

新型邻近标记技术为下一代免疫疗法开路

本报讯(见习记者江庆龄)中国科学院分子细胞科学卓越创新中心研究员韩硕团队和复旦大学附属中山医院教授高强团队合作,开发了一种基于邻近标记的抗原扩增技术。通过红光或超声波响应的工程化纳米酶(PCN)催化含有人工抗原的探针与细胞表面蛋白质发生大量共价连接,实现对靶抗原的扩增。该技术解决了免疫治疗中抗原密度不足和特异性差的瓶颈问题,为开发更智能、更高效的下一代免疫疗法开辟全新道路。相关研究成果近日发表于《自然》。

肿瘤免疫治疗,特别是利用 T 细胞识别和清除癌细胞的疗法,已成为癌症治疗领域的一大突破。然而,治疗过程中,免疫细胞需要足够强和足够多的抗原“信号”才能发起攻击,但癌细胞表面的天然信号往往非常稀疏。

针对这一核心难题,研究团队首次将用于检测蛋白质空间关系的邻近标记技术转化为功能调控工具,开发了一种全新细胞表面蛋白工程化策略——基于邻近标记的抗原扩增技术。其核心是使用 PCN 催化邻近标记反应。

研究人员首先将 PCN 靶向递送至肿瘤细胞表面,随后通过外部的红光或超声进行精准、无创局部激活。被激活的纳米酶会催化含有人工抗原 FITC 的探针分子,使其与 PCN 周围数纳米范围内的细胞表面蛋白发生快速、大量的共价连接,如同在靶细胞表面贴上高密度的人工抗原簇“补丁”,从而“无中生有”地制造出一个靶标。

这种原位构建的高密度抗原簇“补丁”成为免疫细胞的“超级信标”,针对癌细胞的“战斗集

结号”正式吹响。通过一种可同时结合 FITC 和 T 细胞表面 CD3 分子的双特异性 T 细胞衔接器(BiTE),T 细胞的“最强攻击模式”被触发,从而精准对红光或超声波引导的部位实施毁灭性打击。癌细胞被摧毁后,暴露了更多内部“犯罪证据”,这些新线索进一步被免疫系统的“情报部门”获取并传遍全身,帮助免疫系统自主识别这类癌细胞。由此,免疫系统不仅可以主动攻击逃逸的“同伙”,还能形成长期记忆,如同接种了“肿瘤疫苗”,即使未来出现新的癌细胞,也能立刻识别并将之清除。该策略已在多种实体瘤动物模型和临床来源的肿瘤样本中取得突破性治疗效果。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09518-6>

科学家模仿“蝉肋骨”制备高性能声学换能器

本报讯(记者王敏)近期,中国科学技术大学苏州高等研究院教授程峰课题组与中国科学院理化技术研究所研究员李明珠课题组合作,仿生“蝉肋骨”,制备出高性能声学换能器。相关研究成果发表于《科学进展》。

传统聚合物、金属及陶瓷声学换能器所用的薄膜材料往往难以同时具备高强度、高韧性和优良的抗疲劳性能,这一局限性严重制约了声学换能器在高灵敏度响应和长期稳定性方面的表现。因此,开发综合性能优异、适用于高性能声学换能

器的薄膜材料,是当前面临的重要技术挑战。

针对该问题,研究团队解析了蝉发声器官——蝉肋骨膜的结构与性能关系,并据此仿生制备出可用于声学换能器的高性能仿生薄膜。研究发现,蝉肋骨膜中软弹性蛋白层与硬几丁质层交替排列的结构是其优异力学性能的关键,硬质层有效承担机械负荷,软质层则通过大变形能力延缓裂纹扩展。

基于这一机理,研究团队采用层层交替旋涂限域构筑与界面交联策略,成功制备出具有

仿生软硬交替结构的全有机复合薄膜。在限域条件下,聚合物分子链之间的缠结作用显著增强,使该仿生薄膜同时具备高拉伸强度、韧性和耐疲劳性能。研究人员介绍,这些特性使其能够兼顾高效声能输出与长期稳定的声传播性能,基本共振频率和振幅均优于现有商业化薄膜。

