

足球型分子是如何在宇宙中产生的? ♥精选

已有 1702 次阅读 2023-3-29 09:32 | 个人分类:新观察 | 系统分类:论文交流

足球型分子是如何在宇宙中产生的? 诸平



Fig. 1 Illustration: Adobe Stock

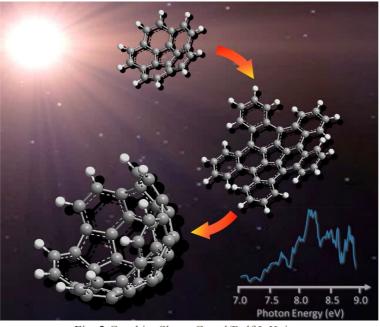


Fig. 2 Graphic: Shane Goettl/Ralf I. Kaiser

据瑞士保罗·谢尔研究所(Paul Scherrer Institute简称PSI, Villigen, Switzerland)2023年3月27日 提供的消息,瑞士、美国以及中国的研究人员合作,破解了"足球形状的分子是如何在宇宙中 产生之谜 (How football-shaped molecules occur in the universe) 。

长期以来,人们一直怀疑富勒烯及其衍生物可以在宇宙中自然形成。这些是形状像足球 (football) 、色拉碗(salad bowl) 或纳米管(nanotube)的大碳分子。一个由瑞士、美国以及 中国研究人员组成的国际研究小组使用PSI的瑞士SLS同步加速器光源(Swiss SLS synchrotron light source at PSI) 展示了这种反应的工作原理。相关研究结果于2023年3月18日已经在《自然 通讯》(Nature Communications)杂志网站发表——Lotefa B. Tuli, Shane J. Goettl, Andrew M. Turner, A. Hasan Howlader, Patrick Hemberger, Stanislaw F. Wnuk, Tianjian Guo, Alexander M. Mebel, Ralf I. Kaiser. Gas Phase Synthesis of the C₄₀ Nano Bowl C₄₀H₁₀. Nature



☆ 加为好友 ∠ 给我留言

🐓 打个招呼 🖂 发送消息



作者的精选博文

- 科学家们发现了一种简单的方
- •量子突破:对量子湍流的新认
- 发现了新的凝血调节机制
- 《自然》: 化学家合成并表征
- 科学家在遥远的岛屿上发现

作者的其他最新博文

- 科学家们发现了一种简单的方
- 量子突破: 对量子湍流的新认
- 发现了新的凝血调节机制
- 《自然》: 化学家合成并表征
- 科学家在遥远的岛屿上发现

精选博文导读

- 慢性疼痛的研究需要重视
- 如果让福尔摩斯来看混凝土
- 另类科学史: 《塑造现代经...
- 厦门大学彭栋梁&谢清水团...
- 漫谈真随机数与伪随机数兼...
- 足球型分子是如何在宇宙中...

<u>Communications</u>, 2023, 14(1): 1527. DOI: <u>10.1038/s41467-023-37058-y</u>. <u>Published: 18 March 2023</u>. https://doi.org/10.1038/s41467-023-37058-y.

参与此项研究的有来自美国佛罗里达国际大学(Florida International University, Miami, FL, USA)、美国夏威夷大学玛诺阿分校(University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI, USA)、瑞士<u>保罗·谢尔研究所</u>以及中国天津大学(Tianjin University, Tianjin, China)的研究人员。
"我们是星尘,我们是金色的。我们是十亿年前的碳。"在他们在伍德斯托克(Woodstock)表演的歌曲中,美国乐队克罗斯比(Crosby)、斯蒂尔斯(Stills)、纳什和扬格(Nash & Young)总结了人类的本质组成:星尘(star dust)。任何对天文学稍有了解的人都可以证实这支美国乐队的话——行星和我们人类实际上都是由燃烧殆尽的超新星产生的尘埃和数十亿年前的碳化合物组成的。宇宙是一个巨大的反应堆,了解这些反应意味着了解宇宙的起源和发展——以及人类从何而来。

过去,富勒烯(fullerenes)及其衍生物在宇宙中的形成一直是个谜。这些碳分子呈足球、碗或小管的形状,于20世纪80年代首次在实验室中被创造出来。2010年,红外太空望远镜斯皮策(Spitzer)在行星状星云Tc 1(planetary nebula Tc 1)中发现了具有足球特征形状的 C_{60} 分子,称为巴基球(buckyballs)。因此,它们是迄今为止已知存在于超越我们的太阳系的宇宙中的最大分子。

