

Caçadores de

PARTÍCULAS

do bóson de Higgs à matéria escura



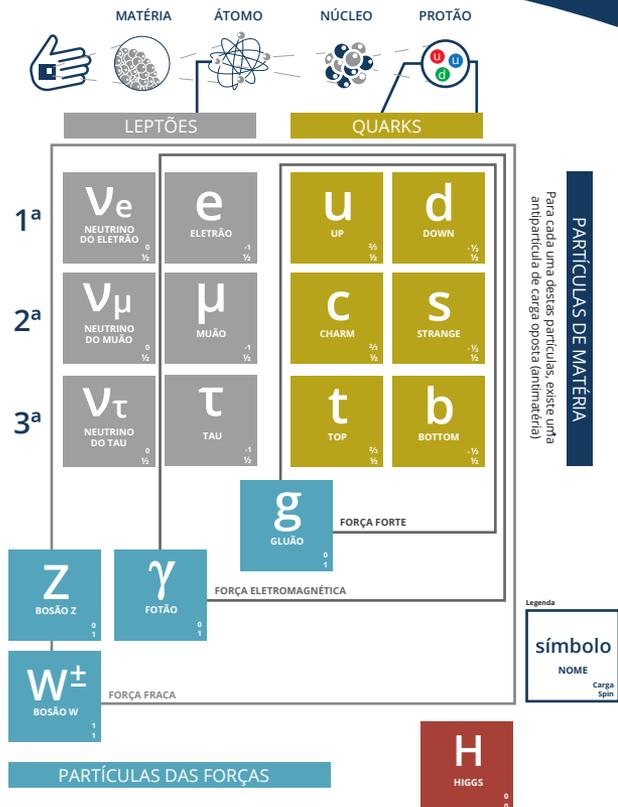
30
anos
LIP

De que é feito o Universo?

Esta é a pergunta a que os físicos de partículas procuram responder, estudando as partículas elementares que compõem tudo quanto existe e a forma como elas interagem entre si. Conhecendo aquilo de que somos feitos, conseguimos também contar a história do Universo, aproximando-nos do momento em que tudo começou.

Os físicos fazem experiências em aceleradores gigantescos, nas minas mais profundas e até no espaço, onde vão à caça das partículas: algumas muito raras, algumas muito difíceis de ver, outras que não eram criadas desde o começo do Universo.

Este livro é um guia sobre as partículas fundamentais e os truques que usamos para as observar.



A tabela mostra as partículas que constituem a matéria que conhecemos. As próprias forças que existem na natureza são transmitidas por partículas especiais. A partícula de Higgs dá massa a todas elas.

À caça das PARTÍCULAS

BI
Quarks

Nome próprio

Up | Down
Charm | Strange
Top | Bottom

Família
Quarks

Símbolo

u (up) | d (down)
c (charm) | s (strange)
t (top) | b (bottom)

Carga elétrica

$2/3$ (u, c, t) | $-1/3$ (d, s, b)

Massa

Varia entre 5 vezes a massa do elétron (u) e a massa de um átomo de tungstênio (t)

Forças a que está sujeito

Forte, eletromagnética, fraca e gravítica

Data em que foi teorizado

1964

Data da primeira observação

1968 (u,d,s) | 1974 (c) | 1977 (b) | 1995 (t)

Locais onde se encontra

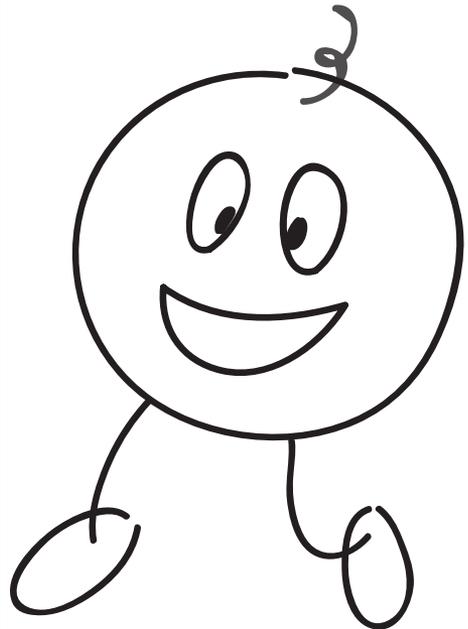
No núcleo de um átomo, com total confiança

