

细胞生长与基因表述间的关系

如果有丰富的营养,细菌将按指数规律生长;如果只给少量的营养或低质量的营养,细菌的生长就会非常缓慢.所以在这种可调控的生长背后存在着一个复杂的分子路径的互连网络,对它们进行阐述是生物学的一个重要课题.美国加州大学圣地亚哥分校(简称为 UCSD)的 Terence Hwa 教授和他的同事们另辟蹊径,他们在实验的基础上,以细菌生长率、营养物的质量和细菌中的 RNA 与蛋白质比例间的关系建立了一个数学模型,这样可以在不知道具体细菌等细节的条件下,精确地模拟某些复杂的生长过程.细菌中的 RNA 与蛋白质比例是由实验直接测定的,这是一个很重要的参量,因为所有蛋白质都是由富含 RNA 的核糖体所组成.在细胞中,核糖体愈多,细胞生长繁殖得愈快. Terence Hwa 教授的研究组在他们的模型中所提供的数学关系都非常简单,而且都是线性的.这些关系反映了细胞在生长时是如何分配它们的资源.在营养丰富的环境下,细胞可以消耗代谢蛋白质来合成核糖体;相反,在营养缺乏时可以消耗核糖体来合成代谢蛋白质.这两类生物分子间的平衡决定了细胞的生长率.为了能在更广泛的参数空间内试验他们的模型,研究组观察了两种类型的突变体:一类是它们的核糖体转变得非常慢;另一类是核糖体会过度地生长一些无用的蛋白质.对这两类突变体,UCSD 模型都能适用.因此 Terence Hwa 教授认为,他们的模型可以与电学中的欧姆定律相比,因为欧姆定律可以帮助科学家们设计各种电路,却并不需要知道各种导体的能带结构.在要求给出某种特定的突变体时,UCSD 模型就非常有用,这在制造麻醉药物以及其他有用的化学品时将会发挥很大的作用.

Physics World 揭晓 2010 年物理学 10 项重大突破

(1) 反氢原子研究的成功:2010 年 11 月下旬,ALPHA 国际合作组宣布他们将 38 个反氢原子俘获在阱中长达 170ms 之久.这么长的时间足够对反氢原子的光谱特性进行详细的测量.仅仅几周以后,在 CERN 的 ASACUSA 合作组宣布,他们在产生适合做光谱研究的反氢束流方面获得重要突破.这两项突破性进展使得首次对反氢原子能级进行详细研究成为可能.反氢原子与普通氢原子能级之间任何微小的差别都可以揭示电荷-宇称-时间(CPT)对称性的破缺,解开物理学中最大的谜团——为什么宇宙中物质比反物质多得多?

(2) 太阳系外行星大气层光谱测量:加拿大和德国的天文学家首次直接测量了太阳系外的一颗行星大气层的光谱.加拿大 Toronto 大学的 Markus Janson 及其同事,使用欧洲南方天文台(ESO)的特大望远镜(VLT)研究了太阳系外行星 HR8799 的大气层,该行星距离地球 130 光年.虽然这颗行星没有显示出具有生命的迹象,但是进行这种测量的能力是向着在宇宙中其他地方寻找生命迈进的重要一步.

(3) 在可见物体中看到量子效应:为检验“薛定谔之猫”的佯谬,美国 California Santa Barbara 大学的物理学家观察了可用肉眼看到的宏观物体中的量子行为. Andrew Cleland 等通过将共振器冷却到 0.1K 以下的温度,以减低共振器中振动的振幅.这样,他们能产生共振器的一种叠加态——激发态和非激发态同时存在的状态.这类似于“薛定谔之猫”实验中的猫同时是死的又是活的.首次进行的这类实验有助于弄清经典与量子世界之间的边界.

(4) 大物体的可见光外罩:George Barbastathis 和他在美国 Massachusetts Institute of Technology 及新加坡大学的同事,研究出 2 维的毫米大小的不可见的外罩,它可以将宏观的物体在可见光下隐形.同时,Shuang Zhang 及其在英国的 University of Birmingham, Imperial College 和丹麦的 Technical University of Denmark 的同事,宣称所研制的外罩可将毫米尺寸的 3 维物体隐形.与其他大多数使用人造超颖材料(metamaterial)的外罩不同,上述两组科学家使用的材料是天然方解石晶体.

