

科研进展*

Science 杂志评述:新超导将中国物理学家推到最前沿

4月25日, *Science* 在凝聚态物理专栏以“新超导将中国物理学家推到最前沿”为题,就中国物理学家在铁基新超导研究方面的重要贡献发表评述。

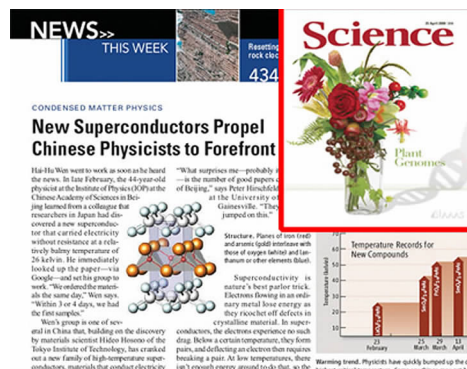
许多科学家评论,中国如洪流般不断涌现的研究结果标志着在凝聚态物理领域,中国已成强国。美国佛罗里达大学的理论物理学家 Peter Hirschfeld 说:“一个或许本不该让我惊讶的事实就是,居然有如此多的高质量文章来自北京。他们确确实实已进入了这个行列。”

该文作者评述,如果以后再有更多的样品和数据诞生于中国,我们将不必感到惊讶。至少已有4个不同的中国科学家小组合成出了新的超导化合物,并将其结果发布在“arXiv”网站,其中3个研究小组来自中科院物理所。(注:2月18日,日本科学家发表 FeAs 化合物 26K 超导结果,物理所王楠林组和闻海虎组先后在一周内发布实验结果证实了这一事实;3月25日和3月26日,中国科技大学陈仙辉组和物理所王楠林组分别独立发现超过 40K 超导体,突破麦克米兰极限,证实为非传统超导;3月29日,物理所赵忠贤组发现 52K 超导;4月16日,赵忠贤组再次发布重要结果,用缺氧代替掺氟实现超导,并将超导临界温度提高到 55K。物理所王楠林组与方忠组合作,最早提出母体中的条纹自旋密度波相,随后被美国两个小组的中子散射实验证实,是目前该系统中最好的物理结果。)

利用自主研制仪器在高温超导体中观察到一种新的电子耦合方式

高温超导体的奇异物性与电子和电子之间的强关联作用以及电子电荷、自旋和晶格的相互作用有关。如何探测和分离这些多体相互作用,对研究高温超导电性机理,建立新的理论具有重要的意义。物理所周兴江研究组、理化所陈创天研究组、物理所许祖彦研究组和赵忠贤研究组与美国 Brookhaven 国家实验室的 Genda Gu 博士和日本东京理工的 T. Sasagawa 博士共同合作,利用自主研制的首台真空紫外激光角分辨光电子能谱仪所具有的超高分辨率的独特优势,在高温超导体 Bi2212 中,观察到了两个新的电子结构特征。该仪器是由周兴江研究组、陈创天研究组和许祖彦研究组合作,于2006年底成功研制的,其设计和性能相关的工作,已发表在 *Review of Scientific Instruments* 上。新发现的这两个结构,难以用已有的电子耦合模式(电子-声子耦合或电子-磁振子耦合)来解释,这表明在高温超导体中可能存在一种新的电子耦合方式。进一步实验表明,这两个新结构是在材料进入超导状态后产生的,因此它们可能和超导电性密切相关。相关结果发表在2008年3月14日的 *Phy. Rev. Lett.* 上,并被选为当期的“编辑提示”论文。

