

## O que há de novo?

Nesta secção são apresentadas notícias e curtos resumos sobre recentes descobertas em Física e áreas afins, ideias novas que surgem, progressos experimentais com impacto na sociedade, etc.

Procurar-se-á também efectuar uma cobertura selectiva do noticiário que vai aparecendo em revistas de actualidade.

### Hidrogénio metálico

Todos os anos em Março realiza-se a maior conferência do Mundo: o *March Meeting* da American Physical Society, que nos últimos anos tem reunido cerca de 5000 físicos e quase outras tantas comunicações. O *March Meeting* trata principalmente de Física da Matéria Condensada e Física dos Materiais, existindo um *April Meeting* que trata principalmente de Física Nuclear e das Altas Energias. Ambos os encontros têm conferências convidadas, sobre tópicos de maior actualidade, e um número impressionante de sessões orais de dez minutos. (Conta a lenda que um dia, há muito tempo mas não se sabe bem quando, um pistoleiro apontou uma arma ao "chairman" porque não tinha sido escolhido para fazer uma comunicação oral; agora todos falam e ninguém ameaça).

Este ano o *March Meeting* teve lugar em St. Louis e um dos anúncios de maior impacto foi o da descoberta por investigadores do Livermore National Laboratory do hidrogénio metálico, um dos objectivos deste há muito prosseguidos pelos físicos de altas pressões e, mais em geral, pelos físicos da matéria condensada. Com efeito, o hidrogénio sob a forma metálica era um dos "Santo Graais" da Física. Era previsto pela teoria de forma categórica (à temperatura ambiente, aumentando a pressão o hidrogénio passa primeiro a líquido e depois a sólido; é bem sabido que próximo do zero absoluto e à pressão normal o hidrogénio é líquido) mas a teoria não conseguia indicar de forma precisa a pressão a que teria lugar a transição para metal. Por outras palavras, o diagrama de fases do hidrogénio, como da maior parte dos elementos, não é bem conhecido para regimes de pressão extrema. Um dos problemas teóricos é a necessidade de tratar ao mesmo tempo, e num formalismo quântico, tanto protões como electrões, dada a elevada energia do ponto zero dos protões. Experiências extremamente laboriosas tinham conseguido comprimir hidrogénio a baixas temperaturas numa célula apertada por pontas de diamante e identificar algumas modificações das propriedades físicas (por exemplo, ópticas), mas a mudança final para um estado com condutividade, indicativa da circulação livre dos electrões permanecia evasiva. Tinha-se alcançado uma pressão de 2 megabars (2 milhões de atmosferas) sem sinais claros do estado metálico (que, teoricamente, deveria ocorrer para uma pressão de 1,5 a 3 megabars). Havia um ambiente de competição entre vários laboratórios. Era justo o nome de "alcalino renitente" que o físico teórico da Universidade de Cornell Neil Ashcroft chamou ao hidrogénio num recente número da "Physics World" dedicado ao hidrogénio.

O que fizeram os investigadores de Livermore (sítio famoso pela sua associação ao defunto projecto reaganiano da "Guerra das Estrelas"? Samuel Weir e Arthur Mitchell apresentaram os pormenores da sua experiência e os resultados em St. Louis, estando um artigo em curso de publicação na "Physical Review Letters". Não se tratou de uma experiência numa célula com diamantes mas de algo que mais parece da "Guerra das Estrelas": uma arma enorme disparava uma placa metálica a uma velocidade de 25 000 km/h para um alvo fixo. No alvo existia uma fina camada de hidrogénio líquido (0,5 mm), onde se formava uma onda de choque devido ao impacto do projectil. As medidas da condutividade deram a entender que a pressões entre 0,9 e 1,8 megabars o hidrogénio metalizava (a temperatura era de cerca de 3000 K). Tinha-se uma condutividade semelhante à do céσιο ou rubídio líquidos. O hidrogénio parece alinhar finalmente na coluna dos alcalinos, embora de facto seja um alcalino muito especial. Permanece ainda por explicar porque é que nas experiências realizadas a baixas temperaturas o novo estado não foi ainda visível.

