

- Y D. Principles of Quantum Information Physics. Beijing: Science Press, 2006(in Chinese)]
- [ 8 ] 曾谨言, 裴寿镛主编. 量子力学新进展(第一辑). 北京: 北京大学出版社, 2000[Zeng J Y, Pei S Y. eds. Recent Progress in Quantum Mechanics, Volume 1. Beijing: Peking University Press, 2000(in Chinese)]
- [ 9 ] 曾谨言, 裴寿镛, 龙桂鲁主编. 量子力学新进展(第二辑). 北京: 北京大学出版社, 2000[Zeng J Y, Pei S Y, Long G L. eds. Recent Progress in Quantum Mechanics, Volume 2. Beijing: Peking University Press, 2001(in Chinese)]
- [10] 曾谨言, 龙桂鲁, 裴寿镛主编. 量子力学新进展(第三辑). 北京: 清华大学出版社, 2003[Zeng J Y, Long G L, Pei S Y. eds. Recent Press in Quantum Mechanics, Volume 3. Beijing: Peking University Press, 2003(in Chinese)]
- [11] 龙桂鲁, 曾谨言, 裴寿镛主编. 量子力学新进展(第四辑). 北京: 清华大学出版社, 2006[Long G L, Zeng J Y, Pei S Y. eds. Recent Press in Quantum Mechanics, Volume 4. Beijing: Peking University Press, 2006(in Chinese)]
- [12] Deutsch D. Proc. Roy. Soc. London, Ser. A, 1985, 400, 97
- [13] Barenco A, Bennett C H, Cleve R *et al.* Phys. Rev. A, 1995, 52, 3457
- [14] Liu Y, Long G L, Sun Y. Int. J. Quantum Information, 2008, 6, 447.
- [15] Boyer M, Brassard G, Hoyer P *et al.* Fortschr. Phys., 1998, 46, 493
- [16] Long G L. Phys. Rev. A, 2001, 64, 022307
- [17] Lloyd S. Science, 1996, 273, 1073
- [18] Tseng C H, Somaroo S, Sharf Y *et al.* Phys. Rev. A, 1999, 61, 012302.
- [19] Liu W Z, Zhang J F, Long G L. Chinese Sci. Bull., 2009, 54, 4262; doi: 10.1007/s11434-009-0502-y
- [20] Lanyon B P *et al.* Nature Chemistry, 2009, 2, 106
- [21] Du J F *et al.* Phys. Rev. Lett., 2010, 104, 030502
- [22] Deutsch D, Jozsa R. Proc. R. Soc. London, A, 1992, 439, 553
- [23] Kitaev A Y, Quantum measurements and the Abelian stabilizer problem. arxiv eprint quant-ph/9511026, 1995.
- [24] Cleve R, Ekert A, Macchiavello C *et al.* proc. R. Soc. London, A, 1998, 454, 339
- [25] Dobišiček M, Johansson G, Shumeiko V *et al.* 2006 arXiv: quant-ph/0610214
- [26] Liu X M, Luo J, Sun X P. Chinese Phys. Lett., 2007, 24, 3316
- [27] Bennett C H. SIAM J. Comput., 1989, 18(4), 766
- [28] Long G L, Tu C C, Li Y S *et al.* J. Phys. A, 2001, 34(4), 861
- [29] Long G L, Zhang W L, Li Y S *et al.* Commu. Theor. Phys., 1999, 32(3), 335
- [30] Long G L, Xiao L, Sun Y. Phys. Lett. A, 2002, 294 (3-4), 143
- [31] Grover L K. Phys. Rev. Lett., 2005, 95, 150501.
- [32] Li D F. Front. Comput. Sci. China, 2008, 2(2), 138

## · 物理新闻和动态 ·

### 4 夸克粒子存在的新迹象

2008年,在日本KEK实验室的BELLE实验中,研究人员在观测介子“bottomonium”的激发态如何衰变时,惊奇地发现,一种特殊的衰变模式出现的速率比预期的要大两个数量级.

如今,德国和巴基斯坦的物理学家对此提出了一个非同寻常的解释(见Phys. Rev. Lett., 2010, 104, 162001);实验中产生了一种含有4个夸克的新粒子.如果这种4夸克粒子确实存在,将导致建立一种关于奇异粒子的扩展的夸克模型,而且也使物理学家能更深入地了解量子色动力学这一标准模型关于夸克和强相互作用力的理论.