* 收稿日期:2008年5月5日



中国科学院

二元混合颗粒体系研究新进展

物理所厚美瑛研究员、陆坤权研究员及研究生与台湾中研院物理所、中央大学合作,实验测量了振荡的周期和振幅与驱动速度的关系,得到了均匀分布、周期振荡和自发聚集三个相区的临界驱动速度,并将二元混合颗粒体系两种颗粒碰撞的不对称性考虑到颗粒温度模型中,定性地得到了与实验观察相符的三个相区,很好地解释了振荡机理。由实验测得的“时钟”振荡振幅在均匀分布区到周期振荡区的临界速度附近满足 $(v_c - v)^{1/2}$ 关系,表明此转变为一 Hopf 分叉。这种温度论据可以用于解释其他颗粒“蒸发-冷凝”过程,如振动驱动时颗粒床的斜堆现象等。该发现是对二元混合颗粒体系的“颗粒时钟”现象的很好的物理解释,相关结果发表在 *Phy. Rev. Lett.* 上。

我国科学家提出三维“伊辛模型”精确解猜想

精确求解三维“伊辛(Ising)模型”一直被公认为物理学领域的一大难题,也是物理学家们近一个世纪的梦想。最近,沈阳材料科学国家(联合)实验室张志东博士经过 10 多年的潜心研究,提出了对三维简单正交晶格伊辛模型的猜想以及推定精确解的详细计算过程。此项工作应邀发表在新近出版的英国《哲学》杂志上,被审稿人评价为“过去几十年间,三维伊辛模型领域的最重要进展……可作为三维伊辛情况精确描述的一个基准”。

碳氮微纳米线研究取得进展

由国家纳米科学中心孙连峰、褚卫国等专家联合物理所解思深院士、燕山大学田永君教授,在高含氮量的碳氮一维微纳米结构的制备研究方面获得了重要进展。他们利用分步裂解三聚氰胺的方法,获得了热稳定性高于 700 °C 的碳氮材料,其中氮含量约为碳含量的 1.5 倍。利用这种产物作为原料,采用热蒸发 CVD 的方法实现了碳氮微纳米线的大批量制备。通过调节反应室内碳氮的气相分压,可以在较大范围内(100nm—10 μ m)调节碳氮纤维/纳米线的直径。成分分析结果表明,产物中的氮原子比含量超过 55%。通过一系列实验后,他们提出:由于前驱物具有较高的热稳定性,在热蒸发过程中由碳氮原子组成的杂苯环(C₃N₃)及其衍生结构并没有被破坏,而是作为基本的结构单元在温度和载气气流合适的位置沉积并生长成一维结构,从而保证了产物的高含氮量。该项研究成果为碳氮低维材料的大规模合成及应用奠定了基础,部分结果在 4 月 9 日 *Adv. Mater.* 网络版上发表。

动物学家研究发现:藏羚羊迁徙已基本适应青藏铁路野生动物通道

动物所杨奇森研究组,自 2003 年开始对青藏铁路沿线野生动物进行了连续的实地监测。他们发现,尽管在青藏铁路建设阶段,藏羚羊的行为受到了一些扰动,但它们很快通过调整迁徙路线而适应了铁路工程导致的局部环境变化。青藏铁路修建了很多高架桥,在昆仑山—开岭约 259 公里的藏羚羊主要迁移区段,长度超过 100 米的大中桥就有 143 座,桥梁累计总长度达 46 公里,此外还有一些可供利用的小桥。以 2006 年为例,他们观测到 2 952 只藏羚羊的回迁,其中 98.17% 从野生动物通道中穿过,说



明藏羚羊迁徙已基本适应了青藏铁路野生动物通道。2007年,杨奇森等参与完成的“青藏铁路生态恢复与环境保护技术应用”项目获铁道部2007年度铁路重大科技成果奖一等奖。2008年4月17日,杨奇森等在*Nature*上发表了题为“Tibetan wildlife is getting used to the railway”的文章。该研究获得的结果,对那些国外新闻媒体借题发挥,发表质疑中国政府在青藏铁路环保中是否做出努力的文章给与了正面地、科学地回答(相关图片请见封面)。

