

Fotodetectores de ADN

Anti-moléculas

O fundo cósmico de microondas

Nanomolas

A física das doenças das vacas loucas

Caos no neocórtex

Observatório de neutrinos

Notícias adaptadas das "Physics News" do
American Institute of Physics.

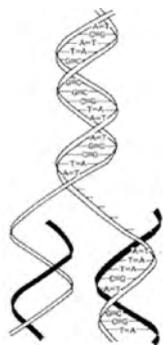
FÍSICA NO MUNDO

FOTODETECTORES DE ADN

A nucleosida deoxiguanosina (DG) é um dos quatro compostos que servem como bases para codificar a informação genética no ADN. Mas também se está a revelar uma excelente alternativa aos materiais semicondutores convencionais em alguns fotodetectores experimentais. No Laboratório Nacional de Nanotecnologia do Instituto Nacional para a Física da Matéria, em Itália, Ross Rinaldi e colaboradores conseguiram novos detectores colocando uma pequena gota de nucleosida DG, dissolvida em clorofórmio, na junção de dois eléctrodos. Logo que o clorofórmio evapora, as moléculas de DG reúnem-se instantaneamente numa fila de estruturas de tipo-cordão entre os eléctrodos.

Os detectores baseados na DG, aproximadamente duas vezes mais sensíveis à luz do que os detectores disponíveis no mercado, são potencialmente mais baratos e simples de produzir. Os mecanismos experimentais são construídos usando pequenos pedaços de cristal de DG, com um pouco mais de um décimo de micrón, aproximadamente o comprimento dos cordões que a DG forma naturalmente. No entanto, os investigadores estão a trabalhar no sentido de duplicar o comprimento da porção de DG para um quarto de micrón, já que as dimensões maiores são mais fáceis de duplicar com técnicas convencionais de fabrico de semicondutores. Se for possível aumentar as dimensões do aparelho, então a solução de clorofórmio poderia ser depositada com uma agulha modificada de uma impressora a jacto de tinta, enquanto o resto do mecanismo seria simples de produzir em instalações mo-

dernas de litografia de semicondutores. Os investigadores salientam que as extraordinárias propriedades semicondutoras de compostos biomoleculares como a DG podem, em última análise, conduzir a uma plétora de componentes eléctricos que se baseiam numa quantidade surpreendentemente pequena de moléculas. Moléculas individuais poderiam substituir secções inteiras de semicondutores dopados em alguns aparelhos. (Rinaldi *et al.*, Applied Physics Letters, 8 / Março / 2001)



ANTI-MOLÉCULAS

Vários grupos experimentais do CERN têm tentado produzir átomos de anti-hidrogénio (ver, por exemplo, <http://hussle.harvard.edu/~atrap>) ao combinar positrões e antiprotões no ambiente frio de uma "ratoeira". O anti-H já foi produzido antes no CERN e no Fermilab em colisões de altas energias, mas não de forma a permitir um estudo detalhado. Em novas experiências, um dos modos possíveis de arrefecer átomos de anti-H acabados de produzir é misturá-los com átomos de hidrogénio ultrafrios. Um dos resultados prováveis de misturar

um átomo com a sua imagem de anti-matéria é a aniquilação mútua. Mas, antes que tal aconteça, poderá formar-se uma molécula de anti-H. Num encontro da American Physical Society sobre Física Atómica realizado em London, Ontário (Canadá), Bernard Zygelman explorou, através de simulações, as situações resultantes da mistura de H e anti-H. Um cenário possível é o seguinte: primeiro juntam-se como uma molécula e emitem um fóton característico. Depois de uma vida breve juntos, os constituintes da molécula reagrupar-se-iam para formar um par de electrão-positrão (positrónio) e um par de próton-antipróton (protónio). Ambos os pares se aniquilam rapidamente criando mais fótons característicos, sinalizando a existência fugaz da molécula.

(Ver <http://www.aps.org/meet/DAMOP01/baps/upr/layv1-005.html>; e Zygelman *et al.*, Physical Review A, Maio 2001)

O FUNDO CÓSMICO DE MICROONDAS

Novas medições do fundo cósmico de microondas (FCM) sustentam a ideia de uma era "inflacionária" inicial durante a qual o universo observável se expandiu a uma velocidade superluminal e pequenas flutuações quânticas na densidade da matéria se amplificaram para criar estruturas bastante maiores. Estas estruturas estão gravadas no FCM como variações ténues da temperatura do céu. O FCM, a "cortina" de fótons libertados quando o universo em expansão arrefeceu o suficiente para permitir a existência de átomos neutros, é o objecto científico mais antigo, de maior dimensão e mais longínquo.

