

1158

77,155317

[18] Beveratos A, Brouiri R, Gacoin T *et al.* Phys. Rev. Lett., 2002, 89,187901

[22] Kavokin A, Malpuech G, Glazov M. Phys. Rev. Lett., 2005, 95,136601

[19] Michler P, Kiraz A, Becher C *et al.* Science, 2000, 290,2282[23] Leyder C, Romanelli M, Karr J P *et al.* Nat. Phys., 2007, 3, 628

[20] Carusotto I, Ciuti C. Phys. Rev. Lett., 2004, 93,166401

[21] Berman O L, Lozovik Y E, Snoke D W. Phys. Rev. B, 2008,

· 封面故事 ·

五百年一遇的日全食

今年7月22日在我国出现的日全食是自1814年至2309年,在中国境内全食持续时间最长的一次日全食.就全世界范围来说,是从1991年7月11日到2132年6月13日这141年间,全食持续时间最长的一次日全食.这次日全食还有一个特点是日全食带长,整条日全食带东西长3000千米,从不丹国进入我国西藏南部和云南西北部,随后进入四川和重庆,接着进入湖北和安徽,又向东扫向江苏和上海,最后从浙江的舟山群岛入海而东去.

整个日食过程在天文上分五个阶段,即初亏、食既、食甚、生光和复圆.初亏是日全食的前奏曲,月球刚将太阳遮挡;食既是月球刚将太阳完全遮挡时,是全食精彩的开始;食甚时观测地点进入了月球影子的最深处,是天空最黑的时候;生光时太阳刚开始“露脸”,是全食的结束;复圆时太阳刚开始露出“圆脸”.

封面组图是7月22日日全食的部分代表性照片.左上图是日全食的照片(北京天文学会巡天会宁建铭在浙江安吉拍摄,器材:尼康D100,1/3秒曝光,ISO200,Photoshop后期处理).右上图是食既时的钻石环,日面的东边缘只剩下窄窄的一段亮弧,发出像钻石似的光芒,好像强光照耀下的钻石戒指(北京天文馆詹想摄于四川内江,器材:Canon 50D数码单反加Meade 80ED望远镜($f/6$),拍摄参数ISO 100,1/400s).左下图是生光时的贝利珠,一串发光的亮点,像一串璀璨夺目的“珍珠”高悬于漆黑的天空,在这张照片上也能看到色球(月影边上玫瑰红的光圈)(北京天文馆詹想摄于四川内江,器材和参数同前).右下图在色球上面跳动的熊熊燃烧的烈焰是日珥,有如排山倒海般从太阳表面喷出来,它们看起来不算大,其实已升腾到离太阳表面几万千米、乃至十几万千米的高度(北京天文学会巡天会耿征在浙江杭州拍摄,器材:佳能450D,1/6秒曝光,ISO400,Photoshop后期处理).在色球的四周是平时深藏不露的太阳外层大气,它是巨大等离子体球——日冕(下排中图,北京天文学会巡天会刘曾霖在浙江安吉拍摄,器材:佳能450D,1/2秒曝光,ISO100,Photoshop后期处理).

紫金山天文台、南京大学天文系和中国科技大学地球和空间科学学院合作,组织了白光日冕特别是内冕的高时空分辨率的观测,希望利用这次日全食我国占天时地利的机会,深入研究太阳对地球的影响.同时,海内外天文学家计划借这次日全食持续时间特长的机会,搜索在太阳近旁是否存在新的小行星族群,这对研究太阳系起源演化有重要的意义.

(摘编自中国科学院南京紫金山天文台王思潮研究员提供的资料)

· 物理新闻和动态 ·

又一颗超新星的前身星被确认

超新星是指行将死亡的恒星(学术上称为某超新星的前身星)突然爆发的事件.它是如此猛烈,在数天之内,超新星的亮度可与数百万个太阳集合在一起的亮度相当.为了理解大质量恒星的后期演化过程,关键是要辨认和研究超新星爆发前相应的前身星.不幸,这类资料相当缺乏.截止到2009年初,唯一被辨认的个别案例是超新星SN 1987A.它位于大麦哲伦星云中,距地球160000光年;它的前身星叫做SK-69°202(桑达利克,天球赤纬南69°),是一颗蓝色超巨星.最近,以色列魏茨曼科学研究院的A. Gal-Yam等在Nature上撰文,报道他们辨认了超新星SN 2005gl的前身星——NGC266_LBV₁.在2007年9月26日,研究者使用哈勃太空望远镜观察SN 2005gl的爆发位置,发现点辐射源NGC266_LBV₁(此前,在1997年哈勃太空望远镜的档案资料图片上,NGC266_LBV₁处于SN 2005gl爆发的精确位置,并且曾经是一颗质量巨大、非常明亮的蓝色变星)不再可见.

