

叶菲莫夫态描述了三个粒子形成的一个纠缠态,虽然其中任何两个单独在一起都会互相排斥,但三个粒子同时存在时却能稳定地互相吸引。物理学家叶菲莫夫多年前就在理论上预言了这个奇怪的现象,但直到近年来低温技术得到发展,科学家们才在实验中观测到它。

窥见原子版三体世界中的量子效应

曾有一个叫作 Borromeo 的家族,该家族的纹章上画了三个交错的圆环。对于生活在 15 世纪的这个家族,他们的纹章有很多解释,其中一个就是说这三个圆环代表了 Borromeo 家族和另外两个家族通过姻亲结成的牢不可破的联盟,这个联盟持续了很多个世纪。

物理学上,会称这三个圆环是“纠缠”的。这个

概念也常常用来描述原子或其他粒子。它是指当你拿起这三个物体中任意一个时,另外两个也会跟着一起动;而如果你将任意一个剪掉(移除),剩下两个则会自动分离。若三个原子也是处于这种状态,则称它们处于叶菲莫夫态(Efimov态)。最近,物理评论快报上的一篇文章指出,正如原先的理论预测的那样,叶菲莫夫态是尺度可变的。

叶菲莫夫态:三人成伴,两人不欢

2007年,物理学家们在实验中首次实现了叶菲莫夫态。从原子的角度来讲,叶菲莫夫效应是指向系统中引入第三个原子后,原本互相排斥的两个原子开始强烈地互相吸引的现象。

英语中有一句习语, two is company, three's a crowd,意为“两人成伴,三人不欢”,但微观领域内观测到的现象却和人们常说的相反,三人成伴,两人不欢!

然而,叶菲莫夫效应只能在超冷气体(如铯)中被观测到,所需的温度比绝对零度只高十亿分之一度。这远比外太空的温度(约3K)还低!

叶菲莫夫效应由俄罗斯科学家维塔利·叶菲莫夫提出。1969年时,叶菲莫夫拿到了理论核物理学博士学位,年轻的他大胆自信地提出了一个非常奇怪的预测:在合适的条件下,两两

之间本该互相排斥的三个原子会互相吸引,而且有着无限个束缚态。

他的同事们都认为这个预测有点荒谬,可数学推导证明年轻的叶菲莫夫说的没错。年复一年,理论学家们都在尝试推翻叶菲莫夫的预测,然而他们的努力适得其反,反而一再证实了叶菲莫夫预测的正确性。但问题是科学家还是没能在实验中观测到叶菲莫夫效应,因为观测该效应所需要的技术当时还不存在。事实上,这也是为什么玻色-爱因斯坦凝聚态(BEC)的理论预测与实验实现相隔了那么久的原因。早在二十世纪二十年代,爱因斯坦和印度物理学家玻色就已经预言了该现象,但直到1995年科学家们才第一次在实验中观测到。

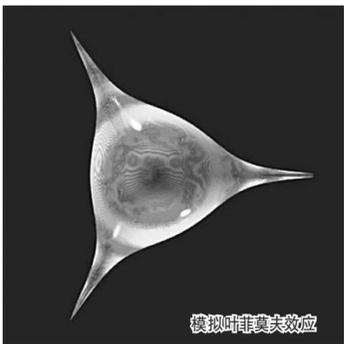
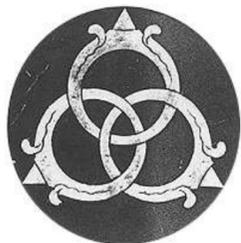
超冷原子气:叶菲莫夫效应的敲门砖

我们都知道所有物质都有波粒二相性。常温下,原子更像一个弹珠,互相碰撞,撞上墙壁也会弹回来。温度越低,原子的速度也越小。当温度足够低,即达到绝对零度以上十亿分之一度时,若原子排列的密度足够大,波的属性就能体现出来了。不同的物质波能够“感应”到对方,并且互相协同,仿佛一个巨大的“超原子”一样。这就是玻色-爱因斯坦凝聚态。