A melhor forma de extrair informação cosmológica do FCM é traçar um plano da potência de microondas em função da dimensão angular de regiões que contribuem para o fundo. O modelo de inflação prevê que este espectro mostre um determinado número de picos. O primeiro pico, para um tamanho angular

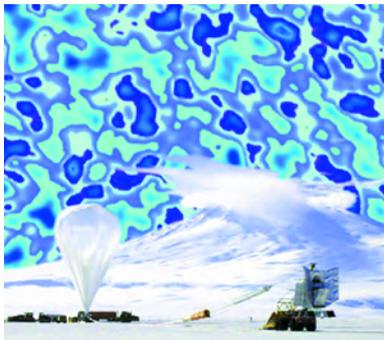
de cerca de um grau (cerca do dobro do tamanho angular da Lua), corresponde às manchas maiores de matéria no plasma primordial na altura do FCM (cerca de 400 000 anos depois do Big Bang). Picos subsequentes deveriam corresponder a manchas que se teriam juntado sob a acção da gravidade, mas que teriam voltado atrás devido à pressão da radiação e mais tarde se teriam condensado uma segunda ou terceira vez, etc. Há um ano, a colaboração "Boomerang", que usou um detector a bordo de um balão sobre a Antárctida, forneceu um mapa detalhado do primeiro pico que, além de cair no tamanho angular previsto pela inflação, também determinou que a curvatura global do universo era nula. Mas o "Boomerang" e um outro grupo detector, o "Maxima", não obtiveram provas concludentes de outros picos, o que espantou a comunidade de astrónomos. Tudo isto se alterou no último Encontro da Sociedade Americana de Física em Washington, D.C., onde a colaboração do "Degree Angular Scale Interferometer" (DASI), que tem o seu detector de microondas na estação do Pólo Sul da National Science Foundation, apresentou provas sólidas de um segundo e terceiro picos. Os resultados do DASI estavam em consonância com os do grupo "Boomerang"; o grupo "Boomerang" usou um novo tipo de análise e apresentou 14 vezes mais informação do que no ano passado. Os espectros de microondas dos dois grupos foram similares, assim como os valores de vários parâmetros cosmológicos (ver figuras em <http://www-news.uchicago.edu/releases/01/dasi/index-embargoed.shtml>; http://www.physics.ucsb.edu/~boomerang/press_images). Por exemplo, a posição do primeiro pico dá a energia total do universo (um parâmetro designado pela letra omega) expressa como uma fracção da densidade crítica necessária para parar a expansão cosmológica. O "Boomerang" e o DASI encontraram valores de 1,03 e 1,04, respectivamente, com cerca de 6% de incerteza.

Comparando a altura do primeiro e do segundo picos pode calcular-se a percentagem prevista de toda a energia no universo que existe sob a forma de matéria

vulgar (bariões). Ela é cerca de 5% para ambos os grupos, um facto que concorda com as previsões avançadas pela teoria independente da "nucleosíntese do Big Bang". É mais difícil fixar outros parâmetros cosmológicos, tais como a percentagem de energia sob a forma de matéria negra ou energia negra (energia oculta no vácuo e responsável pela aceleração global na expansão cosmológica recentemente descoberta). As novas medições do FCM sugerem valores de cerca de 30% e 65%, respectivamente, novamente de acordo com as expectativas recentes. Os novos resultados do grupo "Maxima", apresentados no encontro, não tinham o peso estatístico das dos outros dois grupos, mas eram consistentes com elas, de um modo geral; o acordo trilateral provocou um grande aplauso na audiência de astrónomos.

O astrónomo Michael Turner (da Universidade de Chicago) notou que a descoberta no ano passado do primeiro pico de microondas constitui a primeira prova do modelo da inflação e que a nova descoberta de picos secundários era a segunda. O terceiro tipo de provas, segundo Turner, seria a detecção de ondas de gravidade de um tempo anterior ao FCM.

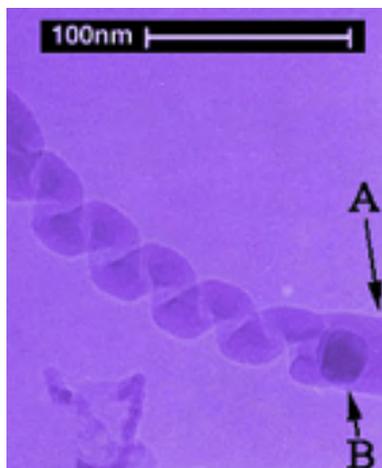
(ver <http://xxx.lanl.gov/astro-ph/014459>; [astro-ph/0104460](http://xxx.lanl.gov/astro-ph/0104460) e [astro-ph/0104488](http://xxx.lanl.gov/astro-ph/0104488), 89, e 90.)