该研究为设计高性能声学换能器提供了全新的思路。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adx9248>

研究人员在微芯片上实现“光子定制”

本报讯(记者温才妃)宁波东方理工大学副教授丁飞团队与合作者,首次在一枚仅有头发丝直径几分之一(10 微米)的微芯片上实现了“光子定制”,可按需控制方向、偏振与强度的光子源,为未来量子通信、量子计算和高精度传感开辟了新路径。相关研究成果近日发表于《物理评论快报》。

光子是量子信息的理想载体,能在不受环境干扰的情况下高速传输信息。想要在小小的量子芯片上驾驭它们,就必须实现“定制化”,即能够精准控制光子从哪里发射、以何种偏振形式存在以及发射的强度大小。过去的方案要么依赖体积庞大的光学器件,要么在调控自由度上受到很大限制,难以满足未来量子技术对小

型化、高集成度的需求。

团队在量子芯片上构建了一个精巧的量子发射体-超表面耦合平台。他们利用纳米钻石中的氮-空位中心作为量子发射体,当受到激光激发时,会产生一种被称为表面等离激元的表面波。这些波在芯片表面传播时,会遇到精心设计的“纳米超构原子”组成的阵列——如同一个微型天线方阵,它们将表面波重新“广播”出去,散射为光子。最后,通过改变这些“天线”的尺寸与排布,研究人员能够巧妙结合共振相位与几何相位的效应,像“调音器”一样,实现对光子方向、偏振和强度的精细调控。

在实验中,团队取得了多项关键突破:高方

向性单通道光子发射,能够在指定角度输出线偏振或圆偏振光,偏振纯度接近 99%;多通道光子源,同时输出多个方向、不同偏振态的光子,为量子并行处理提供了可能;强度可调控,可以在不同光子通道之间自由分配能量,实现真正意义上的“按需光源”;复杂发射模式,通过引入更复杂的相位分布来生成矢量光束和涡旋光束等复杂模式。

这些成果表明,仅在 10 微米量级的芯片上就能完成过去依赖宏观光学系统才能实现的复杂调控。这一突破为微型化量子光学器件的发展奠定了基础。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1103/klq1-wjjg>



“强光磁试验装置”核心系统研制取得进展

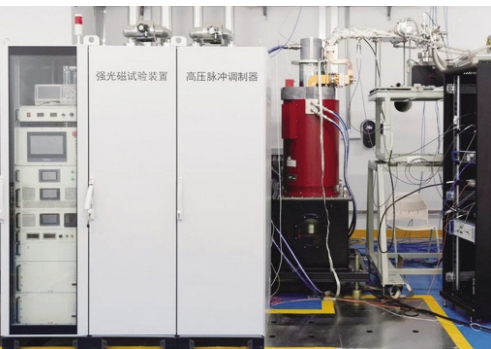
本报讯(记者王敏 通讯员石钰)日前,由中国科学院合肥物质科学研究院强磁场科学中心学术主任、安徽大学强磁科学中心首席科学家匡力领衔的“强光磁试验装置”研究团队,破解技术难题,完成装置中红外自由电子激光核心组件——微波功率源系统的测试和老练实验,顺利实现 32 兆瓦微波功率 12 小时稳定输出。这意味着向总装研制迈出重要一步,为“强光磁试验装置”全面建成打下了坚实基础。

作为支撑红外自由电子激光系统运行的“心脏”,微波功率源系统结构精密、组件复杂,核心器件包含大功率速调管、高压脉冲调制器、高功率波导、固态放大组件等关键设备。同时,该系统与真空系统、水冷系统、机器保护系统及

中央控制 EPICS 系统深度协同,共同为电子束流加速构建功能完备、性能可靠的“动力源”。

面对实验中的技术挑战,研究人员组成攻坚团队,成功解决了微波功率源系统电磁兼容、参数匹配、高压打火保护等多项关键技术难题。9 月 10 日,该系统迎来关键考验——连续 12 小时满功率拷机实验。最终,系统实现稳定输出 32 兆瓦微波功率,超出了物理设计预期目标,完全满足直线加速器的运行需求。

