



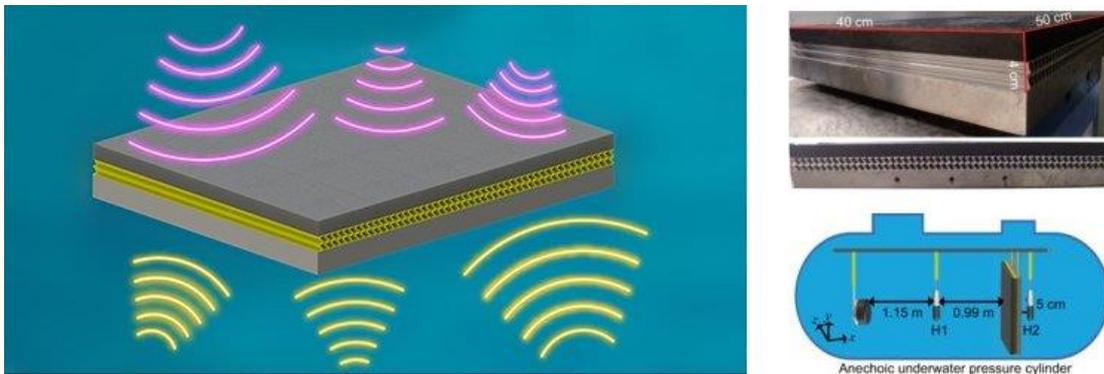
Inovações Tecnológicas – Abril de 2023

São apresentadas as informações sobre: Camuflagem para submarinos oferece furtividade subaquática; vejam como a tecnologia está evoluindo de forma surpreendente.

1 –Camuflagem para submarinos oferece furtividade subaquática

Metamaterial fornece furtividade subaquática

Esquema da camuflagem acústica e foto do protótipo.



[Imagem: Hao-Wen Dong et al. - 10.1103/PhysRevApplied.19.044074]

1.1 - Furtividade acústica

Um "manto da invisibilidade" acústico conseguiu esconder um objeto subaquático da detecção por sonar ou pela ecolocalização de animais marinhos.

Assim como a camuflagem óptica permite que alguns animais, como os polvos, se disfarçam contra o fundo, a camuflagem acústica pode tornar um objeto indistinguível da água que a envolve.

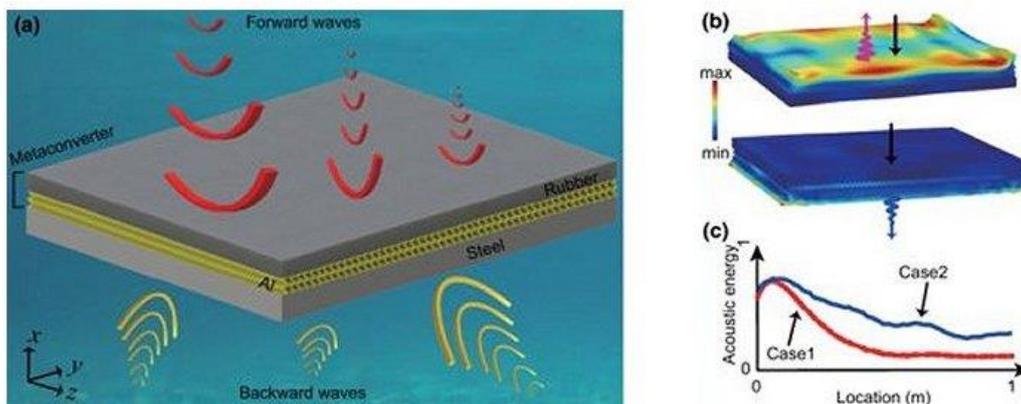
Já foram demonstradas várias versões de camuflagens acústicas, mas normalmente elas funcionam em uma faixa estreita de frequências ou, se são mais versáteis, são muito volumosas para serem práticas.

Agora, Hao-Wen Dong e colegas do Instituto de Tecnologia de Pequim, na China, criaram uma camuflagem leve e de banda larga, feita de uma fina camada de material disposto em camadas.