NANOMOLAS

Enrole um nanofio em espiral e o que obtém? Uma nanomola, é claro. Embora fios com o diâmetro de alguns nanómetros não sejam, de facto, enrolados para fazer nanomolas, estas são produzidas

através de um processo conhecido como modo de crescimento vapor – líquido-sólido (VLS). O crescimento VLS ocorre quando a gota de um catalisador numa superfície absorve material constituinte de um fio de um vapor circundante. Quando a concentração do material atinge a super-saturação na gota, uma porção do material é segregado para o exterior da base da gota formando-se, gradualmente, um fio. Em certas circunstâncias, a colocação do material é assimétrica e o fio desenvolve-se numa nanomola em espiral (ver figura extraída de <http://www.aip.org/mgr/png>).



Até há pouco, o mecanismo que levava à assimetria era pouco claro, mas investigadores da Universidade de Idaho, EUA, propuseram um modelo que lança nova luz sobre a formação deste nanofio. Parece que uma pequena gota do catalisador, com aproximadamente o mesmo diâmetro do nanofio em crescimento, se mantém centrada no topo do mesmo, sendo linear o crescimento resultante. Contudo, se a gota exceder o diâmetro do fio, o seu equilíbrio no topo da estrutura é precário e a mais pequena perturbação pode empurrá-la para um dos lados, alterando abruptamente o padrão de crescimento de linear para helicoidal. Os investigadores confirmaram o modelo prevendo com exactidão as condições de crescimento de nanomolas de carboneto de boro. As nanomolas poderão, um dia, ser detectores altamente sensíveis de campos magnéticos, talvez com aplicação em cabeças de leituras de discos. Em alternativa, as nanomolas de

poderão servir como posicionadores, ou mesmo como pequenas molas convencionais, em futuras nanomáquinas.

(McIllroy *et al.*, Applied Physics Letters, 3 / Setembro / 2001).

A FÍSICA DAS VACAS LOUCAS

A doença das vacas loucas faz parte da classe das doenças neurodegenerativas causadas por proteínas disformes, conhecidas por priões. Os recentes surtos da doença em gado europeu e o aumento de ocorrências da doença de Creutzfeldt-Jacob (DCJ) em seres humanos tornaram as doenças dos priões ameaças crescentes à saúde pública. Embora a comunidade médica internacional tenha feito avanços consideráveis na compreensão das proteínas desviantes, novos trabalhos desenvolvidos por físicos da Universidade da Califórnia (R. Singh, em Davis) sugerem que um modelo simples da mecânica estatística poderá ajudar a explicar a progressão da doença. A motivação para o modelo foi o baixo nível de incidência (estatisticamente uniforme) da DCJ em todo o mundo e o tempo de incubação bastante reprodutível relativamente à dose de infecção. Estas características são consistentes com processos físicos e químicos descritos pela mecânica estatística. Simulando a infecção numa rede bidimensional, os investigadores descobriram que uma porção de priões pode servir de semente para o crescimento de mais priões em neurónios infectados. Os agregados de priões, logo que tenham tamanho suficiente, podem ser quebrados por vários processos e fazer com que os priões saltem para outros neurónios, semeando novas culturas de priões enquanto a doença progride.

O modelo, no entanto, oferece muito mais do que uma imagem obscura da marcha lenta do prião para a morte no sistema neurológico. Os investigadores encontraram razões de esperança ao tentar incorporar uma assimetria na virulência do cruzamento de espécies nas infecções priónicas. Por exemplo, os priões que normalmente infectam os neurónios dos ratos

podem atacar eficazmente os neurónios dos hamsters, mas priões próximos que são fatais para os hamsters são ineficazes nos ratos. O novo modelo sugere que a injeção de priões inofensivos de hamster num rato poderá conduzir à competição entre os priões do rato e do hamster, o que atrasaria bastante a progressão da doença. É um conceito espantoso: combater priões com priões! Embora este tratamento não prometa uma cura para as doenças de priões, pode aumentar o tempo de incubação até um ponto em uma doença como a DCJ seja imperceptível durante o tempo de vida humana. Além de sugerir novas terapias para as doenças de priões, um modelo estatístico das infecções poderá ajudar a prever surtos, como o que assolou a Inglaterra nos anos 90.