但它们实际上是如何形成的呢?来自美国夏威夷州檀香山(Honolulu, USA)、美国迈阿密(Miami, USA)和中国天津(Tianjin, China)的一组研究人员现已完成分子形成的重要反应步骤,并得到瑞士PSI和瑞士SLS同步加速器光源的真空紫外 (vacuum ultraviolet简称VUV)光束线的积极支持。"PSI提供独特的实验设施,这就是我们决定与PSI的帕特里克·赫姆贝格(Patrick Hemberger)合作的原因,"该领域国际领先的研究人员、檀香山夏威夷大学(University of Hawaii in Honolulu)的拉尔夫·凯撒(Ralf Kaiser)说。

富勒烯制取的微反应器(A mini reactor for fullerene)

PSI研究VUV光束线的科学家帕特里克·赫姆贝格建造了一个微型反应器,用于实时观察富勒烯的形成。在1000°C的温度下,在反应器中产生了心环烯自由基 (corannulene radical, $C_{20}H_9$)。这个分子看起来像一个沙拉碗,就好像它是从 C_{60} 巴基球上切下来的。这种自由基是高度反应性的。它与乙烯基乙炔(vinyl acetylene, C_4H_4)反应,会在碗的边缘沉积一层碳。"通过多次重复这个过程,分子会长成纳米管的端盖。我们已经设法在计算机模拟中证明了这种现象,"佛罗里达国际大学(Florida International University)化学教授、该研究的作者之一亚历山大·梅贝尔(Alexander Mebel)解释说。但这并不是研究人员的唯一目标:"我们想证明这种反应在实际上是可能的,"拉尔夫·凯撒补充道。

该反应产生不同的异构体——质量(或组成)相同但结构略有不同的分子。使用标准质谱法,所有这些变体都会产生相同的信号。但是当使用团队采用的光电子光离子符合光谱法

(<u>photoelectron photoion coincidence spectroscopy</u>)时,结果是不同的。"通过这种技术,测量曲线的结构可以得出关于每个异构体的结论,"帕特里克·赫姆贝格解释说。

解开经典足球形分子之谜(Solving the puzzle of classic football-shaped molecules)

拉尔夫·凯撒说:"宇宙包含着分子和化学反应的狂野丛林(wild jungle)——并不是所有的分子和化学反应都可以在望远镜的信号中被清楚地分类。"我们已经从模型中知道宇宙中同时存在心环烯(corannulene)和乙烯基乙炔(vinylacetylene)。现在可以确认这些分子实际上构成了富勒烯的组成部分。"这就是为什么PSI的实验对我们如此有价值。"

但在《自然通讯》(Nature Communications)杂志网站成功发表研究论文并不是故事的结局。研究人员希望进行更多实验,以了解经典的巴基球以及具有60个碳原子的足球形富勒烯分子和具有更多原子的微小纳米管是如何在宇宙中形成的。

这项工作得到了美国能源部基础能源科学(<u>U.S. Department of Energy, Basic Energy Sciences</u> Grants No. DE-FG02-03ER15411, No. DE-FG02-04ER15570)资助。

上述介绍,仅供参考。欲了解更多信息,敬请注意浏览原文或者相关报道。

Abstract

Nanobowls represent vital molecular building blocks of end-capped nanotubes and fullerenes detected in combustion systems and in deep space such as toward the planetary nebula TC-1, but their

fundamental formation mechanisms have remained elusive. By merging molecular beam experiments with electronic structure calculations, we reveal a complex chain of reactions initiated through the gas-phase preparation of benzocorannulene ($C_{24}H_{12}$) via ring annulation of the corannulenyl radical (C₂₀H₉) by vinylacetylene (C₄H₄) as identified isomer-selectively in situ via photoionization efficiency curves and photoion mass-selected threshold photoelectron spectra. In silico studies provided compelling evidence that the benzannulation mechanism can be expanded to pentabenzocorannulene ($C_{40}H_{20}$) followed by successive cyclodehydrogenation to the C_{40} nanobowl $(C_{40}H_{10})$ - a fundamental building block of buckminsterfullerene (C_{60}) . This high-temperature pathway opens up isomer-selective routes to nanobowls via resonantly stabilized free-radical intermediates and ring annulation in circumstellar envelopes of carbon stars and planetary nebulae as their descendants eventually altering our insights of the complex chemistry of carbon in our Galaxy. 转载本文请联系原作者获取授权,同时请注明本文来自诸平科学网博客。 链接地址: https://blog.sciencenet.cn/blog-212210-1382211.html 上一篇:科学家们发现了一种简单的方法来制造原子薄的金属层 🤏 🗱 🙀 👩 👂 🛨 IP: 111.20.218.* | 热度 | 🐈收藏 当前推荐数: 2 推荐人: 郑永军 晏成和 推荐到博客首页 评论 (0 个评论) 该博文允许注册用户评论 请点击登录 1/0 | 总计:0 | 首页 | 上一页 | 跳转

Powered by ScienceNet.cn

Copyright © 2007-2023 中国科学报社

Archiver 手机版 **科学网**(京ICP备07017567号-12)

GMT+8, 2023-3-30 00:47