

Anunciada fusão por bolhas

Condensados de bosões

Metal supercondutor dopado com lacunas

Heisenberg e Bohr

Diagnóstico computadorizado do cancro da mama

O maior objecto do sistema solar

Algumas destas notícias foram adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics.

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do grande mundo da Física.

gazeta@teor.fis.uc.pt

FÍSICA NO MUNDO

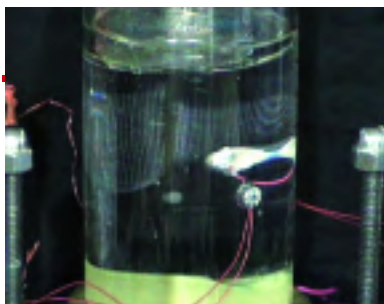
ANUNCIADA FUSÃO POR BOLHAS

Num artigo publicado pela prestigiada revista científica *Science*, a equipa dos físicos Rusi Taleyarkhan (Laboratório Nacional de Oak Ridge, Tennessee, Estados Unidos) e Robert Higmatulin (Academia Russa das Ciências, Ufa, Rússia) afirma ter observado a fusão do deutério, que deu origem a trítio – tal como o deutério, uma forma pesada do hidrogénio – e à libertação de neutrões. Eles provocaram, num recipiente de laboratório e usando ondas de som, a implosão de pequenas bolhas numa solução de acetona com deutério, que terão atingido localmente temperaturas semelhantes às que existem no interior do Sol. Os investigadores usaram detectores muito sensíveis para verificar se ocorreram emissões reveladoras da ocorrência de uma fusão nuclear e, conforme escrevem no citado artigo, encontraram-nas de facto: foram detectados neutrões com uma energia próxima dos 10 milhões de kelvin. Além disso, afirmam ter detectado elevados níveis de trítio em amostras da mesma solução onde se tinham registado mais implosões das bolhas superaquecidas.

A importância desta experiência, recebida com natural cautela e prudência pelos meios científicos – ainda não se dissipou a memória do anúncio, em 1989, da chamada "fusão fria", denunciada como um erro grosseiro poucas semanas mais tarde –, reside no facto de abrir o caminho à produção de uma energia nuclear limpa e inesgotável.

Esse momento, porém, ainda vem longe. Os dados agora divulgados foram submetidos a uma avaliação por outra equipa interna que não conseguiu detec-

tar a emissão de neutrões quando tentou reproduzir a experiência de Taleyarkhan-Nigmatulin. Estes últimos, que nunca usaram a expressão "fusão fria" para caracterizar a sua própria experiência, contra-argumentaram, como se pode ler no "dossier" divulgado pela "Science", que os detectores usados pelos outros investigadores não estavam bem calibrados. Como a confirmação dos resultados é um procedimento crucial em ciência, será necessário aguardar por próximos desenvolvimentos antes de poder chegar-se a alguma conclusão sólida e séria.



CONDENSADOS DE BOSÕES

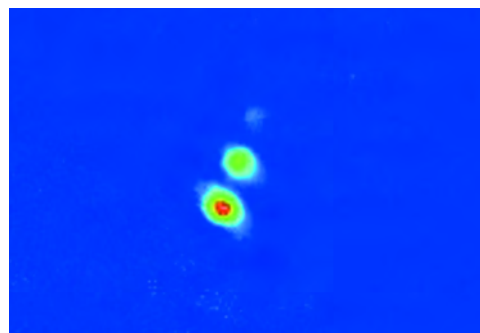
Carl Wieman e colegas conseguiram realizar uma Condensação de Bose-Einstein (*Bose-Einstein Condensation*, BEC) Molecular na Universidade do Colorado, EUA. Wieman relatou no Encontro de Março da Sociedade Americana de Física (APS), em Indianápolis, a observação numa "ratoeira magnética" de uma sobreposição quântica de moléculas diatómicas e átomos dissociados. Depois de ter usado durante muito tempo o Rb-87 nas suas experiências de BEC, Wieman tem estudado o Rb-85 que, embora seja

mais difícil de condensar, possui um conjunto de níveis de energia quântica (níveis hiperfinos) apropriado a que a aplicação de um campo magnético altere as forças entre os átomos, mesmo quando estes estão num estado quântico único – a característica dos condensados de Bose-Einstein. Ajustando o campo magnético de forma a aproximar-se o ponto onde a força interatómica passa de atractiva a repulsiva, ocorre uma "ressonância de Feshbach" e alguns dos átomos formam moléculas. Pensa-se que os átomos e as moléculas fiquem coerentes (partilhem um único estado quântico) pelo menos localmente, mas talvez também em distâncias mais extensas. Neste processo, o condensado parece implodir, primeiro, e, depois, expandir-se como uma supernova, chegando mesmo a lançar jactos de partículas e a deixar atrás um remanescente. A física deste comportamento continua um mistério.

