



在重离子加速器中进行熔合反应,实现近20年来首次直接合成 科学家成功合成铈的第14个同位素

◎本报记者 颜满斌

超重元素的合成及其结构研究是当前原子核物理研究的一个重要前沿领域。铈是可供合成并进行研究的一种超铀元素,引起了人们极大的兴趣。

近日,科研人员利用美国阿贡国家实验室充气谱仪(AGFA)成功合成了超铀新

核素铈-251。相关成果发表于核物理学领域期刊《物理评论C》。

此次合成铈的新同位素,运用了什么技术方法?合成得到的铈-251,具有什么基本特征?合成的铈-251对于物理、化学等学科的研究来说具有什么意义?针对上述问题,记者采访了这一工作的主要完成人之一,中国科学院近代物理研究所副研究员黄天衡。

不断进行探索,再次合成铈同位素

铈的化学符号为Lr,原子序数为103,是第11个超铀元素,也是最后一个镧系元素。“一般来说,原子序数大于铈的元素被称为超铀元素。”黄天衡介绍。

质子数相同而中子数不同的同一元素的不同核素互称为同位素。同一种元素的同位素在化学元素周期表中占有同一个位置,同位素这个名词也因此而得名。

103号元素由阿伯特·吉奥索等科研人员于1961年首次合成。为纪念著名物理学家欧内斯特·劳伦斯,103号元素被命名为铈。镧系元素是元素周期表ⅢB族中原子序数为89—103的15种化学元素的统称,其中,铈元素在镧系元素中排名最后。

截至目前,科研人员共合成了铈的

14个同位素,质量数分别为251—262、264、266。目前合成的铈的14个同位素中,铈-251至铈-262是在实验中通过熔合反应直接合成的,铈-264和铈-266则是将原子序数更高的核素通过衰变生成的。

目前,铈的化学研究中最常使用的同位素是铈-256和铈-260。科研人员通过化学实验证实铈为镧的较重同系物,具有+3氧化态,可以被归类为元素周期表第七周期中的首个过渡金属元素。由于铈的电子组态与镧并不相同,铈在元素周期表中的位置可能比预期的更具有波动性。在核结构研究方面,受限于合成截面等原因,目前的研究仅集中在铈-255上。然而即使是铈-255,其结构能级的指认目前也还存在争议。

成。由于原子核都具有正电荷而会相互排斥,因此,只有当两个原子核的距离足够近的时候,强核力才能克服上述排斥并

发生熔合。粒子束需要通过重离子加速器进行加速。在轰击作为靶的原子核时,粒子束的速度必须足够大,以克服原子核之间的排斥力。

“仅仅靠得足够近,还不足以使两个原子核发生熔合。两个原子核更可能会在极短的时间内发生裂变,而非形成单独的原子核。”黄天衡介绍,如果这两个原子核在相互靠近的时候没有发生裂变,而是熔合形成了一个新的原子核,此时新产生的原子核就会处于非常不稳定的激发态。为了达到更稳定的状态,新产生的原子核可能会直接裂变,或放出一些带有激发能量的粒子,从而产生稳定的原子核。

在此次实验中,科研人员利用美国阿贡国家实验室ATLAS直线加速器提供的钽-50束流轰击铈-203靶,通过熔合反应合成了目标核铈-251。这个新的原子核产生后,会和其他反应产物一起被传输到充气谱仪(AGFA)中。在充气谱仪(AG-

FA)中,铈-251会被电磁分离出来,并注入到半导体探测器中。探测器会对这个新原子核注入的位置、能量和时间进行标记。

“如果这个原子核接下来又发生了一系列衰变,这些衰变的位置、能量和时间将再次被记录下来,直至产生了一个已知的原子核。该原子核可以由其所发生的衰变的特定特征来识别。”黄天衡说。根据这个已知的原子核以及之前所经历的系列连续衰变的过程,科研人员可以鉴别注入探测器的原始产物是什么。

超铀新核素铈-251不仅是近20年来科研人员首次直接合成的铈的新同位素,也是迄今为止合成的中子数N为148的最重同中子异位素(具有相同中子数的核素),还是利用充气谱仪(AGFA)合成的首个新核素。目前的实验结果表明,铈-251具有 α 衰变性,可以发射出两个不同能量的 α 粒子。

拓展新的领域,推动超重核理论研究

由于形变,若干决定超重核稳定岛位置的关键轨道能级会降低到质子数Z约等于100、中子数N约等于152核区的费米面附近。对于这一核区的谱学研究可以以现有描述稳定岛的各个理论模型进行严格检验,从而进一步理解超重核稳定岛的相关性质。由于上述原因,对于这一核区的谱学研究是当下探索超重核结构性质的热点课题。

此前的理论模型均无法准确地描述这一核区铈的质子能级演化,相关的实验数据十分有限。“本次实验的初衷为把铈的结构研究进一步拓展到非质子区,尝试

开展系统性的研究。”黄天衡表示。

研究表明,形成超重核稳定岛的关键质子能级在铈的丰质子同位素中存在能级反转现象。此外,研究人员还通过推转壳模型下粒子数守恒方法(PNC-CSM)较好地描述了这一现象,并指出了 ϵ_1 形变在这一核区的质子能级演化中起到的重要作用。

