白质芯片生物传感器系统”及其实用化样机。该研究将多种蛋白质活性微列阵、生物分子特异结合性,与高分辨率椭偏光学成像技术相结合,提供了一种新型无标记蛋白质分析技术。

以乙肝 5 项指标的检测为例,采用蛋白质芯片检测系统只需 40 分钟,大大提高了检测效率;新系统采用了微流道蛋白质芯片反应器,实现了高灵敏度光学无接触、无扰动、无标记物的多元分子检测技术,只需要几十微升血液即可得到检测结果,显著降低了样品的消耗。

由于高通量的优势,该装置可应用于蛋白质和蛋白质谱的检测、疾病标志物的识别和药物筛选等领域。目前,已成功实现了乙肝 5 项指标同时检测、肿瘤标志物检测、微量抗原抗体检测、SARS 抗体药物鉴定、病毒检测及急性心梗诊断标志物检测等多项应用实验,显示出在生物医学领域的广泛应用前景。该成果于 2006 年 7 月 5 日通过鉴定,专家一致认为,该蛋白质芯片生物传感器系统自动化程度高,系统集成性强,达到国际先进水平。



我国激光智能制造工艺取得重大进展

活塞等部件的热疲劳性能对发动机的全寿命至关重要。目前国际上常采用高频感应线圈、石英灯或电阻加热器、高温燃气等加热方法建立起热负荷实验平台,以评估活塞等部件的热疲劳寿命。力学所虞钢研究员领导的激光智能制造工艺力学实验室与中国北方发动机研究所合作,采用激光进行活塞热负荷模拟实验具有周期短、可控性好等优点,解决了传统热负荷实验热源质量差的瓶颈问题,建成国内首套激光热负荷实验系统。该系统采用光束转换技术,使激光以多圆环光束投射在待测工件表面,从而获得特定的瞬态温度场。可对发动机关键部件如活塞、气缸盖等进行高周热疲劳和热冲击疲劳实验研究,为把好发动机的质量关提供了保障。同时,这套系统还可以完成焊接、切割等其它激光柔性加工和制造过程。经初步确认,该系统多项指标处于国际领先水平。

自主研发高温超导电缆完成七千小时配电运行

由电工所牵头研制的 75 米长 10.5kV/1.5kA 三相交流高温超导电缆,最近完成了 7 000 小时的配电网试验运行,目前该电缆未出现任何故障,并获得了大量实时数据,为今后更长距离更大容量高温超导电缆的研发打下了坚实的基础。研发工作集中了国内在超导技术、低温技术、电缆绝缘和制造技术等方面的优势力量。“863”计划新材料领域办公室组织专家组对该超导电缆进行了现场检查并通过验收。



进入 21 世纪,世界上已经出现了多根并网试验运行的超导电缆,分别出现在丹麦、美国和中国云南,而电工所研制的这条 75 米高温超导电缆是

目前世界上正在并网试验运行的最长的高温超导电缆,同时也是亚洲最长的超导电缆。由于这条超导电缆采用的是独特的低温多段插接设计,使得超导电缆的长度不再成为问题。据世界银行预测,到 2020 年超导应用的全球市场将达到 2 440 亿美元,高温超导电缆将约占 5%的份额。

我国最新变压吸附制氢技术程控系统投入运行

由大连化物所控股的大连圣迈化学公司自行设计、制造、安装的 1 000Nm³/h 焦炉煤气变压吸附制氢装置最近在鞍钢集团新钢铁有限公司竣工并交付使用,这标志着大连化物所已处于国内变压吸附制氢工业领域的领先地位。此套装置采用了国内最先进的变压吸附制氢技术及程控系统,投入运行后,鞍钢集团工程建设指挥部和有关专家一致给予了高度评价,认为该装置与鞍钢集团以往变压吸附制氢装置相比,工艺设计更合理,自控系统更稳定,设备运转更安全可靠,各项性能指标均高于合同要求,并表示将继续开展合作。



我国厘米级微发电系统问世

微能源系统在几年前由美国学者首先提出,其概念是将一个完整的发电厂集成到一个毫升级的体积内,外形尺寸为厘米级,关键部件的特征尺寸在微米级。微能源系统可作为动力输出,为微型飞行器提供动力,还可为微电子机械系统(MEMS)或其它在野外及特殊场合工作的电子设备供电,其应用前景十分广阔。因此,微能源系统的概念从一开始提出,就引起了国际学术界的高度关注。广州能源所徐进良团队,近期成功研制出微能源系统原理性样机。该微系统虽然离实用还有一定距离,但从近期的进展已看到应用的曙光。该团队近年来还在微尺度能量转换方面取得了长足进展,在 *J. of Micromechanics and Microengineering*、*Nanoscale and Microscale Thermophysical Engineering*、*Int. J. of Heat and Mass Transfer* 以及 *Int. J. of Multiphase Flow* 等杂志上发表了一系列论文,引起了国际学术界的关注。

我国首辆氢燃料电池观光车在大连试运营

由大连化物所和新源动力股份有限公司共同承担完成的两辆燃料电池观光示范车在大连世界博览广场完成交车试运营。该车吸收国家“863”项目成果,融入数十项自主知识产

权发明专利,采取国际先进的 FC+B 模式,以氢燃料电池为主动力,以蓄电池为辅助动力,系统简洁,维护方便,配置多种安全保护措施。目前,两辆车已试运行 300 多公里,车辆运行稳定,各项技术指标均达到设计要求。为进一步验证燃料电池观光示范车的实验效果,交接仪式后,燃料电池观光车即开始在大连星海湾广场试运营。