Wolfgang Ketterle, do Instituto de Tecnologia do Michigan, agraciado, tal como Wieman, com o Nobel da Física em 2001 pelos seus trabalhos sobre BEC, falou na mesma sessão da APS e deu conta de algumas conclusões:

1. Usou uma BEC de Na-23 para ajudar a arrefecer um gás de lítio-6. O Li-6 é um átomo fermiónico (com um *spin* total semi-inteiro). O princípio de exclusão de Pauli impede esses átomos de passarem ao estado de energia mais baixa, como acontece com os átomos de Na-23. Na experiência de Michigan foi a primeira vez que um "mar de Fermi degenerado" coexistiu com um grande BEC. Pretendeu-se observar o comportamento de um gás de Fermi a temperaturas da ordem dos nanokelvins e verificar se os átomos podem ser coagidos (manipulando a interacção entre eles) a formar pares de Cooper, transformando-se, assim, num superfluido.
2. É possível propagar um condensado num guia de ondas magnético. Primeiro, o grupo criou um grande BEC (com dois milhões de átomos) pelo processo normal (numa "ratoeira" magnética), depois despejou-a para uma "ratoeira" de 40 cm e, finalmente, carregou-o para um microfiltro, numa placa de circuito

impresso. A micro-viagem ao longo do *chip* foi, em parte, suave, e, noutra parte, acidentada, especialmente quando o BEC, em forma de charuto, chegou a uma junção em Y. (Um separador de feixe deste tipo seria um passo útil para a realização de um interferómetro de ondas atómicas.) Na divisória, o condensado contorceu-se, tomando uma forma serpenteada. Perto da superfície do *chip*, o condensado quebrou-se em vários segmentos. Os futuros *chips* de átomos irão precisar de um melhor controlo da rugosidade da superfície.

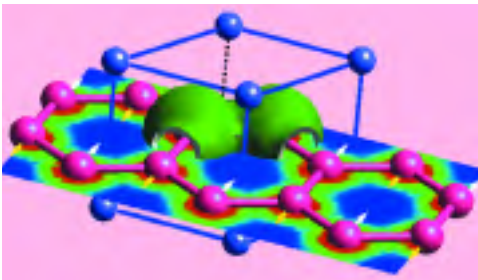


METAL SUPERCONDUTOR DOPADO COM LACUNAS

No ano passado estabeleceu-se um novo recorde para a temperatura de transição de um supercondutor (40 K) para um composto inteiramente metálico (<http://www.aip.org/enews/physnews/2001/split/530-2.html>). Sabe-se hoje muito mais sobre materiais como este, MgB₂. Há, actualmente, esperança de que um composto similar, o LiBC, possa funcionar como supercondutor a temperaturas tão elevadas como 100 K, o dobro da temperatura crítica do MgB₂.

Warren Pickett, da Universidade da Califórnia-Davis, salientou que as interacções essenciais da supercondutividade, formação de pares de electrões devido às interacções entre electrões e fonões na superfície do material, são, potencialmente, duas vezes mais fortes no LiBC do que no MgB₂, especialmente se se conseguirem injectar lacunas (buracos momentâneos deixados por electrões) na amostra através de um efeito de campo.

Este procedimento é comum em transístores, onde um eléctrodo empurra as lacunas para um canal entre outros dois eléctrodos, aumentando a condutividade naquela área, originando um estado metálico e gerando supercondutividade. Em 2001, uma configuração de efeito de campo permitiu aumentar a temperatura crítica de supercondutividade num cristal formado por agregados de carbono-60 até 117 K (<http://www.aip.org/eneews/physnews/2001/split/555-2.html>). A hipótese do MgB_2 encontra-se em Rosner *et al.*, Physical Review Letters, 25/Março/2002 (ver <http://www.aip.org/physnews/select>).