干细胞命运调控研究取得新成果

核膜蛋白在染色质组织、基因调控、信号转导等方面起着非常重要的作用。然而至今这类蛋白的生理功能仍未阐明。以果蝇为模型,动物所陈大华研究组发现了一个核膜蛋白 Otefin (*ote*),在维持果蝇生殖干细胞(GSC)自我更新过程中起关键调控作用。通过遗传学方法,研究者证明 *Ote* 是作为内源因子来调节 GSC 命运的因子;进一步机制研究表明,*Ote* 蛋白通过调控 BMP/Dpp 信号途径,进而关闭控制干细胞分化的关键 *bam* 基因的转录表达来实现干细胞的自我更新。通过结构与功能的关系分析,研究者还发现 *Ote* 蛋白作用位点为干细胞的核内膜,并由此推测 *Ote* 蛋白可能与 BMP/Dpp 信号途径的核内组分相互作用完成其功能。通过生物化学方法研究者发现 *Ote* 能够与 Smad4/Medea 直接发生相互作用,从而结合到 *bam* 沉默子上来调节 GSC 的命运。该工作的意义在于:证明了核膜蛋白参与干细胞的命运调控,并可能推广到哺乳动物;为核膜蛋白如何参与 TGF β /BMP- 介导的“基因沉默”提供初步的机制性解释;可为解析人类的核膜蛋白的编码基因缺失导致相关疾病的发病机制提供一定线索。研究结果发表在国际著名的发育生物学杂志 *Developmental Cell* 上。

苦瓜降糖活性成分研究取得突破

近年来对苦瓜化学成分和降糖活性研究报道很多,但其中主要的降糖活性化学物质及作用机理一直未得到明确阐明。上海药物所叶阳研究员指导的博士生谭敏佳从苦瓜中分离和鉴定了一系列新的葫芦烷型三萜皂苷类化合物,并首次确定了这些化合物的绝对构型。通过对葡萄糖被细胞摄取的一个关键步骤葡萄糖转运子 GLUT4 的转位活性测试,首次发现其中一些化合物具有极高的刺激 GLUT4 转位的效价。其半数有效浓度(EC50)达到 1nM,明显高于现已发现的单磷酸腺苷活化蛋白激酶(AMPK)激动剂。进一步研究发现,这些化合物通过激活调控葡萄糖摄取和脂肪酸氧化代谢的 AMPK 关键信号通路起作用。进一步在高脂喂养的胰岛素抵抗(HF)小鼠体内模型上测试发现,报道的两个化合物均能显著促进小鼠葡萄糖利用和脂肪氧化代谢,效价高于阳性对照药物二甲双胍和 AICAR。该体内活性测试结果与体外测试结果相一致。该研究成果在苦瓜降糖活性成分研究方面取得了突破,首次为长期悬而未决的苦瓜降糖作用做出了科学阐释,同时也为降糖和减肥药物的研究提供了新型先导化合物。发表在 *Chem. Biol.* 上的论文被《自然中国》列为研究亮点。

沙尔威辛抑制肿瘤细胞黏附机理研究取得重要进展

上海药物所丁健研究员带领研究生周晋等对沙尔威辛引起的肿瘤细胞黏附能力下降的机制进行了深入研究。他们发现沙尔威辛剂量依赖性地抑制 MDA-MB-435 细胞与整合素配体纤粘蛋白和 I 型胶原的黏附,而对多聚赖氨酸介导的非特异性黏附没有影响。沙尔威辛还可以破坏纤粘蛋白诱导形成的粘着斑和应力纤维,从而破坏细胞铺展的形态,导致