研究人员介绍,此次实验科学验证了微波功率源系统的可靠性与稳定性,标志着“强光磁试验装置”在电子束流加速环节取得了创新性突破,为装置整体安装、调试及运行提供了强有力的技术支持。



微波功率源系统老练测试平台(局部)。
安徽大学供图

“十四五”时期我国科技创新能力稳步提升

据新华社电 科技部部长阴和俊 9 月 18 日在国新办举行的“高质量完成‘十四五’规划”系列主题新闻发布会上介绍,“十四五”时期,我国科技创新能力稳步提升,科技强国根基不断夯实。

“‘十四五’是我国科技事业发展历程中具有里程碑意义的五年。”阴和俊说,在全社会共同努力下,我国科技事业取得历史性成就,发生历史性变革。

从量子科技、生命科学、物质科学等领域取得一批重大原创成果,到“天宫”空间站转入常态化运营、“嫦娥六号”实现月背采样返回,再到 5G 通信实现大规模应用、新能源汽车产销量稳居世界首位……五年来,我国科技发展取得亮眼成绩。

数据显示,2024 年全社会研发投入超 3.6 万亿元,较 2020 年增长 48%;研发投入强度达到 2.68%,超过欧盟国家平均水平;研发人员总量世界第一。

与此同时,我国基础研究水平进一步提升,国家战略科技力量不断壮大,区域科技创

新呈现良好态势,国家综合创新能力排名由 2020 年的第 14 位提升至 2024 年的第 10 位。

五年来,我国科技创新和产业创新加速融合。规上高技术制造业增加值较“十三五”末增长 42%;“三新”经济增加值占 GDP 比重达 18%。企业研发投入占比超 77%;高新技术企业超 50 万家,较 2020 年增加 83%。

科技领域是最需要不断改革的领域。创新“揭榜挂帅”“赛马制”“链主制”等模式,探索完善经费“包干制”;推进分类评价试点,支持青年科研人员挑大梁、当主角;推出科技金融政策“组合拳”,2021 年以来科创板首发上市 376 家企业……“十四五”时期,我国科技体制改革持续深化,创新创造活力充分释放。

“现在距离实现建成科技强国目标只有 10 年时间了,未来 5 年是十分关键的攻坚期。”阴和俊说,“十五五”时期,科技部将推进教育科技人才一体发展,促进科技创新和产业创新深度融合,营造世界一流创新环境,全面提升科技创新能力,为建成科技强国奠定坚实基础。(温竞华 胡喆)

纪念钱学森归国七十周年展览开展

本报讯(记者高雅丽)9 月 17 日,“纪念人民科学家钱学森归国七十周年”系列活动暨航天公益三十周年纪念活动在京举行。“为国铸剑:钱学森与中国航天事业”展览在中国科学家博物馆同步展出,展期至 2026 年 2 月。活动由中国科学技术协会、上海交通大学、中国航天基金会联合主办。

70 年前,钱学森冲破重重阻挠,毅然回到祖国怀抱。他的归来,是中国航天事业的起点,为新中国撑起了通往星辰大海的风帆。作为中国航天事业奠基人,他以渊博的学识、超凡的智慧和赤诚的爱国情怀,带领第一代航天人白手起家、自力更生,为“两弹一星”伟业作出了不可磨灭的历史性贡献,奠定了中国航天事业稳步前行的坚实根基。

展览选取上海交通大学钱学森图书馆馆藏 70 余幅照片、近 80 件(套)实物展品,通过“战略规划奠基伟业”“八年四弹剑指苍穹”“两弹结合大漠惊雷”“鹰击长空化剑为盾”“星耀东方曙光初现”“系统工程走向未来”6 个单元,真实再现了钱学森在党的领导下为中国航天和国防科技事业作出的卓越贡献,全面呈现他从毅然归国到主持“两弹一星”研制的奋斗历程,深刻诠释他“党有所呼、我有所应,国有所需、我有所为”的崇高精神风范。