(5) 第一个声激光:英国 Nottingham 大学的 Tony Kent 所领导的小组和美国 Caltech 的 Ivan Grudinin 领导的小组分别独立地首次实现了声激光.声激光发射相干的声波,类似于激光发射相干的光波.其中英国的装置发射约 400 GHz 的声波,美国的装置发射兆赫范围的声波.当声激光穿过大多数材料时,可获得材料的纳米结构的 3 维图像.

(6) 光的玻色-爱因斯坦凝聚:许多物理学家认为,光的玻色-爱因斯坦凝聚(BEC)是不可能实现的.但是德国的一个研究组实现了光子的玻色-爱因斯坦凝聚.当全同的玻色子冷却到所有的粒子都处于相同的量子态时,便形成玻色-爱因斯坦凝聚.虽然光子是最普通的玻色子,但是由于与其他物质相互作用时很容易产生或消灭,因而将光子冷却成凝聚态是非常困难的. Bonn 大学的 Martin Weitz 等通过用激光不断对 BEC 补充光子,克服了这一困难.除了实现了光子的 BEC 外,这项进展还有益于提高太阳能电池的性能.

(7) 人类可以感知的相对论性:在美国 National Institute of Standards and Technology (NIST)的科学家 Lames Chin-Wen Chou 和他的同事演示了人们可以看到的相对论效应.他们使用两个世界上最精确的钟,其中一个放在另一个之上仅仅 33cm,结果显示上面的钟的时间流逝得更快.他们还演示了以 35km/h 的速度做相对运动的两个钟当中,运动速度较慢的钟的时间变慢.虽然这一实验在物理上无任何突破,但是表明在人们日常生活的距离和速度上可以看到爱因斯坦的相对论原理产生的效应.

(8) 实时动感全息图:美国 Arizona 大学的 Peyghambarian 和他的研究组,发明了一种对激光反应非常快的光折射聚合物屏幕,向着实现实时的动感全息图迈进了一大步.利用这种技术,影片“星球大战”中令人惊叫的特技镜头便可真实般地显现.

(9) 质子比我们想象的更小:物理学家已经对质子测量了 90 多年,所以你一定认为质子的大小已经确知了.但是今年 Max Planck 量子光学研究所的 Randolph Pohl 领导的国际合作组,发现质子比原来认为的要小约 4%.他们是通过研究氢的 μ 原子得到这一出乎意料的结果的.氢的 μ 原子是普通氢原子中的电子被重得多的 μ 子取代得到的.这一发现意味着物理学家需要重新考虑如何应用量子电动力学理论,甚至理论本身需要做较大的修正.

(10) CERN 实现了里程碑式的碰撞:2010 年 3 月,CERN 的大型强子对撞机(LHC)上的物理学家首次实现了 7 TeV 的质子-质子对撞,这是粒子加速器从未达到过的.此外,同年 11 月,在成功地再现了宇宙大爆炸后的状态的实验中,LHC 准确地进行了 Pb-Pb 的对撞.这两轮实验产生了丰富的实验数据,物理学家们正忙于对这些数据进行分析.

(树华 编译自 *Physics World News*, Dec 20, 2010)

石墨强度的高与低

自从 2004 年 Andre Geim 与 Konstantin Novoselov 两位科学家第一次对石墨进行淘金式的研究后,许多人都追随其后进行研究,使石墨的生产成倍地增加.在石墨的各种特性中,最突出的特性是它具有约 100GPa(1GPa=10⁹Pa)的拉伸强度,这个拉伸强度要比钢的拉伸强度大 40 倍左右.利用成熟的工业技术,用化学气相沉积方法生成的无缺陷石墨片,存在着由晶界分隔开的微晶.

最近美国布朗大学的 R. Grantab 和 V. Senoy 博士以及美国德州大学的 R. Ruoff 博士共同对石墨强度问题进行了计算机模拟研究.他们发现,一片具有高位错的石墨晶片,它的拉伸强度要比稍有位错的石墨片大.通常位错晶界是由 5—7 个组合环重复地组成,并被六角环所分隔.在模拟时,主要计算石墨片的应力—应变曲线作为位错的函数,模拟中发现拉伸强度会随着位错角的加大而加大.根据他们的模型,应变断裂常常在 7 个组合环的临界键处开始,临界键的长度会随着位错角的增加而减少,它还与原始材料的应变成正比.在他们的模拟中,让石墨片位错角的值是 28.7°,这时就可出现以 15% 的应变来抵抗达到 95GPa 的应力.显然,不论是科学家还是工程师,有效地控制石墨的缺陷要比制作一个理想石墨晶体容易得多.