HEISENBERG E BOHR

A visita de Werner Heisenberg a Niels Bohr em tempo de guerra, recentemente encenada na peça de Michael Frayn "Copenhagem", sofreu, 60 anos depois, uma nova reviravolta. Numa carta recentemente tornada pública, Bohr acusa Heisenberg de enganar o público, no rescaldo da Segunda Guerra Mundial, ao alegar ter comprometido, propositadamente, o esforço de produção da bomba atómica da Alemanha. Na carta, escrita por volta de 1957, Bohr afirma que, segundo a sua lembrança do encontro, Heisenberg parecia menos ambíguo (e mais bem informado) sobre a construção de uma bomba do que mais tarde deu a entender. Esta carta, divulgada pelo Arquivo Niels Bohr na Dinamarca (<http://www.nba.nbi.dk>), nunca foi enviada ao seu destinatário, mantendo-se selada desde a morte de Bohr em 1962 e deixando físicos, historiadores e, agora, artistas, a especular sobre as motivações de Heisenberg. Novos eventos relacionados com a peça

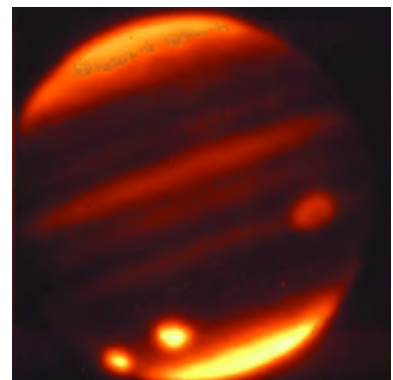
"Copenhagem" incluíram um simpósio a 2 de Março passado no Smithsonian National Museum of Natural History (<http://web.gc.cuny.edu/ashp/nml/artsci>), com a presença de físicos, historiadores, do Conselheiro Científico do Presidente dos EUA (John Marburger), do filho de Heisenberg e do neto de Bohr.

DIAGNÓSTICO COMPUTADORIZADO DO CANCRO DA MAMA

Os ultra-sons são uma das principais ferramentas para diagnosticar lesões na mama, mas a palavra final sobre a natureza maligna de uma lesão particular requer, geralmente, uma biópsia ou uma outra técnica invasiva. Recentemente, alguns investigadores começaram a desenvolver métodos de classificação de lesões com base no seu aspecto nas ecografias. Um grupo da Universidade de Chicago está a levar esses métodos mais longe ao tentar automatizar a classificação de lesões através de um diagnóstico computadorizado (*Computer-Aided Diagnosis, CAD*). Os sinais de uma lesão maligna têm a ver com a sua forma, textura e nitidez da orla, assim como a sua resposta a sinais acústicos emitidos por máquinas de ultra-sons. Como nenhuma destas características isoladas caracteriza uma determinada lesão, quer os peritos humanos quer os computadores têm de ter em atenção um conjunto de características para fazer um diagnóstico correcto. Para testar o seu método de CAD, os investigadores estudaram 400 casos de lesões mamárias, documentadas cada uma delas por uma a seis ecografias. O método identificou correctamente 95 por cento das lesões malignas e 60 por cento das benignas. Num estudo apresentado no encontro de 2001 da Sociedade de Radiologia dos EUA, o grupo de investigação comparou o método de CAD com a aptidão humana de diagnóstico. Embora imperfeito, o desempenho do computador era, sem margem para dúvidas, melhor do que a dos radiologistas que estudaram os

mesmos casos e apenas ligeiramente pior do que um grupo de especialistas em mamografia. No estudo, quer a comunidade de radiologistas (que interpretam imagens mamárias diariamente, mas não são especialistas) quer a de especialistas em mamografia melhoraram a sua precisão depois de terem acesso aos dados do CAD. De facto, os radiologistas auxiliados pelo sistema de CAD tiveram um desempenho ao nível dos especialistas que não recorreram ao sistema. Embora algumas lesões confundam igualmente peritos e sistemas de CAD quando os diagnósticos se baseiam apenas em dados ecográficos, os avanços nos diagnósticos computadorizados prometem reduzir a necessidade de biópsias e outros procedimentos que são muitas vezes dispendiosos e traumáticos. (K. Horsch, M. L. Giger, L. A. Venta e C. J. Vyborny, Medical Physics, Fevereiro/2002).