O manto alcança a tão sonhada furtividade acústica bloqueando o reflexo dos sinais de sonar da superfície e impedindo a fuga do som gerado de dentro do objeto camuflado.

1.2 - Metamaterial fornece furtividade subaquática

A camuflagem acústica funciona em uma ampla gama de frequências.



[Imagem: Hao-Wen Dong et al. - 10.1103/PhysRevApplied.19.044074]

Ondas sonoras longitudinais e transversais

O dispositivo consiste em uma estrutura de 4 cm de espessura que combina uma camada externa de borracha e um metamaterial feito de alumínio poroso sobre uma placa de aço.

Usando um algoritmo genético, a equipe otimizou as propriedades elásticas do metamaterial para adaptar sua interação com as ondas sonoras subaquáticas. Especificamente, o metamaterial converte ondas sonoras longitudinais que o atingem, que podem percorrer longas distâncias debaixo d'água, em ondas sonoras transversais, que não conseguem se propagar pela água.

Essas ondas transversais ficam presas na camada de borracha, onde são absorvidas, eliminando simultaneamente a reflexão e a transmissão das ondas.

O protótipo absorveu 80% da energia das ondas sonoras incidentes, além de oferecer uma atenuação de 100 vezes o ruído acústico produzido na lateral da placa de aço, que simula o ruído interno de um submarino, por exemplo. A equipe afirma que um projeto semelhante pode ser aplicado a veículos marítimos motorizados - para proteger a vida selvagem do ruído - ou a submarinos - para aumentar sua furtividade.

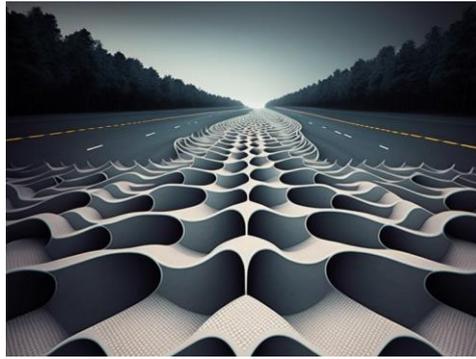
Bibliografia:

Artigo: Porous-Solid Metaconverters for Broadband Underwater Sound Absorption and Insulation
Autores: Hao-Wen Dong, Sheng-Dong Zhao, Ping Xiang, Bing Wang, Chuanzeng Zhang, Li Cheng, Yue-Sheng Wang, Daining Fang
Revista: Physical Review Applied
Vol.: 19, 044074
DOI: 10.1103/PhysRevApplied.19.044074

2.0 - Materiais Avançados

Tecnologia dos metamateriais chega ao concreto

Arte conceitual representando o concreto metamaterial, ou metaconcreto, em uso em uma rodovia.



[Imagem: Amir Alavi via Midjourney]

Metaconcreto

Os metamateriais, que estão entre as tecnologias com maior impacto neste século, acabam de entrar em uma nova área um tanto inesperada: Na fabricação de concreto para a construção civil.

"O uso maciço de concreto em nossos projetos de infraestrutura implica a necessidade de desenvolver uma nova geração de materiais de concreto que sejam mais econômicos e ambientalmente sustentáveis, mas que ofereçam funcionalidades avançadas. Acreditamos que podemos alcançar todos esses objetivos introduzindo um paradigma metamaterial no desenvolvimento dos materiais de construção," disse o professor Amir Alavi, da Universidade de Pittsburgh (EUA).

Alavi e sua equipe já desenvolveram metamateriais autoconscientes e exploraram seu uso em aplicações como implantes inteligentes.