Traços de personalidade

Sofrem de ansiedade de separação e nunca foram observados sozinhos. Sentem-se mais livres quando estão juntos. Têm várias cores, que mudam quando interagem

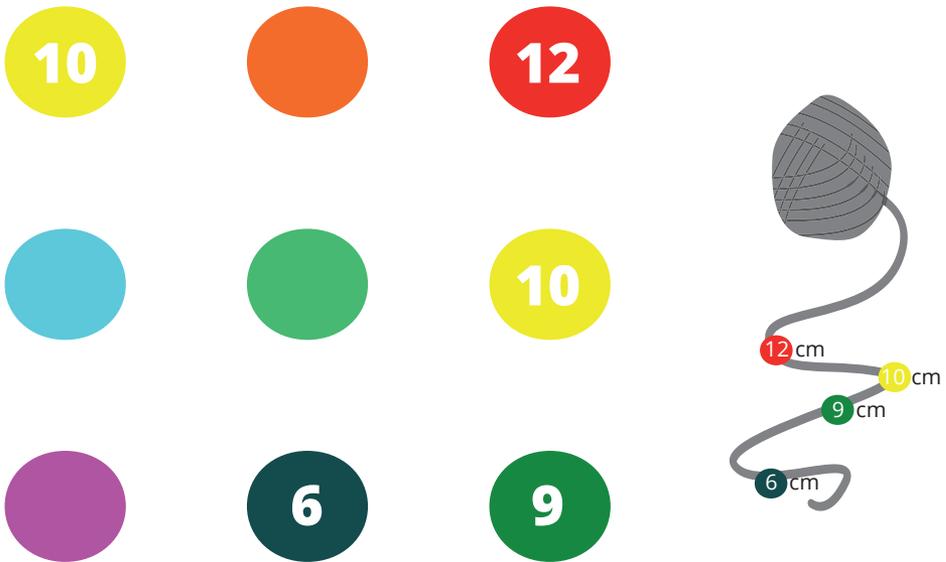
Cadastro

Acusados de conspiração no caso do spin de prótons e neutrões



QUARKS & GLUÕES

A cor de cada círculo nesta imagem representa um comprimento. Arranja um conjunto de fios com os tamanhos indicados. Fixando uma ponta de cada um no centro do círculo respetivo, podes mover a outra ponta no ar. Tenta orientá-los, de forma a que as pontas livres se encontrem todas num mesmo ponto.



Esta é uma forma de ver as cascatas de partículas produzidas na atmosfera pelos raios cósmicos. Os círculos da imagem representam detectores, e os comprimentos são medidos pelos tempos de chegada das partículas ao chão. Estas partículas andam a velocidades próximas da velocidade da luz, quase 300 mil quilómetros num segundo!

Os raios cósmicos são núcleos de átomos que nos chegam do Universo, de galáxias muito longe da nossa, com muita energia. Estudá-los permite-nos saber mais sobre o Universo em que vivemos e também sobre as partículas de que são feitas as coisas.