BEC最早由埃里克·康奈尔(Eric Cornell)和卡尔·威曼(Carl Wieman)实现。他们同时使用了激光和磁场来实现对原子的冷却。他们用激光阱冷却了约一千万个铷原子,这些原子由一个磁场囚禁在一起。

但此时原子的温度还是不够低,因此他们又使用了另一项技术——“挥发制冷”技术。该技术控制磁场,精确地将温度最高的原子剔除,这样温度较低的其他原子就可以聚得更紧了。

这三个圆环组成的纹章代表了 Borromeo 家族和另外两个家族的联盟。



食品行业发布诚信宣言维护“舌尖上的安全”

科技日报讯(记者王婷婷)由中国商业联合会主办主题为“诚信·安全·保障——食品企业的社会责任行动公约”的“中国食品安全诚信宣言大会暨首届食品诚信联盟峰会”,14日在北京人民大会堂召开。会上,中国商业联合会负责人安惠民宣读了《中国食品行业诚信倡议书》,参会企业代表举行了食品安全诚信宣誓仪式。

中国商业联合会会长张志刚在大会上致辞说,举办此次食品安全诚信宣言大会,旨在通过加强宣传和舆论导向,激发全社会参与食品安全治理的潜能与活力,最大限度地凝聚共识,调动行业内的正能量,推动形成“守信受益、失信必损”、“一处失信、处处受罚”的市场氛围和“明信知耻、恶恶扬善”的社会道德风气。

秦皇岛海域水质改善 赤潮发生率降低 70%

据新华社讯(记者李俊义)记者从河北省秦皇岛市政府了解到,经过近3年的近海海域环境治理,秦皇岛市海域水质得到明显改善,赤潮发生率降低了70%,海水质量达到国家二类水质标准以上。

2012年起,秦皇岛市开展了北戴河及相邻地区近岸海域环境综合整治,斥资117亿元,对工业污染源、入海河流污染、农业面污染等10项污染进行治理。通过整治工程的实施,建成比较完善的陆海统筹的污染综合防治体系,使陆域污染源得到控制,近岸海域环境明显好转,重点区域的海洋生态系统基本恢复,环境监管和

赤潮发生率降低 70%

应急处置能力进一步提升。

戴河是秦皇岛市主要入海河流之一,是北戴河及相邻地区近岸海域环境综合整治的一部分。2012年至2013年,秦皇岛市投资35亿元对这一流域进行污染综合治理,流域生态环境明显改善,近岸海域水质达到近年来最好水平。环保部门监测,北戴河近岸海域环境质量总体良好,2013年一类水质比上年增加772平方公里。

海水水质的不断改善,为海洋生物的生长提供了有利条件。截至目前,秦皇岛市近海渔业资源总量提高了20%以上,渔业生产保持稳定增长态势。



实验观测,温度到底要多低?

1999年,激光冷却技术的先驱者——诺贝尔奖得主朱棣文开始在斯坦福大学尝试实现叶菲莫夫态。但即使将温度降至百万分之一开尔文,样本的温度还是太高了。

最后挑战成功的是澳大利亚物理学家鲁道尔夫·格里姆(Rudolf Grimm)。2005年时,他在西雅图的一个研讨会上遇到了叶菲莫夫。产生了验证叶菲莫夫效应的兴趣。格里姆在因斯布鲁克大学(University of Innsbruck)的小组将三个铷原子放置于真空中,并用激光制冷技术和挥发制冷技术将温度降至接近绝对零度的华氏-459.6 F(译注:约等于-273.1111°C)。

这里用到的技术几乎和实现BEC所用的一模一样。假如BEC没有在过去十年风靡物理学界,叶菲莫夫的奇怪预测可能一直都没法验证了。

在和叶菲莫夫相遇后的一年内,格里姆的小组就在实验室中观测到了叶菲莫夫效应。他们用的一个小技巧就是将气体控制在刚好快凝聚的边缘状态,不让他进入BEC态。实验结果最令人激动的一点可能是人们发现叶菲莫夫效应具有普适性——任何三个粒子在超低温下都可能出现叶菲莫夫态。因此很自