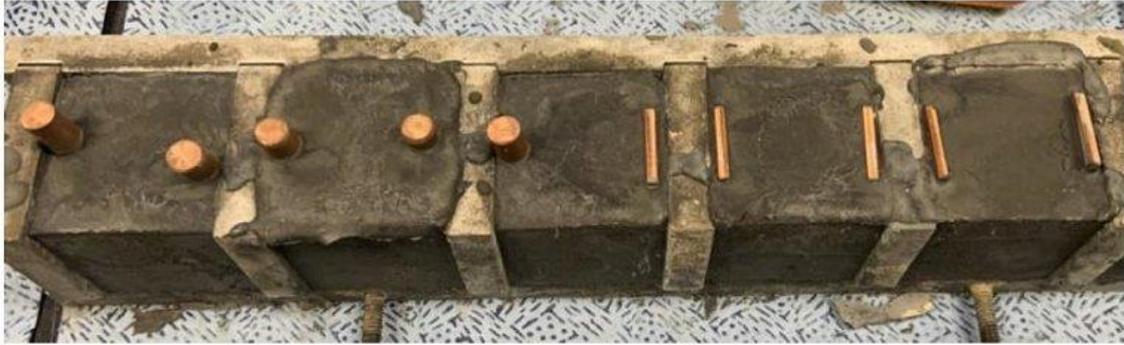
Agora, eles usaram os mesmos princípios para ajustar a fabricação do concreto, permitindo que o material seja projetado e construído especificamente para sua finalidade.

Com isto, atributos como fragilidade, flexibilidade e moldabilidade podem ser ajustados na criação da estrutura de concreto, permitindo que os construtores usem menos material sem sacrificar a resistência ou a longevidade.

As estruturas de concreto resultantes ficam leves e são mecanicamente ajustáveis, viabilizando o uso de concreto em várias aplicações, como materiais de absorção de choque, para desaceleração de veículos ou em sistemas de isolamento dos prédios contra atividades sísmicas.

2,1 - Tecnologia dos metamateriais chega ao concreto

As peças individuais do concreto, neste primeiro protótipo, foram projetadas para gerar energia.



[Imagem: Kaveh Barri et al. - 10.1002/adma.202211027]

2.2 - Concreto que gera eletricidade

Os primeiros protótipos do metaconcreto foram criados visando uma funcionalidade em grande demanda nos EUA, onde a maioria das estradas é feita de concreto: Ele gera eletricidade.

O material é composto por redes de polímero auxético (do grego antigo auxeto, que significa esticável) embutidas em uma matriz de cimento à qual é adicionado grafite, para que ela se torne eletricamente condutora.

A estrutura induz eletrificação de contato entre as camadas quando recebe uma carga mecânica. Como o material pode ser comprimido em até 15% sob carga cíclica, ele produz cerca 330 μW de potência.

Isso não é eletricidade suficiente para enviar energia à rede elétrica, mas é mais do que o bastante para alimentar sensores para monitoramento das estruturas civis ou estradas, além de terremotos.

Eventualmente, sugere a equipe, essas estruturas inteligentes poderão alimentar chips embutidos nas estradas para ajudar os carros autônomos a navegar nas rodovias quando os sinais de GPS são muito fracos ou o LIDAR não está funcionando.

Bibliografia:

Artigo: Multifunctional Nanogenerator-Integrated Metamaterial Concrete Systems for Smart Civil Infrastructure

Autores: Kaveh Barri, Qianyun Zhang, Jake Kline, Wenyun Lu, Jianzhe Luo, Zhe Sun, Brandon E. Taylor, Steven G. Sachs, Lev Khazanovich, Zhong Lin Wang, Amir H. Alavi

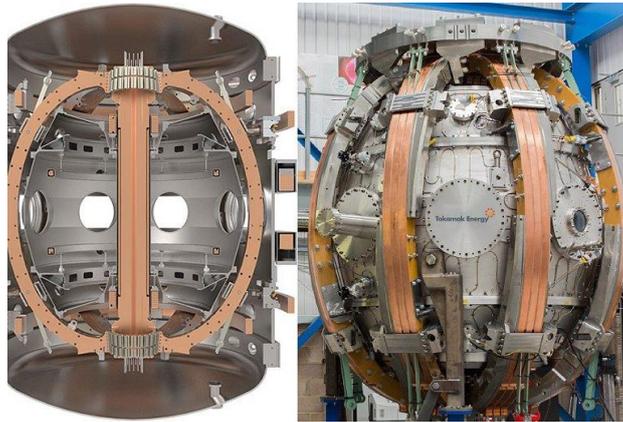
Revista: Advanced Materials

Vol.: 2211027

DOI: 10.1002/adma.202211027

3.0 - Temperatura para fusão nuclear é alcançada em reator esférico de pequeno porte

Produzir energia de fusão em um tokamak de pequeno porte será muito mais econômico.