20世纪60年代,物理学家认识到强子(质子、中子、介子等)可以按照他们的组分夸克来描述.介子是由夸克和反夸克对组成的束缚态,而重子(包括质子和中子等)则由3个夸克或反夸克组成.这个夸克模型的提出者Murray Gell-Mann获得了1969年诺贝尔物理学奖.夸克模型还进一步预言了许多不同的强子的存在及其性质.

量子色动力学容许其他奇异的束缚态存在.其中之一是由两个夸克和两个反夸克组成的4夸克态.几十年以来,物理学家一直想知道4夸克态是否存在.近几年来,实验已经足以灵敏得可以看到4夸克态的迹象.

如果4夸克粒子存在的话,在KEK电子-正电子对撞机上的实验和在加利福尼亚的SLAC上的实验中很有可能被观察到.这两个装置可以产生含有重夸克的介子的激发态,如由底夸克和反底夸克组成的bottomonium.在SLAC的BELLE和BaBar两个实验都计划测量这些短寿命的粒子的衰变,并寻找与理论的小的偏离.到目前为止,这两个实验已经看到几个明显的反常现象.

2008年,BELLE的物理学家研究了bottomonium高激发的 $Y(5S)$ 态.根据量子色动力学, $Y$ 的激发态很少衰变成它的低一些的激发态和一对带电的 $\pi$ 介子.但是当BELLE测量 $Y(5S)$ 的这个衰变道时,所观察到的衰变率比预期的要大两个数量级.

一个可能的解释是,原来计划形成 $Y(5S)$ 的正负电子对撞可能实际上产生了完全不同的粒子——4夸克介子 $Y_b$ (10890).但是这种解释还只是一种推测,并不是结论性的.进行BELLE实验的物理学家们将通过于2010年5月进行的实验来检验这一推测是否正确.

(树华 编译自 Physics World News, 27 April 2010)

## 参考文献

- [1] Makhlin Y, Schon G, Shnirman A. *Rev. Mod. Phys.*, 2001, 73, 357
- [2] You J Q, Nori F. *Phys. Today*, 2005, 58(11), 42
- [3] Clarke J, Wilhelm F K. *Nature*, 2008, 453, 1031
- [4] Nakamura Y, Pashkin Yu A, Tsai J S. *Nature*, 1999, 398, 786
- [5] Friedman J R, Patel V, Chen W *et al.* *Nature*, 2000, 406, 43
- [6] Chiorescu I, Nakamura Y, Harmans C J P M *et al.* *Science*, 2003, 299, 1869
- [7] Bertet P, Chiorescu I, Burkard G *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2005, 95, 257002
- [8] Yu Y, Han S Y, Chu X *et al.* *Science*, 2002, 296, 889
- [9] Martinis J M, Nam S, Aumentado J *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2002, 89, 117901
- [10] Vion D, Aassime A, Cottet A *et al.* *Science*, 2002, 296, 886
- [11] McDermott R, Simmonds R W, Steffen M *et al.* *Science*, 2005, 307, 1299
- [12] You J Q, Hu X D, Ashhab S *et al.* *Phys. Rev. B*, 2007, 75, 140515
- [13] Pashkin Yu A, Yamamoto Y, Astafiev O *et al.* *Nature*, 2003, 425, 941
- [14] You J Q, Tsai J S, Nori F. *Phys. Rev. Lett.*, 2002, 89, 197902
- [15] Yamamoto T, Watanabe, You J Q *et al.* *Phys. Rev. B*, 2008, 77, 064505
- [16] Makhlin Y, Schon G, Shnirman A. *Nature*, 1999, 398, 305
- [17] Wang Y D, Zhang P, Zhou D L *et al.* *Phys. Rev. B*, 2004, 70, 224515
- [18] Izmalkov A, Grajcar M, Ilichev E *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2004, 93, 037003
- [19] Majer J B, Paauw F G, Ter Haar A C J *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2005, 94, 090501
- [20] Berkley A J, Xu H, Ramos *et al.* *Science*, 2003, 300, 1548
- [21] Rigett C, Blais A, Devoret M. *Phys. Rev. Lett.*, 2005, 94, 240502
- [22] Liu Y X, We L F, Nori F. *Phys. Rev. Lett.*, 2006, 96, 067003
- [23] DiCarlo L, Chow J M, Gambetta J M. *Nature*, 2009, 460, 240
- [24] Fulton T A, Dolan G J. *Phys. Rev. Lett.*, 1987, 59, 109
- [25] Nakamura Y, Pashkin Yu A, Yamamoto T *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2002, 88, 047901
- [26] Simmonds R W, Lang K M, Hite D A *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2004, 93, 077003
- [27] Steffen M, Kumar S, DiVincenzo D P *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2010, 105, 100502
- [28] You J Q, Nori F. *Phys. Rev. B*, 2003, 68, 064509
- [29] Blais A, Huang R S, Wallraff A *et al.* *Phys. Rev. A*, 2004, 69, 062320
- [30] Yang C P, Chu S I, Han S Y. *Phys. Rev. A*, 2003, 67, 042311
- [31] Zhu S L, Wang Z D, Zanardi P. *Phys. Rev. Lett.*, 2005, 94, 100502
- [32] Chiorescu I, Bertet P, Semba K *et al.* *Nature*, 2004, 431, 159
- [33] Wallraff A, Schuster D I, Blais A *et al.* *Nature*, 2004, 431, 162
- [34] Devoret M H, Girvin S, Schoelkopf R. *Ann. Phys. (Leipzig)*, 2007, 16, 767
- [35] Zhou L, Gong Z R, Liu Y X *et al.* *Phys. Rev. Lett.*, 2008, 101, 100501
- [36] Ansmann M, Wang H, Bialczak R C *et al.* *Nature*, 2009, 461, 504
- [37] Wei L F, Maruyama K, Wang X B *et al.* *Phys. Rev. B*, 2010, 81, 174513

