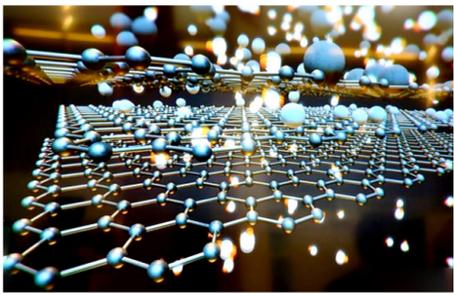


石墨烯材料中发现新型准粒子于特定磁场表现不同行为

科学家在石墨烯-氮化硼超晶格发现了新的准粒子家族，称为 Brown-Zak 费米子，在施加特定磁场的情况下竟沿直线轨迹移动，这项发现不只对电子传递基础研究相当重要，也有机会促进新型电子元件发展。

准粒子一词由理论物理学家 Lev Landau 于 1940 年代引入，在物理学，准粒子是种发生在微观复杂系统的突出现象，集体效应描述为“单粒子激发”，可说是凝聚态物理学与量子多体系统最重要的概念之一。

近年来，科学家开始研究石墨烯-氮化硼超晶格，这种材料结构可以观察到电子于磁场出现绝妙分型图案，称为“霍夫施塔特蝴蝶”，然而当曼彻斯特大学团队将石墨烯层原子晶格对准绝缘氮化硼原子晶格、并施加特定磁场值时，却发现结构里的电子发生令人惊讶的行为。



若按照理论预期，电子在跑进均匀磁场的情况下会呈现等速率圆周运动，然而当研究人员将石墨烯-氮化硼超晶格磁场设定为某个特定值时，却发现电子再次沿直线轨迹移动，彷彿磁场消失了。

原本科学家仍以狄拉克费米子 (Dirac fermion) 来思考石墨烯超晶格中集体电子的行为，但狄拉克费米子并不能解释某些实验结果，也

不符合该状态下准粒子的有限质量。因此研究人员归因于高磁场下有新型准粒子即 Brown-Zak 费米子 (Brown-Zak fermions) 形成，它们有自己的独特性能和极高迁移率 (粒子系统中，迁移率定义为粒子在施加电流时行进的能力)。

石墨烯结构中，高迁移率一直是圣杯，因此这类材料将具有其他特性 (整数/分数量子霍尔效应) 可制造超高频晶体管。新研究中，科学家制备了高纯度超大型石墨烯元件，获得几百万 $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{S}$ 电子迁移率，这代表粒子能直接在整个设备传递而不会发生散射。

施加磁场原本会降低电子迁移率，然而这些在超晶格强磁场下出现的新型准粒子反其道而行，将能为一些极端条件下运行的电子设备开辟前景。(逸文)

可维系生命的系外行星或数量惊人

一项新的研究表明，在没有像木星这样的气态巨行星的情况下，其他恒星系统可能有多达七颗类地行星。这是来自加州大学河滨分校 (UC Riverside) 天体生物学家 Stephen Kane 领导的一项研究，发表在本周的《天文期刊》(Astronomical Journal) 上。

在外太空寻找生命的工作通常集中在科学家们所称的“宜居带”上，即恒星周围的区域，在该区域中，绕恒星运行的行星可能存在液态水海洋，这是我们已知生命存在的条件。

Kane 一直在研究附近一个名

为 Trappist-1 的恒星系统，该系统有 3 颗位于宜居带的类地行星。“这让我想知道一颗恒星可能拥有的宜居行星的最大数目是多少，以及为什么我们的太阳系只有一颗。” Kane 表示，“这似乎不太公平！”

他的团队创建了一个模型系统，在这个系统中他们模拟了绕着恒星运行的各种大小的行星。一种算法解释了万有引力，并帮助测试了行星在数百万年的时间里是如何相互作用的。

他们发现，有些恒星可能允许多达七颗这样的行星存在，而像太

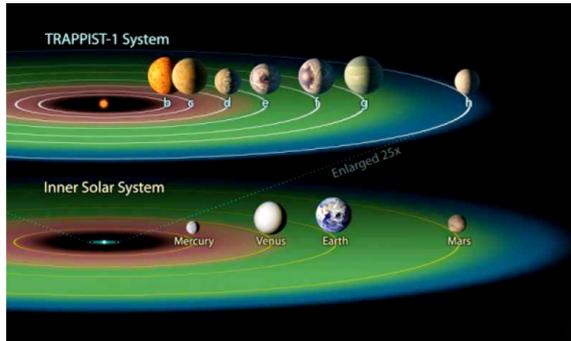
阳这样的恒星可能会允许存在六颗含液态水的行星。Kane 说：“如果超过 7 颗，那么行星之间的距离就会靠得太近，从而使彼此的轨道不稳定。”