[Imagem: Tokamak Energy]

Tokamak esférico

Para produzir energia comercialmente, as futuras usinas de fusão nuclear precisarão atingir temperaturas de 100 milhões de graus Celsius.

Pesquisadores conseguiram agora produzir as condições operacionais para atingir essas temperaturas em um tokamak esférico compacto.

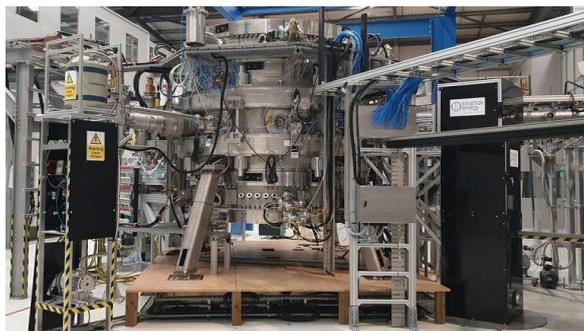
Batizado de ST40, este dispositivo é único: Ele é muito menor que os outros tokamaks e tem um plasma mais esférico do que outros dispositivos de fusão nuclear.

Confirmar que um pequeno tokamak esférico consegue atingir uma das condições necessárias para a produção comercial de energia é animador porque aponta para usinas de fusão nuclear menores e mais baratas do que outras configurações.

É amplamente aceito que o tokamak esférico oferece a menor e mais econômica solução para a energia de fusão. Ao passar de um plasma em forma de rosquinha para um plasma em forma de maçã, o plasma é contido de forma mais eficiente.

O feito foi alcançado por uma equipe conjunta do Laboratório de Física de Plasma de Princeton (PPPL), Laboratório Nacional de Oak Ridge (ORNL) e da empresa emergente Tokamak Energy Ltd.

Temperatura para fusão nuclear é alcançada em reator esférico de pequeno porte
Instalação completa, com a estrutura na qual o tokamak fica alojado.



[Imagem: Tokamak Energy] Compacto e econômico

Na demonstração, os plasmas no ST40 operaram em valores de campo magnético toroidal de pouco mais de 2 teslas e foram aquecidos por 1,8 milhão de watts de partículas neutras de alta energia.

Embora as descargas de plasma tenham durado apenas 150 milissegundos, o plasma mostrou temperaturas de íons de mais de 100 milhões de graus Celsius.

A combinação da maior eficiência do tokamak esférico com o confinamento magnético aprimorado possibilitado pela tecnologia de ímãs supercondutores de alta temperatura representa uma rota promissora para a geração de energia de fusão, sobretudo porque se baseará em máquinas muito compactas.

O ST40 gerou temperaturas de mais de 100 milhões de graus Kelvin (8,6 keV) - temperaturas acima de 5 keV só foram obtidas até agora em máquinas muito maiores e com uma energia de aquecimento muito mais elevada.

