

Interações fundamentais da natureza

Segundo o entendimento científico atual, todos os fenômenos físicos observados, da colisão de galáxias à interação entre os constituintes de um próton, são originados de quatro forças fundamentais.

- Interação gravitacional
- Interação eletromagnética
- Interação forte
- Interação fraca

Ordinariamente apenas os fenômenos eletromagnéticos e gravitacionais podem ser observados.

Somente estas forças produzem efeitos significativos em escalas observáveis.

Interação gravitacional

Atua em todas as partículas do universo que possuem massa* e é sempre atrativa.

É a interação mais fraca, porém é de longo alcance (∞), sendo assim, ela é a responsável por todos os fenômenos de larga escala, como Galáxias.

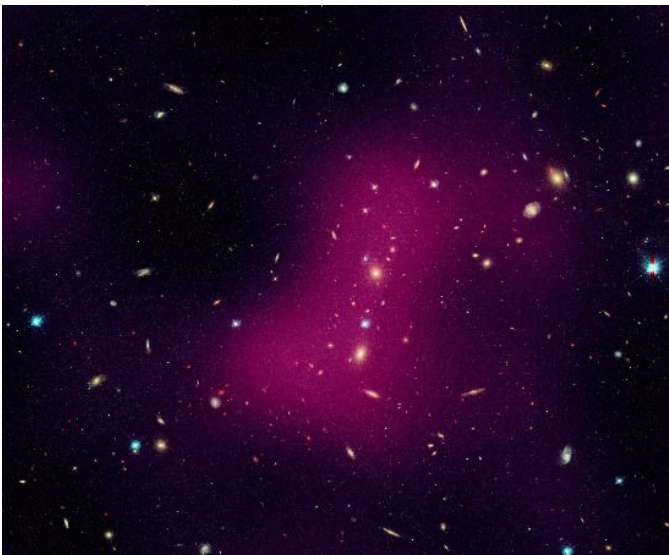
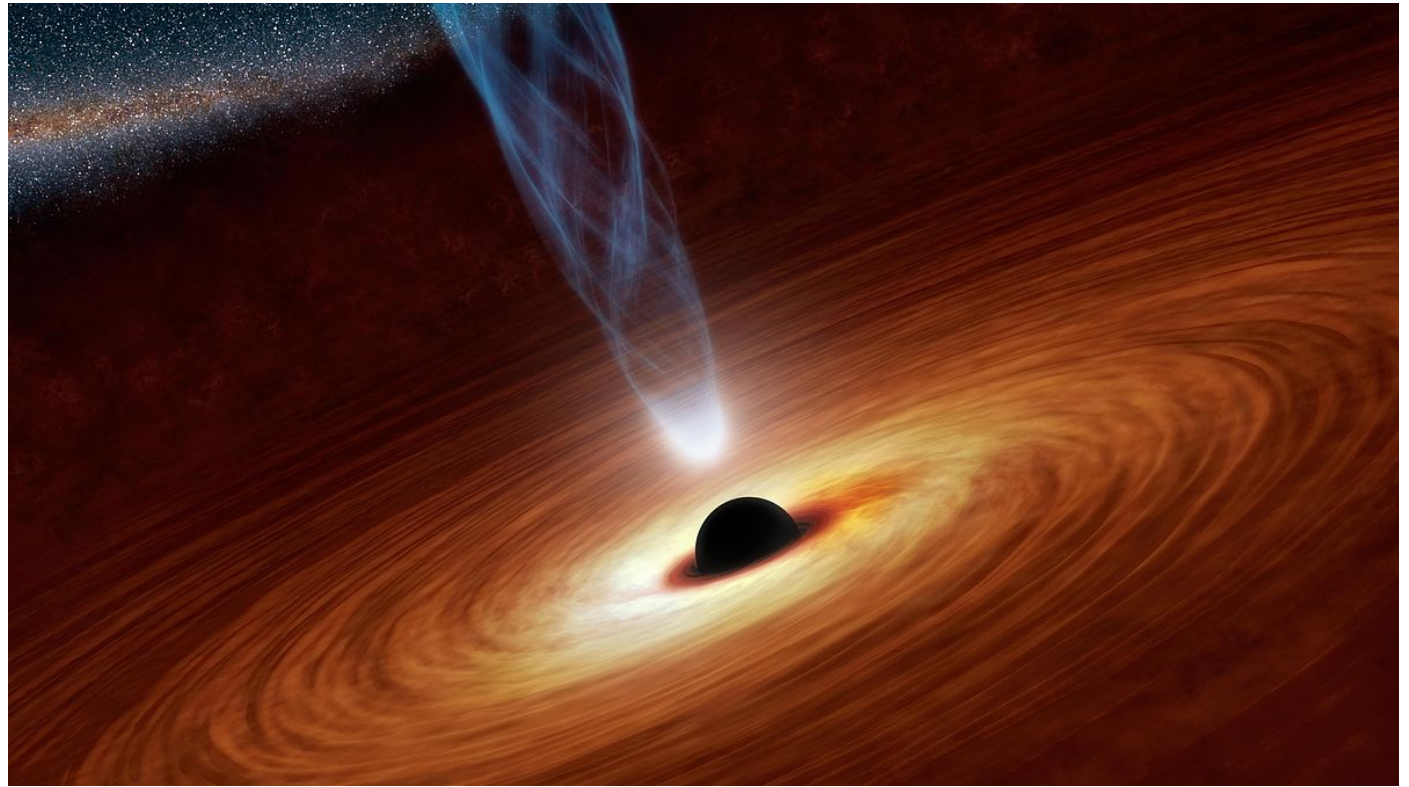