展览首次展出钱学森等发表的《组织管理



观众参观“为国铸剑:钱学森与中国航天事业”展览。
主办方供图

的技术——系统工程》打印稿,系统解读钱学森在上个世纪 70 年代末打破学科壁垒,将系统工程思想拓展至社会、经济、管理等领域。其中,他提出发展“中国科协学”,以马克思主义哲学为指导,推动中国科协发挥纽带作用,系统地联系和服务科技工作者,为社会主义物质文明和精神文明建设作出更大贡献。

当天还举办了“纪念钱学森归国七十周年”交流恳谈会。记者还获悉,中国航天基金会推动建成 12 座“钱学森书屋”,在教育创新方面发挥着独特作用,成为激发青少年科学兴趣和创新能力的重要平台。

看封面

DeepSeek 登上《自然》封面



9 月 17 日,开源人工智能模型 DeepSeek-R1 登上《自然》封面。

DeepSeek 创始人梁文锋与同事发表了关于 DeepSeek-R1 采用大规模推理模型训练方法的文章。研究表明,大语言模型(LLM)的推理能力可通过纯强化学习来提升,从而减少增强性能所需的人类输入工作量。

DeepSeek-R1 包含一个在人类监督下的深入训练阶段,以优化推理过程。训练出的模型在数学、编程竞赛和 STEM(科学、技术、工程、数学)领域研究生水平问题等任务上,比传统训练的 LLM 表现更好。

(冯丽妃)

图片来源:《自然》

引力波历史性发现迎来十周年



本报讯 2015 年,人类首次直接探测到双黑洞合并引力波事件。据《自然》近日报道,在这一历史性发现十周年之际,物理学家表示,尽管此后又观测到数百次时空涟漪,但这项研究才刚刚起步。

2015 年 9 月 14 日,美国激光干涉引力波天文台(LIGO)的两台设施探测到时空涟漪的传递。这些涟漪起源于 10 多亿年前两个黑洞的合并。这一里程碑的达成,经历了 40 多年的技术突破和实验手段改进。

如今,观测到这样的黑洞“双星”已变得司空见惯。在过去 10 年里,LIGO 探测器及其姐妹天文台——位于意大利的 Virgo 和日本的 KAGRA 的灵敏度大约提高了 1 倍,能够监测的宇宙范围变为原来的两倍,其包含的星系数量约是原来的 8 倍。

“我现在平均每 3 天就能观测到一对黑洞,这让我感到非常惊讶。”LIGO 天文台负责人、美国加州理工学院的 David Reitze 表示,“未来情况会越来越好。”

未来 10 年,美国和欧洲的研究团队都希

望建造更大的天文台,以探测来自可观测宇宙任何角落的引力波。

美国计划建造“宇宙探索者”(CE)探测器,这是类似 LIGO 的干涉仪,但其 L 形臂长度是 LIGO 的 10 倍,延伸达 40 公里。若按计划建成并运行,CE 每年可探测 10 万次黑洞合并事件,基本能覆盖可观测宇宙中所有的黑洞合并现象。美国锡拉丘兹大学的 Stefan Ballmer 说,CE 每年还会捕捉到超百万次中子星合并事件,频率高达几秒 1 次。

与此同时,一项名为“LIGO A#”的升级计划有望在本世纪 30 年代初实现,会将现有观测灵敏度提高 1 倍以上。改进措施包括提高干涉臂臂中激光器的功率,在臂的末端安装更重、更稳定、反射率更高的悬挂镜。

在欧洲,物理学家正致力于开发干涉仪的“继任者”——爱因斯坦望远镜(ET)。ET 将建于地下 200 多米深处,采用全新设计,其 L 形臂将弯曲成更锐利的 60 度角,形成一个等边三角形;反射镜会被冷却至略高于绝对零度的温度。

迄今,欧洲各国政府对 ET 提案的反应令人鼓舞。意大利已承诺,如果该设施建在撒丁岛,将投入超过 10 亿欧元的建设资金。比利时、荷兰、德国都提出了各自的候选地点。候选区域的可行性调查正在进行中,但在 2027 年之前不太可能决定是否以及在哪里建造 ET。(文乐乐)