Bibliografia:

Artigo: Achievement of ion temperatures in excess of 100 million degrees Kelvin in the compact high-field spherical tokamak ST40

Autores: S. A. M. McNamara, O. Asunta, J. Bland, P. F. Buxton, C. Colgan, A. Dnestrovskii, M. Gemmell, M. Gryaznevich, D. Hoffman, F. Janky, J. B. Lister, H. F. Lowe, R. S. Mirfayzi, G. Naylor, V. Nemytov, J. Njau, T. Pyragius, A. Rengle, M. Romanelli, C. Romero, M. Sertoli, V. Shevchenko, J. Sinha, A. Sladkomedova, S. Sridhar, Y. Takase, P. Thomas, J. Varje, B. Vincent, H. V. Willett, J. Wood, D. Zakhar, D. J. Battaglia, S. M. Kaye, L. F. Delgado-Aparicio, R. Maingi, D. Mueller, M. Podesta, E. Delabie, B. Lomanowski, O. Marchuk

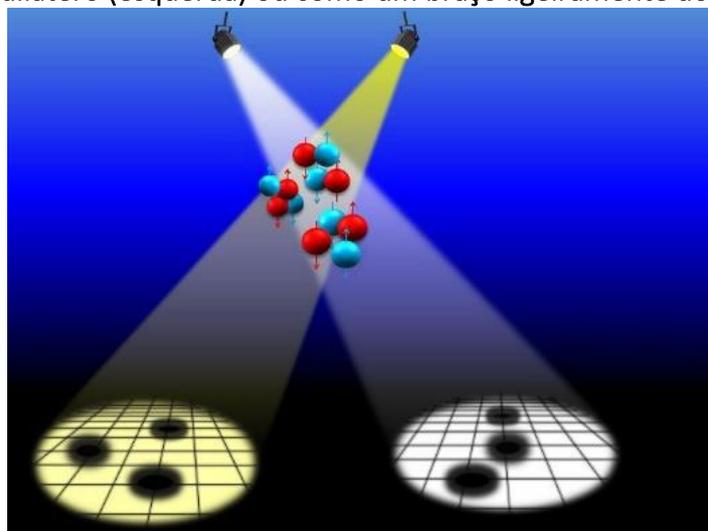
Revista: Nuclear Fusion

Vol.: 63, 054002

DOI: 10.1088/1741-4326/acbec8

4.0 - Cientistas conseguem primeira imagem do núcleo do átomo de carbono

Os nêutrons e prótons - estão presentes no núcleo de carbono como três aglomerados de quatro. Dependendo do estado de energia do núcleo, eles podem ser dispostos em um triângulo equilátero (esquerda) ou como um braço ligeiramente dobrado (direita).



[Imagem: Serdar Elhatisari/University of Bonn]

4.1 - Origem do carbono –

O átomo de carbono é merecedor de uma atenção especial dos cientistas porque, sem ele, a vida como a conhecemos não existiria - nós somos essencialmente seres de carbono.

Mas ainda sabemos muito pouco sobre ele. Sabemos, por exemplo, que o núcleo de um átomo de carbono normalmente consiste em seis prótons e seis nêutrons. Mas como exatamente essas partículas ficam organizadas? E por que existe uma quantidade tão grande de carbono no espaço?

Estas são questões fundamentais porque, logo após o Big Bang, havia apenas hidrogênio e hélio. O núcleo de hidrogênio consiste de um único próton, o de hélio de dois prótons e dois nêutrons. Todos os elementos mais pesados só foram criados muitos bilhões de anos depois por estrelas que chegavam ao fim de suas vidas e explodiam, produzindo pressões imensas e temperaturas extremamente altas para fazer os núcleos de hélio se fundirem - sim, a Tabela Periódica nasceu nas estrelas.

Para formar o carbono, esse processo requer a fusão de três núcleos de hélio.

"Mas, na verdade, é muito improvável que isso aconteça," explica o Professor Ulf Meibner, da Universidade de Bonn, Alemanha. "O motivo é que os núcleos de hélio juntos têm uma energia muito maior do que um núcleo de carbono."

O pesquisador compara essa fusão com três pessoas correndo muito mais rápido do que um carrossel e querendo pular todas ao mesmo tempo nesse carrossel e se encaixar perfeitamente nos lugares.

4.2 - Como se forma o carbono?

Já na década de 1950, o astrônomo britânico Fred Hoyle propôs uma saída para esse enigma: Ele postulou que os três núcleos de hélio primeiro se juntam para formar uma espécie de estado de transição. Hoje conhecido como "estado de Hoyle", esse intermediário tem uma energia muito semelhante à dos núcleos de hélio.

