

La Aventura de las Partículas



¿Que es fundamental?

**¿De que esta hecho el
universo ?**

¿Que lo mantiene unido?

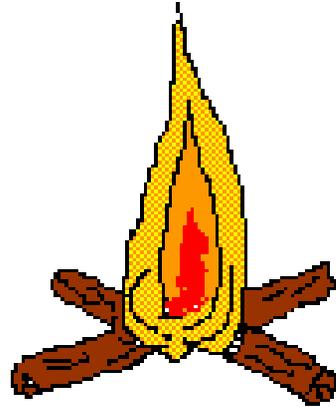
¿Por qué tantas cosas en este mundo comparten las mismas características?

El hombre llegó a comprender que la materia de la que está hecho el mundo, es realmente un conglomerado de unos pocos bloques constructivos fundamentales.

Aquí la palabra "**fundamental**" es una palabra clave.

Cuando decimos bloques constructivos fundamentales queremos decir objetos que son simples y sin estructura -- no están hechos con otros objetos más pequeños

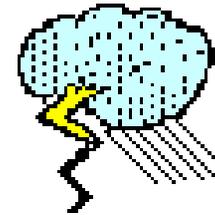
LOS FILÓSOFOS GRIEGOS



FUEGO



AIRE



AGUA



TIERRA

EL ÁTOMO



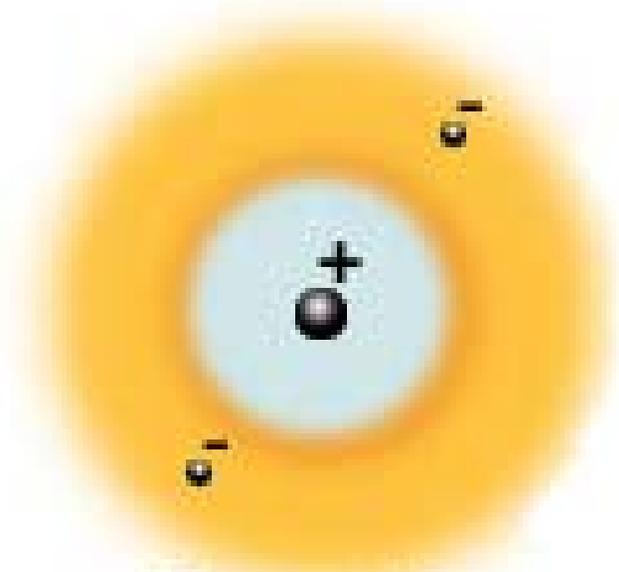
¿El átomo es un partícula fundamental?

Periodic Table of the Elements

Los elementos pueden ordenarse en función de sus propiedades químicas



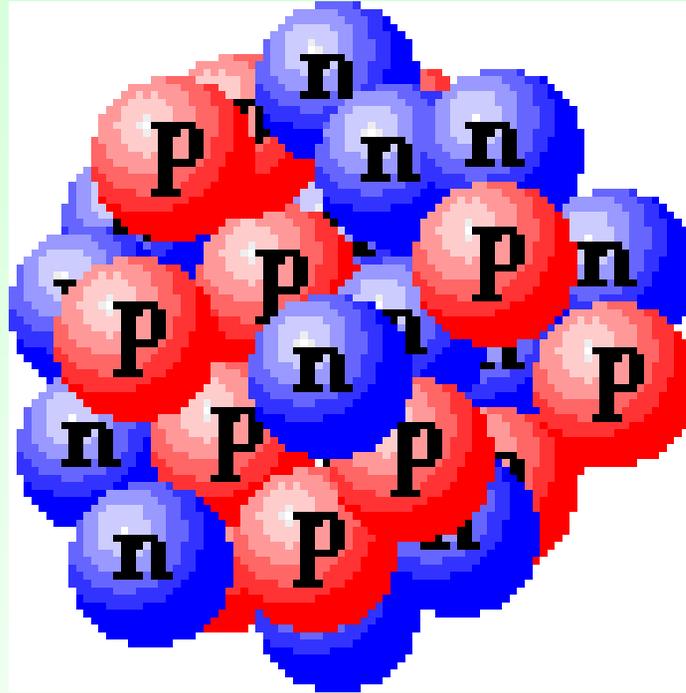
1900



Present Day

(I am the Very Model of a Modern Major Atom)

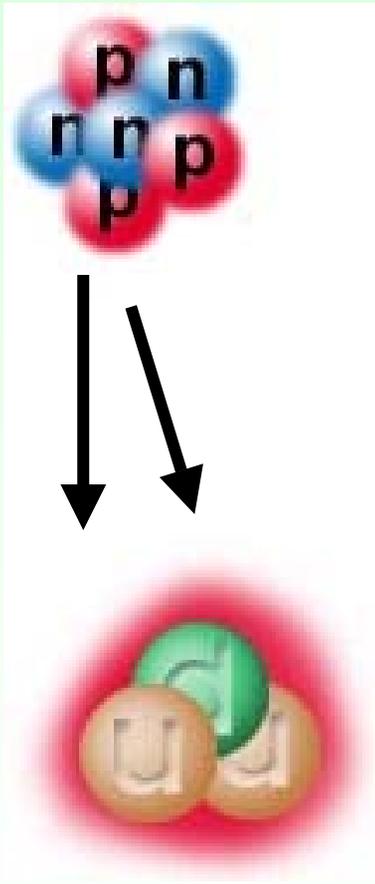
¿El núcleo es fundamental?



