

SOS QUÍMICA - O SITE DO PROFESSOR SAUL SANTANA.

VOCÊ SABIA?

OS NOVOS MAUS ELEMENTOS

Átomos superpesados não se ajustam à tabela periódica e complicam a vida dos cientistas

A boa e velha tabela periódica que aprendemos na escola pode ter que ser reformulada para acomodar novos elementos químicos, superpesados e artificiais. Experimentos recentes mostram que o comportamento químico de alguns átomos desrespeita a lógica do diagrama bolado pelo russo Dimitri Mendeleev (1834-1907). Sua idéia era a de prever as reações entre os elementos químicos sabendo-se apenas a coluna e a linha em que se encontram na tabela. Acontece que os átomos pesados se comportam mal, porque sofrem efeitos pouco comuns na interação de seus elétrons, prótons e nêutrons.

Atualmente os átomos superpesados (aqueles com mais de 103 prótons no núcleo) moram na sétima linha da tabela.

Em tese, cada um deles deveria ser parecido com o vizinho que fica logo acima, mas os poucos experimentos que se fez com eles mostram algo diferente.

O grande problema para se estudar esses elementos é que é extremamente trabalhoso produzi-los, e eles dificilmente se deixam capturar para um teste químico, porque emitem radiação e degeram muito rápido. Em boa parte dos testes, cientistas conseguem contar nos dedos o número de átomos usados.

Por causa dessas barreiras técnicas, alguns elementos ainda não foram testados, e outros sequer foram produzidos.

Para os cientistas às voltas com esses mal comportados novos integrantes da estrutura da matéria, ainda não há nenhuma certeza sobre o que poderá acontecer com a tabela de Mendeleev.

Novos átomos não apresentam as características dos outros na mesma linha ou coluna da tabela

Por dentro do átomo

O físico Rubens Lichtenthaler Filho, da USP, estuda o comportamento de núcleos atômicos instáveis

o primeiro integrante dessa gangue atômica é o rutherfordio, batizado em homenagem a Ernest Rutherford (1871-1937), um dos descobridores da estrutura atômica. Ele é o elemento 104, pois tem 104 prótons. Mas não apresenta importantes características do grupo da coluna 4, onde ele deve ser colocado na tabela, segundo o químico Matthias Schadel, do Centro para Pesquisa de Íons Pesados (GSI), em Darmstadt, na Alemanha.

O elemento que mais intriga os cientistas é o de número 112, provisoriamente batizado de unúnbio (de 1-1-2 em latim). Pela tabela, seu comportamento seria semelhante ao do mercúrio, que é um metal, mas pesquisas na Rússia sugerem que ele tem mais a ver com os gases nobres, que quase nunca reagem.

O unúnbio e todos os outros elementos superpesados só podem ser produzidos em aceleradores de partículas, máquinas que emitem um forte jato de íons (átomos eletricamente carregados). Ele movimenta matéria com força suficiente para fazer uma fusão atômica, ou

seja, juntar dois átomos em um só. Cientistas do poderoso acelerador de Dubna, na Rússia, anunciaram no ano passado ter produzido um átomo com 116 prótons e 176 nêutrons, o mais pesado conhecido até hoje.

Conseguir uma fusão dessas, porém, não é fácil, porque o raio de íons precisa ter a força milimetricamente regulada. "A probabilidade de produzir o núcleo superpesado, ele sobreviver e ir até um detector é muito baixa", explica o professor Rubens Lichtenthaler Filho, do Instituto de Física da USP.

Para conseguir um único núcleo do elemento 116, os russos bombardearam um alvo de cúrio com íons de cálcio por 35 dias seguidos. Após tanto esforço, a alegria dos cientistas durou 0,047 segundo, tempo que o átomo levou para decair emitindo partículas alfa de radiação (veja ilustração à direita).

A dificuldade em obter esses núcleos grandalhões se deve em parte à repulsão que os prótons exercem uns contra os outros partículas de carga positiva. Quando os núcleos são muito instáveis, sofrem uma fissão e se transformam em dois elementos menores. Essa fissão não acontece quando a chamada força nuclear forte consegue conter a repulsão desagregadora dos prótons e agregá-los. Aí entra o papel dos nêutrons. Por não terem carga, eles ajudam a "apaziguar" a repulsão dos prótons no núcleo.