中国科学院

细胞变圆,通过对黏着斑激酶和 paxillin 的去磷酸化下调 β 整合素的亲和力和聚集。同时沙尔威辛激活 ERK 和 p38 激酶,使用 U0126 和 SB203580 分别抑制 MAPK/ERK1/2 和 p38 的活性可以部分逆转沙尔威辛对细胞粘附的影响。沙尔威辛诱导活性氧产生,使用广谱活性氧抑制剂 N-乙酰半胱氨酸可以有效抑制活性氧的产生,从而抑制 ERK 和 p38 的激活,维持 β 整合素的活性并恢复细胞的粘附和铺展。这些工作阐明了沙尔威辛通过促进细胞内活性氧生成,抑制 β 整合素的功能,并下调 RhoA 的活性破坏细胞微丝骨架,从而抑制细胞与细胞外基质粘附,进一步揭示了沙尔威辛抗转移作用的机制,此外对于活性氧作为信号分子在调节整合素功能和细胞粘附方面也增添了新的内容。研究论文作为封面文章发表在国际癌症研究权威杂志 *Molecular Cancer Research* 上。

视觉生理机制领域取得重要进展

人和许多动物的眼球经常从一处跳到另一处,以搜寻或注视感兴趣的目标。在眼球跳动或扫视期间,物体的像飞快扫过视网膜,看起来似应模糊一片,但实际上却清晰可辨。

生物物理所王书荣研究组在实验过程发现了家鸽脑内实现扫视抑制的神经回路,在 5 个脑区里记录到 300 多个神经元,分析了它们在扫视期间的放电变化和时程,并用多种技术揭示了脑区之间的神经联系和相互作用。结果发现,脑干中缝核复合体或通过两个视动震颤核团向支配眼外肌的动眼神经元发送扫视指令,同时还将指令“拷贝”或“伴随放电”信号发给丘脑神经元,并经过丘脑使大脑视觉神经元在扫视期间受到抑制,避免了视觉模糊;扫视过后,视觉神经元的兴奋性增强,便保持视觉世界清晰而稳定。研究成果在线发表在 2008 年 4 月 6 日的 *Nature Neuroscience* 上。审稿人对该成果给予了一致好评,认为实验设计巧妙,结果令人信服,创造性地揭示了实现扫视抑制的伴随放电神经回路。

锌指抗病毒蛋白研究再获重要进展

宿主在与病毒长期共存的过程中进化出多种抗病毒机制,包括表达宿主限制性因子抑制病毒的复制。锌指抗病毒蛋白(Zinc-finger Antiviral Protein, ZAP)是一种重要的抗病毒因子,ZAP 能通过降解特异病毒 RNA 进而抑制包括鼠白血病病毒在内的多种病毒的复制。生物物理所高光侠课题组发现,ZAP 功能的正常发挥有赖于 RNA 解旋酶 p72。ZAP 与 p72 之间存在不依赖 RNA 的直接相互作用;过量表达 p72 能够促进 ZAP 的功能;通过 RNAi 的方法抑制内源表达的 p72 或者过量表达 p72 的 C 端,ZAP 降解 RNA 的活性则受到抑制。进一步研究发现,p72 存在于 ZAP 与核酸外切酶复合体形成的大的复合体之中。ZAP 抗病毒机制的研究不仅可能为病毒的防治提供新的策略和技术手段,也将有助于我们更深入了解 RNA 稳定性的调控机理。研究成果再次发表在 *PNAS* 上。

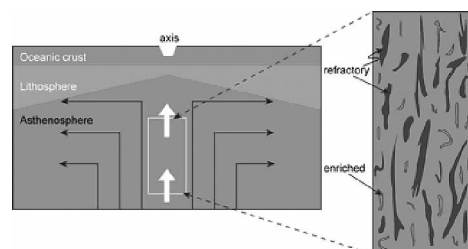
我国完成首个杀蚊微生物全基因组测序

我国首个杀蚊微生物基因组——球形芽孢杆菌 C3-41 菌株全基因组的测序工作日前由武汉病毒所的科研人员完成。相关成果发表在最近出版的《细菌学》和《应用微生物学》杂志上。球形芽孢杆菌是专一感染各类蚊幼虫的天然病原菌,C3-41 菌株是武汉病毒所筛选出来的优良杀蚊细菌,由其开发的我国首个注册微生物杀蚊剂已连续应用了 20 年,该基因组测序的完成将进一步推动生物灭蚊的研究。