**El núcleo está compuesto de protones (p^+)
y neutrones (n)**

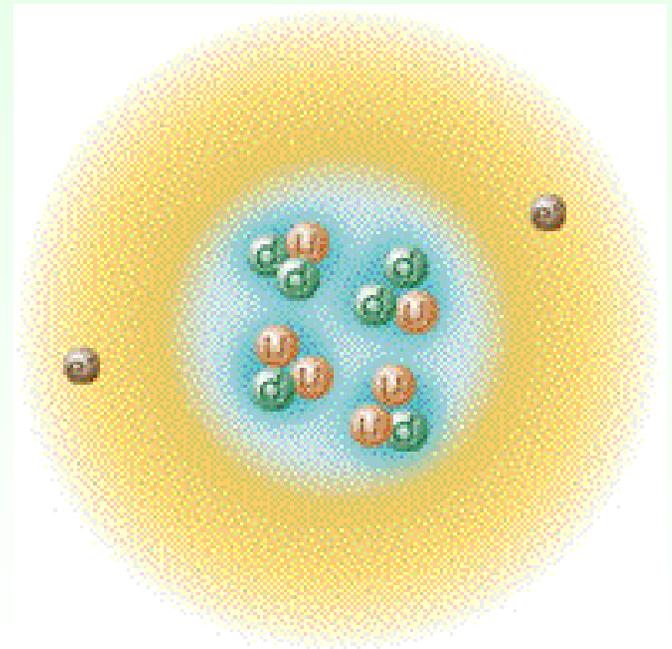
¿Los protones y los neutrones son fundamentales?

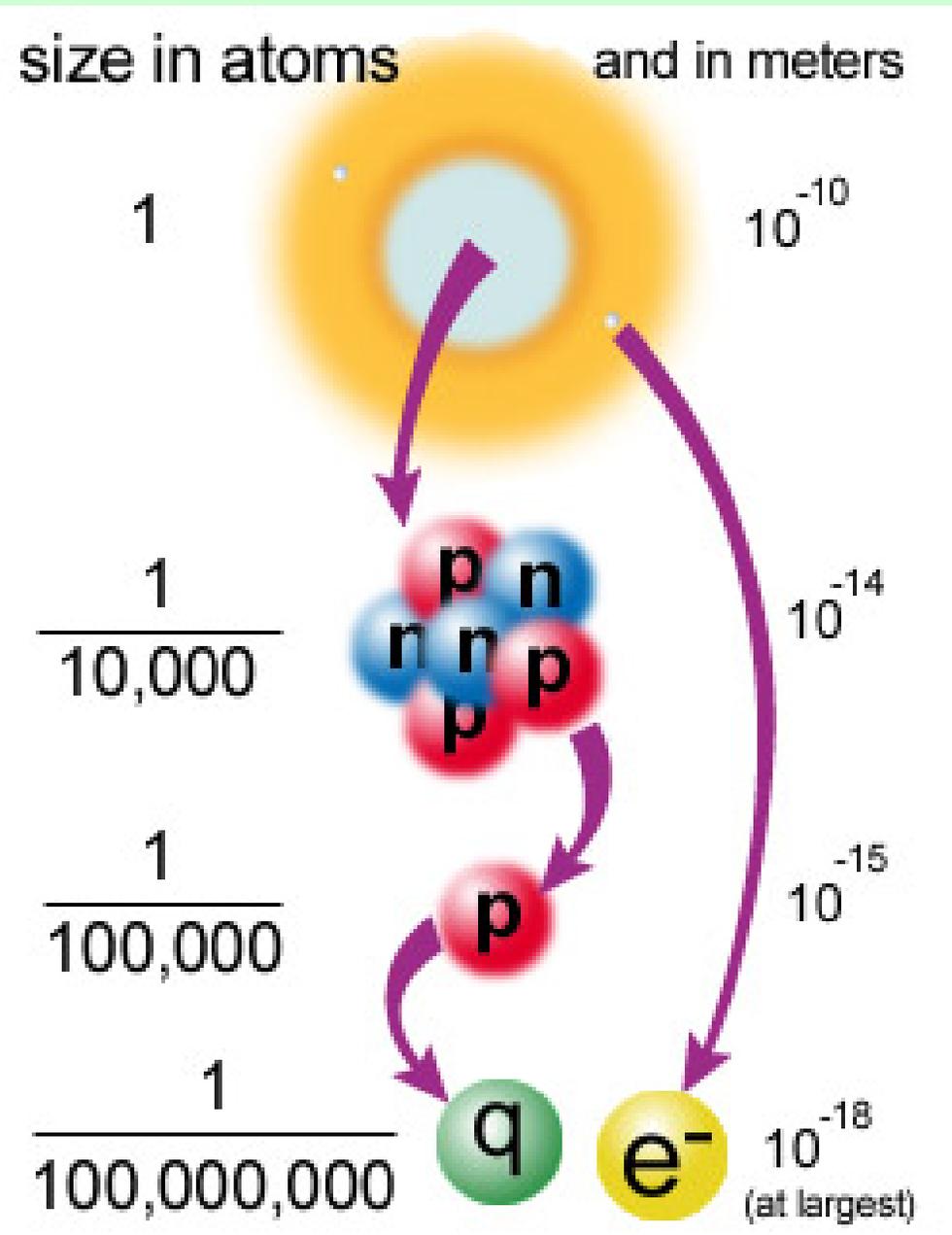
Los neutrones y los protones están constituidos por partículas fundamentales llamadas quarks.