## · 物理新闻和动态 ·

## 城市可能吸引飓风

强大的飓风袭击人口密度高的沿海区域时会造成极大破坏。新的研究表明,城市本身可能是吸引飓风的部分原因,因为像高楼等建筑物所形成的高低不平的粗糙地貌会严重地改变飓风的路径。

飓风或热带气流是向着低压区方向向内旋转的风形成的一种空气流动,延伸几百公里的区域。飓风的能量来源于潮湿的空气上升并凝聚时所释放的热量。因此,飓风在广阔的暖水海洋(通常是热带海洋)上形成,而达到陆地时减弱。

科学家们知道,飓风一旦“着陆”便会经受额外的摩擦力的作用。他们还观察到内陆湿度的降低如何使飓风消失。最近中国香港城市大学的两位研究人员扩展了这些分析,发现了陆地上崎岖不平的程度和湿度的变化对飓风所产生的效应。

研究者使用天气研究与预报模型模拟来自东面的到达南北沿海区域然后通过陆地的飓风。陆地的崎岖不平是由于高的建筑、丘陵或森林造成的;而湿地或农田是较平坦的。

在一次模拟中,研究人员对飓风到达崎岖的沿海区域和平坦的沿海区域所发生的变化进行了比较。对于北部陆地崎岖的情况,他们发现飓风向北移动几十公里,而南部崎岖不平时,飓风向南移动。他们认为,在崎岖的陆地上更大的摩擦力会使空气密度增加,迫使空气上升,同时释放出更多的潜热。这种热量反过来使空气更快地旋转,将飓风拉向这个方向。研究者准备更深入地进行有关飓风预报的研究。有关论文已被《*Journal of Geophysical Research (Atmospheres)*》刊物接受。

(树华 编译自 *Physics World News*, 31 July 2010)

体三极管的发光特性<sup>[9]</sup>如图 6 所示. 由图 6 可以看出, 当偏压从 0V 增加-5V 时, 可使微等离子体的发光强度增加 88%. 该实验结果表现出了微等离子体三极管的放大作用. 这意味着, 若将微等离子体三极管做成大面积阵列, 便可用于对比度和亮度可调的平板显示, 即通过改变发射极的偏压, 便可以改变微等离子体的发光强度, 从而提高平板显示的对比度和亮度.