Nos anos 1960, físicos criaram a teoria da "ilha de estabilidade" - uma região na tabela periódica em que, dependendo da estrutura nuclear, os átomos superpesados poderiam

Como fabricar novos elementos

A fusão

Ocorre sem influência de elétrons (partículas de carga negativa), que têm ligação fraca comparada à energia da colisão atômica.

Por exemplo, um átomo de cálcio atinge um de cúrio com a energia exata para vencer a repulsão da carga positiva entre os dois núcleos, mas sem rompê-los. Ambos se fundem em um núcleo composto "quente", que perde alguns nêutrons até "esfriar"

ser estáveis. Com um número adequado de prótons e nêutrons, eles se organizariam de modo a formar um núcleo perfeitamente esférico e muito estável. Isso acontece com elementos mais leves, como o chumbo 208 (82 prótons + 126 nêutrons). Seu núcleo é chamado de duplamente mágico, porque tem número adequado de nêutrons e de prótons para equilibrar as forças opostas.

Números mágicos

Em 1966, o físico polonês Adam Sobiczewski previu que um núcleo com 114 prótons e 184 nêutrons também seria duplamente mágico e poderia durar anos, em vez de sumir em instantes. Acontece que ninguém o produziu ainda por causa das enormes dificuldades nos experimentos. Em 1999, os russos chegaram perto ao criar um só núcleo do elemento 114 com 175 nêutrons, que sobreviveu por 30 segundos - uma eternidade, comparando-se com os milissegundos do elemento 116. Em outro experimento, um núcleo de 112 sobreviveu mais de três minutos. "A melhor evidência a favor da ilha de estabilidade são os dados de Dubna", disse a GALILEU o químico Christoph Düllmann, do Laboratório Nacional Lawrence Berkeley, na Califórnia.

A aceitação internacional dos resultados

O elemento formado pela fusão, com 116 prótons, é instável. Ele emite partículas alfa (dois nêutrons mais dois prótons) e decai para a posição 114. O elemento resultante também decai

duas posições e assim sucessivamente até que o núcleo sofre uma fissão espontânea - se rompe em dois elementos mais leves dessas pesquisas leva anos porque os experimentos têm de ser reproduzidos por outros grupos. A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) ainda não deu nomes definitivos para elementos do 110 até 116, e sua cautela parece fazer sentido.

No fim de 1999, cientistas de Berkeley anunciaram ter produzido o elemento 118. Mas outros laboratórios não conseguiram reproduzir a receita. Uma das tentativas frustradas foi no laboratório Canil, na França, com a colaboração da USP, que fabricou alvos de chumbo. Só mais de um ano depois o laboratório americano admitiu o erro e demitiu o russo Victor Ninov, suspeito de fraudar dados. "Isso gerou extremo mal-estar, pois muita gente começou a fazer outros trabalhos em cima do estudo deles", disse Lichtenthaler.

Remendos na teoria

Contradição

o dúbnio age como se estivesse duas linhas acima na tabela, mas também tem traços de membro do grupo actínideo, como o urânio. Seu vizinho rutherfordídio também é paradoxal

Bem-comportados

o elemento mais pesado com traços químicos bem conhecidos é o hássio. Ele tem se comportado como previsto, bem como o seabórgio e o bhório

Desconhecidos

Nada se sabe sobre a química dos elementos da 109 á 111 casa, porque os átomos obtidos até agora degeneram rápido demais.

