

1月15日,中国科学院研制的“大连光源”发出世界上最强的极紫外自由电子激光脉冲,单个皮秒激光脉冲产生140万亿个光子,成为世界上最亮且波长完全可调的极紫外自由电子激光光源。

大连光源： 给分子原子“拍电影”

本报记者 李大庆

又一项“世界之最”的科学工程在中国诞生了。日前,由中国科学院大连化学物理研究所(下称大连化物所)和上海应用物理研究所(下称上海应物所)联合研制的极紫外自由电子激光装置——“大连光源”,发出了世界上最强的极紫外自由电子激光脉冲,单个皮秒激光脉冲

包含了140万亿个光子。从去年9月底安装完成首次出光之后,经过3个多月的调试后,总长100米的大连光源终于成为了世界上最亮且波长完全可调的极紫外自由电子激光光源。那么这台自由电子激光装置是干什么用的?它为什么能产生如此的强光?

独门绝技

能让分子原子“无处遁形”

“随着人类对自然界的认识不断深入,我们已经知道与人类生活息息相关的很多物理和化学过程在本质上都是原子和分子过程。”中科院大连化物所分子反应动力学国家重点实验室研究员戴东旭举例说,比如臭氧层空洞的形成涉及到大气上层臭氧分子(O₃)的淬灭机制,雾霾的形成涉及到污染物分子(SO₂、CO等)聚集过程,燃烧过程涉及到氧原子或氧分子与其他分子的反应等一系列过程。要控制或利用这些物理和化学过程,我们就需要在实验室里研究这些过程所涉及到的原子和分子的反应机制,因此就需要精确且高灵敏地探测所涉及到的原子和分子。

自由电子激光光源提供了高亮度的光源,能够用来精确且高灵敏度地探测原子和分子。近代物理证明,光的本质是电磁波,同时也是粒子,光子本身带有能量,波长越短,光子的能量就越高。可见光的波长大致处于400—700纳米之间(1纳米等于10亿分之一米),其光子能量可以刺激人的视觉细胞产生信号,而波长小于可见光的紫外光因为光子能量高,就会对人体产生危害,比如UVA(320—400纳米)和UVB(270—320纳米)紫外光。而当波长短到100纳米左右时,一个光子所具备的能量就足以电离一个原子或分子而不会把分子打碎,这个波段的光称为极紫外光。

不仅能拍照,还能“拍电影”

“由于在科学实验中,需要探测的原子或分子数量可能非常少,存在时间也非常短,普通的极紫外光源无法满足这个需求,必须要有高亮度的极紫外光源,即极紫外激光。”戴东旭说,极紫外光具有的能够电离几乎所有的组成普通物质的原子和分子的特性,使得它无法在普通物质(包括空气)中传播,只能在真空中传播,所以极紫外光也称为真空紫外光。因此,极紫外激光无法在普通物质中产生和放大,只能在“特殊物质”中产生,这个“特殊物质”就是脱离原子核而单独存在的自由状态的电子。

值亮度相当于第三代光源的百亿倍。与以前我国研制的极紫外光源相比,大连光源不仅能够像以前的光源那样给分子原子拍照片,而且能给分子原子“拍电影”。它是一个动态的研究工具,能解决分子动力学的许多问题。大连光源的光子能量并不是最高的,但对研究分子、原子化学反应动力学来说却是最合适的——它有极紫外波段最亮的“闪光灯”,有超快的“快门”,其出光脉冲长度能达到飞秒和皮秒量级。大连光源是我国第一台大型自由电子激光科学研究用户装置(而非样品机),是当今世界上唯一运行在极紫外波段的自由电子激光装置,也是世界上最亮的极紫外光源。

实验平台

可用于下一代EUV光刻技术

自由电子激光是国际上最先进的新一代光源,也是当今世界发达国家竞相发展的重要方向,在科学研究、先进技术、国防科技发展中有着重要的应用前景。先进自由电子激光的发展在前沿科学研究中发挥着越来越重要的作用,