É como se você acelerasse o carrossel, permitindo que os três passageiros embarquem nele facilmente. Quando eles fazem isso, o carrossel diminui para sua velocidade normal e assim teríamos o átomo de carbono. Factível, mas será que a natureza faz isso mesmo? "Somente fazendo um desvio pelo estado de Hoyle as estrelas podem criar carbono em qualquer quantidade apreciável," comentou Meibner.

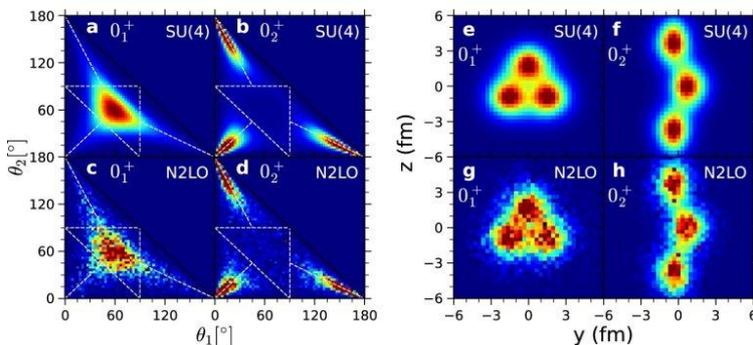
Agora, pela primeira vez, Meibner e seus colegas conseguiram demonstrar a formação do estado de Hoyle, mostrando que, por mais improvável que possa parecer, essa pode ser a rota para explicar todo o carbono cósmico - inclusive aquele que serve de base para a vida na Terra.

Na realidade, os prótons e os nêutrons - chamados núcleons - podem estar localizados em qualquer lugar do espaço. Mas, para conseguir fazer sua simulação rodar em um dos maiores supercomputadores da Alemanha, a equipe precisou restringir essa liberdade: "Arranjamos nossas partículas nucleares nos nós de uma rede tridimensional," explica Meibner. "Portanto, permitimos a eles apenas certas posições estritamente definidas."

Graças a essa restrição, foi possível calcular o movimento dos núcleons. Como as partículas nucleares afetam umas às outras de maneira diferente dependendo da distância entre elas, essa é uma tarefa muito complexa. E foi necessário rodar a simulação vários milhões de vezes, para especificar condições iniciais ligeiramente diferentes, que podem ocorrer na prática. "Nós realizamos esses cálculos para todos os estados de energia conhecidos do núcleo de carbono," disse Meibner.

Depois de 5 milhões de horas de processamento - o supercomputador usado pela equipe tem milhares de processadores rodando simultaneamente - a equipe finalmente conseguiu imagens factíveis de como é o interior do núcleo de carbono.

4.3 - Cientistas conseguem primeira imagem do núcleo do átomo de carbono É possível detectar os núcleos de hélio dentro do núcleo de carbono.



[Imagem: Shihang Shen et al. - 10.1038/s41467-023-38391-y]

4.4 - Entender outros átomos

A simulação comprovou que as partículas nucleares não existem independentemente umas das outras no núcleo de carbono. "Em vez disso, elas estão agrupadas em grupos de dois nêutrons e dois prótons cada," explicou o físico.

Isso significa que os três núcleos de hélio ainda podem ser detectados depois de se fundirem para formar o núcleo de carbono.

Dependendo do estado de energia, eles estão presentes em diferentes formações espaciais - dispostos em um triângulo isósceles ou como um braço levemente dobrado, com o ombro, a articulação do cotovelo e o pulso, cada um ocupado por um grupo de núcleons.

Esta simulação permitiu não apenas aumentar muito a compreensão de um dos elementos químicos mais significativos para a ciência, como também poderá lançar novas luzes sobre outros átomos. "Os métodos que desenvolvemos podem ser facilmente

usados para simular outros núcleos, e certamente levarão a percepções totalmente novas," disse Meibner.