A descoberta tem aplicações astrofísicas notáveis, nomeadamente na interpretação da constituição interna de Júpiter. O maior planeta do Sistema Solar deve ter na maior parte do seu interior hidrogénio metálico. Não deixa de ser curioso que, quase ao mesmo tempo que uma "sondazinha" largada da sonda "Galileu" descia na atmosfera violenta de Júpiter trazendo novos dados sobre o planeta (acontecimento que teve lugar em Dezembro de 1995; ver software do projecto "Softciências" da SPF, SPQ e SPM), se "fabricava" na Terra matéria igual à que há no interior de Júpiter!

C. Fiolhais

(sobre a descoberta do hidrogénio metálico, ver *Science*, 22 de Março de 1996)

### Anti-hidrogénio

Correu há pouco tempo pelos cabeçalhos dos jornais a notícia de que se tinha feito anti-matéria no LEAR (*Low Energy Antiproton Ring*), um dos anéis aceleradores do CERN. A notícia foi anunciada pelo CERN em 4 de Janeiro, e como é costume, naquele laboratório, deve-se a uma vasta equipa de físicos de várias universidades, liderada pelo alemão Walter Oelert, do KFA (Instituto de Física Nuclear) de Juelich, Bona. Do ponto de vista teórico, não há nada de especial. A existência de antipartículas e portanto de antimatéria está prevista desde que foi proposta a equação de Dirac. Do ponto de vista experimental, tratou-se de aproveitar os antiprotões no anel de colisão fazendo-os colidir com átomos de xénon. Os átomos de anti-hidrogénio formados andaram 10 m antes de colidirem com uma "bateria" de detectores. Existiram durante 37 nanosegundos. Foi possível identificar sem ambiguidade 11 anti-átomos. Uma vez que o anel LEAR vai ser fechado no fim de 1996, a confirmação da experiência deve ser realizada no Fermilab, nos Estados Unidos. Sobre a

dificuldade e o significado da experiência, o melhor é dar a palavra directa ao responsável alemão, numa entrevista recente a "DAAD Letter", revista distribuída aos bolsseiros e ex-bolsseiros do Serviço Alemão de Intercâmbio Académico. Note-se a clareza com que Oelert comunica o seu trabalho.

P — Porque é que é difícil unir o antiprotão com o positrão para dar o átomo de anti-hidrogénio?

R — A dificuldade está em que os constituintes têm uma ligação bastante débil. A energia de ligação é cerca de 13 eV. Mas os antiprotões no acelerador têm uma energia muito maior, de alguns GeV, é um factor de um milhar de milhão.

P — Isso quer dizer que para que os antiprotões e positrões se possam juntar, têm de ter não apenas a mesma velocidade mas também de caminhar no mesmo sentido? Parece difícil.

R — Exacto. Por isso fizemos uma experiência de "força bruta". Fizemos colidir  $5 \times 10^{12}$  antiprotões com átomos de xenon. No processo são trocados fotões que directamente se transformam em pares electrão-positrão. Desta maneira são criados alguns milhões de positrões, e destes só cerca de 30 se devem unir aos antiprotões. Apenas detectámos um terço, devido a limitações do nosso detector.

(...)

P — Decerto que os físicos estão agora interessados em saber se uma maçã feita de antimatéria também cai para a Terra tal como a maçã de Newton?

R — Sim, mas para isso teríamos que melhorar muito a nossa experiência. Nós só queríamos evidenciar a existência de anti-hidrogénio.

P — Theodor Haensch, do Instituto de Óptica Quântica, de Munique, quer construir uma "ratoeira" electromagnética, onde possa armazenar antipartículas. O que é que acha desta proposta?

R — Se conseguir colocar anti-átomos de hidrogénio nessa ratoeira no vácuo absoluto, eles devem viver tanto tempo como os átomos de hidrogénio normais.

P — Como é que poderíamos então conhecer o comportamento da antimatéria no campo de gravidade da Terra?