Foto: NASA, ESA, C. Heymans (University of British Columbia, Vancouver), M. Gray (University of Nottingham, U.K.), M. Barden (Innsbruck), and the STAGES collaboration

https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQFeNZ2rQXyUOhjLn5mzXoyfnpXnon9iqqb79BCQiwUO6hAF_Ix

* *Definição restrita ao tratamento clássico não relativístico*

Buracos negros: região do espaço com altíssima densidade de massa, da qual nenhuma partícula pode escapar.



E a hipotética expansão do Universo: constante cosmológica da teoria da Relatividade Geral não nula.

A força gravitacional é responsável por nos manter sobre a Terra, por manter os planetas em suas órbitas, pelo agrupamento de galáxias, etc.

Interação eletromagnética

Observado desde a antiguidade (Thales de Mileto - 625ac - 547ac), porém apenas por volta de 1800 passou a ser estudada de maneira mais formal.

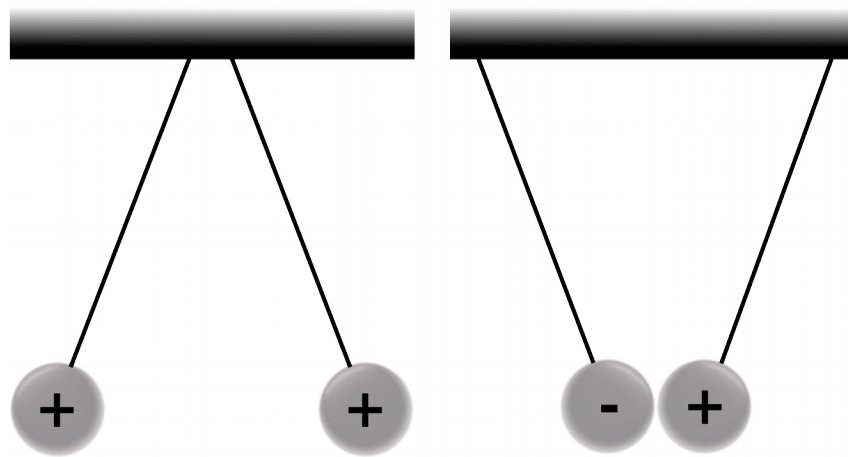
Em 1791, Galvani fez alguns estudos com a chamada eletricidade animal (experimentos com rãs).

Em 1800, Volta, discordando de Galvani, realizou experimentos com eletricidade produzida em contatos de 2 metais diferentes (Zn, Ag), nascendo assim a pilha Voltaica.