BI

Gluões

Nome próprio

Gluão

Família
Bosões

Símbolo
g

Carga elétrica

0

Massa

0

Forças a que está sujeito

Transportam e sentem a força forte

Data em que foi teorizado

1964

Data da primeira observação

1979

Locais onde se encontra

Onde quer que haja um quark

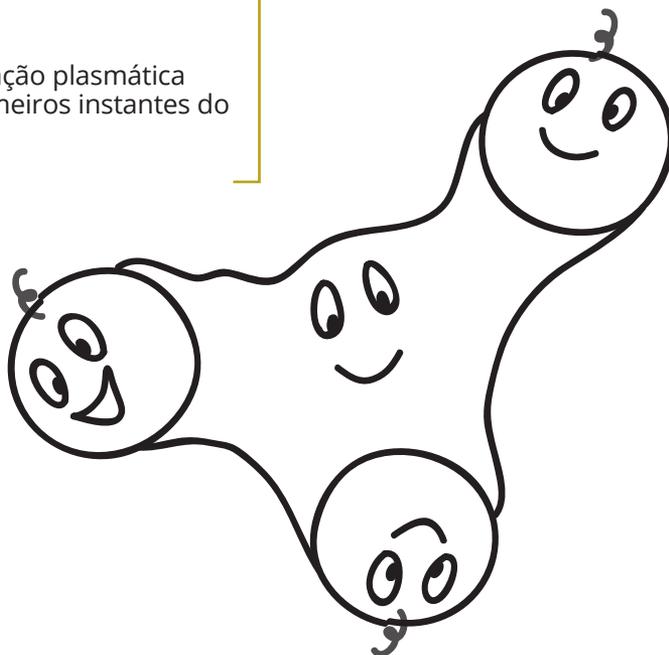
Traços de personalidade

São a cola que mantém a união (dos quarks).

Há 8 tipos de gluões, todos com cores diferentes. A força (forte) está com eles!

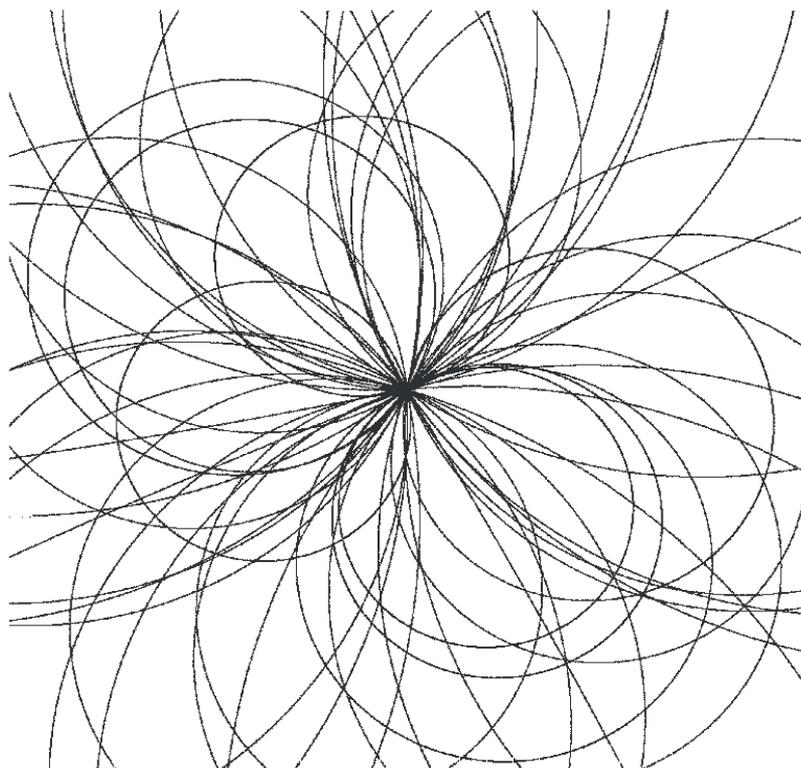
Cadastro

Suspeitos de associação plasmática com quarks nos primeiros instantes do Universo



BOSÃO de HIGGS

Nesta imagem a maior parte dos traços começam no centro e dirigem-se para fora. Tenta encontrar, entre eles, os quatro que vão mais a direito.



A famosa equação de Einstein $E=mc^2$ diz-nos que podemos transformar energia em matéria e vice-versa. No acelerador LHC do CERN fazemos chocar prótons com muita energia para produzir novas partículas. Nos detetores usamos campos magnéticos para curvar as partículas e as poderemos distinguir.

O bóson de Higgs foi descoberto no LHC. Nunca antes tínhamos tido energia suficiente para o criar. Vive muito pouco tempo e desintegra-se em partículas com grande energia. Por terem muita energia são mais difíceis de curvar e atravessam o detetor mais a direito. Temos de as encontrar para saber o que foi produzido no momento da colisão. Foi um bóson de Higgs ou outra partícula?