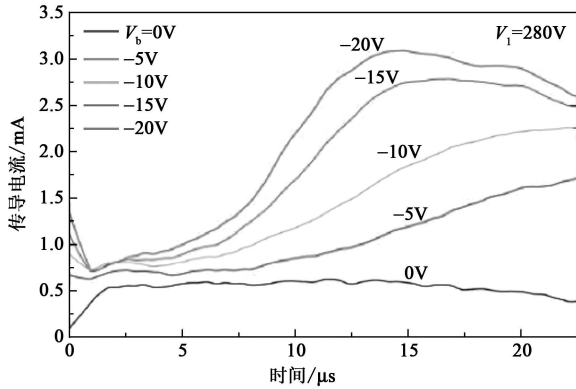


图 5 一个微等离子体三极管电流-电压特性曲线

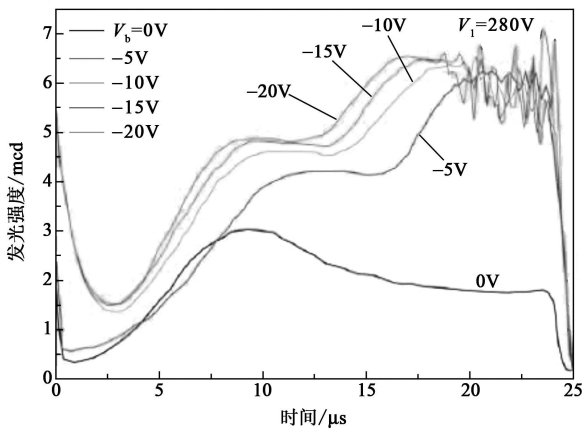


图 6 一个微等离子体三极管发光特性曲线

## 5 结束语

将一个发射电极和一个介质阻挡放电的微等离子体组合在一起, 便可形成一个三端电压控制的微等离子体三极管. 通过控制发射极的调制电压, 可以使得微等离子体的电学和光学特性得到很好的改善. 该结果为微等离子体三极管在显示高清、高亮度、高分辨率的 PDP 显示领域中又开辟了一种全新的技术领域.

微等离子体三极管的问世, 无疑为未来高清等离子体电视奠定了基础. 此外, 利用它的电流-电压特性, 可以使用一个较小的电压来控制一个较高的电压, 并得到一个较好的发光控制单元. 同时, 微等离子体三极管也提供了一种不使用外加探针来测量鞘层电子密度的方法.

## 参考文献

- [1] Becker K H, Schoenbach K H, Eden J G. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 2006, 39, 55
- [2] White A D. *Journal of Applied Physics*, 1959, 30, 711
- [3] Bitzer D L, Slottow H G. The plasma display panel — A digitally addressable display with inherent memory. In: *Proceedings of AFIPS Conference*. 1966, 29, 541
- [4] Oversluizen G, Dekker T, Gillies M F *et al.* *J. Soc. Inf. Disp.*, 2004, 12, 51
- [5] Yoo M S, Kim J N, Woo D *et al.* *J. Soc. Inf. Disp.*, 2004, 12, 251
- [6] Chen K F, Ostrom N P, Park S J *et al.* *Applied Physics Letters*, 2006, 88, 061121
- [7] Schoenbach K H, Verhappen R, Tessonow T *et al.* *Applied Physics Letters*, 1996, 68, 13
- [8] Frame J W, Wheeler D J, Detemple T A *et al.* *Applied Physics Letters*, 1997, 71, 1165
- [9] Chen K F, Eden J G. *Applied Physics Letters*, 2008, 93, 161501
- [10] Mesd C A. *Journal of Applied Physics*, 1976, 47, 5248

## · 物理新闻和动态 ·

## 太阳系的年龄可能更古老

美国的两位科学家认为, 太阳系的年龄比以前认为的要大两百万年. 他们对在撒哈拉大沙漠发现的一块陨石进行了年代测定, 其结果提供了有关太阳系形成的线索, 并为有关附近的超新星触发了太阳系形成的理论添加了证据.

除已知来自月球或火星的陨石之外, 大多数陨石都是太阳系形成时的残留物. 最新的例子是“Northwest Africa 2364”陨石, 其质量为 1.5kg, 于 2004 年由一个商人在摩洛哥当地人的手中买到. 该陨石的一部分落在美国 Arizona State 大学的 Audrey Bouvier 手中. 他发现这块陨石的年龄为 4.5682 亿年, 是首次发现的太阳系中最古老的物体, 比以前认为的太阳系的年龄长  $(0.3-1.9) \times 10^6$  年.

Bouvier 和他的合作者分析了样品中一些元素的放射性同位素链. 使用半衰期为  $\sim 4.47 \times 10^9$  年的  $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$  和半衰期为  $\sim 704 \times 10^6$  年的  $^{235}\text{U}-^{207}\text{Pb}$  的衰变链, 确定了这些陨石样品的年龄. 同时又用半衰期较短的 ( $\sim 0.73 \times 10^6$  年)  $^{26}\text{Al}-^{26}\text{Mg}$  衰变进行了核对.

关于 Northwest Africa 2364 的发现还肯定了科学家对于我们附近的星球如何形成问题的理解. 传统的理论曾认为, 太阳和它的行星是在远离其他恒星的近乎隔绝的环境下形成的. 然而在过去的 5 年中, 研究人员开始认为实际上并非如此, 因为在以前得到的陨石样品中发现了大量  $^{60}\text{Fe}$  衰变的子同位素.  $^{60}\text{Fe}$  只能在一个恒星寿命的末期, 在成为超新星之前的核心燃烧阶段形成. 这就意味着, 如果  $^{60}\text{Fe}$  存在于早期的太阳系中, 它必定是来自附近的超新星, 而太阳不会是在隔绝的情况下形成的. Bouvier 的研究结果增强了这种可能性. 这一发现发表在 2010 年 8 月 22 日出版的 *Nature Geoscience* 上.