Los quarks y los electrones son partículas fundamentales

EL ÁTOMO





LA ESCALA DE LOS ÁTOMOS

Physicists constantly look for new particles. When they find them, they categorize them and try to find patterns that tell us about how the fundamental building blocks of the universe interact.

Excuse me...are you a fundamental particle?



| | | | | | | | | |
|----------|------------|---------|-----------|-----------|---------|----------|------------|---------|
| A | α | alpha | I | ι | iota | P | ρ | rho |
| B | β | beta | K | κ | kappa | Σ | σ | sigma |
| Γ | γ | gamma | Λ | λ | lambda | T | τ | tau |
| E | ϵ | epsilon | M | μ | mu | Y | υ | upsilon |
| Δ | δ | delta | N | ν | nu | Φ | ϕ | phi |
| Z | ζ | zeta | Ξ | ξ | xi | X | χ | chi |
| H | η | eta | O | o | omicron | Ψ | ψ | psi |
| Θ | θ | theta | Π | π | pi | Ω | ω | omega |

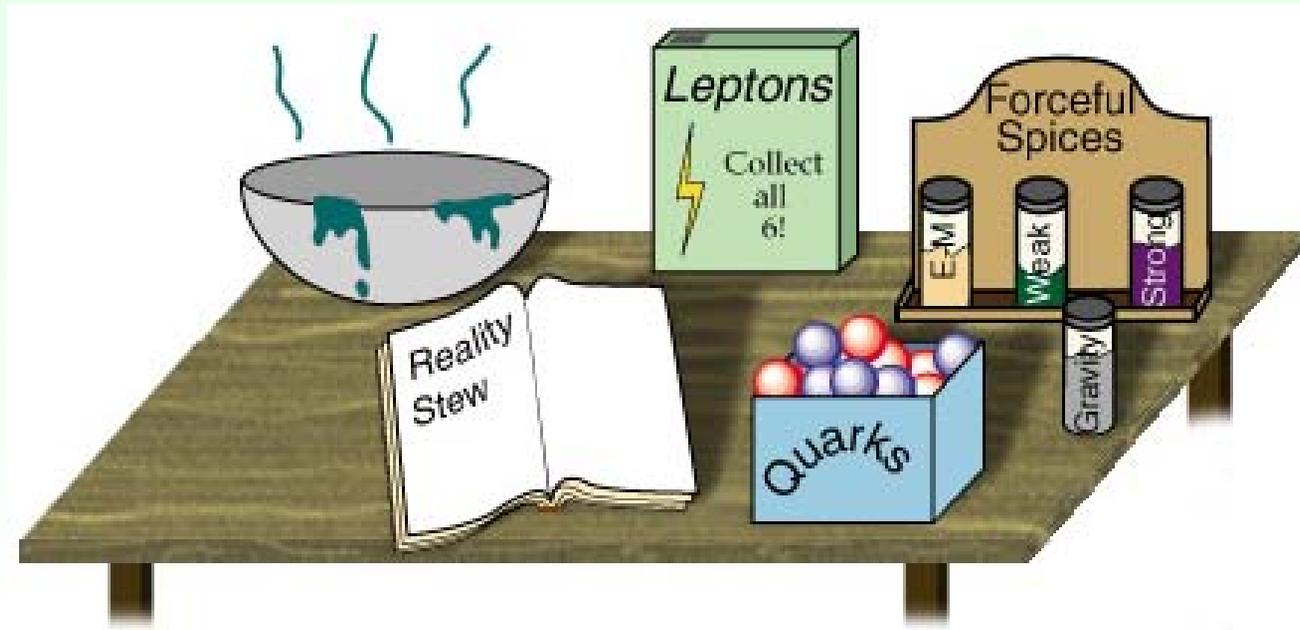
EL MODELO ESTÁNDAR

Intenta describir toda la materia y las fuerzas existentes en el Universo

Partículas portadoras de fuerza. Ej fotones

Partículas Materiales. Ej. Electrones, quarks,

6 tipos de quarks
6 tipos de leptones



QUARKS Y LEPTONES

Everything from galaxies to mountains to molecules is made from **quarks** and **leptons**. But that is not the whole story. **Quarks behave differently than leptons, and for each kind of matter particle there is a corresponding antimatter particle.**

Materia y Antimateria

For every type of matter particle we've found, there also exists a corresponding **antimatter** particle, or **antiparticle**.