Estabilidade Prometida

Teóricos prevêem que um átomo com 114 prótons e 184 nêutrons conseguiria viver por anos, em vez de segundos. O núcleo mais próximo desse número já obtido tinha 175 nêutrons e durou 30 segundos, mas sua química ainda é um mistério

Rebelde

O unúbnio parece ter características fora do padrão para a 12ª coluna. Resultados preliminares de experimentos mostram que ele tem semelhança com gases nobres, elementos da última coluna

Buracos no Esquema

Por uma razão que ainda não se sabe, produzir elementos pares é mais fácil do que os ímpares, e ainda não se viu sombra dos elementos 113 e 115

Núcleos atômicos muito pesados sofrem desvio de comportamento previsto em teoria de Einstein

. Centro para Pesquisa de Íons Pesados

Apesar desse revés, alguns cientistas acreditam que a tabela periódica deve mesmo ir além do elemento 116. "Parece que o limite ainda não foi alcançado, e quando tivermos técnicas mais

sofisticadas, provavelmente conseguiremos produzir elementos mais pesados", diz Düllmann. Por ser um químico, ele é um dos maiores interessados na obtenção de átomos estáveis.

O elemento mais pesado com propriedades químicas conhecidas razoavelmente é o hássio, de número atômico 108. Um aparato projetado por Düllmann no acelerador de partículas do GSI, na Alemanha, conseguiu capturar sete átomos desse elemento e fazê-los reagir com oxigênio, formando um óxido. O hássio se comportou como era esperado para sua posição na tabela periódica, mas não

O Record

Russos afirmam ter criado dois átomos do elemento 116, o mais pesado já detectado. Testes químicos, porém, ainda são inviáveis

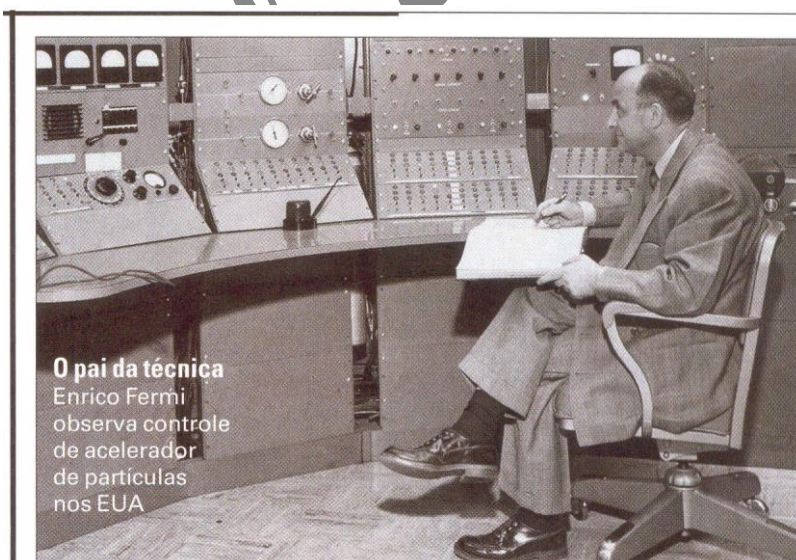
Falso Elemento

Em 1999, Victor Ninov anunciou a produção do elemento 118 nos EUA, no laboratório Lawrence Berkeley. Outros cientistas contestaram o resultado, e

Ninov foi depois demitido sob suspeita de fraude pode dizer o mesmo do dúbnio (elemento de número atômico 106), por exemplo, que age como se estivesse duas linhas acima.

O comportamento maluco dos átomos pesados é explicado por um fenômeno sofrido pelos elétrons (partículas de carga negativa externas ao núcleo) que os físicos chamam de efeito relativístico, pois tem relação com a Teoria da Relatividade Especial, de Albert Einstein (1879-1955).

Normalmente, os elétrons das camadas mais próximas ao núcleo atuam como uma espécie de escudo contra a atração que os prótons exercem sobre os elétrons mais externos. Núcleos com muitos prótons têm carga altamente positiva, o que faz os elétrons se deslocarem em velocidades próximas à da luz. Como prevê a Teoria da Relatividade, isso faz os elétrons ganharem mais massa e descerem para órbitas ainda mais rentes ao núcleo, o que aumenta a força do escudo. Esse fator, por sua vez, diminui a atração sobre os elétrons de valência, mais externos, justamente aqueles que mais participam das reações químicas.



Desde que o químico americano Kenneth Pitzer previu esses efeitos na década de 1970, cientistas tentam imaginar como devem se comportar os elementos nas proximidades da prometida ilha de estabilidade.