BI

Bosão de Higgs

Nome próprio
Bosão de Higgs

Família
**É um bosão,
mas não como os outros**

Símbolo
H⁰

Carga elétrica

0

Massa

É com ele! Tem 133 vezes a massa de um próton

Forças a que está sujeito

Interação fraca e gravítica

Data em que foi teorizado

1964

Data da descoberta

2012

Locais onde se encontra

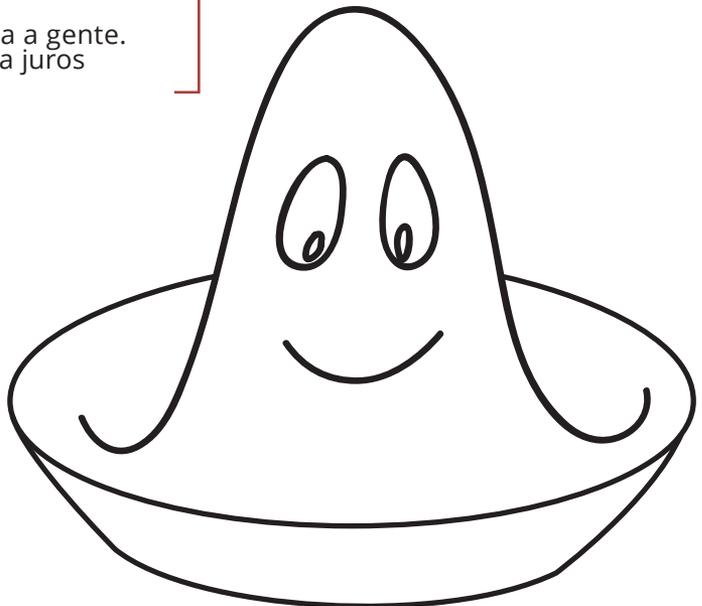
Em todo o Universo

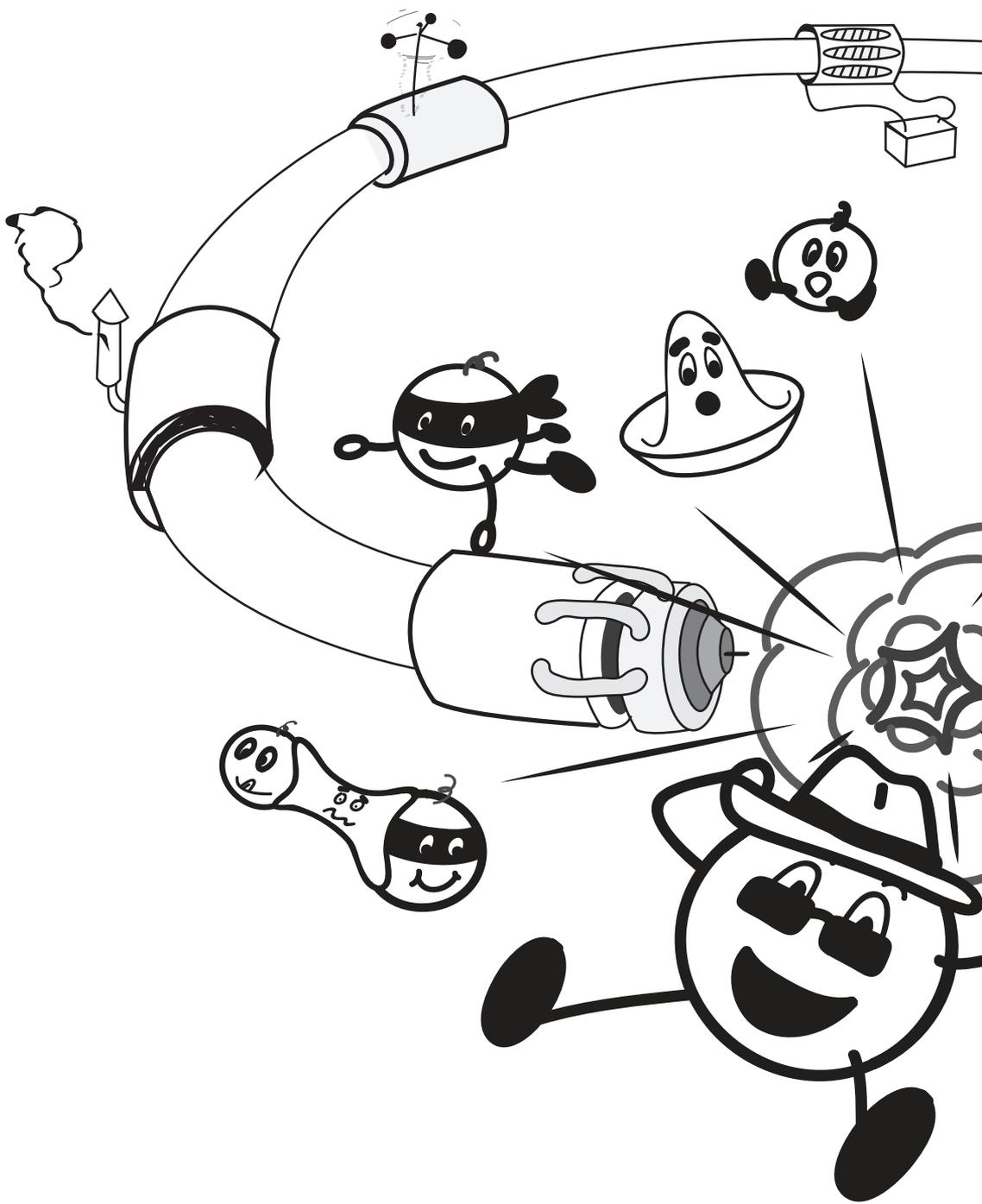
Traços de personalidade

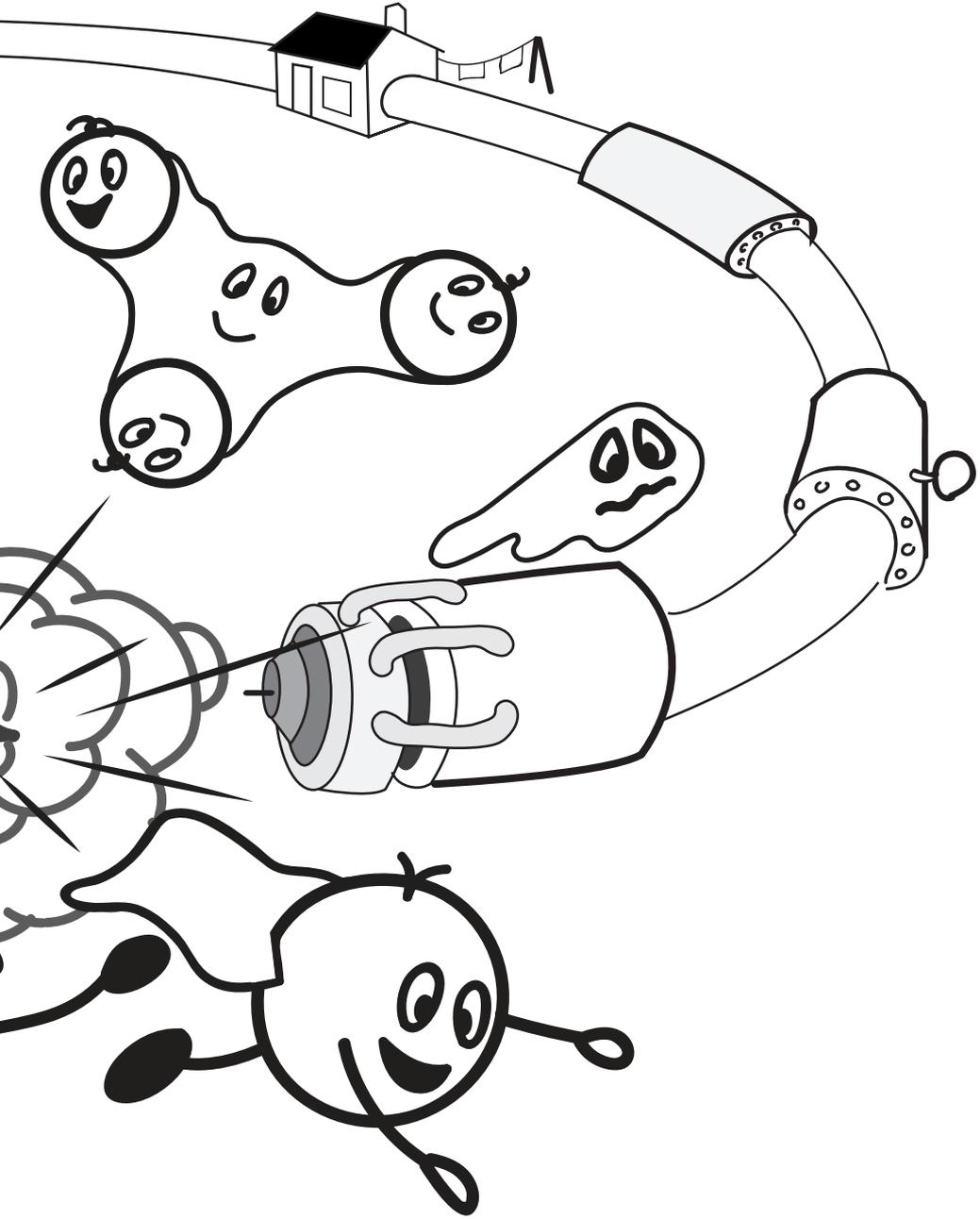
Excêntrico e com a mania das grandezas, gosta de alimentar as notícias dos jornais e, ao mesmo tempo, manter-se longe dos olhares públicos