Bibliografia:

Artigo: Emergent geometry and duality in the carbon nucleus

Autores: Shihang Shen, Serdar Elhatisari, Timo A. Lähde, Dean Lee, Bing-Nan Lu, Ulf-G. Meibner

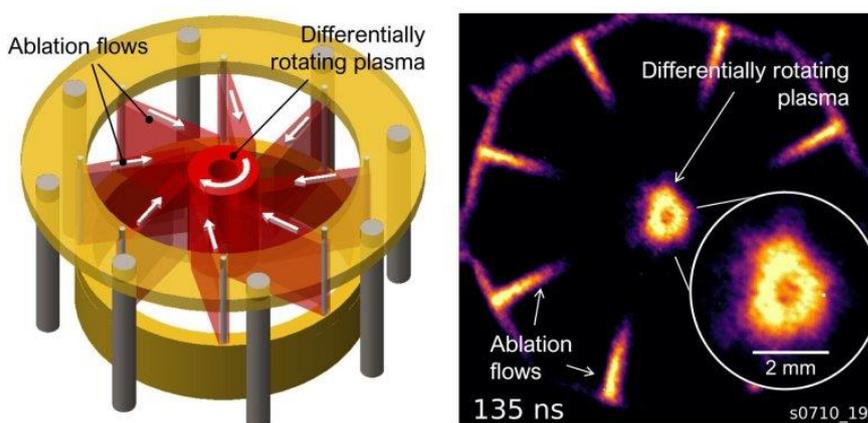
Revista: Nature Communications

Vol.: 14, Article number: 2777

DOI: 10.1038/s41467-023-38391-y

5.0 - Disco de acreção de buracos negros é recriado em laboratório

Dispositivo experimental (esquerda) e o disco de plasma rotativo gerado (direita).



[Imagem: V. Valenzuela-Villaseca et al. - 10.1103/PhysRevLett.130.195101]

5.1 - Disco de plasma

Pesquisadores conseguiram criar em laboratório pela primeira vez um experimento que simula o que acontece quando a matéria se desfaz ao cair em um buraco negro.

Conforme a matéria se aproxima dos buracos negros, ela se aquece a ponto de desmembrar seus átomos, tornando-se um plasma, o quarto estado da matéria, formado por íons carregados e elétrons livres.

E esse plasma também começa a girar, criando uma estrutura chamada disco de acreção. A rotação causa uma força centrífuga que empurra o plasma para fora, gerando um tênue equilíbrio com a gravidade do buraco negro, que o puxa para dentro.

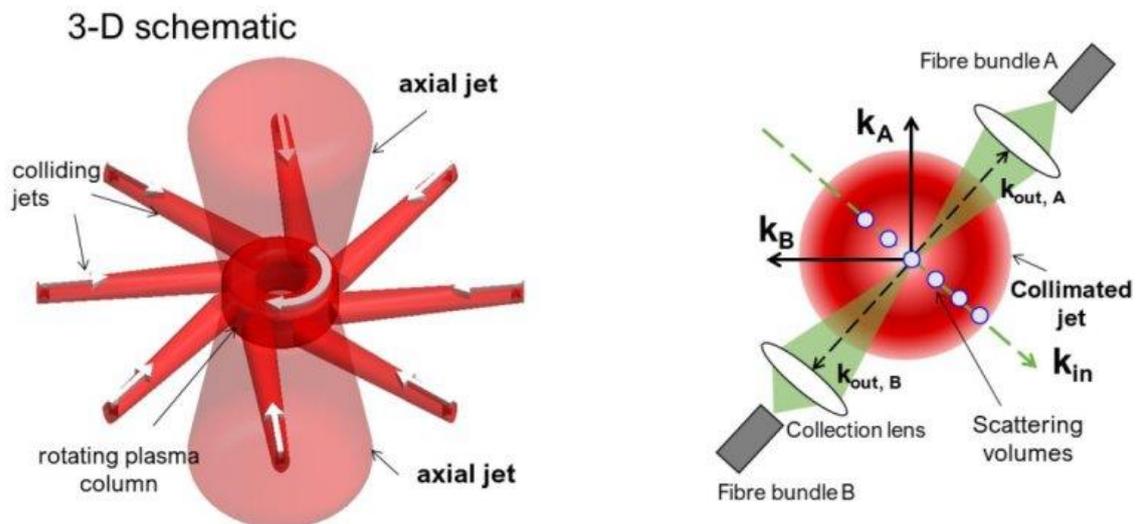
Acontece que esses anéis brilhantes de plasma em órbita representam um enigma: Como é que um buraco negro cresce se o material está preso em órbita, em vez de cair no buraco? A principal teoria é que instabilidades nos campos magnéticos no plasma causam fricção, fazendo com que ele perca energia e caia no buraco negro.

