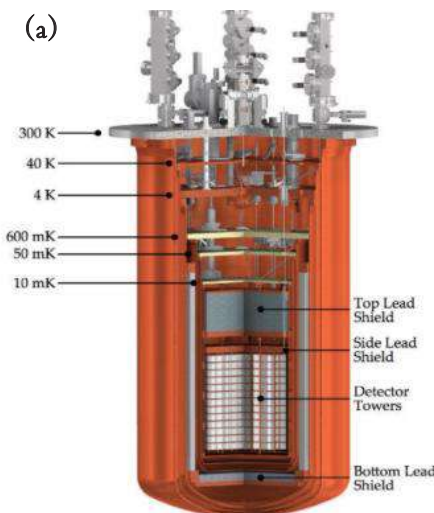


我校团队参与国际合作实验做出重要贡献

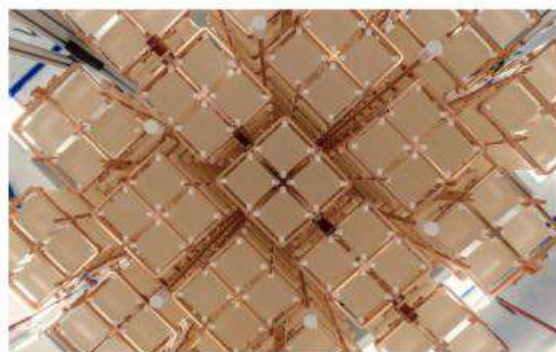
(a)



(a) CUORE 实验的低温恒温器示意图

(b) 由19座晶体塔阵列组成的探测器(每座塔阵列由52块立方体晶体量热器单元构成)

(b)



现代物理研究所马余刚院士团队参与的国际低温晶体量热器无中微子双贝塔衰变实验(CUORE: Cryogenic Underground Observatory for Rare Events)近日取得重要进展,给出了 ^{130}Te 核素无中微子双贝塔衰变半衰期迄今最严格限制 $T_{1/2}^{0\nu} > 3.5 \times 10^{25}$ 年 (90%可信区间), 成果发表于 *Science* 杂志。

马余刚院士团队在此次发布的成果中做出了重要贡献。团队在2006年加入CUORE合作组,是国内最早加入CUORE合作组的团队,承担了早期样机实验探测器材料高精度放射性本底检测,随后参与了CUORE-0、CUORE实验的现场安装、调试等工作,并参与后续十余年探测器运行取数工作,为CUORE当前大体量实验取得世界领先成果建立重要基础。核科学与技术系2024届毕业生符士洪博士作为主要贡献人直接参与本次成果数据分析工作,同时在降噪技术研发和延时符合本底测量方面做出重要贡献。

CUORE实验位于意大利中部格兰萨索国家地下实验室(LNGS),实验室隶属于意大利国家核物理研究院,是世界上规模最大的地下实验室之一。CUORE通过测量晶体中极其微小的温度涨落,寻找尚未发现的“无中微子双贝塔衰变”稀有物理过程。这一过程一旦被证实,将表明中微子是自身的反粒子,有望为“宇宙中的正物质远比反物质多”这一涉及人类存在根源的重大谜题提供关键线索。

CUORE核心探测器由19个晶体阵列988块极高纯度的 TeO_2 晶体组成,总重741公斤。

合作组设计建造了当前世界上最大的低温恒温器,将近1立方米的体积内的 TeO_2 晶体冷却到接近绝对零度($<10\text{mK}$),形成一个具有极高灵敏度的稀有事件量热探测器。本次CUORE发布的最新结果基于近5年稳定数据采集期间获得的2吨·年(1吨晶体测量1年)曝光量数据,是迄今发布的最大规模数据集,实验同时采用新算法有效抑制环境与设备振动等背景噪声,取得 ^{130}Te 核素无中微子双贝塔衰变半衰期迄今最严格限制 $T_{1/2}^{0\nu} > 3.5 \times 10^{25}$ yr (90% C.I.), 对有效马约拉纳中微子质量 $m_{\beta\beta} < 70\text{--}250$ meV, 达到国际领先水平。

CUORE合作组由来自意大利、美国、中国、西班牙、法国等国家的100多位科学家组成。

当前,现代物理所正积极推动CUORE的升级版CUPID (CUORE Upgrade with Particle Identification)实验技术研发,依托中国锦屏地下实验室“十三五”国家重大科技基础设施建立实验平台,由学校牵头,联合多家单位合作成立CUPID-China合作组,共同发展基于 ^{100}Mo 同位素的新一代低温晶体量热器实验技术,利用国内在晶体生长技术方面的优势,采用新一代的光-热双读出技术,开展钼基闪烁晶体探测器研发,预期灵敏度比CUORE大幅提升。实验的推进将对我国在中微子的基本属性、正反物质对称性及宇宙起源等基础前沿研究领域的发展起到重要促进作用。