那为什么我们的太阳系只有一颗宜居行星，如果真的存在六颗呢？如果行星的轨道运动是圆形的，而不是椭圆形或不规则的，这有助于最大程度地减少任何近距离接触，并让轨道保持稳定。Kane 还怀疑，木星的质量是太阳系其他行星总和的 2.5 倍，是它限制了我们的太阳系的宜居性。Kane 说：“它对我们太阳系的宜居性具有很大影响，因为它质量大，扰乱了其他行星轨道。”

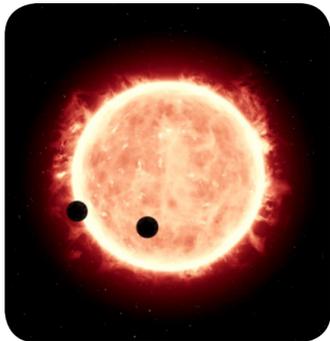
目前已知只有少数恒星在其宜居带内有多颗行星。接下来，Kane 计划寻找完全由较小行星环绕的其他恒星。由 NASA 望远镜对这些目标恒星进行直接观测成像，比如喷气推进实验室 (JPL) 的宜居系外行星天文观测台。

Kane 的研究锁定了这样一颗恒星——Beta CVn，该恒星距离我们只有 27 光年，相对较近。由于它没有类似木星的行星，因此它将被列入重点考察对象之一。未来的研究还将建立新的模型，以研究其他恒星系统中宜居带行星的大气化学。此类项目为在外太空寻找生命提供了更多的新途径。它们也为科学家提供了思路，让他们认识到有一天可能会改变地球上生命的力量。

“尽管我们已经知道地球在历史上的绝大多数时候都是宜居的，但关于这些有利条件如何随着时间推移而演化，以及这些变化背后的具体驱动因素，仍然存在许多疑问。” Kane 说，“通过测量系外行星——其演化途径可能与我们自身相似——的各种特性，我们可以对这颗行星的过去和未来有一个大致的了解。这样我们就能知道，要怎样做才能维持地球的宜居性。”(周琪)



Trappist-1 行星系统有三颗位于宜居带的行星，而我们的太阳系中只有一颗。



Trappist-1 行星系统

基于蜘蛛丝蛋白的新生物材料可预防感染促进愈合

拜罗伊特大学 (University of Bayreuth) 开发的新型生物材料消除了感染风险，并加速了愈合过程。Thomas Scheibel 博士领导的一个研究小组成功地将这些与生物医学密切相关的材料的特性结合起来。这些纳米结构材料基于蜘蛛丝蛋白。这些蜘蛛丝蛋白可以防止细菌和真菌形成，同时又能积极帮助人体组织的再生。因此，它们是埋植剂、伤口敷料、义肢、隐形眼镜和其他日常辅助设备的理想选择。科学家们在《材料》(Materials Today) 杂志上发表了他们的创新成果。

感染的风险远被大众低估：微生物沉积在物体表面是在药物治疗或普通人生活过程中所常见的。通常来说，它们会形成一层致密的，通常是看不见的生物膜，即使是用清洁剂也不能轻易去除，并且微生物通常对抗生素和抗真菌药具有耐药性。然后细菌和真菌可以迁移到生物体的邻近组织中。结果是，它们不仅会干扰各种愈合过程，甚至会导致致命的感染。

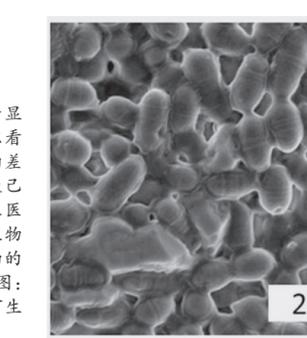
拜罗伊特大学的科学家们运用一种新的研究方法，找到了一个解决这一问题的新方法。他们利用生物技术生产的蜘蛛丝蛋白，开发出一种防止病原微生物附着的方法。即使是对多种抗菌剂 (MRSA) 有抵抗力的链球菌，也没有机会在这种材料的表面沉积。因此，在医疗器械、运动器材、隐形眼镜、义肢和其他日常用品上生长的生物膜将很快成为历史。