球形芽孢杆菌具有独特的生物学特性(特殊的芽孢胞外膜结构)、遗传特性(同嗜热细菌的近缘关系)、发酵特性(不能代谢糖类物质),其全基因组序列测定的完成将为进一步阐明球形芽孢杆菌不能利用糖类物质代谢的遗传基础及其独特的产能代谢的调控机理,昆虫病原细菌-宿主的协同进化及同其它芽孢杆菌之间的亲缘关系提供理论依据。同时,为构建利用糖类物质的杀蚊工程菌株的构建提供了新的思路,以推动杀蚊细菌在我国媒介蚊虫综合控制中的应用。

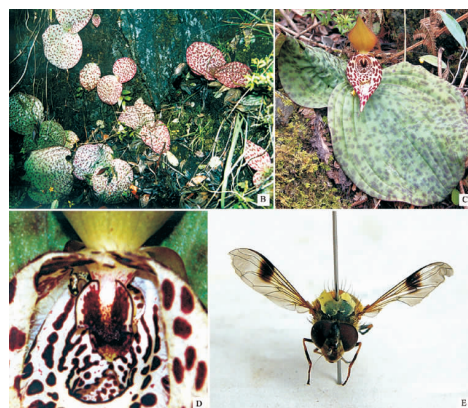
发现北冰洋Gakkel 洋脊下方存在古老且不均一地幔

地质地球所刘传周博士及其合作者对选自北冰洋 Gakkel 洋脊两个采样点的大洋橄榄岩样品开展了相关矿物岩石地球化学工作,其中一个采样点的橄榄岩样品的新鲜程度极其罕见。研究结果具有以下重要意义:(1) 部分大洋橄榄岩和与之相伴生的大洋中脊玄武岩之间并不存在成因上的联系,而是代表了残存在软流圈中的古老地幔。这些耐熔的古老地幔由于不参与部分熔融或熔融程度很低,它们的成分因而并不能通过大洋中脊玄武岩体现出来。以前利用大洋中脊玄武岩来估计软流圈地幔的成分由于忽略了这些更为耐熔的古老地幔,因而可能会高估软流圈地幔的饱满程度。(2) 古老地幔可长时间地(数十亿年)残余在软流圈地幔中。正是这些古老地幔的存在,模糊了软流圈地幔与岩石圈地幔在 Os 同位素上的差异,因此运用 Re-Os 同位素对岩石圈地幔和蛇绿岩进行定年时须倍加小心。(3) 古老地幔在软流圈中长时间的保存说明,地幔对流作用并非像传统认识的那样可以高效地消除其不均一性,以前认为的软流圈地幔具有均一成分的这一普遍认识需要重新修正。研究结果以 Articles 形式发表在 2008 年 3 月 28 日的 *Nature* 上。



Nature 首次重点介绍中文科技期刊发表的论文

2008 年 2 月 20 日和 4 月 9 日 *Nature* 分别重点介绍了《生态学报》发表的刘仲健教授等题为“疣花三角兰 (*Trias verrucosa*) 的生殖策略”)和“长瓣杓兰 (*Cypripedium lentiginosum*) 种群数量动态与生殖行为的相关性”研究成果。这是 *Nature* 杂志首次重点介绍中文杂志发表的科技论文,并对这两篇文章都进行了评述。前一篇论文中,首次报道了疣花三角兰在自然传粉、人工自花授粉和人工异花授粉三种通常的繁殖方式下都能开花,但不结果。疣花三角兰已放弃了有性繁殖,以无性繁殖作为主要繁衍方式。”后一篇论文中,发现长瓣杓兰的生殖行为表现在兼具无性繁殖和有性繁殖。其成功的生殖对策和这种对策在空间格局、年龄锥体上对种群数量动态的影响具有密切的相关性。适生地生长空间不连续和狭窄成为其种群发展的制约因素,该物种现在不需要也不适宜进行迁地保护。



中国科学院