Antiparticles look and behave just like their corresponding matter particles, except they have opposite charges. For instance, a proton is electrically positive whereas an antiproton is electrically negative. Gravity affects matter and antimatter the same way because gravity is not a charged property and a matter particle has the same mass as its antiparticle.

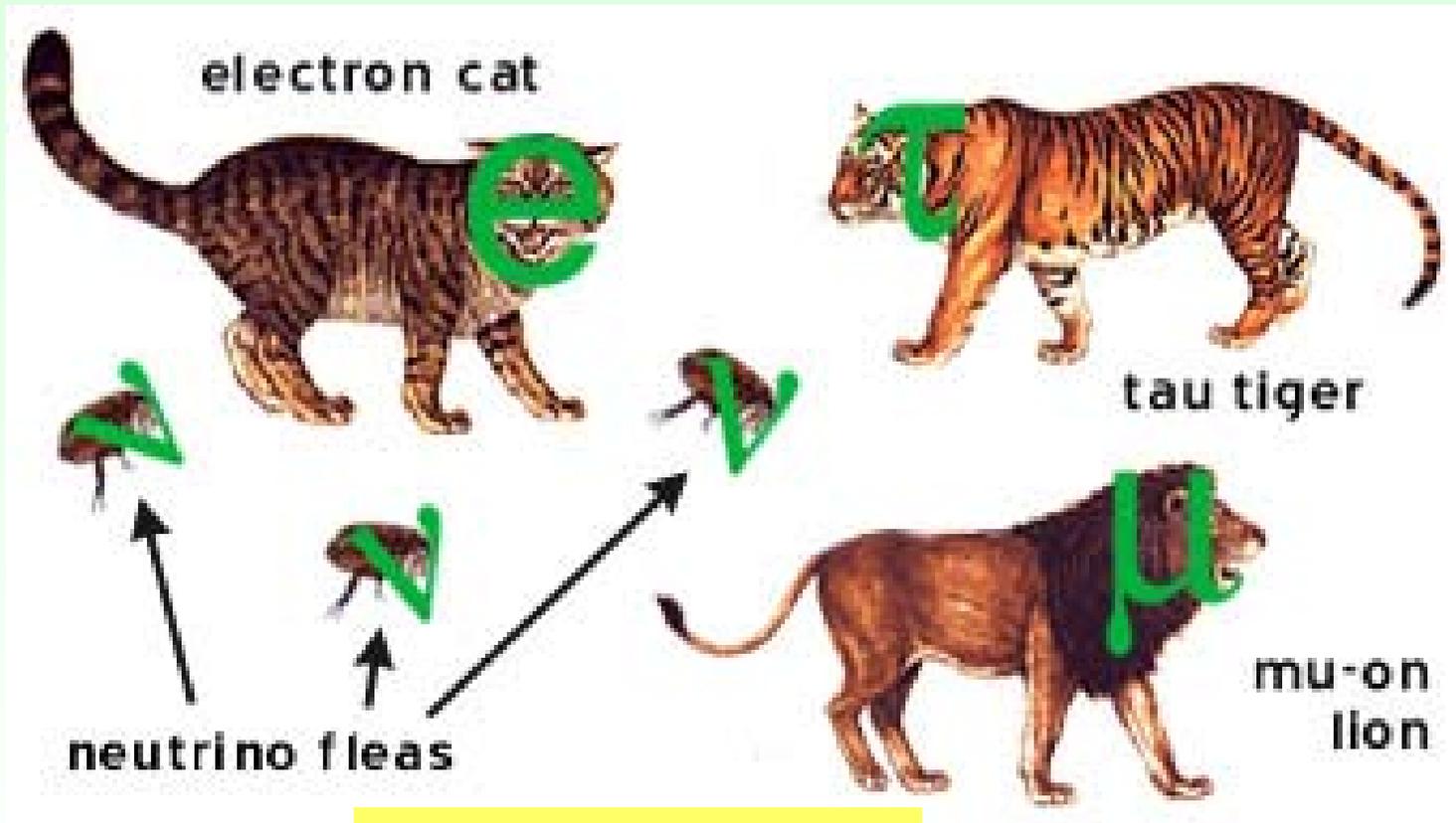
When a matter particle and antimatter particle meet, they annihilate into pure energy!