此外，这种材料可同时用来帮助人类细胞在该材料表面上附着和增殖。如果它们用于伤口敷料、皮肤代替物或埋植剂，那么它们就可以主动帮助受损组织的再生。与以前用于组织再生的其他材料不同，该材料的感染风险被真正的消除了。因此，在不久的将来，可用于各种生物医学和技术应用的抗微生物涂层即将问世。

到目前为止，拜罗伊特大学的研究人员已经在两种类型的蜘蛛丝材料上成功地测试了防微生物特性：在只有几纳米厚的薄膜和涂层，和可以作为组织再生前体的三维水凝胶支架。拜罗伊特大学生物

材料系主任 Thomas Scheibel 教授解释道：“到目前为止，我们的调查已经得出了一个对未来研究工作具有开创性的发现。值得注意的是，我们开发的生物材料的防微生物特性不是基于毒性，即不是细胞破坏效果。其决定性因素在于该材



从扫描电子显微镜图像中可以看到两幅图大体的差异。左图：在聚己内酯 (一种常在医学中使用的可生物降解塑料) 表面的一种生物膜。右图：蜘蛛丝表面没有生物膜形成。

量子显微镜可观察纳米材料捕光过程

“这是我们第一次真正看到光被纳米材料捕获时的动态，而不是依靠计算机模拟。”今年 6 月，一篇题为“Coherent interaction between free electrons and a photonic cavity”《自由电子与光子腔之间的相干相互作用》的论文发表在 Nature 上，该文第一作者王康鹏 (Kangpeng Wang) 对其团队的最新研究成果作出如上描述。

据了解，王康鹏是通过一种记录光流的四维 (4D) 电子显微镜实现“首次真正看到光被纳米材料捕获”的，这台显微镜可以直接观察光子晶体内捕获的光，也称作量子显微镜 (quantum microscope)，由以色列理工学院教授伊多·卡米纳 (Ido Kaminer) 及其研究团队开发。

据卡米纳介绍，使用这台显微镜，可以改变照亮任何纳米材料样本的光的颜色和角度，并匹配出它们的电子相互作用，正如在光子晶体中所展示的那样。对于不同颜色的光，光子晶

体会以不同的模式进行捕获，且这一过程能够通过量子显微镜看到。

卡米纳团队这一研究成果将有助于设计新的量子材料以存储具有高稳定性的量子比特、提高手机以及其他类型屏幕的分辨率和色彩对比度等，卡米纳说，“一旦我们研究更先进的纳米 / 量子材料，它将产生更大的影响。”

“第一次”总是令人激动且意义非凡的，卡米纳团队的“第一次看到”实为量子领域一大突破。卡米纳团队开发的电子显微镜，用于观察多维研究纳米级成像和光子腔 - 自由电子的相互作用。观察电子光谱的拉比震荡可以证实，利用电子的量子特性，该量子显微镜能够获得记录的近场光学图。

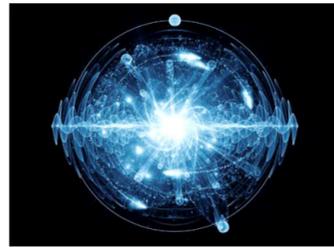
可以将该电子显微镜视为一个飞秒泵浦探针装置，能够使用光脉冲激发样品，用电子脉冲探测样品的瞬态，实现电子脉冲穿透样品并对其成像。虽然早有多种理论预测自由电

子能够激发新的空腔效应，但是由于相互作用的强度和持续时间的基本限制，以前对于自由电子并没有观察到光子空腔效应。

这也是卡米纳团队此次研究最大的突破所在，实现多维纳米成像，为超快自由电子 - 光相互作用的研究引入一种新型量子物质——量子自由电子“波包”，它不受固定能量状态、光谱范围和选择规则的限制。

此前量子电动力学 (QED) 已经研究了量子物质与光的腔模之间的相互作用，这对于构成量子技术基础结构的基础物理学的发展至关重要。更有效的自由电子 - 空腔 - 光子相互作用可以实现强耦合、光子量子态合成和新颖的量子非线性现象。电子显微镜和自由电子物理学的其他领域可以从与光子腔的融合中获得，从而实现软物质或其他对射线敏感的材料进行低剂量、超快电子显微镜检查。(赵欣)

量子模拟器求解复杂物理问题获得突破性进展



来自中国科学技术大学等国内外单位的研究人员在超冷原子量子计算和模拟研究中取得重要突破，他们开发了一种专用的量子计算机——71 个格点的超冷原子晶格量子模拟器，对量子电动力学方程施温格模型进行了成功求解，通过操控束缚在其中的超冷原子，首次模拟了规范场与物质场之间的相互作用和转化，并由此观测到了局域规范不变性。相关研究成果 11 月 19 日在线发表于《自然》杂志上。