O MAIOR OBJECTO DO SISTEMA SOLAR



A magnetosfera de Júpiter (que tem dez vezes o tamanho do Sol) foi directamente sondada durante um breve período de tempo por duas naves espaciais, a Galileo (que se encontrava a "patrulhar" o sistema de Júpiter) e a Cassini-Huygens (que está a caminho de Saturno). Quando a nave Cassini se aproximava de Júpiter, em Janeiro de 2001, o Sol obsequiou os cientistas com um furacão do seu vento de partículas, que normalmente já é forte de *per si*. O

efeito deste furacão no ambiente de Júpiter pôde ser monitorizado de dois pontos privilegiados e não apenas de um. A nave observou e mediu, complementada pelas observações dos radiotelescópios no terreno e do telescópio de raios X "Chandra" e óptico "Hubble" em órbita terrestre, uma contracção da magnetosfera, um brilho maior das auroras nos pólos de Júpiter, transmissões de rádio de Júpiter, radiação

sincrotrónica de electrões com energias até 50 MeV e sinais claros de um "vento planetário", e uma chuva de átomos neutros formada a partir de iões lançados pelas erupções vulcânicas de Ío contra o vento solar. Embora a existência desses átomos neutros muito energéticos estivesse prevista, esta foi a primeira prova em seu favor (Science, Fevereiro/2002, vários artigos).

QUESTÕES DE FÍSICA

NOVA QUESTÃO

"A limitação descrita pelo princípio da incerteza de Heisenberg – impossibilidade de medida precisa e simultânea da posição e da quantidade de movimento de uma partícula quântica – é devida à aparelhagem de medida?"

(de um leitor não-físico).

QUESTÃO ANTERIOR

Relembremos a questão colocada no número anterior por um aluno universitário:

"Ouvi dizer que na história geológica ocorreu várias vezes a inversão do campo magnético terrestre. Significou isso que o campo magnético da Terra foi nulo durante algum tempo? Que consequências teve esse facto?"

RESPOSTA

Estando nós à superfície da Terra, podemos explicar cerca de 90 por cento da intensidade do campo magnético observado recorrendo a um modelo simples de barra magnetizada cujo centro se faz coincidir com o centro da Terra e que, em média, se encontra alinhada com o eixo de rotação – é o campo dipolar centrado. Os restantes 10 por cento devem-se a um campo magnético de estrutura muito mais complexa, com um número elevado de pólos. Embora por abuso de linguagem se fale de inversões do campo magnético terrestre, de facto ocorreram com uma periodicidade média da ordem dos 100 000 anos inversões do sinal algébrico da sua componente dipolar. Ou seja, no modelo da barra magnetizada, a troca do pólo Norte pelo pólo Sul da barra. Durante o processo de inversão, a componente dipolar do campo passou por um valor zero de intensidade, ficando o campo magnético reduzido à sua componente multipolar, de intensidade cerca de 10 vezes inferior (mas não nula!).

No período em que a intensidade do campo magnético

terrestre permaneceu reduzida, é provável que a sua função de escudo contra a radiação cósmica (ver figura) se encontrasse francamente diminuída. Quer isto dizer que a Terra ficou globalmente mais exposta ao efeito das partículas carregadas provenientes do Sol e que a exposição a nível do equador tomou valores tão importantes como os que actualmente se observam às latitudes polares. A própria química da atmosfera e o clima global da Terra poderão ter sofrido alterações significativas.

Certas espécies animais, que à semelhança de outras existentes hoje utilizavam o campo magnético para se orientar, viram possivelmente a sua sobrevivência depender da rapidez com que se adaptaram às novas condições...

Estamos, porém, no plano das suposições, não tendo sido possível até ao momento estabelecer qualquer relação entre as evoluções biológica e geomagnética. Com efeito, os períodos de duração das inversões de polaridade contam no máximo alguns milhares de anos, o que significa que se trata de transições muito rápidas à escala de tempo geológico e definidas por muito poucos pontos (se algum há) nas séries de observações existentes.

MARIA ALEXANDRA PAIS

pais@teor.fis.uc.pt

(Departamento de Física da Universidade de Coimbra)