论文链接: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adp6474> 来源:现代物理研究所

李世燕团队发现 4Hb-TaS_2 中多带无能隙超导性

物理学系李世燕教授团队与中国人民大学团队合作,利用极低温热输运和比热测量手段,系统研究了天然过渡金属二硫化物异质结 4Hb-TaS_2 单晶的超导能隙结构,发现该材料具有多带无节点超导电性,并可能具有某些存在无能隙超导性的费米面。相关成果9月19日以“Evidence for Multiband Gapless Superconductivity in the Topological Superconductor Candidate 4Hb-TaS_2 ”

为题,发表于 *Physical Review Letters*。

4Hb-TaS_2 是 TaS_2 家族中的一种独特多形体,具有单层 1H-TaS_2 和 1T-TaS_2 交替堆叠的中心对称结构。单层 1H-TaS_2 具有伊辛超导特性,而单层 1T-TaS_2 则是一种强关联莫特绝缘体,被认为可能具有量子自旋液体基态,这使得 4Hb-TaS_2 形成了天然的超导/磁性异质结。

团队通过进一步研究热导率

剩余线性项随磁场的演化,发现在低场时表现出随磁场近似指数上升的热激活行为。同时,在零场至上临界场的整个磁场范围内,呈现出S型曲线,这与多带s波超导体 NbSe_2 十分相似。这些特征表明 4Hb-TaS_2 的能隙具有多带无节点的特性。

原文链接: <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/d13p-mtbz>

来源:科学技术研究院

赵婕团队解锁室温钠硫电池

材料科学系赵婕团队通过电子调谐和结构无序化解锁室温钠硫电池,相关研究成果9月13日以“Unlocking Room-Temperature Sodium-Sulfur Batteries Through Electronic Tuning and Structural Disorder in Oxygen-Incorporated MoS_2 ”为题,发表于 *Advanced Energy Materials*。团队提出了一种基于氧元素掺入

和结构无序工程的协同催化剂设计策略,成功开发了具有精确调谐电子特性和结构无序度的氧掺杂二硫化钼(MoS_2)纳米片。

研究发现,通过精确控制氧的掺入量,可以有效增强 MoS_2 的本征电导率,并将其对多硫化物的吸附-催化性能优化至最佳平衡点。适度的氧含量既保证了对多硫化物的有效吸附,又避免了

因吸附过强导致的催化剂表面“中毒”和失活。通过精确控制氧的掺入量,可以有效增强 MoS_2 的本征电导率,并将其对多硫化物的吸附-催化性能优化至最佳平衡点。

原文链接: <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aenm.202503539>

来源:科学技术研究院

基于“串钩钓”的口服载体实现长效胃肠道滞留

化学系李晓民教授、赵东元院士团队设计了一种新型的一维多钩拓扑结构口服载体(CNTP)。相关研究成果9月17日以“Trotline-Inspired Mesoporous Carriers for Prolonged Gastrointestinal Retention”为题发表于 *Journal of the American Chemical Society*。

在载体CNTP表面,进一步包覆了一层活性氧(ROS)响应性

聚合物壳层(PVA-TSPBA, 简称为P)。该聚合物在正常胃肠道生理环境下保持稳定,避免了药物5-ASA过早释放或非特异性结合;而在肠道病变部位,由于ROS水平升高,聚合物外壳会发生降解,触发精准锚定并实现药物的按需释放。研究团队系统评估了CNTP@P在IBD模型小鼠体内的生物分布行为。口服给药后,CNTP@P可高效富集于结肠炎

症区域并实现长效滞留。

体内实验表明载体在各个主要脏器中的分布水平较低,避免了非特异性蓄积及潜在毒副作用。粪便排泄实验结果表明,绝大部分未吸收的载体可在72小时内随粪便排出,体现出良好的生物安全性。

原文链接: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.5c08856> 来源:科学技术研究院

钛合金椎间融合器优化设计提升骨整合效果

未来信息创新学院韩伟课题组提出一种增强钛合金多孔IFC植入后稳定性与骨整合能力的方法。相关研究成果9月11日以“Design and biomechanical evaluation of laser powder bed fusion manufactured Ti6Al4V fusion cages with tunable lattice-induced stress distribution”为题,发表于 *Materials Today Communi-*

cations。

团队通过融合器CAD结构设计-力学仿真验证-LPBF制造-实验验证-生物力学验证一系列工作,构建融合器植入稳定性、促进骨整合能力的闭环验证手段,研究了钛合金多孔IFC承受脊柱复杂生理活动时内部晶格结构的应力水平,揭示IFC外部轮廓与内部晶格结构的应力

承载竞争关系,并阐明设计中平衡IFC外部轮廓与内部晶格结构弹性模量的重要性。与传统IFC相比,本研究开发的经晶格优化的具备可调控的结构刚度,且能减轻应力屏蔽效应,从而有效提升骨相容性。

原文链接: <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2025.113789> 来源:科学技术研究院

图片新闻

我校成果登上世界气象组织旗舰期刊



校特聘教授、大气与海洋科学系副系主任周文团队的最新成果在世界气象组织(WMO)旗舰期刊 *MeteoWorld* 10月刊重点报道,该论文已发表在国际顶级学术期刊 *Nature Climate Change* 上。

来源:大气与海洋科学系