按照标准的恒星演化模型,处于上述蓝色变星阶段的恒星不应该爆发.另外,超新星SN 1987A的前身星SK-69°202(蓝色超巨星),它的演化过程也不符合当时的理论预言.从这个意义上说,做进一步的观察以及对恒星演化理论进行修正是十分必要的.在望远镜发明之前,在我们银河系内,被确认观察到的超新星至少有8颗,其中以SN1054(中国宋代给出了最详尽的观测记录),SN1572(第谷发现),SN1604(开普勒发现)最为著名.在开普勒以后,天文学家没有在银河系内再观察到超新星.但是,对超新星的观测与研究,大大推进了现代天文学的发展,它所涉及的领域包括:光学天文学以及与射电、X射线、 γ 射线、中微子天文学的交叉,重元素核合成与放射衰变,星际物质与恒星形成,中子星和脉冲星等等.

(戴闻 编译自 Nature, 2009, 458, 865)

后,要研究高性能计算机的运行与管理模式,我国的科学计算近年来进步很快,高性能计算机研制的步伐更快.我国已经有理论峰值速度为百万亿次量级的计算机.如何用好这些计算机,真正解决应用问题,发挥计算机的价值,是当前我们面临的最重要的问题之一.由于我国许多应用程序计算规模还较小,每次运行需要的处理器个数有限,所以计算机稳定性问题还不是特别突出.但是,一旦应用程序需要使用数千个处理器时,计算机稳定运行就是一个不可回避的问题.这个问题不解决,高性能计算机就难以完全发挥其能力.

7 结束语

近年来,国际科学计算领域的发展快速,我国科学计算研究的进步也非常可喜.在我国,从事科学计算的研究机构与研究人员越来越多,研究的水平也在逐步提高.但是与先进国家相比,我国长期系统地针对实际应用问题从事科学计算工作的机构与人员不多.而科学计算很重要的特点是应用牵引,实践性强.可以预见,科学计算将在科学发现、经济建设与国防研究等方面发挥越来越重要的作用.要做到这点,需要一大批年轻有为的学者投入到科学计算这个丰富多彩的研究领域.作者特别希望这篇短文对我们的大学、研究生认识和理解科学计算有所帮助.

致谢 在撰写本文过程中,与莫则尧、裴文兵、袁光伟和曹小林四位研究员的讨论使作者获益匪浅.特别是在撰写第四节“科学计算需要的计算机”时,曹小林研究员给予作者很多的帮助与指正,图3也是请他绘制的.在此,向上述4位研究员表示衷心的感谢.

· 物理新闻和动态 ·

深入审视大爆炸的回波

在大爆炸之后45万年,氢离子与自由电子复合,宇宙开始变得透明.我们往宇宙的深处看,最远所能看到的,就是从不透明变成透明的交界面(称为最后散射面).所谓宇宙微波背景(CMB)辐射,正是上述交界面状态的反映.威尔金森微波各向异性探测器(Wilkinson microwave anisotropy probe, WMAP)自2001年夏发射升空以来,已经完成了近7个回合的全天球探测.它所收集到的数据为我们了解早期宇宙提供了可靠的实验依据.

CMB光子与自由电子之间频繁散射(称为Thomson散射),由于投向一个电子的光辐射强度是各向异性的,结果导致了散射光子的偏振.类似的过程也发生在恒星第一次形成(根据对WMAP数据的最新分析,恒星第一次形成的时间大约是在大爆炸之后的4亿年),进而重新电离周围的气

参考文献

- [1] President's information technology advisory committee. Computational Science: Ensuring America's Competitiveness. Report to the President, June 2005(这份报告可以从网上下载,网址:www.parallel.ru/computational.pdf)
- [2] 朱少平.科学计算:基于应用的认识.香山科学会议第329次学术讨论会邀请报告,北京,2008;朱少平.对科学计算的认识.全国青年计算物理会议邀请报告,青岛,2008
- [3] 朱少平,莫则尧.科学计算:一条曲折的必有之路.“高性能计算战略”研讨会,上海,2005;朱少平.高能量密度物理中的科学计算.“高性能计算战略”第二次研讨会,北京,2006
- [4] 佐藤哲也.未来を予測する技術.ソフトバンククリエイティブ株式会社,2007(此为日文书,其中文译名为预测未来的技术.Softbank Creative 股份公司出版,2007)
- [5] Dimitri F K. Advanced Simulation & Computing: The Next Ten Years. In: A Publication of the Office of Advanced Simulation & Computing, NNSA Defense Programs, 2004(这份报告可以从网上下载,网址:asc.llnl.gov/publications/asc_strategy_aug04.pdf)
- [6] <http://www.top500.org/>
- [7] 张林波,迟学斌,莫则尧等编.并行计算导论.北京:清华大学出版社,2006[Zhang L B, Chi X B, Mo Z Y et al. Introduction to Parallel Computing. Beijing: Tsinghua University Press, 2006(in Chinese)]
- [8] Glosli J N et al. Extending Stability Beyond CPU Millennium. In: Proceedings of the 2007 ACM/IEEE conference on Supercomputing. Nevada, 10-16 November 2007(这份报告可以从网上下载,网址:asc.llnl.gov/computing_resources/bluegenel/pdf/kelvin-helmholtz.pdf)
- [9] Jack Dongarra 等编著,莫则尧等译.并行计算综论.北京:电子工业出版社,2005[Jack Dongarra et al. Sourcebook of Parallel Computing. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2005(in Chinese)]