Leptones

6 leptones : tres con carga eléctrica negativa y 3 no cargados

Cargados: Electron (e^-), muón(μ) y la partícula tau(τ)

No cargados: Neutrinos (ν), 3 tipos de neutrinos

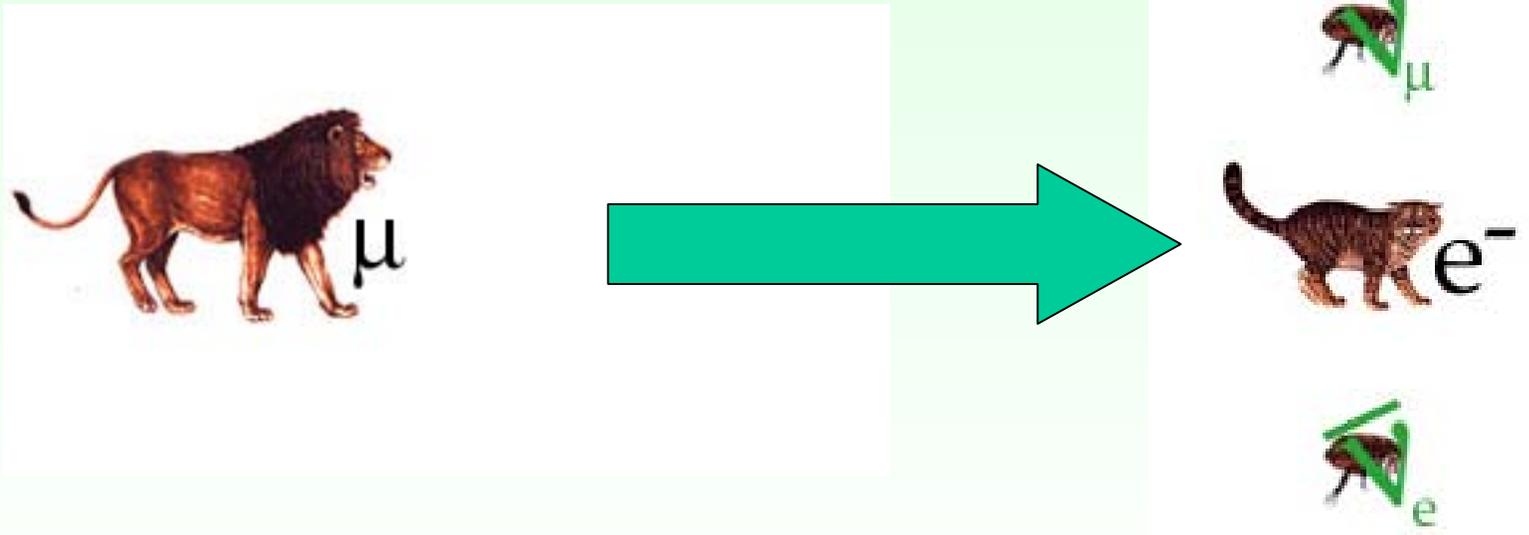


6 antileptones

Neutrinos: no tienen carga eléctrica y su masa (si la tienen) es Muy pequeña.

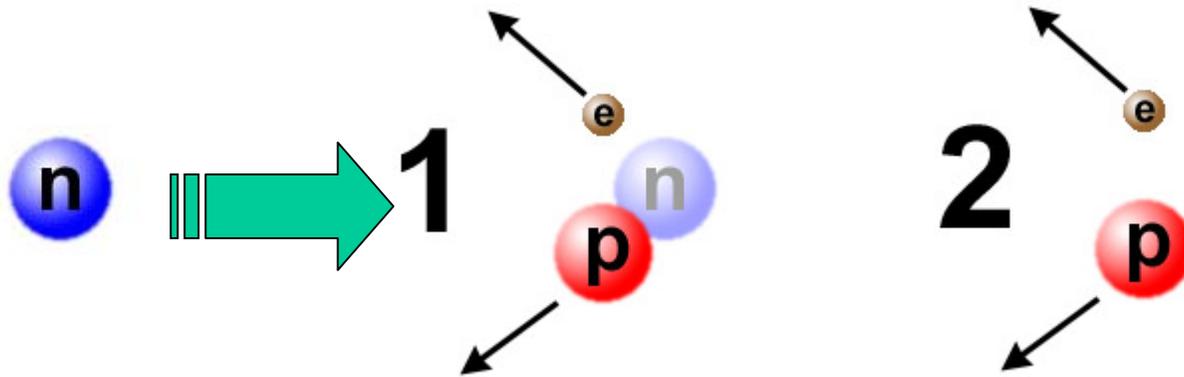
Se producen a partir de distintos procesos de desintegración y Diversas interacciones

Lepton “Decay”