特别是近10年来,自由电子激光技术的发展和突破为探索未知物质世界、发现新科学规律、实现技术变革提供了前所未有的研究工具。

“我们希望大连光源这台自由电子激光装置能够推动我国基础科学研究的发展,推动我



1月13日,中科院大连化学物理研究所科研人员在调试“大连光源”仪器设备。新华社发

国分子科学、化学、能源等学科和技术的发展。”大连化物所副所长杨学明院士表示。近几十年来,半导体芯片技术的快速发展主要依赖于激光光刻技术。而高强度的短波长

光源是推动半导体器件向更小尺寸发展的关键。大连光源能够提供最低50纳米波长的极紫外光源,可以用于下一代EUV光刻技术的基础性研究。

助力洁净能源与大气机理研究

“能源是制约我国未来发展的最为重要的因素之一。要解决我国未来的能源问题,我们一方面要更加有效地利用现在已有的能源;另一方面也要发展新的洁净能源。”中科院大连化物所张未卿研究员说,要达到这两个重要的目标,与能源相关的物理化学基础研究是非常关键和重要的研究领域。当今世界90%的能源需求都是由燃烧提供的,随之而来的就是产生了大量的污染。科学家需要对燃烧化学的反应机理做深入研究,进而为提升燃烧效率减少污染提供理论支撑。提高燃烧效率是燃烧化学的主要研究内容,并且也是提高能源利用效率和降低环境污染的根本要求。

这个冬天肆虐全国多个地区的雾霾成了全社会关注的热点。严重的霾天气从华北逐步蔓延到西北东部和华中地带,给人民群众的健康带来了极大的危害。现在科学家对于霾的成因有了一定

的认识,主要是燃烧排放、汽车尾气排放等。但霾在空气中形成的过程中,还会有光化学反应等。目前对它的形成机理科学家们还没有完全搞清楚。

利用大连光源,有助于科学家对霾的研究。大气中的化学物质与水分子作用后,形成分子团簇,这些团簇在生长过程中吸附大气中各种污染物,生长为较大的气溶胶颗粒,并逐渐成长为霾。利用大连光源极紫外软电离技术,就可以研究霾的生长过程,从根本上理解霾形成的机理,为大气污染防治提供科学依据。

戴东旭研究员说,科学家在研制大连光源的同时,还配套研制了一系列具有国际先进水平的,用于研究与燃烧、大气以及洁净能源相关的物理化学过程的实验站,从而使得大连光源综合实验装置成为一个在相关研究领域、在国际上独具特色的、不可替代的研究平台。

定向研制

用户需求驱动项目“上马”

大连光源项目是国家自然科学基金委国家重点仪器专项资助的第一个经费过亿的项目。

与北京谱仪、上海光源等大型科学设备不同的是,大连光源是以科学目标为驱动而研制的。就是由科学家团队(主要是大连化物所杨学明院士团队)提出需要,由上海应物所按照科学家团队的需要而“定向研制”的。而以前的这类光源装置基本都是先建好装置,然后再去寻找用户,看它能为谁的研究提供服务。

相关链接

大连光源的那些“前辈”们

合肥光源

1983年4月,中科院大国家同步辐射实验室正式立项,建设我国第一台同步辐射光源,被称为“合肥光源”。1989年合肥光源建成,并发出中国第一束“神奇之光”。利用“合肥光源”,我国首次完成探月卫星“嫦娥一号”太阳风离子探测器正机的实验标定和测试,首次获得了X射线全息图像等。

上海光源

1999年,“上海光源”项目预研工作正式启动,2009年建成投入运行。“上海光源”其实就相当于一台巨型的“超级显微镜”,它可以给微观世界,例如花草树木的呼吸过程、人体蛋白质分子活动等,拍摄清晰度的科学照片。“上海光源”建成后,出光的稳定性始终保持良好,为中国科学家进一步拓宽了探索视界。