“此次研究指出了 ϵ_1 形变在铈的丰质子核区的质子能级演化中起到的重要的作用,对现有的理论研究提出了新的挑战,将推动超重核领域相关理论研究的进展。”黄天衡说。

新知

打破变换光学理论限制 遗传算法助力隐身器件设计

科技日报(记者符晓波)近日,厦门大学物理科学与技术学院陈焕阳教授团队提出了运用遗传算法设计隐身器件的方案,并成功设计出可作用于微波频段和太赫兹频段的隐身器件。相关成果发表于《物理评论E》。

隐身是指物体对人眼或电磁探测不可见的现象。随着变换光学理论不断发展,科研人员通过操纵光和物质相互作用来实现物体隐身逐渐成为可能,但要想在现实中设计出完美的隐身器件,仍存在巨大挑战。

此次研究中,科研人员将人工智能算法与传统电磁理论相结合,通过机器学习来探索光子器件的隐身性能,在最小化人为干预前提下,找到了针对多种散射体隐身器件的设计最优解。

“我们用到的设计隐身器件的遗传算法是一种受到生物进化启发的学习方法。该算法通过模拟自然进化过程搜索最优解。”陈焕阳表示。该研究将隐身器件的最小化散射截面设为优化目标,将隐身器件的几何结构、材料及工作波长这些变量定义为遗传算法中的个体染色体。优化过程从随机生成由隐身器件组成的种群开始,通过解析计算每个隐身器件对应的散射截面,运用遗传算法进行选择、交叉和变异等操作,选择最优个体参与下一代繁殖,并重复该过程直至找到全局的最优方案。

研究人员用该方法分别设计了可作用于微波频段与太赫兹频段的双层圆柱隐身器件。仿真过程显示,随机初始化的隐身器件一般散射较强。随着进化过程的进行,散射逐渐变弱最终实现了隐身。此次研究发现,六角氮化硼、射频材料等天然材料及其层状结构能实现多频甚至宽频隐身。此外,研究还首次发现双色散材料或双曲超材料也能实现隐身,突破了此前变换光学的认知。

此次研究的成果打破了变换光学理论对于隐身器件设计的限制,为设计多频甚至宽频隐身器件提供了较为高效而实用的方法,有望加速推动隐身器件从理论走向应用。

南海西南次海盆扩张新模型显示 其粗糙度低于同扩张速率洋盆

科技日报(记者张盖伦)近日,中国科学院南海海洋研究所边缘海与大洋地质重点实验室团队在南海西南次海盆扩张过程的研究上取得了最新进展,确定了其扩张年代,获得了更精确的扩张速率数据,并得出了海盆扩张的新模型。相关研究发表于地学期刊《冈瓦纳研究》。

此次研究中,研究人员通过近海底深拖磁力探测,识别出南海西南次海盆磁条带存在许多小的磁极倒转事件。经与船磁和航磁数据分析对比,结合国际大洋发现计划(IODP)钻井资料约束,研究人员确定了西南次海盆的扩张年代为距今2100万年到1500万年之间(21Ma—15Ma),获得了更精确的海盆扩张速率为26毫米/年—46毫米/年。科研人员在该区还发现了海盆扩张从对称向不对称转换等相关现象,并通过分析粗糙度与扩张速率规律,给出了海盆扩张新模型。

新模型研究结果表明,相比于其他扩张速率相同的洋盆,南海西南次海盆具有更低的粗糙度。研究人员结合海地地震仪(OBS)实地探测数据,指出西南次海盆的岩浆供给高于正常水平。研究人员认为,南海西南次海盆扩张脊南部板片的粗糙度可能受到断块影响,而北部板片的粗糙程度则主要受岩浆作用影响。研究人员还指出,在中等缓慢扩张速率下,南海西南次海盆的海底扩张倾向于为轴向高和轴向谷之间的过渡类型。

此次研究提出了一种低纬度深而窄的非活动型海盆磁条带识别技术方法,对于认识海底扩张过程的岩浆活动乃至研究地球演化规律,有较为重要的意义。

空间复温技术结合封装新方法 实现小鼠卵泡高质量低温保存

科技日报(记者吴长锋)近日,记者从中国科学技术大学获悉,该校信息科学技术学院教授赵刚与生命科学学院教授史庆华、安徽医科大学附属第一医院生殖医学中心教授曹云霞合作,基于结构仿生和空间物理场的协同抑冰效应,成功实现了小鼠卵泡的高质量深低温保存。相关研究成果日前发表于国际期刊《自然·通讯》。

卵泡是卵母细胞发生、发育的基本功能单位。研究卵泡的低温保存方法,对于解决与生育力降低相关的诸多问题具有较为重要的意义。然而,现有的卵泡低温保存方法,因其所用低温保护剂浓度过高、毒性过大,因而导致操作繁琐且保存效果不佳。

此次研究中,由赵刚领衔的低温生物医学研究团队开发了基于协同抑冰策略的小鼠卵泡低浓度低温保护剂玻璃化保存方法。研究团队将磁热和光热空间复温技术与水凝胶封装结合,实现了协同抑冰,将渗透性保护剂的浓度降低了75%。