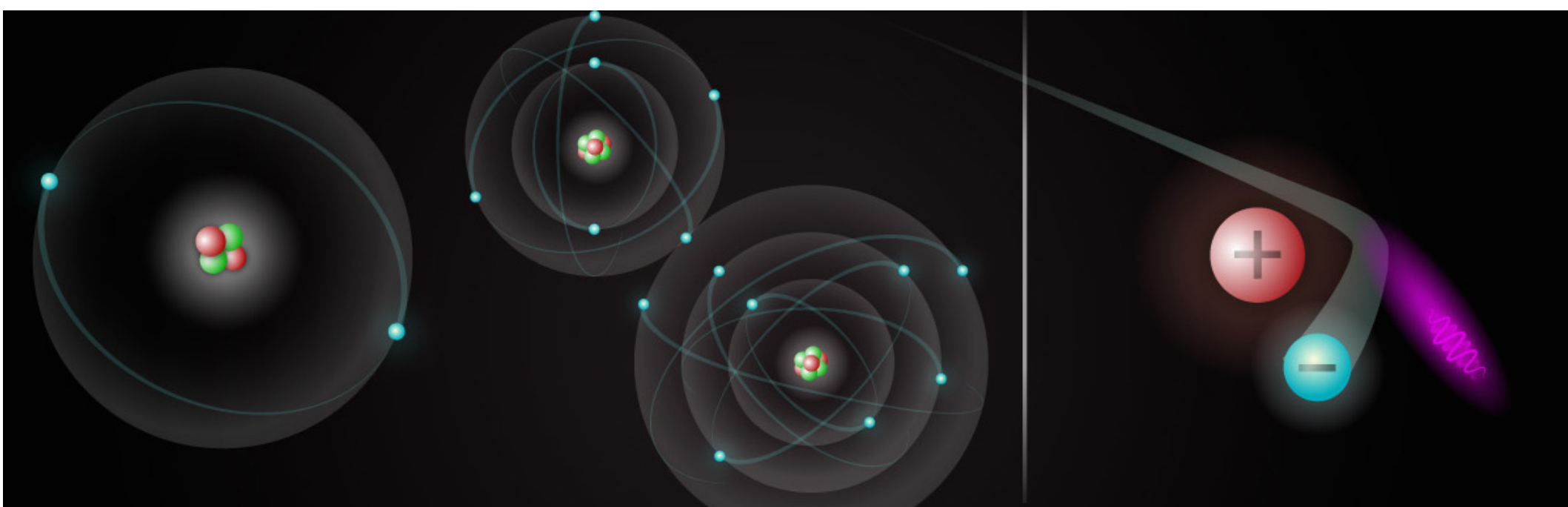
Atua em todas as partículas que possuem carga elétrica e pode ser atrativa ou repulsiva, sendo também de longo alcance.

Cargas elétricas de mesmo sinal repelem-se e de sinal contrário atraem-se.



Está relacionada a praticamente todos os fenômenos físicos que se encontram no cotidiano, com exceção da gravidade:

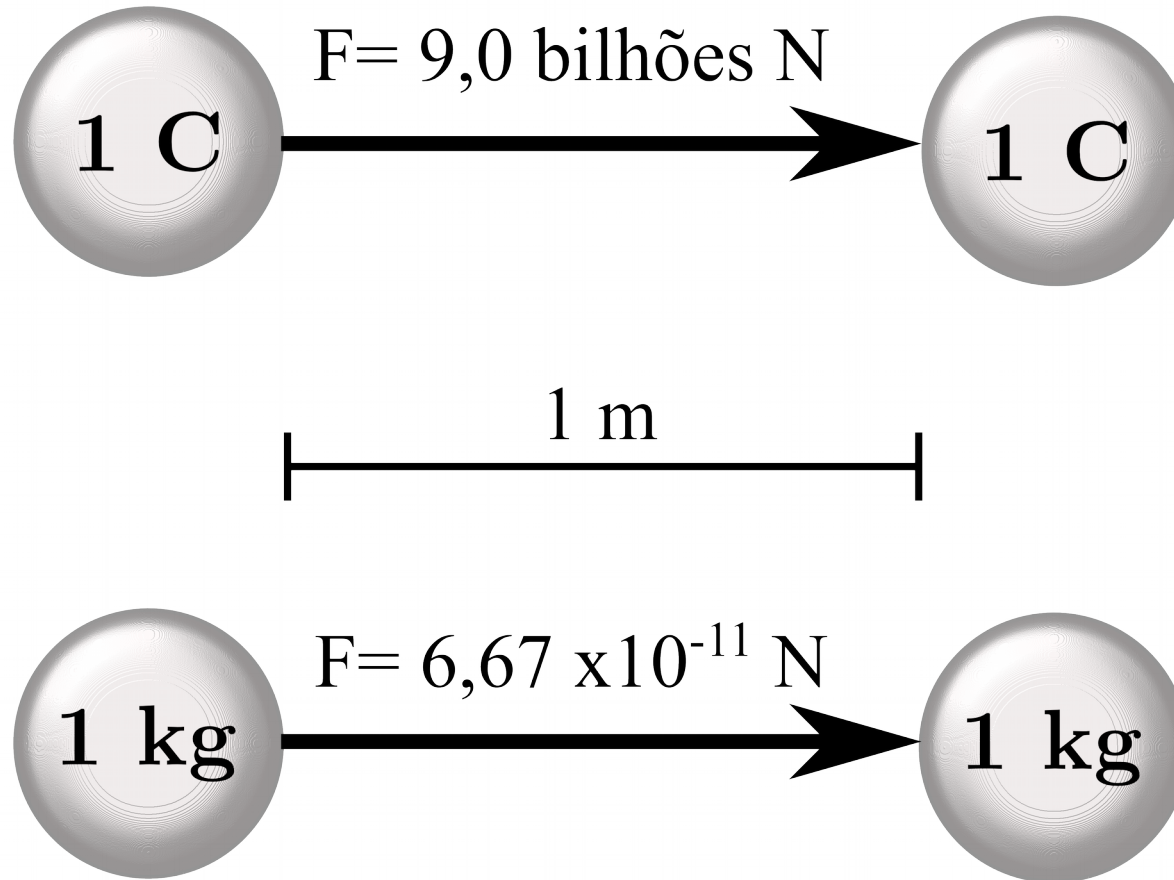
- Interação entre os átomos
- Relações inter moleculares → Química, Biologia



- Gerando luz

A eletricidade e o magnetismo eram tomados como fenômenos distintos até 1864, quando James Maxwell publicou suas equações básicas → Eletromagnetismo.

Intensidade da força elétrica em comparação com a gravitacional



Se dois prótons possuem cargas iguais, como é formado o núcleo atômico?

Força forte

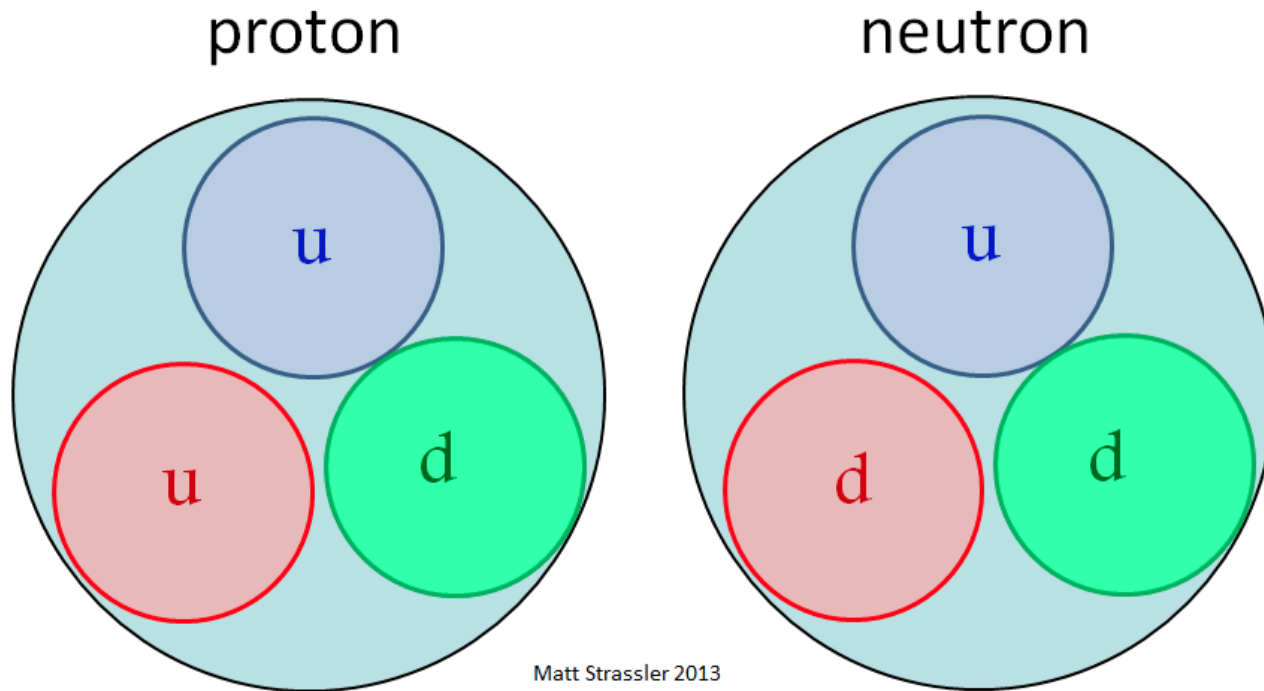
Sabemos que os prótons e nêutrons, chamados genericamente de núcleons, são constituintes dos núcleos atômicos.

Estes constituintes interagem entre si por meio de uma força atrativa, que supera a força elétrica de repulsão entre prótons.

Esta força atrativa é chamada força nuclear forte; é resultante da força forte que une grupos de três quarks que formam prótons e nêutrons.

Por meio desta força podemos entender a formação dos núcleos atômicos.

Núcleons e seus constituintes, as partículas fundamentais, quarks up e down.



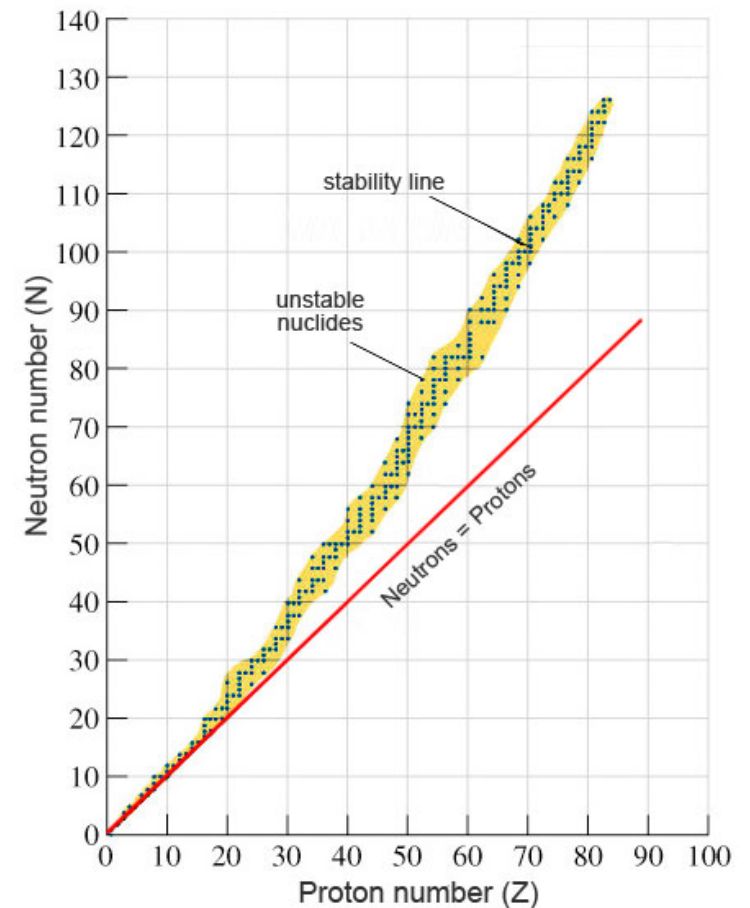
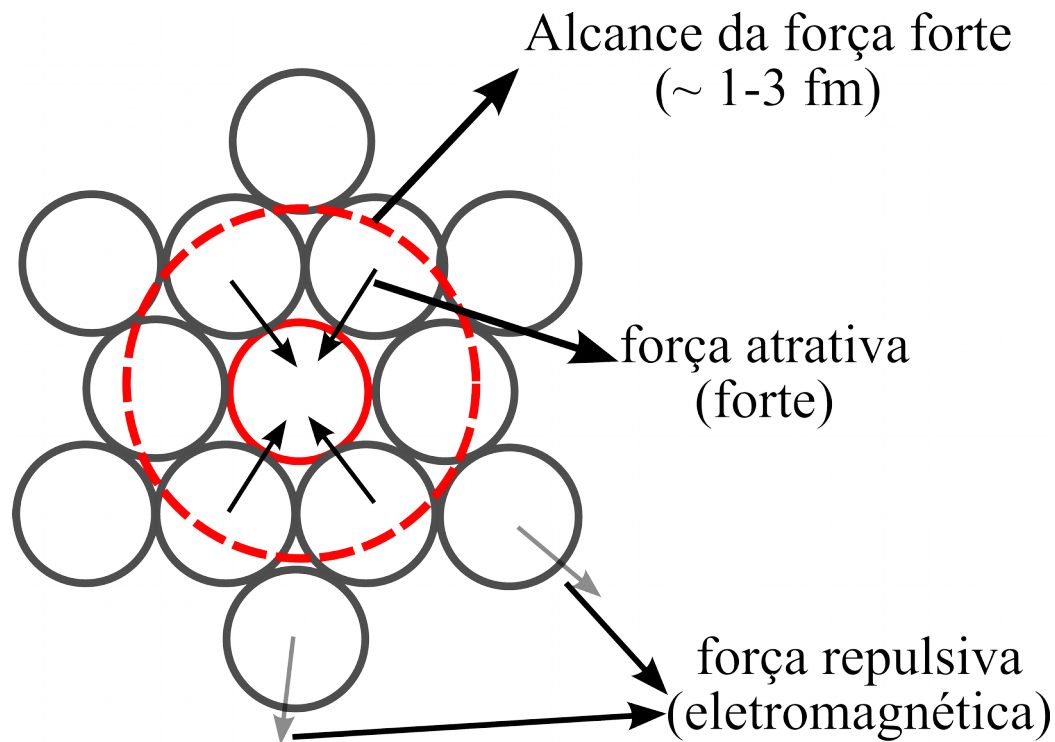
Carga elétrica dos quarks