Um bom número de pesquisadores está centrando interesses agora nos efeitos relativísticos do unúmbio e em sua aparente semelhança com os gases nobres, que ficam na última coluna. Se isso for confirmado, pode ser que os químicos decidam mudá-lo de lugar. "Há diversas previsões de comportamento químico do 112, e elas se contradizem", diz Düllmann. "É importante que os experimentos nos mostrem quais são as certas." Um dos experimentos para a caracterização química do unúmbio

já começou em Dubna, sob coordenação do químico Alexander Yakushev, com a colaboração de pesquisadores estrangeiros.

Pedras no caminho

A pesquisa de ponta em elementos superpesados ainda parece estar um pouco restrita a Dubna, Berkeley e Darmstadt, pois seus aceleradores de partículas são os mais 'Poderosos - uma vantagem significativa na área. No Brasil, ainda não há maquinário para produzir elementos superpesados, mas Lichtenthaler e outros cientistas da USP eventualmente participam de experimentos junto aos franceses do Ganil, que começam a se aventurar na área.

Uma das barreiras mais duras no caminho dos físicos experimentais hoje é a dificuldade de produzir feixes de íons com muitos nêutrons, algo necessário para se criar elementos acima do 116. Em parte, também é por isso que não se conseguiu chegar ao elemento estável duplamente mágico. Os teóricos, por sua vez, também não sabem dizer com absoluta certeza se o centro da ilha de estabilidade é mesmo no elemento 114.

As dificuldades que poderiam ser desanimadoras, porém, acabam sendo justamente o estímulo. "O objetivo dessa área é ciência básica. O fato de os modelos teóricos terem discrepâncias grandes é uma grande motivação", diz Lichtenthaler. Tanto esforço para produzir três ou quatro átomos, afinal de contas, só faz sentido se essas partículas escondem em si algo que ainda não se conhece. _

Fusões pioneiras

A história da produção de átomos superpesados começou após uma previsão teórica do físico italiano Enrico Fermi (1901-1954), em 1934. Ele concluiu que seria possível fazer elementos com mais prótons que o urânio ao bombardear núcleos com nêutrons, causando o chamado decaimento beta: um nêutron do núcleo se transforma em um próton e cospe um elétron.

Seguindo a receita de Fermi, os cientistas alemães Lise Meitner e Otto Hahn produziram acidentalmente uma fissão nuclear em 1939, descoberta que levou à criação do reator nuclear e da bomba atômica.

Após isso, outra dupla de físicos, Edwin McMillan e Philip Abelson, conseguiu produzir na Califórnia o primeiro elemento transurânico, o netúnio, em 1940. A receita de Fermi deu certo para criar mais sete elementos, mas falhou acima do fêrmio, átomo de 100 prótons batizado em sua homenagem.

A partir daí os cientistas começaram a usar aceleradores de partícula para jogar núcleos contra núcleos, e em 1955 os americanos criaram o mendelévio, elemento 101.

Dos anos 50 aos 70, a produção de elementos pesados foi impulsionada pela Guerra Fria. Russos do laboratório Flerov, em Dubna, produziram vários novos elementos usando a chamada "fusão quente"- uma colisão de átomos leves, como o carbono, contra núcleos radioativos artificiais pesados, como o plutônio. A tabela periódica cresceu então até a casa 106.

Em 1974 os cientistas se viram mais uma vez sem perspectivas de progredir. A solução foi encontrada na Alemanha pelo grupo do GSI. Aprimorando o acelerador de partículas para

movimentar íons mais pesados, foi possível fazer a "fusão fria": jogar átomos médios, como o zinco, contra núcleos não tão pesados, como o chumbo. Com a técnica, conseguiram alcançar o elemento 112, último da tabela oficial.

Com o fim da Guerra Fria instalou-se um clima de colaboração entre os principais laboratórios do mundo, mas as barreiras técnicas para produzir elementos como o 113 parecem ser mais duras. Acredita-se, porém, que a tabela ainda deve crescer mais um pouco.

F I M

Prof. Saul Santana