其中,空间复温技术可有效提升复温速率和温度分布的均匀性,抑制复温过程可能出现的反玻璃化或重结晶现象,避免过大的细胞损伤。水凝胶封装既可以提供关键生化和力学微环境的调控,有力支撑复温后小鼠卵泡的3D培养体外发育,又可以提供结构仿生低温保护,减少毒性低温保护剂的需求,还可以实现卵泡与外界磁热和光热材料的物理隔离,提高生物安全性。

经此方法保存的卵泡,冷冻复苏后其存活率提高了约三分之一。经此方法保存的卵泡在经体外3D培养后,可成功排出成熟的卵母细胞。该卵母细胞在进一步体外受精,并移植到代孕小鼠体内后,代孕小鼠可产下健康的子代小鼠。

此次研究建立了一个集微封装、冷冻、复温和3D培养的一体化平台,为卵泡的保存和充分利用提供了一套独特的解决方案。

本版图片由视觉中国提供

通过熔合反应,形成新的原子核

铈和其他原子序数大于100的超铀元素一样,无法通过中子捕获生成。目前铈只能在重离子加速器中通过熔合反应合

EB1蛋白相分离特征影响细胞分裂命运抉择机制被阐明

细胞命运可塑性受生物大分子凝聚态调控

◎本报记者 吴长锋

细胞分裂是指活细胞增殖及其数量由一个细胞分裂为两个细胞的过程,分裂前的原始细胞是母细胞,分裂后形成的新细胞是子细胞。对于单细胞生物来说,细胞分裂代表着其个体的繁殖。而对于包括哺乳动物在内的多细胞生物来说,细胞分裂是个体生长、发育和繁殖的基础。长期以来,对于细胞分裂的研究受到了学者们的广泛关注。

近日,中国科学技术大学细胞动力学

教育部重点实验室姚雪彪、刘行联合团队的研究阐明了EB1蛋白相分离特征调控纺锤体动力学与细胞分裂命运抉择的物理、化学机制,向解析生物大分子凝聚态调控细胞命运可塑性理论研究迈出了重要一步。研究成果发表于国际学术期刊《自然·细胞生物学》。

解析细胞分裂的微管动力学机制

细胞是生物体基本的结构和功能单位,也是生命活动的最小功能单元。细胞

的形状多种多样,主要由细胞核与细胞质构成,表面有细胞膜。以蛋白质、核酸、多糖等为代表的生物大分子通过构筑形态与功能各异的区室,精准催化生物化学反应,调控细胞的稳态与增殖质量。细胞骨架即真核细胞中的蛋白纤维网络结构,是细胞区室化的物质基础。细胞时刻都面临保持现有的身份和状态,还是转变成另一种身份和状态的抉择。这种身份和状态的维持或变化受到细胞内外各种因素的调节。各种细胞内外因素的相互作用使得细胞的命运具有可变和转换的特征,这也就是细胞命运的可塑性。

此前,国外学者在解析家族性直肠癌基因APC突变体功能易感性时,发现了直肠癌基因APC的重要调控蛋白EB1。然而,由于人类基因组约有1000种含SxIP基序蛋白,EB1是如何招募众多的APC类蛋白与动态变化的 β -微管蛋白结合,一直是细胞生物学、生物物理学与分子病理学领域尚未得到解答的问题。

中国科学技术大学细胞动力学研究团队在解析细胞分裂微管动力学机制时,于2009年发现并克隆了一个新颖的EB1结合蛋白TIP150。EB1结合蛋白TIP150含有典型EB1结合蛋白基序SxIP,负责招募微管解聚酶MCAK,在动态组装微管的正末端形成催化区室。在此基础上,中国科学技术大学细胞动力学研究团队在2012年采用单分子

技术TIRFM与FRET,解析了EB1与TIP150的动态作用机制与化学基础。

揭示相分离特征与凝聚态的物质基础

在上述研究的基础上,姚雪彪、刘行联合团队在此次研究中利用活细胞光敏定位超高分辨显微成像与荧光蛋白互补策略,阐明了柔性区域碱性氨基酸在EB1二聚化与调控微管动态性的功能。姚雪彪、刘行联合团队利用多色单分子分析、非天然氨基酸嵌入与三维类器官多尺度成像等方法,揭示了EB1第66位赖氨酸动态巴豆酰化修饰与微管结合的动态调控机制,及其对细胞分裂纺锤体定向稳定性维系的作用机制。

此次研究中,姚雪彪、刘行联合团队发现了EB1蛋白在活细胞动态微管追踪过程的液滴表征,结合超高分辨成像技术,揭示了EB1蛋白的相分离特征与凝聚态的物质基础,并解析了相分离驱动EB1蛋白的微管正端追踪功能。

此次研究阐明了EB1蛋白相分离特征调控纺锤体动力学与细胞分裂命运抉择的物理、化学机制,对于解析生物大分子凝聚态调控细胞命运可塑性理论具有较为重要的意义,或将助力相关领域的研究进一步深入。