A principal maneira que tem sido usada para testar isso consiste em usar metais líquidos, que podem ser girados para ver o que acontece quando campos magnéticos são aplicados ao redemoinho. No entanto, como os metais devem estar contidos em tubos, eles não são

uma representação verdadeira do plasma em volta de um buraco negro, que apresenta um fluxo livre.

O novo experimento modela com mais precisão o que acontece com esses discos de plasma, o que pode ajudar a descobrir como os buracos negros crescem e como a matéria em colapso forma estrelas.

5.2 - Disco de acreção de buracos negros é recriado em laboratório Estrutura do experimento.



[Imagem: V. Valenzuela-Villaseca et al. - 10.1103/PhysRevLett.130.195101]

Disco de acreção

Vicente Villaseca e seus colegas conseguiram pela primeira vez gerar um análogo de um disco de acreção usando um laboratório único, chamado Magpie, localizado na Universidade College de Londres - o nome é uma sigla em inglês para "Gerador MegaAmpere para Experimentos de Implosão de Plasma".

O instrumento é um gerador de energia originalmente projetado para produzir um pulso de corrente de 1,8 milhão de amperes em 240 nanossegundos. Atualmente, a máquina opera com uma corrente máxima de aproximadamente 1,4 milhão de amperes, funcionando em uma configuração experimental muito usada em pesquisas de fusão nuclear, chamada "pinça Z" (z-pinch), na qual a corrente elétrica no plasma gera um

campo magnético que "belisca" o plasma, comprimindo-o localmente, como se fosse uma pinça.

A equipe usou a máquina para acelerar oito jatos de plasma e colidi-los, formando uma coluna giratória. Eles descobriram que, quanto mais próximo do interior do anel giratório, mais rápido o plasma se move, o que é uma característica importante dos discos de acreção cosmológicos.

Como a Magpie produz apenas pulsos de plasma muito curtos, é possível gerar apenas cerca de uma rotação do disco de plasma. No entanto, esta prova de conceito mostrou que o número de rotações pode ser aumentado com pulsos mais longos, permitindo uma melhor caracterização das propriedades do disco. Um tempo de execução do experimento mais longo também permitirá a aplicação de campos magnéticos, para testar sua influência no atrito do sistema.

"Estamos apenas começando a poder observar esses discos de acreção de maneiras totalmente novas, que incluem nossos experimentos e instantâneos de buracos negros com o Telescópio Horizonte de Eventos. Isso nos permitirá testar nossas teorias e ver se elas correspondem às observações astronômicas," disse Villaseca.

Bibliografia:

Artigo: Characterization of Quasi-Keplerian, Differentially Rotating, Free-Boundary Laboratory Plasmas

Autores: Vicente Valenzuela-Villaseca, L. G. Suttle, F. Suzuki-Vidal, J. W. D. Halliday, S. Merlini, D. R. Russell, E. R. Tubman, J. D. Hare, J. P. Chittenden, M. E. Koepke, E. G. Blackman, S. V. Lebedev

Revista: Physical Review Letters

Vol.: 130, 195101

DOI: 10.1103/PhysRevLett.130.195101

Rio de Janeiro, 28 de abril de

Gustavo Benttenmuller
Presidente reeleito da ATQ