R — Pode-se comparar a espectroscopia de átomos de hidrogénio e de anti-hidrogénio. As linhas espectrais devem estar desviadas muito pouco. Há ainda uma experiência famosa de Einstein, que propôs em 1911 examinar o espectro de hidrogénio em campos gravíticos de diferente intensidade. É difícil, mas pode-se usar o facto da órbita da Terra ter uma elipse. São, portanto, diferentes os campos gravíticos quando a Terra está mais perto e quando está mais longe do Sol. Mas, para fazer esta experiência, tínhamos de ter anti-hidrogénio totalmente imóvel na tal ratoeira. Estamos ainda distantes dessa possibilidade.

P — O anel LEAR vai ser encerrado. Será o fim das experiências com anti-hidrogénio? Como vê o futuro do seu trabalho?

R — Eu queria estabelecer uma colaboração para colocar o anti-hidrogénio na ratoeira e fazer espectroscopia. Mas, para isso, precisamos de espectroscopistas e de especialistas em campos magnéticos — não faz nenhum sentido o meu grupo ir reinventar a roda.

P — Acha possível fazer anti-átomos de hélio, lítio e elementos mais pesados?

R — Em teoria sim, na prática não. Para fazer anti-hidrogénio já utilizámos a quantidade de antiprotões que o CERN

produz durante 2 semanas. Se quiséssemos fazer anti-hélio, tínhamos de ter um núcleo com 2 antiprotões e 2 antineutrões e uma nuvem de 2 positrões. A probabilidade de produzir isso numa colisão é milhões de vezes mais baixa do que no caso do anti-hidrogénio. Pode pensar quanto tempo levaria a fazer anti-hélio com os métodos actuais.

P — Então, a antimatéria nunca existirá à superfície da Terra?

R — Não, a antimatéria nunca existirá. Nenhum de nós a poderá morder!

*C. Fiolhais*

(sobre a descoberta dos anti-átomos de hidrogénio, ver "Physics Today" de Março de 1996, e DAAD Letter, Maerz 1996)

## Novo elemento químico

No GSI, Sociedade para a Investigação de Iões Pesados, sediada em Darmstadt, na Alemanha, foi descoberto em Fevereiro passado um novo elemento químico, o elemento 112 (ainda sem nome). O elemento foi produzido na colisão de iões de zinco com iões de chumbo no acelerador de Darmstadt e foi realizada por uma equipa internacional (Alemanha, Rússia, Finlândia e Eslováquia), que há vários anos prossegue o alargamento da tabela periódica. Já tinha sido da responsabilidade desse grupo a produção há cerca de um ano dos elementos 110 e 111 (também ainda sem nome; aliás a questão do nome dos elementos mais pesados tem sido assunto de muita disputa e não parece que venha a ser resolvido a contento de todos).

O elemento 112, do qual só foi detectado um único átomo, deve ter as propriedades químicas do zinco uma vez que se situa na mesma coluna da tabela periódica. Trata-se de um "irmão mais pesado" do zinco mas com um tempo de vida muito mais curto (há um isótopo estável de zinco e não há nenhum de 112). Dado o carácter radioactivo do 112, que é comum aos elementos com número atómico superior a 83, a evidência para a sua produção é apenas indirecta. Detectaram-se os produtos de uma cadeia de decaimento, cuja origem só pode ser atribuída ao 112.

A investigação nesta área está a aproximar-se do elemento 114, que, de acordo com previsões teóricas bem fundamentadas, deve ter uma estabilidade especial. Com efeito, 114 é um número mágico de protões, que deve ser suficiente para contrariar o efeito de repulsão da força coulombiana. Os físicos nucleares teóricos falam desde os anos sessenta de elementos superpesados, pelo menos duas "ilhas de estabilidade" especial que devem existir no "mapa" (N, Z) dos isótopos, no meio de um "oceano de instabilidade", e afastadas da "península de estabilidade". Mas a experiência nunca os revelou até agora. Procuraram-se no laboratório e por todo o lado da Natureza (inclusive em meteoritos, rochas lunares, etc.) sem serem encontrados. Seria um dos grandes triunfos do modelo de gota líquida e do modelo em camadas da Física Nuclear que finalmente fosse encontrado, numa reacção particular, o elemento 114...

*C. Fiolhais*