

# 0.8电子伏特！中微子质量上限又有新纪录

科技日报北京2月14日电(实习记者张佳欣)德国卡尔斯鲁厄理工学院的国际中微子实验(KATRIN)打破了中微子物理学中与粒子物理学和宇宙学相关的一个重



研究人员在KATRIN实验装置的主光谱仪中安装电极。  
图片来源:约阿希姆·沃尔夫/德国卡尔斯鲁厄理工学院

要界限。1电子伏特(eV)。德国马克斯普朗克物理研究所当地时间14日消息,据发表在著名期刊《自然·物理学》上的数据,科学家已获得了中微子质量新上限:0.8 eV,首次将中微子的质量推向sub-eV级,这使得KATRIN能以前所未有的精度限制了这一宇宙量级的质量。  
可以说,中微子是宇宙中最神秘的基本粒子。在宇宙学中,它们在大尺度结构的形成中扮演着重要角色;而在粒子物理学中,它们微小但非零的静止质量令它们与众不同,表现出了超出我们当前理论的新的物理现象。如果没有中微子质量尺度的测量,我们对宇宙的理解将会变得不完整。  
这就是KATRIN实验所面临的挑战。该实验已成为世界上对中微子最灵敏的测量天平。它利用氚(一种不稳定的氢同位

素)的衰变,通过衰变过程中释放的电子的能量分布来确定中微子的质量。这需要一项重大的技术努力:这个70米长的实验装置容纳了世界上最强的氚源,以及一台巨型光谱仪,用于以前所未有的精度测量中微子的质量。  
2019年开始科学测量后,数据的精度在过去两年里不断提高。该实验的共同发言人表示,KATRIN是一项技术要求最高的实验,现在运行得非常完美。信号速率的提高和背景速率的降低是新结果的决定性因素。  
第一年的测量数据和基于一个极小的中微子质量模型的实验数据完全匹配,由此可以确定0.8 eV的中微子质量的新上限。这是直接中微子质量实验首次进入宇宙学和粒子物理学上重要的sub-eV质量范围。科学家假设中微子的基本质量标度在这个范

国内。美国北卡罗来纳大学中微子专家约翰·威尔金森评论说:粒子物理界为KATRIN实验打破了1电子伏特的界限而感到兴奋。  
KATRIN实验的共同发言人和分析协调员对未来非常乐观:对中微子质量的进一步测量将持续到2024年底。为了实现这一独特实验的全部潜力,我们不仅将稳步增加信号事件的统计数据,还将不断开发和安装改进措施。  
一种新探测器系统(TRISTAN)的开发在这方面发挥了特殊的作用,它将允许KATRIN实验从2025年开始着手寻找质量在千电子伏特范围内的无中微子。这也是宇宙中神秘暗物质的候选者,已经在许多天体物理和宇宙学观测中被发现,但其粒子物理性质仍是个谜。

# 改弦更张 法国再次拥抱核能

## 今日视点

本报驻法国记者 李宏策

2月10日,法国总统马克龙宣布了一项庞大的核能重启计划,目标在2050年前建造6座新的第二代EPR(欧洲先进压水堆),延长核电站使用期限至50年,并明确提出不再有关闭目标。然而,就在3年前,马克龙曾宣布法国要在2025年至2035年间关闭12座核反应堆,将核能在法国能源结构中的份额由当前的65%降至50%。距离总统大选仅剩两个月,马克龙在核能问题上改弦更张,再次拥抱核能的背后,到底是情有独钟,还是无奈之选。

### 涡轮机前的重磅演讲

法国东北重镇贝尔福,因其在普法战争期间固守不破而闻名。如今,作为工业区的贝尔福通用电气工厂的所在地。就在马克龙担任法国经济部部长的2015年,遭遇美国陷阱的法国阿尔斯通将其能源部门出售给美国通用电气,贝尔福工厂易主,1300个岗位遭到裁撤,这对仅有5万人口的小城无疑是个重大打击。  
10日,马克龙总统宣布能源计划的重要演讲就选在这里。他的身后是该工厂生产的阿拉贝尔涡轮机,一个重达300吨的巨型机器,也是法国EPR核电站的标配。就在演讲之前几个小时,法国电力公司(EDF)宣布已达成协议,将回购生产阿拉贝尔涡轮机的通用电气蒸汽动力公司部分股份。重新夺回贝尔福,其中的象征意义不言而喻,不仅是要为法国暗淡的核工业翻篇,马克龙更是要在此开启雄心勃勃的蓝图,并将对法国未来数十年产生影响。  
马克龙宣称,为兑现应对气候变化承诺,减少对国际能源市场的依赖,发展本国工业,法国需要立即实施结构性能源生产项目。在未来的几十年里,为了替代化石燃料,法国必须能够比现在多生产60%的电力。仅依靠一种能源的战略是死胡同,因此政府希望在其能源战略中同时押注可再生能源和核能。  
马克龙提出了一揽子能源规划,核能方