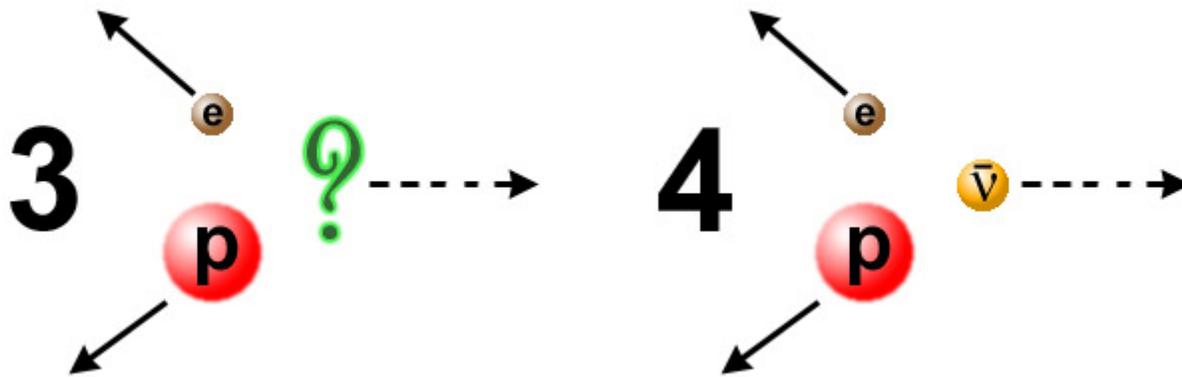


Neutrinos

Un neutrón se desintegra formando un electrón un protón



Y un neutrino



Quarks

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

up



$$\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

charm



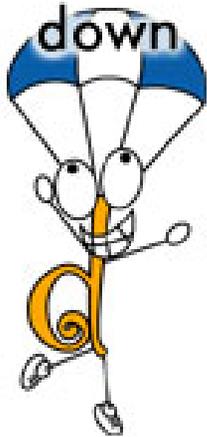
$$\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

top



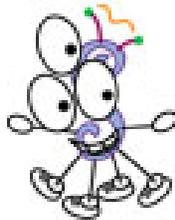
$$\begin{pmatrix} -1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

down



$$\begin{pmatrix} -1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

strange



$$\begin{pmatrix} -1 \\ 3 \end{pmatrix}$$

bottom



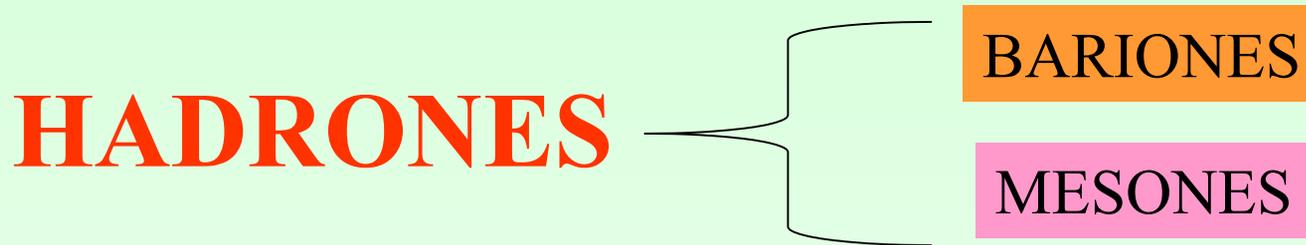
Poseen carga
Eléctrica
fraccionaria

Poseen otro tipo de
carga llamada carga
de color

Existen, por supuesto, los correspondientes antiquarks

Es muy difícil determinar la masa de los quarks ya que no se pueden aislar

Nunca están solos forman partículas llamadas:



bariones



Son los hadrones constituidos por 3 quarks

protones: 2quarks up y 1quark down (**uud**)

neutrones: 1quarks up y 2quark down (**udd**)

Tabla de bariones

| BARIONES | QUARKS | CARGA ELÉCTRICA | MASA (GeV/c ²) | SPIN |
|--------------------|--------|-----------------|----------------------------|------|
| Proton p | uud | +1 | 0.938 | 1/2 |
| Antiprotón | uud | -1 | 0.938 | 1/2 |
| Neutrón n | udd | 0 | 0.940 | 1/2 |
| Lambda Λ^0 | uds | 0 | 1.116 | 1/2 |
| Omega Ω^- | sss | -1 | 1.672 | 3/2 |
| Sigma-c Σ_c | uuc | +2 | 2.455 | 1/2 |

mesones



Son hadrones constituidos por un quark y un antiquark

Ej. Pión (π^+) constituido por un quark up y un antiquark down

Antipión (π^-) constituido por un quark down y un antiquark up

| MESONES | QUARKS | CARGA ELÉCTRICA | MASA (GeV/c ²) | SPIN |
|----------------|------------|-----------------|----------------------------|------|
| Pión π^+ | $u\bar{d}$ | +1 | 0.140 | 0 |
| Kaón K^- | $s\bar{u}$ | -1 | 0.494 | 0 |
| Kaon K^0 | $d\bar{s}$ | 0 | 0.498 | 0 |
| Rho ρ^+ | $u\bar{d}$ | 0 | 0.770 | 1 |
| D D^+ | $c\bar{d}$ | +1 | 1.869 | 0 |
| Eta-c η^- | $c\bar{c}$ | 0 | 2.980 | 0 |

Todos los mesones son inestables

Generación de Materia

| | | | |
|---------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Quarks | u up | c charm | t top |
| | d down | s strange | b bottom |
| Leptons | ν_e e- Neutrino | ν_μ μ - Neutrino | ν_τ τ - Neutrino |
| | e electron | μ muon | τ tau |
| | I | II | III |