体之后.关于CMB中的光偏振,一方面可以借助于WMAP测得“E-modes”表征(它是某种局地偏振坐标系的平行分量,反映物质密度的涨落);但另一方面,WMAP却难于测量所谓“B-modes”(它表征偏振强度矢量的涡度,与引力波对时空度规的张量扰动相关).

最近,一台旨在搜索CMB中引力波信号的天文望远镜(属于Quijote计划,造价150万欧元)将在西班牙坦纳利佛岛Teide山天文台落成启用.虽然它不直接探测引力波,但可以描绘出真实的CMB光子偏振图,剔除污染CMB中引力波信号的某些噪声(例如,带电粒子在银河系磁场中的轨道运动所产生的污染).预计在未来几年中,Quijote计划将绘制1000幅北部天球的CMB图(在10-30GHz范围内选择5个光波频率).Quijote计划与欧洲空间署(ESA)普朗克卫星计划是互补的,后者将于2009年4月发射.

(戴闻 编译自Physics World, 2008年第12期第11页)

行化”的传统技术途径来实现其并行计算,它们只能发挥数十至数百个处理器核峰值性能的几个百分点(包括并行效率、浮点计算效率),模块化程度较低,较难通过传统的技术改造直接扩展到数千至数万个处理器核.在当前的超高性能计算机上,这些缺陷已经越来越明显,因此,如何在百万至千万亿次超高性能计算机上使用数千至数万个处理器核来运行地球系统模式的各分量模式是当前亟待解决的一个重大技术问题.(2)地球系统模式是一个插拔式的模块化耦合系统,通过一个耦合器把各个子系统联系起来.地球系统模式的结构有点类似微机,耦合器扮演的角色就类似于微机中的主板,而对应各子系统的分量模式就类似于微机主板上的插件.因此,耦合器是地球模拟中最底层的软件平台.由于我们以往都是引进国外的耦合器,没有自己发展耦合器的经验和能力,所以,如何设计合理的体系结构来建成有自主知识产权的耦合器就成为发展我国地球系统模式急需解决的又一个重大技术问题.引进只是权宜之计,是在目前尚无能力开发这一技术的情况下不得已而采取的办法.引进不是目的,而只是途径,是通过引进来提高我国在这方面的能力,决不是永远引进.而技术

问题的解决主要不应该依靠模式专家,而应该依靠高性能计算科学家,应该通过他们与模式专家的精诚合作来解决这一关键技术问题.

参考文献

- [1] 王斌,周天军,俞永强等.气象学报,2009,66,857[Wang B, Zhou T J, Yu Y Q *et al.* *Acta Meteorologica Sinica*, 2009, 66,857 (in Chinese)]
- [2] Zeng Q C, Zhang X H, Liang X Z *et al.* Documentation of IAP two-level atmospheric general circulation model. TR044; DOE/ER/60314-H1, 1989
- [3] Zhang X, Liang X. *Adv. Atmos. Sci.*, 1989, 6, 43
- [4] Zhang X H, Bao N, Yu R C *et al.* *Chinese J. Atmos. Sci.*, 1992, 16(2), 129
- [5] Guo Y, Yu Y, Chen K *et al.* *Theor. and Appl. Climatol.*, 1996, 55, 99
- [6] 吴国雄,张学洪,刘辉等.应用气象学报,1997,8(增刊):15 [Wu G X, Zhang X H, Liu H *et al.* *Journal of Applied Meteorological Science*, 1997, 8(Suppl):15(in Chinese)]
- [7] 周天军,王在志,宇如聪等.气象学报,2005,63,702[Zhou T J, Wang Z Z, Yu R C *et al.* *Acta Meteorologica Sinica*, 2005, 63, 702 (in Chinese)]
- [8] Yu Y Q, Zheng W P, Wang B *et al.* *Adv. Atmos. Sci.*, 2008, 25, 641
- [9] Zhou T J, Wu B, Wen X *et al.* *Adv. Atmos. Sci.*, 2008, 25, 655
- [10] Zhou T J, Yu R C. *Journal of Climate*, 2006, 19, 5843
- [11] Zhou T J, Wu B, Wang B. *Journal of Climate*, 2009, 22, 1159