面,计划到2050年建成6座新一代EPR核反应堆,实现核电发电能力增加25吉瓦的目标,还将就建造另外8座核反应堆进行研究,在保证安全的基础上,符合条件的现有核电站使用期限延长至50年以上。第一座新反应堆的建设将于2028年启动,目标在2035年投入使用。  
可再生能源方面,计划到2050年建成50个海上风力发电场,实现风电产能达40吉瓦,太阳能发电装机容量将增加10倍,达到100吉瓦以上。法国将继续投资水力发电站以及沼气利用等可再生能源开发。根据法国2030计划,该国将投入10亿欧元用于可再生能源的研发。  
此外,法国总统还提出在30年内将能源消耗减少40%,为此要依靠创新,加速工业设备脱碳和住房节能改造,大力发展新能源汽车和氢能产业。

新华社记者 高静撰

规划容易落实难  
理想很丰满,现实很骨感。相对于马克龙的踌躇满志,法国能源的实际情况却面临着一系列问题。  
在可再生能源方面,法国已经落后。根据欧盟统计局的数据,可再生能源占法国能

源消耗总量的19%,是欧盟唯一未达到2020年23%目标的国家。法国民众对于陆上风电和海上风电普遍抱有抵触情绪,太阳能发电也存在用地问题,可再生能源的发展不会是一帆风顺。  
在核能方面,法国核工业要实现全面复苏更存在多方面障碍。  
首先面临人才匮乏。法国最年轻的核电站投入运营要回溯到2002年,20年来仅有弗拉芒维尔EPR核电机组在建,特别是福岛核事故以来,法国曾经庞大的核电建设团队已大幅萎缩。根据法国核能制造商集团的估计,建造6个EPR需要3万名专业员工,预计每年需要招聘4000名工程师,另外还需大量焊工、管道安装工、工业电工等专业技术人才,但这些行业一直缺乏吸引力。法国核安全局主席伯纳德·多罗斯楚克指出,工程专业的需求将特别巨大。马克龙在演讲中强调,核能是未来的一部分,他呼吁法国年轻人致力于核能。  
其次要突破技术难关。一方面,建设新一代的EPR2需要在弗拉芒维尔EPR的基础上开展标准化设计,但弗拉芒维尔EPR的建设一路坎坷,多次出现技术和安全问题,法国工程师还需要大量资源来完成EPR2的研

究。有评论认为,2028年仅能完成EPR2设计工作的70%,难以如期启动相关建设。另一方面,法国不再对在运的核电站设置强行关闭时间,这些核电站的平均年龄已达35年,其安全维护面临诸多技术挑战。EDF近期在多个核反应堆回路管道焊接处发现缺陷,导致8个核电机组被迫关闭,这也迫使EDF在不到一个月的时间内两次下调其2022年的产量预测。  
此外还有融资难题。弗拉芒维尔EPR的建设成本高达127亿欧元,如果加上中期成本(借款利息),其投资总金额将达到近200亿欧元。对于即将启动的6个EPR工程,估计建造总价也将达到460亿至640亿欧元之间。核电站主要建设方EDF正面临410亿欧元的沉重债务,新建核电站的具体融资方式仍不确定。好在欧盟近期已将核能归入绿色能源,为欧盟国家新建核电站铺平了道路,也为法国核工业发展引入私人投资创造了条件。  
虽然困难重重,但经过连续两个冬天的用电,在通货膨胀和能源价格大幅上涨的压力之下,法国绝大多数民众都支持发展核能。相对于严重依赖天然气进口的德国,法国希望将能源握在自己手中。而要实现能源独立,法国没有别的选择。

# 韦布望远镜传回 自拍 和首张恒星图

科技日报北京2月14日电(记者刘霞)据物理学界网站近日报道,美国国家航空航天局(NASA)近日公布了詹姆斯·韦布太空望远镜所传回的首张恒星HD 84406的图像,以及该望远镜的一张自拍。今年夏天,该望远镜将提供科学家们首批用于科研的高质量图像,帮助科学家们揭示更多早期宇宙的奥秘。  
HD 84406位于大熊座,是一颗明亮而孤独的恒星。NASA在其官网称,拍摄活动始

于2月2日,当时韦布太空望远镜使用其近红外相机校准望远镜上由18片六边形镀金镜片组成的主镜,近红外相机的波前传感器会测量每一片主镜的误差,进而利用计算机算法自动调整每一块镜片。  
HD 84406发出的光线经由望远镜的次镜进入近红外相机后,18片六边形镀金镜片各自都捕捉到了恒星发出的光线,从而创建了一幅由18个光点拼凑而成的图像,这类图像可以帮助韦布望远镜团队在接下来的