The Generations of Matter

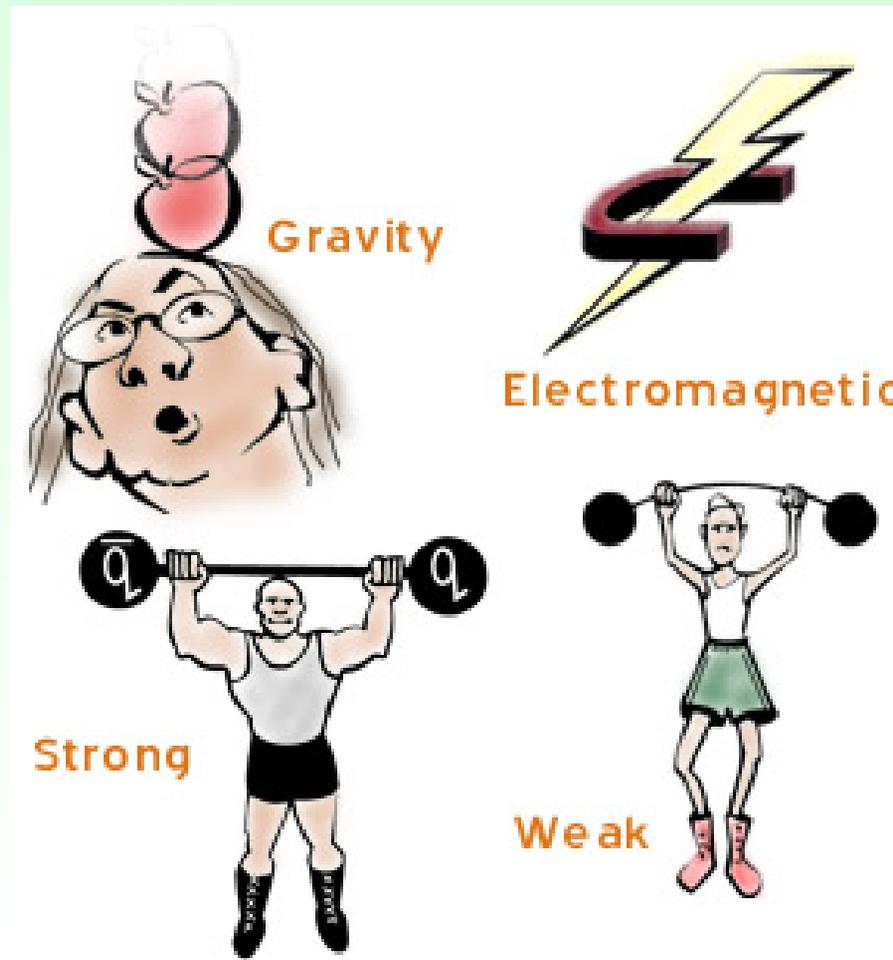
Toda la materia del Universo está formada Por partículas de 1^o Generación

Quarks up, down y electrones

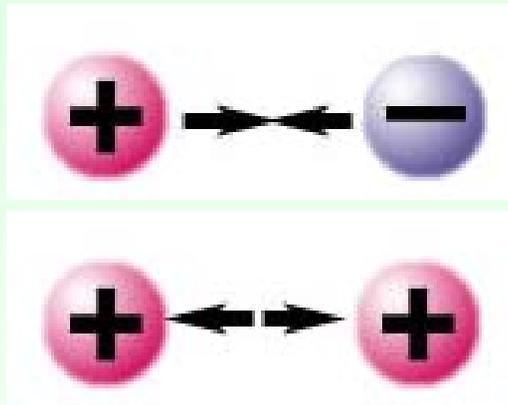
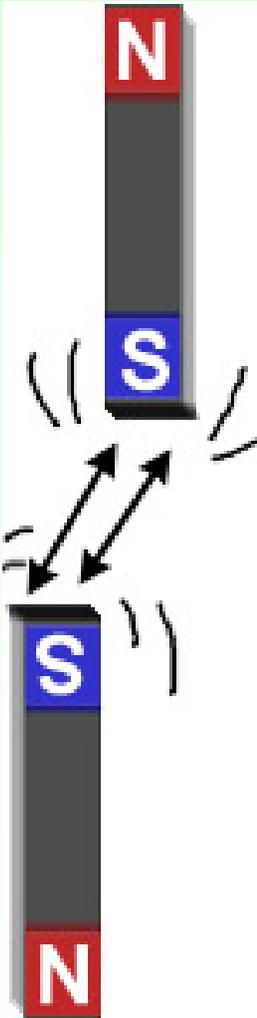
¿De que esta hecho el universo ?

¿Que lo mantiene unido?

Las 4 interacciones



¿Cómo interaccionan las partículas materiales?