趣图



狒狒叫声 或揭开 人类语言起源之谜

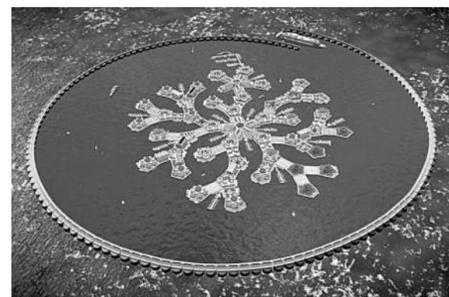
人类语言的起源一直被认为是科学界最大的未解之谜之一。科学家近日发现,这个谜可能从狒狒的叫声中找到答案。来自法国格勒诺布尔阿尔卑斯大学等6所高校的科学家对1335只狒狒进行了声学和解剖学研究。结果发现,几内亚狒狒的几类叫声中包含着独特的类人元音。

此前研究认为,人类语言技能在拥有低喉部的类人动物出现后才开始发展。最新研究则对这一观点提出质疑,认为人类的发音体系是从几内亚狒狒等先祖已有的能力进化而来。他们还发现,几内亚狒狒的舌部拥有与人类相似的肌肉,这决定了发出元音的能力。

研究者在论文中说,这项研究结果并不支持现代智人突然同时拥有语言能力的假说。

研究人员还发现,狒狒在警示或求偶等沟通情境下的发声法与人类声音有松散的对立关系。去年一项针对猴子的研究也发现了五种与人类语言起源相关的元音。

研究成果发表在美国《科学公共图书馆综合》期刊上。



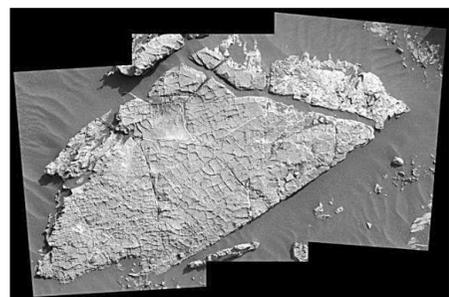
受海平面上升威胁 南太平洋岛国 将建首座浮动城市

世界上首座浮动城市将出现在南太平洋的塔希提岛附近。据报道,法属波利尼西亚政府已经与来自加州的一家公司签署了一项协议,该工程将在两年内开工建设。

据悉这家公司在过去五年中一直致力于打造一座“海上永久漂浮的创新型社区”。而法属波利尼西亚当局之所以对这一项目产生兴趣,也与该国正面临海平面上升的威胁有关。

该项目预计于2019年开始施工。未来该城市将以水产养殖、医疗保健、和可持续能源为特色。首座浮动城市将由11个矩形和五边形平台组成,每个平台长度为50米,厚度也为50米,以便保护建筑物和居民。

这些平台将由钢筋混凝土制成,可支撑三层及其以下建筑上百年。首批入住居民将为250至300人。每个平台的造价在1500万美元以下,整个浮动城市的成本将在1.67亿美元左右。



好奇号发现 火星岩石布满裂纹 或为有水新证据

据国外媒体报道,美国航空航天局(NASA)的好奇号火星探测器已经在火星上工作了四年多时间。2016年,好奇号发现了一些火星历史的新线索,包括可能源自干涸湖泊的水流痕迹,以及表明火星一度存在过氧气的矿质沉积物。2017年一开始,好奇号又对一个新发现的自然构造进行了探索。

这是一块布满交叉裂纹的岩石,研究者认为,这些脊状裂纹很可能就是泥裂(或称“干缩裂缝”)。如果这一解读成立,那这将是第一处由好奇号火星车证实的泥裂痕迹。NASA的一篇文章中写道,这些形成于30亿年前的裂纹被掩埋在沉积物层之下,最终都变成了层状岩石的一部分。发现岩石的地点位于夏普山的低处区域,风蚀作用使岩石暴露在地表之上。这一地点还发现了被称为“交错层理”的沉积物形态,可能形成于水流非常猛烈的位置,比如湖泊的岸滩。同样的,这些沉积物也是由于干燥时期的风蚀作用才显露出来。

(图片来源于网络)