一个月里将子镜对齐,从而汇聚成一颗恒星的图像。  
与此同时,NASA还公布了一张韦布望远镜的自拍。这张照片由近红外相机内部的一个特殊镜头拍摄。NASA此前曾表示,韦布望远镜无法自拍,所以这一消息对太空爱好者来说是额外的惊喜。  
耗资约100亿美元的詹姆斯·韦布望远镜由美国国家航空航天局、欧洲航天局、加拿大航天局联合研发,是已建成的性能最强、造价

最高的太空望远镜,被认为是哈勃望远镜的继任者。韦布望远镜重7吨,主镜直径6.5米,灵敏度大大提高,综合能力超过哈勃望远镜一百倍。  
该望远镜在太空中的家位于日地第二拉格朗日点,距离地球150万公里,在该点上,望远镜可以长时间对某个区域进行长时间观测,为天文学家们追溯135亿年前大爆炸后形成的第一代星系的模样,研究遥远的系外行星,以确定它们的起源、演化和宜居性等。

# 粒子物理学有了新的基础数学理论

科技日报柏林2月13日电(记者李山)近日,来自奥地利和英国的科学家共同发表了一篇关于黎曼ζ函数的新理论。他们定义和研究了黎曼ζ函数上存在的非常稳定的希格斯,其涵盖了全局零稳定分量的多重性的精确表达,以及其与镜像对称性的关系。这个关于希格斯函数的新理论有望揭示物理学家长期以来一直试图解决的难题。  
自1930年代以来,科学家们已经知道粒子物理学和表示论之间存在天然联系。表示论是数学的一个分支,表示论包括群表示、李代数的表示和结合代数的表示。数学家专注

于理论背后的抽象结构。对于连续变换,即那些具有无限数量的增量中间步骤的类,称为李群。例如,当旋转一个圆时,就会出现这种类型的对称性。他看起来总是一样的。李群的概念可能看起来特别,但它是理解物理基本定律的核心。  
最近,著名数学家、奥地利科学技术研究所塔马斯·豪瑟教授与英国牛津大学奈杰尔·希钦教授共同发表了一篇关于粒子物理学的基础数学新理论。豪瑟和希钦从讨论的李群中构造了一个抽象的数学对象,即所谓的希格斯函数的零锥。他们不仅阐明了早期的理

论,还回答了该领域(甚至可能是粒子物理学)中的几个紧迫问题。  
豪瑟认为,零锥的顶部结构是完全可以理解的。作为李群特征值的直观表示,它可以借助权重图来理解。因此,人们可以从尖端得出下部的结论,即从顶端重构整个李群的表示论。尽管这一挑战性问题的技术实现,也很难实现,但科学家们有了一个如何重建表示论的想法,一旦被证明,就会带来新的、影响深远的见解。  
豪瑟说:在一个由数学物理学推动的领域中拥有第一个纯数学的理论是非常令人兴

奋的,希望这项工作能几何表示理论的发展史上具有重要意义。  
从顶部来分析水平层与希钦系统有关。这是由希钦引入的,现在被广泛认为是数学物理学中可积系统的最一般描述。在发表的论文中,希钦系统就好像被从零锥的顶点发出的X射线照亮一样。以这种方式查看希钦系统非常实用。  
豪瑟解释说:在数学研究中,没有给出游戏规则。你必须发明那些导致有趣结果的规则。这正是我们在这项工作中取得的成就,我们提出了一套非常好的规则。

科技日报北京2月14日电(记者张梦然)美国研究人员近日发表在《美国国家科学院院刊》上的最新论文中描述了他们发明的一种新催化剂,可通过增加化学反应中链碳氢化合物的产量来将CO<sub>2</sub>转化为其他有用的化学品,例如丙烷、丁烷或其他由碳和氢链组成的碳氢化合物燃料。  
这种新催化剂由元素钇(一种属于铂族的稀有过渡金属)组成,涂有一层薄薄的塑料。像任何催化剂一样,这一发明加速了化学反应,却不会在过程中耗尽。钇还具有比其他高质量催化剂(如钌和铂)便宜的优势。在相同条件下,新催化剂产生的丁烷,是标准催化剂在最大压力下可产生的最长碳氢化合物的1000倍。  
斯坦福大学化学工程师马泰奥·卡涅罗团队花了7年的时间来发现和完美这种新催化剂。新催化剂能从反应中生产汽油的能力是一项突破。卡涅罗实验室的反应器只需更大的压力来生产所有用于汽油的长链碳氢化合物,因此他们正在建造一个更高压力的反应器。  
汽油在室温下是液态的,因此难以储存并且容易挥发的短链兄弟,如甲烷、乙烷和丙烷,更容易处理。卡涅罗团队设想了一个碳中和循环,其中CO<sub>2</sub>被收集、转化为燃料再次燃烧,由此产生的二氧化碳重新开始循环。  
研究人员解释说,反应性显著提高的关键是钇上的多孔塑料层。未涂层的催化剂效果很好,但只会产生甲烷,这是最短链的碳氢化合物,它只有一个碳原子与四个氢键合。多孔聚合物控制碳氢比,使我们能够从相同的反应中产生更长的碳链。研究人员使用同步加速器技术证明了这种特殊且关键的相互作用。  
卡涅罗承认,虽然长链碳氢化合物是捕获碳的一种创新用途,但并不完美。他还在研究将CO<sub>2</sub>转化为有价值工业化学品的其他催化剂和类似工艺,例如用于制造塑料的烯烃、甲醇和乙醇,所有这些都可在不将CO<sub>2</sub>返回天空的情况下分离。