(云中客 摘自 *Science*, 2010, 330:946)

空间相干的同步辐射 X 射线桌面源

每次新一代 X 射线装置的出现都会开辟新的科学前沿领域,比如第一批 X 射线照片和 DNA 结构的测定等.如今最高级的 X 射线源能够产生能量高于千电子伏的相干的高亮度 X 射线.预示着在纳米与飞秒量级上对复杂系统成像的一场新的变革.尽管需求很迫切,但是世界上只有少数几台专用的同步辐射装置.造成这种情况的部分原因是由于利用常规(加速器)技术建造的 X 射线源的体积庞大,造价昂贵.英国科学家 Kneip 所在的国际合作组提出使用新一代的激光驱动的等离子体加速器,在短距离上将电子束加速到高能量,来产生具有方向性的空间相干的超快硬 X 射线束.这种技术同时加速和摇摆电子束,使得同步辐射源的大小从几十米缩小到厘米量级.所得到的 X 射线源的亮度比以前报道的等离子体摇摆器高 1,000 倍,因此在各种波段光谱的光源应用方面具有很大的潜力.

(树华 编译自 *Nature Physics*, Published online: 24 October 2010)

探测宇宙原初氢原子的重新电离

在宇宙大爆炸的 40 万年之后,宇宙的充分冷却使得原初氢原子得以形成,这些氢原子充满了早期的宇宙.再经过数亿年,第一批恒星以及星系形成,它们产生紫外辐射,进而将原初氢原子电离成电子和质子.这一过程被称为重新电离,标志着成年宇宙的一次相变.相变何时产生?持续的时间有多长?一直是宇宙学中重要的开放问题.最近,来自美国亚利桑那州立大学的 Bowman 和 Rogers,在 *Nature* 上撰文报道了他们使用探测全天空重新电离的实验新技术进行观察研究的结果——重新电离不是一个突然发生的过程.

Bowman 和 Rogers 使用一台工作于低频的射频天线,测量天空射频信号的绝对强度.宇宙中性氢原子可以发射或吸收波长为 21cm 的光,它是“氢原子核磁矩平行于电子磁矩”与“二者取向反平行”两个能级间发生的跃迁辐射.经历了宇宙膨胀红移以后,我们在地球上接收到相应的信号.一个简单的推理告诉我们:在宇宙被重新电离之后,不会再有氢原子的上述信号来到地球;或者说,更小的红移,波长更短的氢原子信号必将在射频天线接收到的信号中被截断.探测的困难在于背景信号的移除以及射频天线频率响应的标定.主要的干扰来自银河系的射频发射,也来自地球陆地的无线电发射.它们所形成的背景其亮度可能超出 21cm 信号的 1000 倍.在完成了实验的背景拟合以及天线的标定之后,实验者最终达到了预定的目标:有用的残余信号,其强度在数 10mK 水平.

Bowman 和 Rogers 的研究结果表明,重新电离过程是在一个相对长的周期逐步发生的(对应红移间隔远大于 0.1 的时间段).从大爆炸开始,充满宇宙的(质子和电子)等离子体使宇宙成为了一个不透明的黑暗世界.在之后的约 40 万年(相当于红移 200),质子和电子结合成为中性的氢原子,透出的光成为我们今天所看到的宇宙微波背景辐射.2 亿年(红移 25)后第一批恒星以及星系形成,重新电离时期开始.根据这次实验,这一时期大约持续到 大爆炸后的十亿年(红移 6).Bowman 和 Rogers 实验最重要的成果在于关注十亿年后的“后相变”时代:在此后的时间,的确再也看不到游离中性氢原子的 21cm 信号.这意味着重新电离时期已经结束.有专家高度评价 Bowman 和 Rogers 的工作:它耗资很少,却提供了另外一个(平行于干涉仪测量)探测宇宙演化信号的平台.

(戴闻 编译自 *Nature*, 2010, 468:772—773 ;796—798)