$$\text{up} = +\frac{2}{3}$$

$$\text{down} = -\frac{1}{3}$$

Figura: <http://profmattstrassler.com/articles-and-posts/particle-physics-basics/the-structure-of-matter/protons-and-neutrons/>

A atuação da força forte justifica a formação dos núcleos atômicos e também auxilia a entender sua fissão (quando o núcleo se parte em dois núcleos menores).



ATENÇÃO: Esta figura não tem a intenção de explicar a fissão nuclear, que é um processo dinâmico e coletivo, muito mais complexo.

Força fraca

A força fraca é a responsável pela emissão de partículas β^+ (beta mais, pósitrons*) e β^- (beta menos, elétrons), por alguns núcleos no processo de desintegração radioativa.

Este processo é chamado de decaimento beta e nele um próton transforma-se em um neutron ou um neutron transforma-se em um próton.

Note que neste processo, o número de massa A permanece constante, mas o número de prótons e neutrons é alterado.

** O pósitron possui mesma massa que o elétron e carga elétrica positiva, é a antipartícula do elétron.*

Forças fundamentais - resumo

As forças fundamentais da natureza, possuem diferentes características e se manifestam em diferentes escalas do espaço (escalas cosmológicas, planetárias, atômicas) de acordo com seus alcances e intensidades.

As intensidades das forças fundamentais, são avaliadas, tomando-se como base a intensidade da força forte, igual a 1.

A seguir apresentamos um resumo das propriedades das forças fundamentais.

Força Gravitacional

- *Partícula mediadora: gráviton*
- *Alcance: ∞*
- *Intensidade: $\approx 10^{-40}$*

Força Eletromagnética

- *Partícula mediadora: fóton*
- *Alcance: ∞*
- *Intensidade: $\approx 10^{-2}$*

Força Forte

- *Partícula mediadora: glúons*
- *Alcance: 10^{-15} m*
- *Intensidade: ≈ 1*

Força Fraca

- *Partícula mediadora: W^+ , W^- e Z^0*
- *Alcance - 10^{-18} m*
- *Intensidade - $\approx 10^{-5}$ - 10^{-14}*