· 物理新闻和动态 ·

高聚物的热扩散

高聚物是一串由相同分子单元组成的大分子,它们可以具有任意的长度,换句话说,它们可以有着不同的分子量,但却有着相同的性质.这类物质在不均匀温度的溶液中存在着一些奇异的特性.这些奇异特性是分子量较小的短分子链聚集在高温区域,而分子量大的长分子链都处在温度较低区域.当系统中出现热扩散运动时,分子的空间密度分布会随温度变化.高聚物分子的这种行为是一个尚未能解释的物理问题.

最近,法国 Bordeaux 大学的 A. Würger 博士在实验与理论两方面对这个问题进行了研究.在实验上,他采用聚苯乙烯溶解于甲苯溶液中,首先将甲苯溶液的两端保持不同的温度,这样在溶液中就存在着一个温度梯度.甲苯分子是一种球状分子,分子间主要是以范德瓦尔斯的短程作用力发生相互作用.对处于不同温度区域的分子来说,显然在高温处的分子具有较高的热运动速度,因此其扩散漂移较大,而在冷端的分子,它的热运动速度较低,它就会保持在原处且扩散漂移比较小,这样一来,溶液中的温度梯度就会转变为密度梯度的形式.接着再把聚苯乙烯高聚物加入到甲苯溶液中,聚苯乙烯分子间的每个单元苯乙烯分子间也是由范德瓦尔斯力相互作用.若高聚物分子的漂移速度是与它的分子量无关,则在苯乙烯分子间以及甲苯分子间受到作用力时,每个分子是无法区分出作用力是来自于长链分子还是来自于溶剂分子的,但实验显示出,甲苯分子却倾向于漂移到小于 100 的苯乙烯单元长度的高聚物链附近,而单个苯乙烯分子则比较倾向于运动到高温区域.

为了解释这个结果,A. Würger 博士又提出了他的理论设想,他认为应该考虑高聚物链的布朗运动,即苯乙烯分子将在它的平均位置附近作无规漫游,当分子移动到某一边时,它所空出的位置就迅速地由溶剂分子所填充.但这是一个不对称的运动,因为高聚物分子的运动是相互关联在一起而不能自由分散,所以整个分子将向较冷的区域蜿蜒移动.这个无规不稳定的漫步运动使高聚物分子在冷端与热端间存在一个密度差异.对于大分子的链来说,它包含有大量的苯乙烯分子,这些分子间的无规运动将会相互抵消,所以比较长的链更不容易向热端移动.A. Würger 博士将聚苯乙烯分子与甲苯分子的各种参数应用到这个实验中,发现在高聚物分子量分布与温度的关系上,实验结果与理论计算非常吻合.所以这个理论将可以为高聚物按分子量进行连续分离提供极为重要的依据.

(云中客 摘自 Physics Review Letters, 20 February 2009)

education 的人格,我觉得正是这一个衷心的倾向,也正是因为中国是在「直追」的潮流中,一面固然造成格外强你所谓不能兑现的期望,但同时也的确给这种期望留下较大的 scope. 我每看见 Mott 一个人所有的 influence,就有感想. 真是所谓「万人敌」的人,他由早到晚没有一刻不是充份利用. 作自己研究,帮助许多人作研究,organize 各种不同和 Lab 内 Lab 外的专门讨论,参加国家各种 technical committee,款待各种各式工业 inspection 以捐钱;处理系内各事,还时时出国去演讲... 也就是像他这样的少数几个人就支住了整个英国的科学研究. 假如你对科学研究本身还有 faith 的话,能比 build up 一个中国物理研究中心再富于 adventure 和 excitement 的还有什么呢? 我相信你一定多少存有这样的雄图,那么什么事又该能使你 disillusion 呢? 我觉得只要人能把雄心放在超出自己以外的 Abstraction 上,人格的力量立刻就增加,没有 disillusion 只有 fresh challenge. 把 interest 重心一旦倾于个人身上,几乎早晚会觉得这目的太 trivial,一切的 effort 都太不值得. 宗教者,革命者生命的丰富不是在跳出了个人的圈子. 你说吴太太挣扎之 heroic 和 romantic,但是生命仍不得丰富,岂不是因为这种挣扎都只寄在区区的一人,所以连她自己回想,恐怕也只能有一掬 pathetic 的眼泪,而不能有 satisfaction. 这种看法我相信你一定以为正确,你的地位岂不是恰好可以接受这个 positive solution. Consistently 的发展这想法,比方说,successfully 组织一个真正独立的物理中心在你的重要性应该比得一个 Nobel Prize 还高. 同时在这步骤中,devotion to the cause 的心也一定要驾于 achieve 自己地位之上. 因为你说到 disillusion,所以我說我对你的看法和希望不 justify 牠. 想你一定和我会同意吧

没想到把信拉得这么长,好多都是泛论,盼望未使你太腻了. 也许用不著声明,凡是我 preach 的意见都 imply 我自己未能达到或是保持住的,也就是因为自己 fail 于此,才反覆想念,谈论之间就不由脱口而出. 我们觉得 weak,就觉得需要 declare 来坚强自己. 积极和不 self interest 是我唯一的 salvation. 我达不到,所以就喊给人听.

快樂!

昆
四月一日

沒想到把信拉得這麼長的許多泛論,盼望未使你膩了.
也許用不著聲明,凡是我 preach 的意見都 imply 我自己未能達到或是保持住的,也就是因為自己 fail 於此,才反覆想念,談論之間就不由脫口而出. 我們覺得 weak, 就覺得需要 declare 來堅強自己. 積極和不 self interest 是我唯一的 salvation. 我達不到,所以就喊給人聽.

快樂!
昆 四月一日.

图 3 黄昆的信的最后一段

• 物理新闻和动态 •

第一个不稳定的丰中子双幻数核

物理学家找到一种新的“双幻数”核氧-24 存在的证据. 氧-24 核由 8 个质子和 16 个中子组成, 是第一个非常不稳定的双幻数核, 很容易发生辐射衰变. 这一发现除了有助于了解奇特核的结构外, 还可以帮助物理学家更好地理解像中子星和超新星那样的丰中子环境.

已知的不发生辐射衰变的稳定核的中子与质子的幻数为 2, 8, 20, 28, 50, 82 和 126. 但是对于核内质子数与中子数相差非常大的不稳定核的幻数, 人们知之甚少.

科学家们利用德国 GSI 加速器加速的钙-48 原子核轰击一个固定的铍靶, 产生了每秒约 3 个氧-24 原子核的束流, 并使该束流打到一个固定的碳靶上. 由于在靶上的散射, 使氧-24 核失去一个中子, 剩余的氧-23 核被探测到. 通过测量氧-23 核的动量分布, 研究人员推断出失去的中子原来在氧-24 核中的位置, 还推断出氧-24 核内的轨道是如何分布的, 结果证实轨道的分布是球对称的.

氧-24 成为第一个具有一个常规幻数(8 个质子)和一个非常规幻数(16 个中子)的双幻数核. 它也是第一个不稳定同位素双幻数核. 有关论文发表在 Phys. Rev. Lett., 2009, 102, 152501 上.

(树华 编译自 physicsworld.news, 20 April 2009)

格。反观我们的译本，2005 年做出多处修正；最近再看，重印本中仍发现小错。所以我在重印后记中说：“《晶格动力学理论》是黄昆先生建树的一座丰碑，确立了他在固体物理学史上不朽的地位，也是他留给世人最宝贵的财富。面对这样一部辉煌的巨著，译者时时有一种高山仰止、诚惶诚恐的感觉。反复阅读其英文原版，不仅被它的博大精深所折服，也为它的严谨细腻而惊叹。”

再举一个例子：我九十年代初在美国工作时，继续以前与其他同事的合作，作了一个关于热声子在二维结构中弛豫的简单计算。由于自己不是搞理论的，为图方便，就假定了声子的单一模式。后来黄先生不客气地批评说，这是不对的。

最后是严肃的态度。我从国外读完学位回来以后，得到黄昆先生和林兰英先生格外的关照。他们很快推荐我作半导体所副所长，当作接班人寄予厚望。但我没有做好工作，也没有坚持下来。后来黄昆先生和谢希德先生又命我负责筹备在中国召开国际半导体物理会议。我在 1988 年随谢先生一起去华沙赴会，争取到了 1992 年在中国开会的机会，我也被任命为秘书长。但后来由于到美国工作未能及时赶回，只好由王迅先生代替了我的工作，令两位前辈十分失望。每忆及此，愧疚不已！以至于想到黄先生，一个核心的主题就是：愧对严师！

2001 年，香港科技大学授予黄昆先生荣誉理学博

士学位。由于身体原因，黄先生不能亲自赴港接受学位，学校委托张立纲副校长来京主持颁授仪式。这在香港科大是一个绝无仅有的特例，表现了对黄先生作为伟大科学家的极大尊重。在仪式上，我宣读了由我起草的颂词，让我就以颂词中的一段话结束此文，并寄托我的哀思与敬仰：

“从黄散射到黄方程，从黄-里斯因子到‘玻恩和黄’，直到黄-朱模型，黄昆在固体物理学发展史上建树了一块又一块丰碑，他的贡献是属于全人类的，同时也为中华民族争得了荣耀和尊敬。黄昆不仅是杰出的科学家和教育家，更是高风亮节的楷模。他的品德和他的学问同样令人敬仰！”

这里，请允许我附上一张 2004 年春节拜望黄先生时他与我亲切谈话的照片，作为永恒的纪念。



· 物理新闻和动态 ·

开启粒子天文学的新视窗

现代天文观察，实际上已经充分利用了电磁波谱的每一个通道，这包括：射电、微波、红外、可见光、紫外光、X 射线和 γ 射线等。近年来，天文学家特别感兴趣的是来自太空的高能带电粒子，即粒子能量高于 10^{19} eV 的宇宙射线。这是因为，在我们现在的高能物理加速器中，根本无法产生能量如此之高的粒子，甚至无法用现有的物理知识来解释相关的物理过程。在一篇评述文章中，P. M. Bauleo 和 J. R. Martino 介绍了这一领域的新进展。

10^8 eV - 10^{20} eV 的能谱范围内，能量低于 10^{10} eV 的粒子主要来自太阳。这是因为太阳风磁场使那些来自太阳系外能量较低的粒子的路径发生偏折，结果阻止了它们到达地球。至于能量高于 10^{18} eV 的粒子，无论是它的加速过程还是它的起源，都没有一个令人信服的解释。能量在 10^{20} eV 以上的射线粒子极为罕见，每 1000 年每 km^2 大约只有几个。这个特别低的粒子流通量，要求巨大的观测台站。例如，位于阿根廷的 Pierre Auger 天文台是地球上最大的高能宇宙射线观测台，它占地 3000 km^2 ，其中大部分面积以高能粒子探测器覆盖。

能量在 4×10^{19} eV 以上的宇宙射线，不可能无衰减地穿越太空到达地球。它的传播过程主要受宇宙微波背景辐射的影响。在一个相对于超高速运动质子静止的参考系中，温度仅 2.7 K 的背景辐射，看上去就像是能量约 10^8 eV 的 γ “光子海”。如果在静止参考系中，光子的能量大于 150 MeV，产生 π 介子的光散射反应将成为可能。这使得超高能质子无扰动地通过太空的距离减少到大约 1.6 亿光年。

(戴闻 编译自 Nature, 2009, 458:847)

续将思考深入到物质起源和宇宙演化等深层次问题上吧,或许在某个意想不到的物理问题上,太阳会再一次为我们扮演实验室的角色.至于光,关于光的本性我们还有太多太多的不明白,相信对光的理解一定会为我们带来更多的惊奇.

参考文献

- [1] Pasachoff J M. *Nature*, 2009, 459: 789
- [2] 曹则贤. *物理*, 2007, 36: 886 [Cao Z X. *Wuli (Physics)*, 2007, 36: 886 (in Chinese)]
- [3] Einstein A. *Annalen der Physik*, 1905, 322 (6): 132

· 物理新闻和动态 ·

升级哈勃太空望远镜的宇航员又一次起程

为了维修和升级哈勃太空望远镜(HST),2009年5月11日搭载7名宇航员的亚特兰蒂斯号航天飞机从美国肯尼迪航天中心成功点火起飞.这是维护HST的第四次(也是最后一次)载人飞行.这项任务计划用11天完成,总共安排5次太空行走,每次持续6小时以上.原来的广角照相机将被更换,新相机将工作在“从紫外经可见光到近红外”波段.这使得望远镜能够看到更为黯淡和遥远的星系,它们的形成可以早至大爆炸后的5亿年.宇航员还将通过空间行走为HST安装一台新的光谱仪,它将广泛收集观察目标的温度、密度、速度以及化学组成等信息.原有的成像光谱仪需要修理,它工作于紫外和可见光波段,在2004年的一次断电事故中受损停机.此外,另有一台用于巡天观测的先进照相机,也需要修复.它是在2007年的一次电子线路短路事故中停止工作的.修复后,这台主广角相机的分辨率将提高10倍.这次航天飞机载人飞行,原定于2008年10月发射.之所以发射被推迟,是因为2008年9月突然发现HST上的计算机系统出现了问题.当然,计算机故障的排除也是此次飞行的任务之一.

HST是投资最大的天文观测项目之一,到2014年项目终止,总投入将超过60亿美元.HST的运行轨道距地面575km,由于是在大气层外进行观测,加之免除了大型仪器重力变形问题,图像清晰度大大提高.反射式望远镜的主镜直径是2.39m,长度为13.3m,外径为4.3m.1990年4月25日发射进入轨道后,HST姿态不稳并且成像球差大,基本上无法工作.1993年12月两批宇航员先后完成了预定的修复任务.之后,HST传回了一批又一批精美珍贵的照片.其中著名的有:位于大麦哲伦星云中超新星1987A爆发后的遗迹——3个相互穿插的气体光环;类星体由于引力透镜效应而形成的多重影像等.HST的寿命比原计划延长4年,它的成功是当代科技的一个奇迹.2014年HST的接班人——James Webb太空望远镜将发射升空.

(戴闻 编译自 *Physicsworld*. news, 12 May 2009)

超级反弹

当两个物体发生碰撞时,它们的恢复系数(coefficient of restitution, 简称为COR)定义为碰撞后分开时的速率与碰撞前相互接近时的速率之比.一个完全的弹性碰撞,它的恢复系数的值等于1,但大多数宏观物体的碰撞恢复系数都是小于1的,因为它们在碰撞过程中,其初始动能将有一部分转化为热能.例如一个高尔夫球下落到混凝土地面时,它的恢复系数约为0.8,它永远不可能大于1,因为它的部分动能已转化为热能,使小球的温度升高.这样的结果是符合经典的热力学第二定律的.

最近,日本Chuo大学的Hiroto Kuninaka和东京大学的Hisao Hayakawa两位博士进行了一系列计算机模拟,来考虑具有纳米大小的物体在发生碰撞时的变化.他们采用由数百个原子组成的完全相同的两个集团,每个集团以低于热运动速度的速度进行迎面碰撞,这时集团内的粒子被束缚在集团内.作这种模拟时并不需要指定特殊的原子,他们采用的是氩原子的参数,即温度选定为2K,碰撞速率约为10m/s左右.在模拟中,主要是改变集团凝聚力参数,即两个原子间的吸引力以及成团的凝聚力大小.模拟结果显示,对于高凝聚力的集团碰撞后就会黏在一起,像一块粘土一样;而对于凝聚力较小的集团,碰撞后就像撞击台球时,台球会各自分开一样,总的结果都满足恢复系数小于1的结论.但当凝聚力小于某一阈值时,就会出现恢复系数大于1甚至可以达到1.5的程度.这种超级反弹的能量来自于集团的温度,如果把集团的温度提高,还可以激发出更多的振动模式,这些振动会给碰撞带来意外的冲击能量,类似于体操运动员在跳马时能离地高高跃起的状态.

将原子无序运动的能量转变为整个集团的动能是一个熵减少的过程,这是违反热力学第二定律的,但在模拟过程中会出现这个现象的原因何在呢?可能的解释是由于纳米尺寸的物体,它们的热涨落能量是与有规运动能量同数量级的,所以在很少的情况下,热涨落能量可以激发粒子获得高速向外的运动速度,而大多数情况下,热涨落是起着阻碍粒子反弹的作用.因此,从统计的角度分析,平均来看,整个系统的熵仍然是增加的.这两位博士认为,他们的工作将为研究处于空间中的微型尘粒的碰撞给出一些新的思想,同时也为宏观连续体力学与纳米粒子力学之间构建了一定的联系.

(云中客 摘自 *Phys. Rev. E*, March 2009; 原文题目为 *Simulation of Cohesive Head on Collisions of Thermally Activated Nanoclusters*)

超冷分子

大量的原子都是在绝对零度附近结合成为分子的,因此科学家们想要控制化学反应使原子结合成为某些特殊分子,然后可以用它们来制造出新一代具有量子行为的计算机,这就必需考虑如何在低温条件下控制化学反应.原子是各种物质的基本单位,例如塑料、水、空气以及我们人体的各种组织都是由原子组成的分子所构成.要想研究原子和分子的性质,一般要让原子或分子处于低温下,这时才能精确地测定出它们的行为.为了能更精细地研究原子或分子在小范围内所发生的变化,显然是以原子作为对象来研究要比分子容易,因为分子内含有多个原子,它们彼此间有转动和振动所形成的复杂蠕动,有时还存在着分子中的原子发生分裂而使分子解体的情况.总之,一方面要使原子结合成为分子,另一方面又要使结合成的分子具有需要的特性,这就是一个新颖的研究课题.

现在有两个实验室在进行超冷分子的实验,一个是美国 NIST (National Institute of Standards and Technology) 和美国 Colorado 大学合作进行的,另一个是在奥地利的 Innsbruck 大学所进行的实验.他们两个实验室都采用双原子分子,因为它相对比较简单,其实验温度均在 $10-12\text{ K}$ 附近,这是目前物理学上可能达到的最低温度,这也是太阳系内行星间的最低温度.他们所获得的超冷分子都要比过去实验所得到的超冷分子来得稳定,并且其密度也很高,可达到在一立方厘米内有 10 亿多个分子.原子本身是球状的,而双原子分子的形状类似于一个哑铃.