Cadastro

Empresta massa a toda a gente.
Não sabemos se cobra juros







ANTIMATÉRIA

Une com linhas retas todos os pares de setores coloridos que estão marcados na imagem com a mesma cor. Onde é que as várias retas se cruzam?



Esta técnica de reconstruir imagens é usada para examinar o interior do corpo humano, numa técnica chamada Tomografia por Emissão de Positrões. O positrão é a antipartícula do eletrão. Quando encontra um eletrão num dos nossos átomos, ambos desaparecem, dando origem a dois fótons que viajam em direções opostas. Selecionando os pares de fótons que chegam quase ao mesmo tempo ao detetor, podemos ver o sítio de onde vieram os positrões.

BI

Positrão

Nome próprio
Positrão

Família
Leptões

Símbolo
e⁺

Carga elétrica

Contrária da negativa

Forças a que está sujeito

Eletromagnética, fraca e gravítica

Data em que foi teorizado

1928

Data da primeira observação

1932

Locais onde se encontra

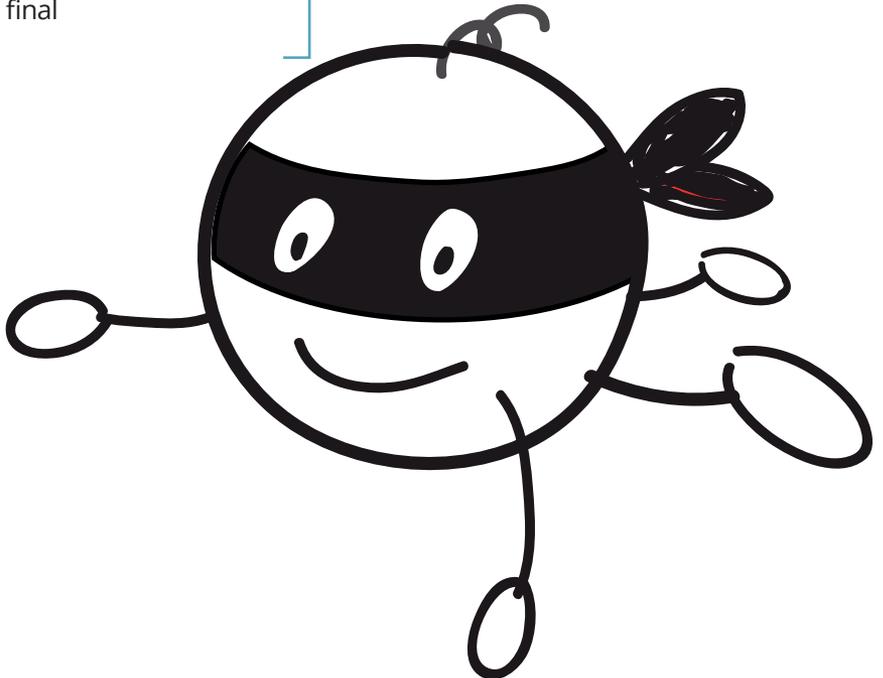
Em colisões de partículas e perto de materiais radioativos com decaimento β^+

