

文/杨书卷

那些困扰多年的科学难题

几乎在每个学科中,都存在某些“顽固”的问题,十几年或数十年难以求解,而要继续下去的研究又无法绕开它,成为令人烦闷的“胶着”状态。不过,只要“打开”它,便会立刻呈现“柳暗花明”的愿景。近日频频传来的好消息是,依靠巧妙的实验设计和理论构想,不同领域的科学家们各自突破了自己学科中的一些关键的瓶颈。

法国巴黎高等物理化学学院和法国国家科学研究院的一个联合研究小组,首次成功演示了水波的“逆时传播”。多年来,科学家一直对“波”的逆时传播情有独钟,因为根据物理学的基本原理。水波、声波、电磁波、弹性波等“波”普遍存在着逆时对称性,但在此之前,却始终未能设计出成功的实验。

“逆时传播”并不像从字面理解的那样“科幻”,是把水波送回“过去”,而是一种数学

表达的时间反向:从一个源头发出水波,传播一段距离后,再发出水波使其能返回到源头位置,就像波向后倒退——波返回源头的路径精确遵循着它最初传播的路径。

虽然水波很普通而且很容易看到,但由于有流体黏性、与容器壁有摩擦力等,使得“逆时传播”的实验反而比别的波更为复杂。科学家们通过极其精确的计算和设计,用一个 53cm×38cm 的水箱注入了 10cm 深的水,在水箱中央放置一个垂直振荡器做制波器,此处作为源点发出水波,利用水箱边界的多重反射将阻力衰减最小化,然后再次发出水波,使波纹重新汇聚于源点,终于毫丝不差,成功实现了“水波重聚”。论文作者之一的 **Mathias Fink** 掩饰不住自己的兴奋之情:“利用这一理论,我们可以构建出任何波的逆时镜像。”

水波的“逆时传播”在海港水波控制方面有着很多现实的应用,例如,可以利用一套浸入海中的振动制波器聚波以形成波场,从而达到给危险的高波水区“消波”的目的,而声波的“逆时传播”则是很

好的一种抗噪音技术,想想那些生活在高速公路旁深受噪音污染之苦的人们吧!当然,如果它还能“操纵”地震波,在预报或预防地震上有所作为的话——这显然是是个“狂妄”的想象,但未来的技术说不准真会将它变为现实呢!(8月20日美国 *Physical Review Letters*)

能解开困惑多年的难题的确是一件让人兴奋的事。美国科学家、佛罗里达州立大学化学和生物化学系博士生 **Paul Dunk** 就品尝了这一成功的喜悦:他攻破了一道 25 年来科学家力求破解的谜题,即高度对称、性质迷人的巴基球分子最开始是如何形成的。

在碳家族中,除了闪闪发光的金刚石

“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在,灯火阑珊处。”

和材料新秀石墨烯,被称为巴基球的 C60 分子也有着当仁不让的贵族地位。巴基球也被形象地叫做“足球烯”。因为它的 60 个碳原子构成酷似足球一样的 32 面体,而这恰是一个化学键最稳定的空间排列位置。大自然的鬼斧神工,使巴基球具有许多优异性能,如超导、强磁性、耐高压、抗化学腐蚀等,现在达到 0.2mg/cm³ 极限的世界上最轻的材料“飞行石墨”,就是它的“近亲”。

有趣的是,巴基球的首次发现不是在地球,而是在外太空,而它的发现者和石墨烯的发现者一样,也获得了诺贝尔奖。但从发现到至今,巴基球的形成方式却始终是个谜。“因为巴基球是在高能条件下瞬间而生成的,其速度之快根本无法让人观测。”Dunk 解释道,“所以必须用超越常规的巧妙方式。”

研究者将巴基球分子与碳和氦混合,然后用激光轰击,并利用极高磁场的回旋共振质谱仪,对激光轰击过程中产生的几十种分子进行分析,然后惊奇地发现,巴基球分子能够从周围的气体中吸收碳并与碳相结合,自组装成笼状的、越来越多

的巴基球,而且巴基球的碳“笼子”在整个过程中始终是封闭着的。

深入本质发现巴基球的“诞生”方式,对这一特种材料的未来发展奠定了良好的基础,美国国家航空航天局最近发布的报告还显示,巴基球也存在于围绕遥远恒星的轨道上,这表明,洞察巴基球的秘密也许会打开一扇知晓宇宙环境形成的重要之门(8月1日英国 *Nature Communication*)。

除了实验领域,计算理论领域也有着出色的表现。美国国家研究委员会 1995 年列为物理化学领域顶级理论难题之一的“N 表示性”(N-representability)问题,最近被美国芝加哥大学的化学教授 **David**

Malzotey 完美解开。

“N 表示性”指对电子运动进行的精确数学建模。但是,分子有上万的电子,要模

拟这些电子行为极为复杂,且其复杂程度随强相关电子数量的增加呈指数增长。所以,这个问题自提出到现在已超过了 60 年,但一直没有令人信服的解答。Malzotey 巧妙地提出了“双电子”模型,即通过一种“双电子”技术来推算出“多电子”系统的性质,经过 10 多年不断改进,终于取得了成功,成就了“大统一”的理论。加拿大皇后大学数学家 **Robert Daer** 认为,这是在化学领域取得的一次巨大进步,是“诺贝尔奖”级别的成果,足以和传统的量子力学方程相映成辉(7月4日美国 *Physicists* 网站)。

清末民初的中国国学大师王国维认为,成就大的学问必须经过三层境界,通过“昨夜西风凋碧树,独上高楼,望尽天涯路”和“衣带渐宽终不悔,为伊消得人憔悴”,才能“众里寻他千百度,蓦然回首,那人却在,灯火阑珊处”。我们看到,科研的进展也与此相通,首先要登高望远,观察路径,明确追求,然后必须废寝忘食,孜孜以求,而经过反复追寻、研究后,就会融汇贯通,豁然开朗,最终成就“妙手偶得”的最高境界。■