(树华 编译自 *Physics World News*, 23 August 2010)

物理学家 W·A·Fowler 共同获诺贝尔物理学奖。)

## 5 从恒星结构到莎士比亚



图2 Chandra 卫星发射前的照片。Chandra X 射线天文台于 1999 年 7 月 23 日发射升空,是观测剧变宇宙的几台望远镜之一。图片显示的是发射前几天望远镜装载于哥伦比亚航天飞机内的情况

在每一个他想深入研究的领域里,Chandra 都会花上 5 到 10 年的时间;大约一年的时间熟悉该领域;随后几年发表一系列期刊论文阐明他在该领域里解决的一些问题;最后花上几年时间写一本覆盖该领域的权威书籍作为他在该领域取得成功的见证。一旦书出版,他就会离开这个领域,寻找新的领域进行研究。

这种模式在 Chandra 的一生中重复了 8 次,并通过他的著作记录在案。《恒星结构研究导论》一书(芝加哥大学出版社,1939 年)总结了他对白矮星和其他天体内部结构的研究工作;《恒星动力学原

理》一书(芝加哥大学出版社,1942 年)描述了他对星团和星系中恒星运动统计理论的原创新性工作;《辐射转移》一书(克拉里登出版社,1950 年)给出了恒星大气第一个精确的辐射转移理论;《流体动力学和磁流体动力学稳定性》一书(克拉里登出版社,1961 年)为所有的天体(包括恒星、吸积盘和星系)由于较差转动都会变得不稳定这一理论提供了基础;《转动流体的平衡态》一书(耶鲁大学出版社,1969 年)发现了一个不可压缩流体在自身引力场中转动时的所有可能的平衡态,从而解决了一个古老的数学问题。这个数学问题曾被 19 世纪最伟大的数学家们研究过,如 Jacobi, Dedekind, Dirichlet 和 Riemann 等。但这些数学家们都没

有办法确定哪一个态是稳定的。在这本书之后,Chandra 出现了 15 年的间歇,直到 1984 年,他的《黑洞的数学理论》一书(克拉里登出版社,1983 年)问世。在这 15 年里,Chandra 非常努力地工作,并将其最大精力投入到最感兴趣的研究领域,即黑洞的精确数学描述以及它同周围场和粒子的相互作用。这部著作是 Chandra 同科学研究的道别。此后,Chandra 还写了一些非科学类的书,涉及到莎士比亚、贝多芬和雪莱的工作,以及艺术和科学的关系等等。他公众演讲讲稿集出版于 1987 年,书名是《真实与美丽》。

Chandra 退休以后,花费了相当多的时间和精力在牛顿著的《自然哲学的数学原理》一书上。他对牛顿的每一个见解和实例都进行了重构,将其几何证明翻译成现代科学家所熟悉的代数语言。Chandra 这一历史性研究的结果写在了他的最后一本书《普通读者的牛顿原理》里面。

Chandra 认为,派生科学可以作为领悟自然现象的工具。他对黑洞的研究结果是这一观点一个最好的例子。我们对时空基本性质的了解基于两点,即爱因斯坦广义相对论方程和 Schwarzschild 与 Kerr 发现的这些广义相对论方程的黑洞解。这些黑洞解被 Chandra 进行了极大的拓展。写出基本方程是我们迈向理解自然现象的一大步,但还远远不够。要想真正了解时空,我们必须给出方程的解并研究它们所给出的意想不到的结果。Chandra 从未说过他对时空的了解更甚于爱因斯坦,但他确实比爱因斯坦更了解时空。只要爱因斯坦不接受黑洞的存在,爱因斯坦对时空的认识就很不完善。

我在剑桥做学生的时候,师从 Chandra 的朋友、数学家 Hardy。当时 Hardy 已经是一个老人,他的绝大部分时间都在写书。当我凭借年轻人的勇气问 Hardy 为什么浪费时间写书而不做研究的时候,Hardy 回答说:“发展理论是年轻人的事,老年人应该写书”。Chandra 的一生正是按照这种方式走的,不知道这是否源于 Hardy 的建议。

(中国科学院云南天文台陈雪飞、韩占文 编译自 Physics Today, 2010, (12):44)

## · 物理新闻和动态 ·

### 超新星非对称地发射物质

欧洲的一批天文学家获得超新星发射出的最内部物质的三维图,这是以前从未见过的。研究人员发现了一个扰动的环境,那里恒星物质以高度不对称的方式发射出来。

所研究的对象是大麦哲伦云附近的超新星 SN1987A。由于这颗超新星接近银河系,它从 1987 年被发现以来,就引起了人们巨大的天文学上的兴趣。对 SN1987A 的研究是几项引人注目的“首次”观测的基础,包括对它的核心崩塌时释放出来的中微子的探测和在爆炸时出现的放射性元素的直接探索。此外,对 SN1987A 的研究还揭示了超新星爆炸中灰尘是如何形成的。

在最近的研究中,Queen's 大学的 Karina Kjaer 所领导的研究组观测到超新星爆炸时的影像。他们使用欧洲南部天

文台(European Southern Observatory)的非常大望远镜(VLT)和整体场近红外谱仪(SINFONI)对 SN 1987A 进行了详细的分析。

研究人员使用 SINFONI 同时考察了 SN1987A 发射的气体环的几个不同部分,得到所发射的物质内部区域的三维图像。新的三维图显示出爆炸在某确定方向发生得更快、更强烈,形成一种不规则的形状,而不是所预期的对称分布。最内部的物质不是呈球状向外发射,而是向两个或更多的方向发射。这种物质发射的显著非对称性是超新星内部环境扰动的明显迹象。有关论文发表在 2010 年第 5 期 517 卷第 A57 页的 Astronomy & Astrophysics 上。

(树华 编译自 Physic World News, 11 August 2010)

## 第七届全国液体和软物质物理学术会议 在西北工业大学召开

2010年10月20日—23日,由中国物理学会、中国力学学会和中国化学会主办,西北工业大学承办的第七届全国液体和软物质物理学术会议在西安召开.中国科学院物理研究所陆坤权研究员和西北工业大学魏炳波副校长共同担任大会主席,赵晓鹏教授担任执行主席主持大会,魏炳波副校长代表西北工业大学在开幕式致辞.

全国液体和软物质物理学术会议每两年举行一次,其宗旨是为从事液体和软物质物理等研究领域的科技工作者提供学术、技术、信息与人才交流的机会;会议对近年来在液体和软物质物理领域所取得的研究成果进行了交流,并探讨了未来本学科发展的方向和前沿科学问题.会议涵盖了液态结构与性质、液-固及玻璃化转变、受限液体与微流、软物质中的相互作用和动力学、软物质中的自组织(装)、胶体与聚合物结构、软纳米体系、生命体系有关的软物质、颗粒物质、电磁流变液、电子墨水、液体和软物质研究方法等议题.

本次会议收到论文摘要100余篇,来自大陆、香港、台湾地区的50多所大学、研究机构的200余名代表参加了本次会议.会议有大会报告11个,分会报告87个.大会报告分别有“颗粒介质中探测地震前兆和前兆应力一应变传播模型”(中国科学院物理研究所陆坤权研究员)、“巨电流变效应的微观机制”(香港科技大学沈平教授)、“Anomalous diffusion of membrane-bound proteins in living cells”(香港科技大学童彭尔教授)、“Bursting in Neuronal Networks with and

without Glia”(台湾中央研究院物理研究所陈志强教授)、“理解生命软物质的复杂结构组织和动力学行为”(复旦大学马余强教授)、“Melt fragility”(山东大学边秀房教授)、“镍基高温合金熔体特性及其对组织性能的影响”(西北工业大学张军教授)、“用单分子操纵和荧光技术研究解旋酶的工作机理”(中国科学院物理研究所李明研究员)、“Granular mixtures in compartmentalized systems under vibration”(中央大学黎璧贤教授)、“共聚物 Pluronic L64 浓溶液的能量耗散研究”(中国科学院固体物理研究所朱震刚研究员)、“电场调控的智能软材料及其性能”(西北工业大学赵晓鹏教授).另外多名学者作了精彩的分会报告.会议报告从多个层面反映了目前国内在液体和软物质研究领域取得的新进展,引起了与会人员的极大兴趣和热烈讨论.本次会议的召开对提升我国在液体和软物质物理及其交叉领域的研究将起到积极作用.

会议期间同时举行了中国科学院软物质物理重点实验室学术委员会会议暨专家研讨会.

与会代表一致认为本次会议是国内“液体和软物质物理”研究领域的一次高水平学术会议,并希望这样的交流要继续保持下去,大会投票决定“第八届全国液体和软物质物理学术会议”定于2012年在贵州大学举行.