Traços de personalidade

É do contra

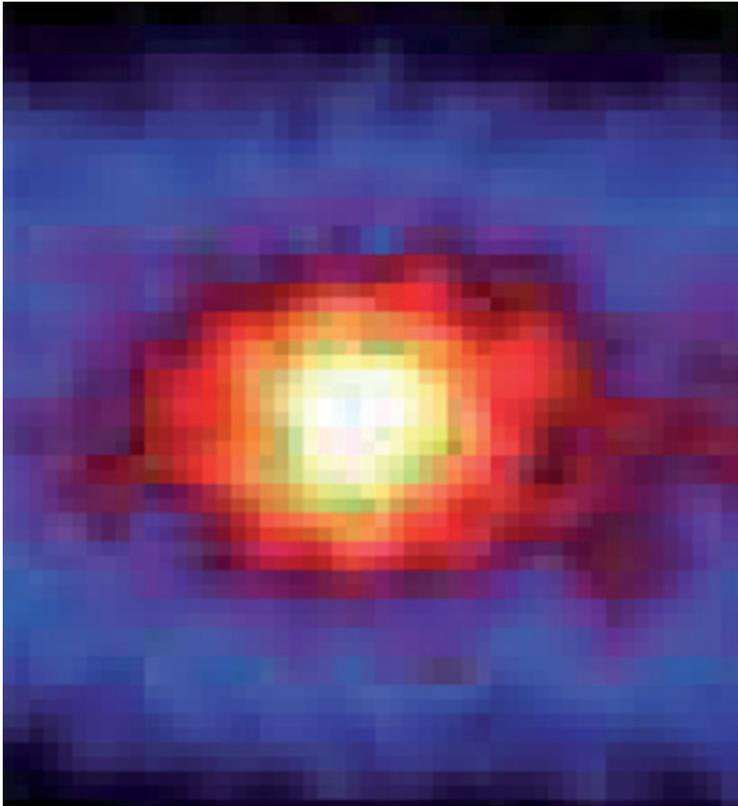
Cadastro

Serial killer de eletrões. Suicida-se sempre no final



NEUTRINOS

Se, numa sala escura, fotografares várias vezes um mesmo objeto, usando diferentes tempos de exposição, o que acontece? Pensa nas fotografias tiradas de noite a carros ou a estrelas. Para obter imagens com pouca luz é preciso esperar mais tempo, de preferência sem que o objeto se mova muito.



Esta é uma imagem do Sol obtida com 500 dias e noites de exposição. Não é feita com luz, mas com neutrinos vistos no detetor Super Kamiokande. Os neutrinos podem atravessar o Sol e toda a Terra sem serem travados nem desviados. Por isso são muito difíceis de detetar, ao contrário dos fotões, as partículas da luz, que as câmaras fotográficas ou os nossos olhos absorvem quando vemos.

BI Neutrinos

Nome próprio
Neutrino

Família
Leptões

Símbolo neutrino
 ν_e (do elétron)
 ν_μ (do muão)
 ν_τ (do tau)

Carga elétrica

0

Massa

Maior que zero e menor que um milionésimo da massa do elétron

Forças a que está sujeito

Interação fraca e gravítica

Data em que foi teorizado

1930

Data da primeira observação

1956 (ν_e) | 1962 (ν_μ) | 2000 (ν_τ)

Locais onde se encontra

Por todo o Universo, sempre em viagem

Traços de personalidade

Discreto, gosta pouco de interagir com o resto da matéria. Sofre de sérias perturbações de personalidade múltipla

