

2025 十大前沿科学问题发布

中国科协将持续关注已发布的问题、难题,引导广大科技工作者自觉将学术追求融入建设科技强国的伟大事业,聚焦国家重大需求,开展原创性、引领性攻关,勇闯“无人区”,探索“0到1”,助力打好关键核心技术攻坚战,不断夯实高质量发展的科技支撑。一起来看2025十大前沿科学问题。

01 流形的拓扑和几何分类

流形的分类问题是数学研究领域的一个核心问题,长期以来也是基础数学研究的驱动力。流形是我们一般空间的数学表述,如球面、环面等。它在局部上类似于欧几里得空间,在数学、物理、工程学等领域都有广泛应用。研究流形的拓扑和几何分类问题意味着对不同类型的空间进行全面、系统了解,

理解其内在结构和性质。这类问题的任何重要进展不仅可以为物理学中的广义相对论、量子力学等理论,以及其他科学分支提供新的数学基础,深化我们对空间、物质结构等的深入理解,也可作为数学中的拓扑学、几何学,以及其他重要问题提供新的视角和工具。

02 希格斯粒子性质和质量起源

CEPC(环形正负电子对撞机)项目瞄准标准模型的核心,对质量起源以及超出标准模型的新物理信号进行高精度、多方位的探索。CEPC建成后,将无可争议地成为国际高能粒子物理实验的最前沿阵地,很有可能取得国际瞩目的重大突破。CEPC及其升级项目将在半个世纪的时间尺度上,使我国在高能物理实验领域处于世界领跑者地位。

CEPC对技术发展将起到不可估量

的引领和推动作用。CEPC将在低温、超导、高频、微波功率源、电子学与自动控制等一批关键技术领域大幅提升自主创新能力,对工艺新技术的发展、大规模工业制造将起到巨大的推动作用。

CEPC也将给我们带来一个国际化的科研中心,会对我国的科技体制改革、创新能力的提高以及人才培养等产生重大影响,会提高我们作为一个大国的硬实力、软实力和国际地位。

03 准金属替代过渡金属用于精准合成与催化反应的可行性研究

准金属替代过渡金属实现精准化学合成,将重塑科学认知边界,打破传统过渡金属催化的思维定式,开辟化学合成新理论与方法体系。在社会层面,它驱动绿色化学发展,降低环境污染与资源依赖。在科技上,带动多学科交叉创新;在经济上,大幅削减生产成本,催

生新兴产业,创造巨大经济价值。这一突破将推动药物研发、材料革新,改善医疗与生活质量,助力可持续发展,对推动科学进步与社会发展具有里程碑意义,引领化学合成迈向更高效、绿色、智能的新时代。

04 台风路径异常与强度突变

台风生成及生成之后的强度、结构和路径之间的相互作用机制是台风研究的热点,也是全球台风研究和预报长期存在的难点和挑战。本问题突破后,科学上将深化对台风生成、台风强度、结构变化和异常路径的多尺度物理机制的理解,建立台风预报的理论及方法;技术上将提高台风异常路径的预报能力,提高台风强度变化的预测准确

度,强化台风精细结构的预报水平,提升气候变化背景下台风活动的预测能力。这些突破将提高全球沿海和内陆地区应对台风灾害的能力,支撑我国防灾减灾的重大需求和应对气候变化的战略部署,对提升海洋极端灾害的预警能力,保障我国远洋航运贸易及海洋国防安全具有重要意义。

05 宏观生态系统空间格局形成机理与系统间相互作用机制

宏观生态系统空间格局形成机理与系统间相互作用机制的理论研究,有助于准确理解生态空间结构的区域性、完整性、连续性和层级性特征;科学建立生态空间退化格局识别、生态状况动态与风险预警、生态多功能性权衡协调、多目标协同的时空耦合范式;有效

解决区域生态多目标统筹、可持续性、多尺度级联、生态功能与空间布局优化的技术难题,是建立全域生态空间结构调整和空间布局优化系统解决方案,保护重要生态空间及促进区域可持续发展的重要基础。

06 基于密码学视角的人工智能安全新理论和防护体系

人工智能领域面临统筹发展和安全的难题。基于密码学的人工智能安全新理论不仅解决人工智能安全的数学可解释性,实现人工智能安全体系

化测评与评估,而且推动人工智能安全从经验性防御向数学可验证安全范式跃迁,实现人工智能高安全水平下的高质量发展。

07 多维度、可重构超分子机器组装

该问题的突破将在科学层面构建可逆、可重构的组装体系,从“分子合成导向”转向“功能组导向”,形成超分子机器专用表征体系;在技术革新层面,微/纳机器人的集群行为控制为分

子机器提供设计范式,使得超分子机器有望成为继芯片、人工智能后的下一代技术制高点,推动社会向智能化、可持续化方向深度转型。

08 暗能量与哈勃常数危机

哈勃常数危机的解决与暗能量动力学本质的揭示,必将引发对宇宙起源、演化以及基础物理定律的全新认知与深入反思,有望在物理学与天文学交叉领域催生突破性理论变革,重塑科学范式。推动该问题的研究突破将带动

我国大规模巡天望远镜技术、精密测量仪器与高性能计算平台的自主创新发展,极大提升基础科学研究能力,并显著促进相关技术在遥感测绘、精密光学制造、数据科学等关键产业领域的广泛应用,产生可观的经济社会效益。

09 作物野生近缘种在提升栽培种抗逆特性的育种潜力

野生近缘种在改良栽培种抗逆性方面的成功利用,将显著推动对作物进化、基因功能与复杂性状调控机制的科学认知,深化对自然选择与驯化过程的理解。在实践层面,这将提升作物在逆境条件下的稳定性与产量,为应对气候变化、保障粮食安全提供核心科技支

撑。在经济上,这可减少农药、灌溉等投入,降低生产成本,提高农业效益。在社会上,这有助于推动绿色农业发展,改善生态环境、促进可持续农业转型,提升国家在全球农业科技领域的话语权,具有深远的科技、经济和社会影响。

10 人体微生态与宿主的交互调控机制

人体微生态与宿主的交互调控研究正在重塑生命科学的基础认知框架。这一领域揭示了生物体与共生微生物之间复杂的协同进化关系,为理解生命系统的组织原则提供了全新视角。研究发现,宿主与微生物群落通过多层次的分子对话形成动态平衡网络,这种跨物种互作机制展现了生命调控

的复杂性和精巧性。在基础理论层面,该研究不仅拓展了传统生理学的认知边界,更推动了系统生物学、进化生物学等基础学科的发展。在社会效益上,基于微生物组的个体化营养干预和精准治疗策略可显著降低慢性病医疗负担,提升公共卫生防控水平,为应对全球性健康挑战提供创新解决方案。