亚原子尺度上操控物质最根本属性或能实现

假如你一直读到了这里,你可能会思考:“这些关我什么事?”这是凝聚态物理学家们常常碰到的问题。相对于别的工作,例如希格斯粒子或者某种奇异中微子的发现,他们的工作不太能够得到媒体的青睐,获得公众的注意。

叶菲莫夫态的最新研究确实很难引起公众的兴趣,很大一部分原因是因为很难说这个工作除了验证了理论预测,并启发人们去用超冷气体研究奇怪的少体系统以外还有多大意义。不

暂时不要期待叶菲莫夫态能使 iPhone 进化

畅想完毕,还有一个现实问题,要达到可以操纵基本属性的物质状态,需要接近绝对零度的温度才可以,而这依赖于如激光阱一类的最前沿技术。所以暂时还是不要期待叶菲莫夫态能够让你的 iPhone 进化。BEC现象也是一样,这里引用查德·欧泽(Chad Orzel)在2011年的一段话:

“目前原子 BEC 系统的最主要应用还是在基础研究领域,而且在相当一段时间内都会如此。有时你会听到人们把 BEC 当作一种印刷工具,或是类似的东西。但事实是,短期内 BEC 都不会有什么商业应用价值,因为太难生产了。目前还没有什么方法可以将 BEC 的产生速率提高至可以商业使用的程度。因此, BEC 的大部分应用还是会局限于科学研究领域。”

国内治疗眼底黄斑变性药物不再依赖进口

科技日报讯(都明)日前,国家“‘十一五’重大新药创制”专项成果发布会——康柏西普眼用注射液上市中国行活动在北京上海广州成都四地成功举办。康柏西普是我国自主研发的治疗眼底黄斑变性的国家生物一类新药,也是国家实施“创新驱动发展”重大战略决策的代表性成果之一。它被专业新闻媒体评估为2013年度CFDA批准新药中最具含金量的产品。

西藏陆生野生动物资源调查中发现雪豹

据新华社讯(记者刘洪明)记者从西藏自治区林业调查规划研究院获悉,由自治区林业调查规划研究院与国家林业局中南林业调查规划设计院组成的调查组,日前在昌都地区类乌齐县发现并拍摄到了一只国家一级保护动物——雪豹,这一发现对野生动物保护具有重要意义。

自治区林业调查规划研究院院长朱雪林介绍,雪豹当时潜伏在海拔4600米左右的陡峰处杜鹃丛中,调查组工作人员通过影像分析得知,这只雪豹体长80—100厘米,尾长70—80厘米,体重40—60公斤,是一只3—5岁左右的成年雪豹。

记者了解到,雪豹善于伪装,生性机警,动作迅速,在调查中拍摄到照片和视频实属难得。为进一步了解这一区域雪豹活动情况,调查小组已选择合适控制点,架设了多台先进的红外线自动数码相机,希望获取更多雪豹活动的信息。

然的,该发现开创了一个对物理学家而言令人激动的新领域:相互作用的少体系统(仅有三个或四个粒子的系统,如原子核)的量子物理。其原因是相对于别的现象,叶菲莫夫态是研究“少体系统”的上佳素材。

2010年,格里姆的学生 Cheng Chin 成功观测到了一个混合叶菲莫夫态。这个系统同时包含了低温下的铷原子和锂原子。不过物理学家们最想看到的其实是叶菲莫夫当年预测的另一个现象:所谓的“叶菲莫夫三聚体”应该可以在更大尺度上出现。因斯布鲁克大学的研究组找到的是最小尺度的叶菲莫夫态,按叶菲莫夫的计算,下一个尺度应该能达到22.7倍大。

为什么这个现象这么难观测到呢?是因为尺度的变化还会带来别的影响。当系统的温度高于叶菲莫夫三聚体的结合能时,三聚体将立刻分离开来。这意味着想要得到第二小的叶菲莫夫三聚体,所需要的温度还得更低,至少也得是原来的五百一十五分之一才行(临界温度和尺度因子的平方成反比)。因斯布鲁克大学的研究组利用一种新的阱,做到了这点。他们测得的尺度系数是21.0,和叶菲莫夫的预测值十分接近。

过实际上,该发现很可能加深物理学家对量子力学的理解。

而且完全掌握叶菲莫夫效应很可能让人在亚原子尺度上操控物质最根本的属性。若是如此,科学家们将有可能史无前例地控制并创造各种神奇的分子。受人追捧的纳米技术其实一直以来就是在摆弄物质的属性。假如类似的研究可以拓展到量子层面,这意味着人们甚至可以染指原子之间的相互作用。

我觉得同样的话也适用于叶菲莫夫态。因此假如你觉得这发现索然无味,我也可以理解。不过不管怎么说,这还是挺了不起的一个成就,有时我们也需要为这些不被欣赏的英雄喝彩。他们总是默默在聚光灯照不到的阴影下工作,即使有了重大突破也不受人追捧。他们接下来准备向更难的目标发起挑战,尝试实现第三级的叶菲莫夫态。按目前的速度,他们很有可能在十年内就攻克难关,加油!

撰文:詹妮弗·温莎(Jennifer Ouellette),一名科学作家,她擅长利用敏锐的思维找到物理学和流行文化以及世界之间的奇妙联系。

翻译:李哲
稿件及图片来源:《环球科学》(科学美国人中文版)

新知

90%突变遗传自父亲 年龄越大突变越多

最新一项研究发现,黑猩猩会从父亲身上遗传90%的新突变,而只从母亲那里遗传10%的新突变,这论证了有关突变问题上人类和他们活着的近亲之间存在的差异,并强调了父亲的年龄在进化问题上所起的重要性。

据凤凰科技报道,英国牛津大学维康信托基金会人类遗传学中心(Wellcome Trust Centre for Human Genetics)和荷兰生物医学灵长类动物研究中心的研究人员调查了与人类相比,黑猩猩物种里父亲将突变遗传给后代的风险是否增加了。

在人类身上,每一个单个个体平均会遗传来自父母的70%的新突变。然而,这一比例会受到父亲年龄的影响,更老的父亲可能会产生更多突变,在人类身上每老一岁就会产生两个额外的突变。

突变的风险与父亲的年龄有关是因为男性的精子系会一直分化,而女性拥有的全部卵子在刚出生时就存在。父亲的年龄已经被确定为是导致一系列紊乱疾病——包括精神分裂症和孤独症——的风险因素。

这项研究发现,平均来说黑猩猩从父母身上遗传的新突变数量与人类的相似,但父亲年龄产生的影响相对要更强——父亲年龄每老一岁会导致3种额外的突变。这项研究表明性选择会通过它对男性突变速率的影响而影响进化的速率。

研究作者认为还需要在其它物种上进行更多研究以调查交配行为对突变速率以及雌性突变偏见所产生的影响。这项研究发表在期刊《自然》上。

地球深处存在“海洋” 但“看不见,摸不着”

路透社网站报道,提到地球上存水量最多的地方,你也许会首先联想到大海、极地冰盖。但是,日前科学家公布的最新研究成果显示,在地球深处似乎有水存在的迹象。这部分水位于地幔岩石层,深度在410公里到660公里之间。

令人略有遗憾的是,这部分水既不是液态的,也不是我们通常所熟悉的固态或气态。它被“锁定”在地幔岩层中的尖晶石橄榄石(ringwoodite)和瓦兹利石(Wadsleyite)等矿物质分子结构中。这部分地幔岩层像海绵一样,具备不俗的吸水能力。