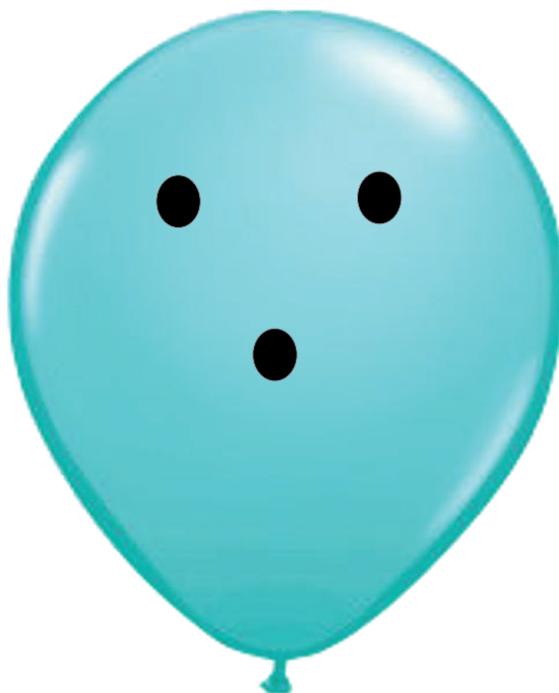
Cadastro

Suspeito de ser a partícula de matéria escura, foi ilibado por ter massa extremamente pequena. Pode estar implicado no caso de assimetria matéria/antimatéria (em investigação)



MATÉRIA ESCURA

Desenha num balão vários pontos próximos entre si. Vês como se afastam quando enches o balão?



As galáxias estão todas a afastar-se umas das outras – não sabemos explicar porquê e chamamos energia escura àquilo que desta forma enche o Universo. A força da gravidade, que nos faz cair, faz com que as galáxias se atraiam entre si e mantêm-as em rotação. Mas a forma como rodam diz-nos que tem de haver mais matéria do que a que vemos. Chamamos-lhe matéria escura.

Conseguimos medir os efeitos e até “ver” a matéria escura pela distorção que ela cria nas imagens de galáxias distantes. Para simular esse efeito, podes experimentar passar um copo de pé alto por cima das imagens deste livro.

BI

Matéria escura

Nome próprio
WIMP

Família
desconhecida

Carga elétrica

Necessariamente nula

Forças a que está sujeito

Gravítica e eventualmente força fraca

Data em que foi teorizado

1933

Data da primeira observação

Ainda está por acontecer

Locais onde se encontra

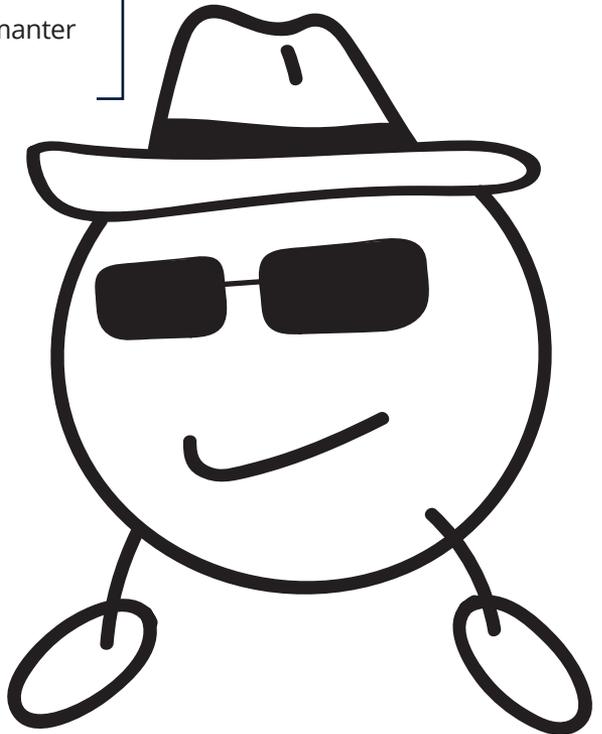
Em redor e no centro das galáxias

Traços de personalidade

É como um amigo secreto que nunca vemos mas sentimos que está sempre lá

Cadastro

Apesar de discreto, tem uma personalidade forte e gosta de manter as galáxias no sítio





AGÊNCIA NACIONAL
PARA A CULTURA
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

REDE DE CENTROS



www.lip.pt
www.lip.pt/particulas

LIP © 2016

Cofinanciada por:

