

中国科大提出高效单原子催化剂设计新策略

本报讯 近日,中国科大合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰教授团队,通过精准的单原子锚定位点设计,制备出一种高效催化电化学阳极反应的单原子催化剂。相关成果分别发表于《自然·通讯》《美国化学会志》,并被选为《美国化学会志》封面(如图)论文。

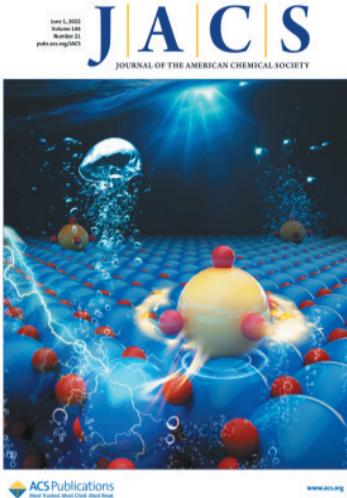
研究人员采用电化学沉积技术,选择性地将铱单原子锚定在羟基氧化钴载体表面氧原子的三重中空位点处和氧空位处。测试表明,锚定在氧空位处的铱单原子展现出更优异的电化学阳极反应性能。机理研究发现,对于锚定在氧原子的三重中空位点处的铱单原子催化剂,铱—钴之间的强电荷相互作用增强了钴位点对反应中间体的吸附。而对于锚定在氧空位处的铱单原子催化剂,铱—钴之间电荷效应不明显。但是,铱单原子特殊的配位结构会与电化学阳极反应中间体之间形成氢键相互作用,最终通过构型效应稳定了中间体,降低了反应能垒。

本报讯 中国科大杜江峰院士团队与南京大学黄璞教授、何建华副教授等,利用抗磁悬浮力学系统,在实验室环境中对一种重要的暗能量理论——变色龙理论进行实验检验,未发现该理论预言的“第五种力”,从而排除了其作为暗能量的可能。这是所有暗能量理论中首个确定性的实验检验。

8月25日,研究成果线上发表于《自然·物理学》。

在《科学》杂志发布的125个最具挑战性的科学问题中,“宇宙由什么构成”排在第一。一些观测事实表明,宇宙正处于加速膨胀中,而暗能量被认为是驱动其膨胀的原因。但是,暗能量的本质是什么,它以何种方式与世界发生作用,目前仍然未知。

变色龙理论是用来解释宇宙加速膨胀的一种理论模型,该理论最大特征之一是预言



此外,研究人员通过将配位环境相同的铱单原子分别锚定在羟基氧化钴载体的晶格处和表面氧空位处,构造出了两种不同的单原子一载体界面结构,并以此来探究原子级界面对电化学阳极反应的调控机制。

结果发现,处于晶格位点的铱—氧八面体与近邻共边的钴—氧八面体之间会产生电荷转移,导致钴位点对电化学阳极反应中间体的吸附增强。而锚定在羟基氧化钴表面的铱—氧八面体则通过共点的氧与钴—氧八面体连接,在催化剂表面形成了一个独特的铱—氢—氧—钴界面,并通过空间相互作用调控了关键反应中间体在其表面的吸附构型,从而大幅提升了该催化剂的电化学阳极反应性能。

该研究从原子尺度揭示了单原子锚定位点对其电催化性能的调控机制,也为设计高效的电化学阳极析氧反应催化剂提供了新思路。

(合肥微尺度物质科学国家研究中心)

中国科大完成 首个确定性暗能量理论实验检验

了已知四种基本相互作用外的“第五种力”,在形式上可写为万有引力作用的微小偏离,这为实验研究提供了可能。

此次工作中,研究人员利用抗磁悬浮力学系统作为力探测器,精巧构建了亚毫米尺度的具有超高灵敏度的“桌面式”力探测平台,对变色龙理论所预言的“第五种力”进行检测。

研究人员对变色龙场做了精细的数值模拟和基于此的第一性原理几何设计,对质量源与力探测器采用了薄膜结构,有效解决了

变色龙场在质量源端和力探测器端的双重屏蔽困难;并且,实验中产生了超长相干时间的“第五种力”驱动以提高力探测精度。

研究提升了对“第五种力”的探测效率,实现了迄今为止对变色龙理论的国际最高检测精度,将理论预言的变色龙作用力上限限制到 6×10^{-17} 牛顿。

结合先前实验,该研究最终完成了基础变色龙理论的全参数空间检验,未发现该理论预言的“第五种力”,从而确定性地排除这一暗能量理论。

(丁一鸣 王敏)

我校揭示神经系统疾病致病机理

本报讯 中国科大生命科学与医学部教授许超、张凯铭与西班牙分子生物学中心教授 Encarna Martínez-Salas 合作,利用单颗粒冷冻电镜技术解析人源 Gemin5 基因产物羧基端结构域的三维结构——十聚体,揭示 Gemin5 羧基端结合 mRNA 并调控其翻译的分子机制。研究结果发现, Gemin5 羧基端发生突变导致其十聚体结构破坏,是引发神经系统疾病的重要原因。研究成果 9 月 2 日在线发表于《自然·通讯》。

此次研究中,课题组利用冷冻电镜技术解析了 Gemin5 羧基端的三维结构,发现 Gemin5 羧基端通过疏水作用形成十聚体。这种由双五聚体组成十聚体的结构在 RNA 结合蛋白质中属首次被发现。

研究还发现, Gemin5 羧基端十聚体形成对结合 mRNA 是必需的; G5C 十聚体通过带正点的表面与带负电的 RNA 以静电方式相互作用。

“人体内的 Gemin5 基因发生突变,如果导致 Gemin5 十聚体被破坏或者静电表面不存在了,就不能再结合 RNA,这样就损害了 Gemin5 调控神经发育的功能,从而导致神经系统疾病的发生。”许超进一步分析。

此次工作为进一步研究 Gemin5 缺陷导致神经系统疾病的机理,以及 Gemin5 独立于 SMN 复合物的生物学功能提供了结构基础。

(生命科学与医学部)

我校成功研制 超高弛豫率磁共振成像对比剂

评估了其体内快速清除、体内代谢分布和体内安全性,为实现其临床转化提供了重要的信息和依据。

该纳米簇因其自身超高的内含水量和稳定性,在临床磁共振成像 3.0 T 磁场下展现出超高的纵向弛豫率和优异的体内血池造影效果,其弛豫率是当下临床用磁共振对比剂钆喷酸葡胺注射液的十倍以上,展现出重要的临床应用价值。此外,该材料可快速宏量制备,在常温常压条件下,几分钟可生产出

几升材料,这为其临床应用转化提供保障。这种无定形钆掺杂碳酸钙的快速合成方法为今后新型纳米磁共振成像对比剂的研制提供了新途径。

合肥微尺度物质科学国家研究中心特聘副研究员董良、中国科大一附院影像科主任医师徐运军、隋晓博士为该共同第一作者。

(合肥微尺度物质科学国家研究中心 化学与材料科学学院)

碘化超微孔膜实现高效率且多形式的盐差能发电

种极具潜力的可再生能源。理论上,全球各河口区盐差能总储量高达 30 太瓦,可利用的有 2.6 太瓦。

研究中,团队设计了一种碘化的超微孔聚合物膜 SPX,用于提取储存在不同浓度溶液中的渗透能。SPX 膜具有大小为 5~9 埃的亲水微孔,表现出受表面电荷控制的离子传输和优异的阳离子选择性。在模拟海水和河水混合的情况下,能量转换效率保持在 38.5% 以上。利用热梯度和浓度梯度的协同作用,该盐差能提取装置的能量转

换效率进一步提高到 48.7%,接近 50% 理论上限。这是目前为止在 50 倍氯化钠梯度下报告的最高效率。

该研究也揭示了亚纳米通道内的尺寸筛分效应,拓展了盐差能发电的概念。基于 SPX 膜的盐差能提取装置在连续运行模式下具有良好的长期稳定性。该研究成果将盐差能发电的概念拓展到扩散发电,未来或可用于从工业废水中提取能量。

第一作者为博士生朱晴,杨正金教授和徐铜文教授为共同通讯作者。(吴长锋)

存在于河水与海水之间的盐差能是一

本报讯 8 月 21 日晚,第十三届丘成桐大学生数学竞赛总决赛在合肥落幕。来自清华大学、北京大学、中国科大、复旦大学等高校 101 名选手共决出 68 项大奖。中国科大参赛选手斩获 14 个奖项,包括 10 项个人单项奖、2 项个人全能奖铜奖和 2 项团体奖铜奖,与历届成绩相比进步明显,逐渐与清华、北大形成三足鼎立之势。

在本届丘赛中,中国科大曾相同学摘取个人单项代数、数论与组合方向和概率统计银奖各一枚,个人全能 1 枚铜牌以及团体奖铜奖;赵伟龙同学获得个人全能奖铜奖、分析与偏微分方程和代数方向各一枚铜奖,以及团体奖铜奖。

中国科大数学科学学院承办第十三届丘成桐大学生数学竞赛决赛,是丘赛举办以来首次在京外举行。今年大赛在考核代数、数论与组合,分析与偏微分方程,几何与拓扑,概率与统计,应用与计算数学 5 大方向的基础上,首度增加数学物理方向,并命名为赫尔曼·外尔奖。在首次设立的数学物理方向,中国科大同学取得 3 枚铜牌,体现科大学子在数学物理方面的坚实基础。

在 21 日举行的颁奖典礼上,赛事主席、清华大学讲席教授丘成桐院士,安徽省委常委、省政协副主席、党组成员张红文,中国科大党委常委、副校长周丛照,科大讯飞董事长刘庆峰致辞并为学生颁奖。合肥市人民政府副市长赵明,安徽省政府办公厅副主任张亚伟等领导莅临出席。此外,竞赛评委、兄弟高校、研究机构的专家教授及参赛选手和各界代表 150 余人共同出席典礼。

在典礼上,丘成桐院士首先对承办院校中国科大表示诚挚的感谢。他表示,通过举办大学生数学竞赛,为中国培养出了一批批比肩世界一流大学人才的优秀学子,也使得中国大学的数学专业教育不断优化。他说,当前中国数学专业大学生已达到了世界水平。他提出,下一步目标是要提高研究生水平,“研究生才是中国的未来”,高水平研究生对于发展基础科学有着至关重要的作用。他期望中国 10 年内能在本土培养出世界最顶尖的数学家,发表最好的论文,做出世界第一流的学问,带领中国数学走出一条新的道路。

张红文表示,数学是科研领域基础中的基础,是促进科技创新的重要内核,也是推动新兴产业发展的引擎。安徽正在打造科技创新策源地,欢迎数学界人士多来安徽交流并从事科研工作。他希望同学们以丘先生等科学家为榜样,学习他们热爱科学、奉献社会的崇高品格,一丝不苟、严谨求学的治学精神,不断求索、勇于钻研的创新勇气,成为基础科研领域的终身学习者,为中华民族的伟大复兴作出积极贡献。

周丛照表示,丘赛已成为国内重要的本科生数学竞技平台,从中涌现了一批批优秀的年轻数学人才。历年来科大同学在丘赛中取得了不错成绩,如陈果等已成长为学有所成的数学家。希望与清华大学丘成桐数学科学中心继续加强交流合作,共同培养一流人才,不断取得高水平、原创性研究成果,早日实现“中国成为数学强国”的目标。

刘庆峰表示,正是基于数字外推的合成算法与实验语音学的结合,才真正得以推动科大讯飞的创办。他期待未来能和数学界领军人物、冉冉升起数学新星开展更深入合作,真正实现科教兴国。

评委代表、中国科大数学科学学院胡森教授表示,本届竞赛有助于促进本校的数学教育改革,提升数学教育水平。选手相比去年更出色,祝贺获奖同学拿到了进入数学家团体的入场券。

(数学科学学院)

第十三届丘成桐大学生数学竞赛圆满落幕