(西北工业大学 尹剑波 赵晓鹏)

## 高温超导体赝能隙态中的对称破缺

高温超导铜氧化物的母化合物(例如:  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ ) 是反铁磁绝缘体. 其中 Cu 是 +2 价, 具有 9 个 d 壳层电子. 按照常规, 该材料应有一个半满的能带, 并呈现金属行为. 然而, 由于存在同格点电子间强的库仑排斥, 限制了电子在格点间的自由移动, 结果材料表现为电荷转移型莫特绝缘体. 对上述母化合物进行空穴掺杂, 当小量的电子从 O 原子位置被移去, 导电性恢复, 材料又呈现金属性. 此时, 在单包  $\text{CuO}_2$  内, 通常会出现一个赝能隙态.

赝能隙态的存在, 可以通过电子激发实验进行观察. 研究表明, 在低空穴掺杂的情况下, 电子激发分为两支: (1) 较低能量分支: 激发能  $\Delta_0$  与 Cooper 对的拆对能量相关, 它只存在于超导转变温度  $T_c$  以下; (2) 较高能量分支: 激发能  $\Delta_1$  被称为赝能隙, 材料无论是处于  $T_c$  以下, 还是处于  $T_c < T < T^*$  的赝能隙相, 都可以测得与掺杂浓度  $p$  相应的  $\Delta_1(p)$ . 用  $T^*(p)$  表示掺杂浓度为  $p$  的材料在降温过程中赝能隙开始出现的温度, 一个自然产生的问题是: 在温度  $T^*(p)$ , 究竟是什么样的对称

性破缺导致了能量为  $\Delta_1(p)$  的赝能隙? 进而, 哪一类相关序参量在温度  $T^*(p)$  时发生了相变? 最近, 来自美国 Binghamton 大学的 Lawler 等在《Nature》周刊上撰文, 报告了他们使用扫描隧道显微镜对高  $T_c$  铜氧化物(欠掺杂  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ) 做出的谱成像研究.

Lawler 等分析了一个个  $\text{CuO}_2$  单包内的电子结构, 导出了电子激发幅值对能量  $\omega$  以及布喇格波矢 ( $Q_x, Q_y$ ) 的依赖关系, 进而决定了  $\text{CuO}_2$  单胞内表征向列性(nematicity)的序参量在  $T^*(p)$  附近的突变. 研究表明, 正是  $\text{CuO}_2$  单胞内旋转对称性的破缺, 导致了赝能隙  $\Delta_1(p)$  的出现. 并且, 在  $\text{CuO}_2$  单胞内, 与向列性相应的特征能量  $\omega$ , 值很接近于  $\Delta_1$ . 具体说, 赝能隙现象出现的起因在于: 每一个  $\text{CuO}_2$  单胞内, 两个 O 格点的电子态呈弱磁性但各不相同, 结果打破了  $\text{CuO}_2$  单胞内  $90^\circ$  的旋转对称性.

(戴闻 编译自 Nature, 2010, 466: 347 和 Editor's Summary)

## 粒子在导管中的行为

长期以来,人们都认为,当粒子在一根充满液体的导管中运动时,粒子间的运动是相互独立的.这是因为流体传输动量的模式是以剪切模的形式出现,而剪切模的能量通常会被导管壁所吸收.根据理论家们的计算,漂浮在导管中的粒子只要它们之间的间距大于导管的直径,彼此间就不会产生相互作用.在流体力学中,最常见的假定是流体的不可压缩性,即流体在遇到挤压时,它的体积是不变的.人们一直认为,这个理想化的假设是合理的,直到1990年,理论工作者才发现,流体的压缩性与器壁的刚性两者的联合作用,可能会引发出流体声波的某些新行为,也就是通过流体扩散会带来密度的变化,而不是由于特定波速移动时带来的振荡干扰.这就像在一个充满蜂蜜的湖泊中去摇晃一个石块时,扰动将通过流体传播一定距离,但不会在湖中形成一个波.

最近德国 Mainz 大学的 H. Diamant 教授和他的同事 D. Derek 教授对这个问题进行了研究,他们对一根充满液体(可能是水或其他非理想流体)的导管中具有多个粒子的运动情况进行了计算机模拟与解析工作,结果显示,在导管中相距很远的两个粒子间都会产生相互作用,从而影响各自的运动.