西北大学地质学家史蒂夫·雅各布森(Steve Jacobsen)在电话采访中表示:“这部分水的存量或许等于、甚至大于海洋的水量。它将改变我们对地球组成的认识。在这么深的地下位置,它不再以我们熟知的液态形式存在。长达数百公里的岩层压力加之高达1000摄氏度的高温,将水拆解成分子形式。简而言之,就是看不见,摸不着,但它依然存在。”

这一过程发生在地球板块构造运动中。当含有这种水分子的矿物质达到一定深度时,它们会发所谓的“脱水熔化(dehydration melting)”,水分被释放从而形成岩浆。这一过程在浅层地幔中较为常见,是许多火山岩浆的“原料”来源。

相关研究成果发表在期刊《科学》中,科研人员提供了更多证据来证明地幔深处的“过渡区(transition zone)”也在发生同样的变化。这个过渡区位于上层地幔与底层地幔之间。

“纯意念控制” 人工神经康复机器人问世

日前,在天津,“纯意念控制”人工神经康复机器人亮相,演示中国中风导致瘫痪的董阿姨通过“想”,“指挥”自己原本无法动作的肢体“听话”地完成相应动作。

据媒体报道,历时10年,是国家863计划“十二五”国家科技支撑计划和优秀青年科学基金重点支持项目,在复合想象动作信息解析与处理等关键技术取得了重大突破,目前已拥有包括23项授权国家发明专利,是全球首台适用于全肢体中风康复的“纯意念控制”人工神经康复机器人系统,被命名为“神工一号”。

中风瘫痪或者截瘫的患者是因为中枢神经(如脑部)或者周边神经(如四肢)受损,神经通路受阻,大脑无法发出正确指令,或者指令无法传输到周边神经,进而无法“指挥”肢体肌肉收缩,无法正常行动。体验者需要把装有电极的脑电探测器戴在头部,并在患病肢体的肌肉上安装电极,借助“神工一号”的连接,就可以用“意念”来“控制”肢体了。

“神工一号”看似简单、轻巧的机器人系统工作起来却很复杂。它需要首先提取体验者的脑电数据,构建出带有个体特征的意念控制指令的“密码本”。随后通过脑电的异步“脑—机接口”技术模拟中枢神经通路、解码体验者的运动意念信息,进而驱动多级神经肌肉电刺激技术模拟周边神经通路、从而刺激瘫痪肢体产生对应动作。

广东发现“龙蛋共处” 记录“恐龙末日”

日前,中国地质科学院地质研究所研究员吕君昌博士结束了河源恐龙骨骼化石的鉴定和考察。此前多天,吕君昌博士先后前往广东河源滨江大道与新兴路交会处的第8处恐龙化石发掘点以及市区西边与东源县城万绿森天住宅区交界处的第9处恐龙化石发掘点进行实地考察。

据媒体报道,当地考古人员当天在第8处恐龙化石发掘点现场的乱石堆中,意外捡到一枚恐龙蛋化石和部分恐龙蛋碎片以及一块疑似古生物骨骼化石。经吕君昌博士现场鉴定,此枚“恐龙蛋”为白垩纪晚期的恐龙所产。

吕君昌博士称,在河源首次发现乌脚类恐龙骨骼化石埋藏的地方,能同时发现有“恐龙蛋”的现象尚属罕见,截至目前,除广东河源恐龙化石埋藏地之外,中国地科院专家在国内暂未发现在同一地方能有“龙蛋共处”的现象。

吕君昌博士说,这也从说明当年的恐龙在河源境内产蛋或孵蛋过程中,遭遇了陨石、洪水、地震、火山爆发等意外因素的袭击而死亡,从而形成了“龙蛋共处”的史实迹象,吕君昌称,现场捡到的一块古生物骨骼化石,现已排除了恐龙骨骼化石的可能。

雪豹是国家一级保护动物,因常在雪线附近和雪地间活动,被称为“雪山之王”。