(Slepyo *et al.*, Physical Review Letters, 30 / Julho / 2001)



CAOS NO NEOCÓRTEX

Investigadores australianos (David Liley, da Universidade Tecnológica de Swinburne) encontraram caos num modelo do neocórtex, a mais complexa estrutura cerebral dos seres humanos e de outros mamíferos. O caos no cérebro manifestar-se-ia de forma imprevisível e como uma actividade eléctrica aparentemente aleatória, numa população de células nervosas (neurónios). O caos pode ter uma importante função neurológica e fornecer, como alguns investigadores já especularam, meios rápidos e flexíveis para o cérebro discriminar diferentes sons, odores e outros estímulos perceptivos. Os electroencefalogramas (EEG) registam a actividade eléctrica no córtex, mas não poderão nunca, assim como outras técnicas, detectar sinais claros e inequívocos de caos, uma vez que o córtex também emite uma enorme quantidade de "ruído", isto é, actividade eléctrica alea-

tória. Usando modelos realistas de fisiologia cerebral, vários investigadores estão a tentar desenvolver modelos que reproduzam resultados do EEG, mas que ofereçam também novas visões do funcionamento interno do cérebro. No entanto, os modelos anteriores ou não permitiam que o caos surgisse ou eram ineficazes a mostrar que o caos pode ocorrer sob as condições impostas pela estrutura do cérebro. Os investigadores australianos modelaram o comportamento de duas grandes populações de neurónios: excitadores (que excitam outros neurónios) e inibidores (que inibem outros neurónios). Especificamente, consideraram o "potencial da membrana somática do meio", o potencial eléctrico entre o exterior e o interior do corpo celular do neurónio (maior potencial significa maior frequência de disparos). Variando a velocidade dos impulsos eléctricos externos para cada população de neurónios, descobriram que a actividade eléctrica era irregular e parecida com ruído (embora não o fosse, efectivamente) para um amplo conjunto de "inputs". Quantitativamente, tal comportamento é associado a um expoente de Lyapunov positivo, que é a marca típica do caos. A existência do caos, dizem os investigadores, forneceria ao cérebro uma forma de alterar a sua resposta rapidamente mesmo para estímulos que diferem muito pouco.

(Daflis *et al.*, Chaos, Setembro / 2001)

OBSERVATÓRIO DE NEUTRINOS

O Observatório de Neutrinos de Sudbury (ONS), na sua primeira análise de dados, confirmou que os neutrinos oscilam de um tipo para outro. O ONS procura neutrinos pouco interactivos num imenso detector subterrâneo em Sudbury, Ontário, Canadá. Os neutrinos penetram facilmente 2000 metros abaixo de terra para atingir um depósito de 1000 toneladas de água pesada, onde podem iniciar algumas reacções observadas por fotodetectores ultra-sensíveis. Muitos teóricos crêem que os neutrinos electrónicos, provindos de decaimentos do boro 8 no interior solar, deviam, em parte, na sua rota para a Terra,

transformar-se em neutrinos muónicos. De todos os detectores de neutrinos, o ONS é o único que deveria observar uma curta quebra de neutrinos electrónicos, compensada por um excesso de neutrinos não electrónicos, embora não consiga distinguir os neutrinos muónicos dos tauónicos. O ONS encontra-se numa fase demasiado inicial para fazer este tipo de demonstração, mas pode determinar, comparando as suas taxas de observação de neutrinos (cerca de 8 por dia) e as taxas do detector Super Kamiokande no Japão, que alguns neutrinos não electrónicos estão a incidir no detector ao mesmo tempo que os neutrinos electrónicos maioritários. Concretamente, a análise compara as taxas de reacções de corrente carregada (CC) de neutrinos vistos na Terra, em que um neutrino electrónico atinge um deutério, originando dois prótons e um electrão (esta reacção deve-se à força nuclear fraca mediada por um bóson W carregado), com a taxa de reacções de dispersão elástica (DE), nas quais um neutrino electrónico colide num electrão dum átomo sem se converter em qualquer outra partícula. Os valores exclusivos do ONS, determinados pela reacção CC, comparados com os valores de DE (utilizando informação do ONS e do Super Kamiokande), fornecem uma prova directa da presença de neutrinos não electrónicos numa quantidade que pareceria descrever as quebras dos neutrinos solares (explicando, assim, o "problema dos neutrinos solares").

Quanto à questão da massa dos neutrinos, as medições actuais dão apenas um limite muito grosseiro para as diferenças de massas dos neutrinos. Devido ao grande número de neutrinos no universo, mesmo uma pequena massa do neutrino pode ter conferido aos neutrinos um papel considerável no agrupamento original de massa e na formação primordial de galáxias (ver <http://www.sno.phy.queensu.ca>)