第二看台

据国外媒体报道,研究人员预计在未来2.5亿年内,一个全新的超级大陆——阿马西亚(Amasia)将会形成。

根据美国耶鲁大学和日本海洋地球科学与技术局的研究人员开展的计算机模拟结果,未来2.5亿年内,地球上现在的南北美洲大陆将会合并,加勒比海和大西洋将会消失,而亚洲将和美洲拼接

到一起。这是地球板块运动的结果。板块是地球岩石圈内巨大的块体,它们会在数亿年为单位的漫长时间内发生相互运动。

这项研究结果已经发表在《自然》杂志上。在这项工作中,科学家们根据一种被称为“Ortho-version”的模型开展研究。这种理论模型认为在超级大陆解体之后,各大板块会在地球表面发生漂移,但最终会被一个南北方向的巨大俯冲带阻挡而趋于停止,在俯冲带区域,一个板块会俯冲到另一个板块的下方。在今天的地球上,这样一个

俯冲带被称为“环太平洋火圈”,正是在这个位置上将会诞生未来的新一代超级大陆。

为了验证该模型的正确性,研究人员使用了古地磁学数据,这是记录在地球岩石之中的地磁变化遗迹。他们通过这种方式来研究地球相对于其地轴的自转动情况。

这种变动被称为“真极移”,这种变化是由于地球内部的质量分布不均匀所导致的,因此也可以说这是地球为了维持自转均衡状态产生的自然结果,当然这样的调节努力所需要的时间是以百万年为单位的。当将这些数据与地球上超级大陆解体和重组的情况相互比较之后,科学家们开始尝试预测未来世界大陆的轮廓,也正是在此时他们意识到未来将有一个新的超级大陆诞生,并将其称为“阿马西亚”大陆。

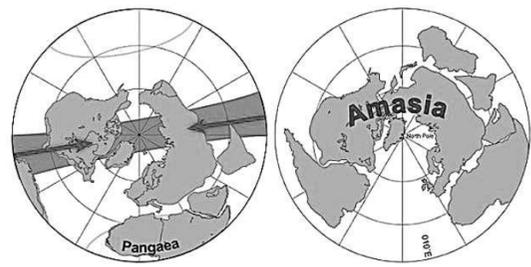
今天的北冰洋和加勒比海在南北美洲大陆的合并过程中都将消失,从而造成美洲与欧洲和亚洲的巨大碰撞。该论文的第一作者罗斯·米歇尔指出:“在那些海洋闭合之后,我们就将迎来一个新的超级大陆。基本上来说,你会发现美洲大陆直接通过北极撞向了亚洲大陆,北冰洋消失了。”这项研究还得到了另外一篇研究论文的辅助,那就是由日本

海洋地球科学与技术局的吉田晶树博士领先的团队发表在《地质学》杂志上的一篇文章。

时间上距离今天最近的超级大陆是“泛大陆”(Pangea),其形成于大约3亿年前,核心是非洲。随后这个大陆开始解体并逐渐形成了今天我们看到的七大洲四大洋的布局,大西洋大约是在1亿年前才诞生的。研究人员相信在整个地球历史上,泛大陆应该是第三或者第四个出现的超级大陆。

在泛大陆之前的另外一个超级大陆被叫做“罗迪尼亚古陆”(Rodinia),其大致形成于10亿年前,而更早的超级大陆则叫“努纳古陆”(Nuna),其大约形成于18亿年前。

关于大陆漂移的最初思想是由德国气象学家魏格纳在1912年引入的,其原意是为了解释地球上各个大洲之间轮廓的明显相互契合现象。地球的表面可以分出7块比较大的板块和若干块稍小一些的板块,它们会以极慢的速度发生漂移,典型速度是每年移动几毫米,最高可能达到两厘米,这种速度大约和人类指甲的生长速度差不多。当板块之间发生相互移动时,就有可能触发地震活动。



左图为形成今天布局的超级大陆“泛大陆”(Pangea),右图为未来将形成的全新超级大陆阿马西亚(Amasia)。