在 Colorado 大学实验室得到的超冷分子是由钾原子与铷原子结合成的分子,它们虽然是电中性的,但电荷的分布并不均匀,正负电荷分别聚集在分子的两端,这种分布使分子成为一个电偶极子,通常水分子就是这种电偶极子型的分子.由于铷化钾分子是属于电偶极子型的分子,就可以方便地用电极来控制,这种性质的分子可选择作为手表、电视等的显示材料.超冷双原子分子的另一个特点是它处于能量的基态,而高密度的特性又使它们在基态上形成一种有利的排列,提供了一种良好的编码环境,利用电极控制可以将信息编码到分子中去.从而为构建量子计算机的微处理器提供了物质基础.

在 Innsbruck 大学实验室所进行的实验是使冷冻的原子不仅可以像气体一样随意的运动,而且可以让它们粘在特定的位置上,类似于将它们放置于一个三维的棋盘上.这种棋盘是由激光束产生的一种陷阱,它可以限制原子的运动并让它排列成一个光学点阵.事实上十字形的激光束使两个铷原子各自安置于一个棋盘方格中.另一种观察冷冻原子在空间中的位置是将其放置于一种特殊的封袋内,封袋的形状类似于超市中放鸡蛋的硬纸板盒.再利用外加磁场将原子配对组成分子,这个实验的目的是让光学点阵中的每一个节点成为一个纳米试管(nano-tube),它的宽度小于百万分之一米,在这样的小范围内,化学反应只能在很少的原子间进行,同时反应可以完全被控制并能将其调整到合适的强度.他们实验中得到的分子不是电偶极子,而是像一块小型磁铁.所以他们得到的分子可以用外磁场来控制,这就开拓了一条用外磁场来控制原子级别化学反应的手段.

总之,两个实验室产生的超冷分子都具有稳定的特性,且生成分子的效率可以达到 90%.超冷分子可以保持在低能基态,使分子处于既无转动,也无振动的状态,这就为它们的应用提供了极好的前景.Colorado 大学的工作将发表在 Science 上,而 Innsbruck 大学的工作将发表在 Phys. Rev. Lett. 上.

(云中客 摘自 Physical Review Letters, 26 September 2008)

两个黑洞束缚成对

星系的中心藏匿着黑洞,如果宇宙结构形成的主流理论是正确的,那么两个黑洞合并的事可能并不罕见.相对于星系与星系的合并长大,在一个星系内,恒星与恒星一般不发生合并;这是因为恒星自身的尺寸与恒星之间的距离相比太小了.最近,来自美国国家光学天文观测台(位于亚利桑那州)的 Boroson 和 Lauer,通过对早期宇宙 17500 个类星体光谱的仔细筛选(原始数据选自 Sloan Digital Sky Survey (SDSS)),辨认出第一个令人信服的紧束缚二元黑洞系统.这一对黑洞的相互间隔仅仅是 0.1 秒差距(1 秒差距 ≈ 3.26 光年),或者说,相互间隔仅仅是黑洞自身视界半径的 1300 倍.我们知道,太阳与它的最近邻恒星(半人马座 α 星)相距 4 光年以上,这个距离竟然是上述黑洞间距的 13 倍.专家认为,黑洞束缚成对例证的发现是对宇宙结构分层(恒星—星系—星系团)成长理论的重要肯定.

在一次星系合并的事件中,引力和动力学摩擦拖拽两个黑洞指向引力势阱的底部.这类势阱通常位于星系团中心星系的“心脏”,例如,位于我们本星系群近旁的室女座星系团(它包含 2500 多个星系)中的质量相当于数十亿个太阳的黑洞.处于活跃生长期的黑洞像是地球上飓风的风眼,按照开普勒定律,随着半径的增加,黑洞周围气体旋转的风速应减小. Boroson 和 Lauer 正是利用这一规律,通过光谱分析的间接方法,辨认出上述如此接近的两个处于活跃期的黑洞.从 17500 个类星体光谱中,筛选出一例二元黑洞系统,情况似乎并不普遍.然而,另外有些二元黑洞系统,它们并没有处于上述光谱分析所适用的类星体相.这类处于正常星系中的束缚成对的黑洞,同样会引起时空弯曲;而它们一旦进入合并过程,巨大的轨道能量损失将转换成引力波辐射.在现有科技水平上,引力波辐射只能通过双黑洞轨道运动的演化来研究.而后者,可借助于正在发展的空间设施 Laser Interferometer Space Array (LISA)来探测.

(戴闻 编译自 Nature, 2009, 458: 40; 53)