规范场理论是现代物理学的根基，主要用来描述基本粒子之间的相互作用、产生和湮灭过程。伴随着规范场理论半个多世纪的发展，科学家们发现各种规范场方程求解的计算复杂度非常高，对超级计算机的数值计算能力形成了严重的挑战。于是，人们提出了开发一种被称为量子模拟器的专用量子计算机，来构建

晶格规范场模型，在实验中通过对模拟器各种参数的精准调控来制备目标量子态，并用量子气体显微镜成像等手段，观测所模拟的量子态的相变、量子关联等性质，获得待研究规范场模型的各种物理性质。

“在国际上，有不少研究人员用超冷原子、囚禁离子等体系对规范场模型的基本单元进行了初步的量子模拟研究。但是，这些实验要么体系太小，不具备局域规范不变性，要么无法同时产生规范场和物质场，更不能研究这两种场之间的相互作用和转化。”中国科技大学常务副校长、中国科学院院士潘建伟说，因此，此前的研究都无法观测规范场理论最基本的特性——局域规范不变性。

为此，研究人员开发了 71 个格点的超冷原子量子模拟器，模拟一维格点体系的施温格模型，从实验上观测到了局域规范不变量，首次使用微量量子调控手段在量子多体系统中验证了描述电荷与电场关系的高斯定理，在使用规范化的量子模拟器求解复杂物理问题的道路上取得了突破性进展。

《自然》杂志审稿人对该工作给予了高度评价。他们认为这项工作“是量子模拟方法研究晶格规范场的一个重要的里程碑”，“迈出了模拟晶格规范场理论的真正一步：从实现量子模拟器的模块到对特定模型的完全模拟”。(钱文)

新式水凝胶能够活化免疫系统有望适用于人体

科学家们发展了一种在免疫系统的帮助下，能够快速治愈动物伤口，并同时使伤口最小化的新式水凝胶。此水凝胶能够使我们身体的伤口复原能力升级。微孔退火粒子 (MAP) 凝胶之前已经显示出希望，能够作为一种设计用来支持组织生长以及加速伤口愈合的结构。而现在，MAP 凝胶也被改善为用来触发一种特定的免疫反应。目前为止，研究只观察到在老鼠身上的伤口愈合，但是这种水凝胶也可能具有潜力帮助患有烧伤、割伤、糖尿病溃疡及其他会留下破损、伤疤皮肤的各种伤口的病人。

美国杜克大学的生物医疗工程师塔琪雅娜·塞古拉教授说：“这个研究显示，活化免疫系统可以被用来将伤口愈合的平衡从组织破坏与伤疤形成调整为组织修复与皮肤再生。”伤疤组织是由身体所形成，用以作为对伤口的快速反应。它能够减少疼痛，并限制感染的机会。但是，重新长出的皮肤并不完整，缺少汗腺及毛囊，且也更容易受到之后的伤害影响。

之前，研究团队已经使用 MAP 凝胶作为组织细胞的方式来更快地修复伤口，而现在该团队藉由翻转凝胶中一种特定化学交联剂的肽结构，试着将此生物支架放置更长的时间，如此一来身体不会将凝胶视为熟悉的物质，且理论上使其更难以被分解。

美国弗吉尼亚大学的生物医疗工程师唐·格里芬教授 (Don Griffin) 说：“过去我们看到当伤口开始要愈合时，MAP

凝胶开始失去孔隙，这限制了组织如何通过此结构生长。我们假设，若是将 MAP 支架的降解速率慢下来，则能够避免孔隙阖上，并且能够在组织生长时提供额外的支助，能够改善组织的质量。”

然而，在老鼠的实验中，研究团队藉由让凝胶支架变得更具于身体来延长其生命期的努力产生了相反的效果：当伤口愈合时，凝胶几乎完全从伤口处消失。

肽结构的翻转确实触发了一种不同的免疫反应，但是是来自更专业的后天免疫系统，其使用了不同种类的细胞以及更多的再生反应来完成其修复作业。在这个案例中被变异的抗体及巨噬细胞能更加地移除水凝胶的痕迹，并且以更像原本皮肤的方式 (包括毛囊) 修复皮肤。

当然，这个过程仍然需要针对人体来调整，但是与其他哺乳动物共享了很多修复机制，而科学家们也希望改良过的水凝胶版本最终能够被用来更快地且自然地复原伤口，或许甚至可以贡献于疫苗的发展。(钱文)