我们可以考虑一个简单的现象.当你在浴池中用手去拨动水时,这时你运动着的手的动量将会传递给周围的水分子,而使浮在水中的橡皮鸭或其他物体被水所拖动.若水与粒子都限制

在一根狭窄的导管中,如同血管中红血球的状况,这时情况就会发生变化.如果导管中有单个粒子突然受到一个将其推向右方的力,它将会在其右侧产生一个密度扰动.最后这个由外部施加于液体上的密度变化必然会趋向平衡而将粒子又推向左方. H. Diamant 教授和他的研究组将这个想法推广到导管中的多粒子系统上.他们把液体中的粒子用晶格上一系列的点来代表,然后对粒子的质量与动量在导管中的流动进行模拟计算,另一方面又在一定的近似基础上对它作解析运算,将这两个结果进行对比.他们发现,若在导管中的两个粒子中,给其中一个粒子施加一个向右的推动力,那么另一个粒子就类似于在浴池中的橡皮鸭子一样向右侧运动.但流体很快会被器壁扰动回来,同时拖动第二个粒子向左移动.两个粒子间的距离与不可压缩流体的状况不同,它们可以分隔得比较远,可以比导管直径大很多.这里还存在着一个等待时间,即在长于等待时间后,整个液体内就可显示出其中某个粒子曾被外界推动过.如果导管中装的是水,导管的长度是厘米量级,宽度是微米量级,则其等待时间约为微秒量级.这个结果提示我们,在实际问题中,要小心地对待在狭窄导管中粒子的运动状态,例如红血球在血管中的流动和 DNA 在生物通道中的蛇行路线等.研究组准备进一步开展在导管中粒子的涨落以及粒子成串现象等对粒子流动的影响.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 18 June 2010)

## 群体动物运动方向改变的特点

蚂蚁、蝗虫、鱼群和大雁,它们是属于不同种群的动物,但它们都是以成群结队的方式进行运动.为什么这些个体的动物能组织成一个群体来进行运动?长期以来,一直是生物数学家们极感兴趣的一个问题.在最近的几年,澳大利亚悉尼大学的 J. Buhl 教授和他的同事们,借用统计力学关于气体中分子和固体中原子的运动知识来研究群体动物这个多体系统.

2006年, J. Buhl 教授的研究组对一群在沙漠中行进的蝗虫幼虫进行了观察,这些尚未发育完善的幼虫,它们没有翅膀不能飞行,但却能在沙漠中列队前进长达几公里的路程.研究组还将各种数量不等的蝗虫幼虫群安置于一个环形场地上,并对它们进行跟踪和观察.蝗虫群首先会沿着环的某一方向前进,在一定时间后,它们会突然改变方向沿着相反的方向运动.这种迅速地改变就像行进的军队突然听到指挥员的口令一样.

2009年, J. Buhl 教授和他的新合作者——西班牙马德里自治大学的 C. Escudero 教授,共同对已进行的实验结果作了深入的理论探讨.他们利用统计力学中的福克-普朗克方程来处理大群昆虫的位置和速度随时间演化的关系.

在福克-普朗克方程中有两项表达式,一项是反映大群粒子的漂移运动,一项是反映粒子群的扩散运动.最简单的情况就是只考虑扩散项,即将一群粒子集中在空间中的某一位置,它将随着时间逐步地在空间内产生扩散.研究组面对的问题是它们不可能直接对蝗虫群中单个昆虫的运动进行

模拟,因此他们把蝗虫群作为一个整体来计算它平均速度的漂移与扩散的概率分布.若这个分布是高斯分布,这时平均速度的最大概率应处于分布函数的中部,并且整个群体的扩散与漂移的大小将随着时间发生变化.在这些工作中,他们使蝗虫群保持着一个匀速前进的状态.

在2009年的工作中,他们是直接利用实验数据来确定蝗虫群的漂移速度与扩散速度的,现在他们利用数据的特性来分析福克-普朗克公式中的这两项,然后通过解福克-普朗克方程,来求出群体的平均速度作为时间的函数,并计算出这个群体在多长的时间内会发生速度在方向上的转变.计算表明,这个转变方向的时间是被统计学中泊松分布所控制.通常泊松分布是应用在一些大群独立粒子上,但它们的无序运动是很难测定的系统,例如大气核辐射时各个粒子的衰变概率等.在计算中发现,当蝗虫以队列形式前进时,个别蝗虫与其近邻在位置排列上有一点小误差时,就有可能引起整个队伍在行进方向上产生突变.但每次发生方向改变都是一个独立事件且不可预测.由泊松分布计算出的这些方向改变的时间与实验上观察到的时间相当吻合.所以有些生物物理学家认为, J. Buhl 教授的研究组利用福克-普朗克方程来描述群体动物的行为是新颖的且有效的,将这个方法推广到其他系统也是很有益的,但目前他们的工作只局限在一维系统上,若将它推广到三维空间内,必将有更好的实用价值.

(云中客 摘自 Phys. Rev. E, 82 July 2010)