大气中的CO<sub>2</sub>可以变为构成化石燃料的长链碳氢化合物吗?当然可以,但需要自然界的光合作用和数百万年地质活动带来的高热和高压。科学家不想等数百万年的时间来合成化石燃料,于是,他们用化学领域的最新进展——催化剂,来完成加速。本文的新催化剂,能以前所未有的速度从二氧化碳中制造碳分子,在这一魔法过程中,废弃的二氧化碳、大量的氢气转化为乙烷、丙烷、丁烷链。而所有的这些,都是燃料来源。

国际要闻回顾  
(2月7日 2月13日)  
国际聚焦  
AI一骑绝尘 赛车游戏冠军也称臣  
英国《自然》杂志9日发表的一项研究,一种人工智能(AI)在著名对战赛车游戏《GT赛车》中战胜了世界冠军级玩家。这个AI在遵守赛车规则的同时展现出了超凡的行驶速度、操控能力和驾驶策略。研究结果将对自动驾驶以及基础AI研究具有应用价值。研究人员认为,这一结果不但让赛车游戏变得更有意思,还能提供用来训练职业车手和发现新赛车技巧的高水平比赛。这种方法还有望应用在真实世界的系统中,比如机器人、无人机和自动驾驶汽车。  
科星闪耀  
59兆焦!欧核聚变实验创能量输出新纪录  
据欧洲核聚变研发创新联盟、英国原子能管理局和国际热核聚变实验堆9日联合召开新闻发布会称,欧洲科学家在通过聚变等离子体生产能源的道路上取得了重大成功:世界上规模最大的核聚变反应堆欧洲联合环状反应堆中产生了能量输出为59兆焦耳的稳定等离子体。这是自1997年以来,世界首次进行的氘核聚变实验。  
机器人既能地上跑也能天上飞  
想象一下一辆小型自动驾驶汽车正在陆地上行驶,却突然将自己压缩,变成四轴飞行器飞走。美国团队设计了一种在材料层面改变形状的新方法,使用橡胶、金属和温度对材料进行变形并将它们固定在没有电机或滑轮的位置。未来这一材料将带来受启发自修复的弹性设备,在人机界面和可穿戴方面激发丰富的应用。  
募然回首  
人脑或被声控  
美国索尔克研究所的科学家杂志上发表论文称,他们对培养皿中的人类细胞和活小鼠的脑细胞进行基因编辑,向我们提出了一套非常好的规则。

其中最久闪电刷新纪录  
世界气象组织近日宣布,2020年的两次闪电创造了两项闪电刷新纪录:其中一次是单次跨越距离最长纪录,跨越768公里,比此前的纪录长约60公里;另一次是持续时间最长纪录:持续了17.1秒,比此前的纪录长0.37秒。  
技术刷新  
人造脊髓植入物有望使瘫痪者恢复行走  
以色列研究人员利用人类材料和细胞首次设计出功能性3D人类脊髓组织,并将其植入长期慢性瘫痪的动物模型中。实验结果表明,80%的测试对象恢复了行走能力。这一突破的意义在于使用了患者的组织样本,通过模仿人类胚胎中脊髓发育的过程将其转化为功能正常的脊髓植入物。  
新化学 积木 快速自组3D分子战车  
美国伊利诺伊大学厄巴纳-香槟分校研究人员和革新医学公司的合作者开发了一种新型化学构件,这种构件能像积木一样简单拼接在一起,利用他们开发的像3D打印机一样的自动化机器,可将这些积木组装成具有扭曲复杂结构的3D小分子。  
基础探索  
荷兰发现毒力和传染性更强HIV变体  
英国牛津大学研究人员领导的一项研究,荷兰发现了一种新的艾滋病病毒(HIV)毒株,毒力更强、更具传染性。它被命名为HIV-1亚型病毒(VB)。与HIV-1原始毒株相比,它能使感染者以两倍的速度发展成艾滋病。  
(本栏目主持人 张梦然)