La carga eléctrica y el Magnetismo son diferentes Aspectos de una misma fuerza

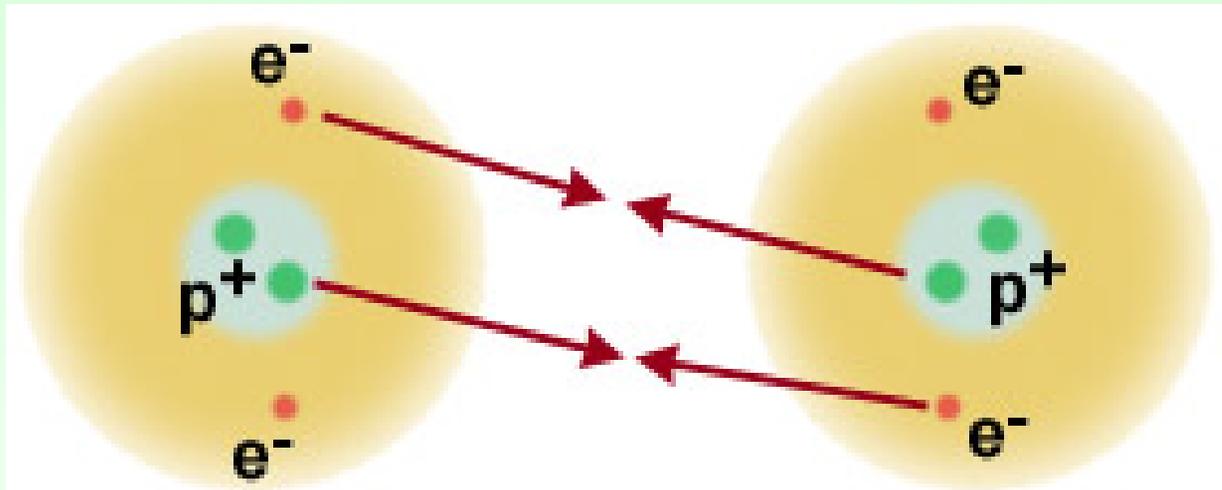
ELECTROMAGNETISMO

Partículas portadoras

LOS FOTONES

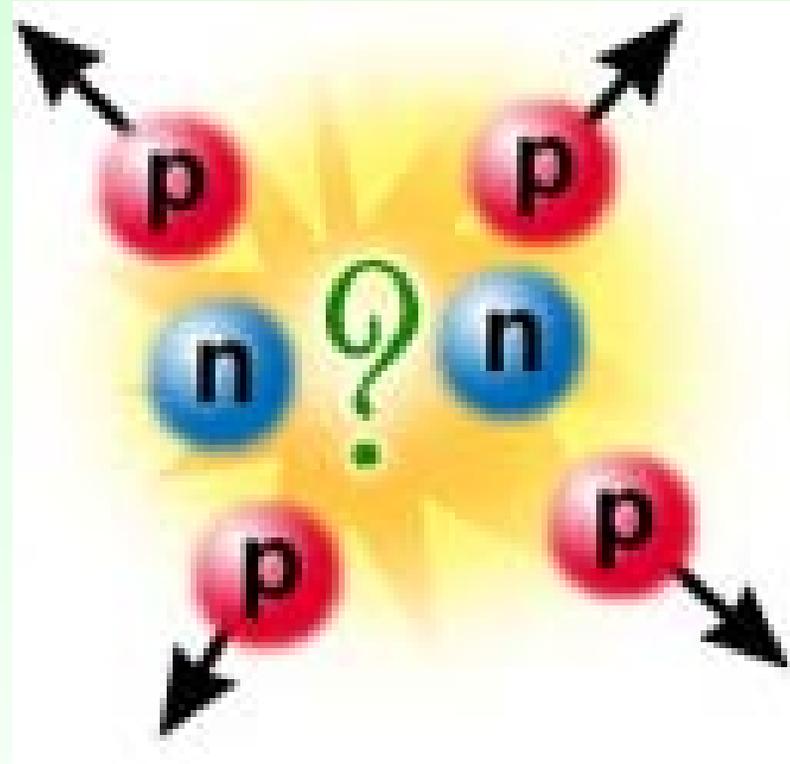
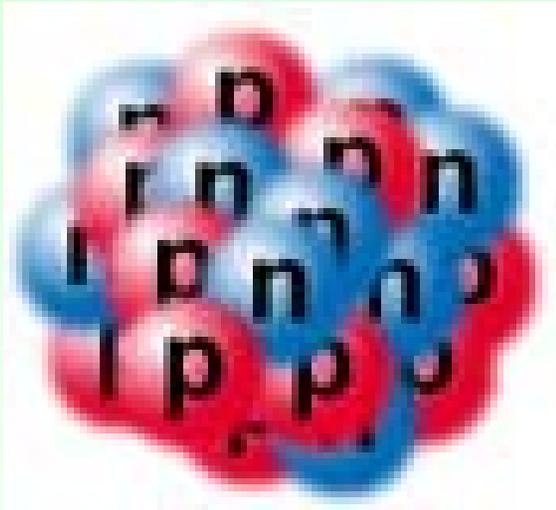
¿Por qué los átomos se unen para formar moléculas ?

Fuerza residual E-M (electromagnética)



Residual E-M force in action: the atoms are electrically neutral, but the electrons in one are attracted to the protons in another, and vice versa!

¿Y en el núcleo?

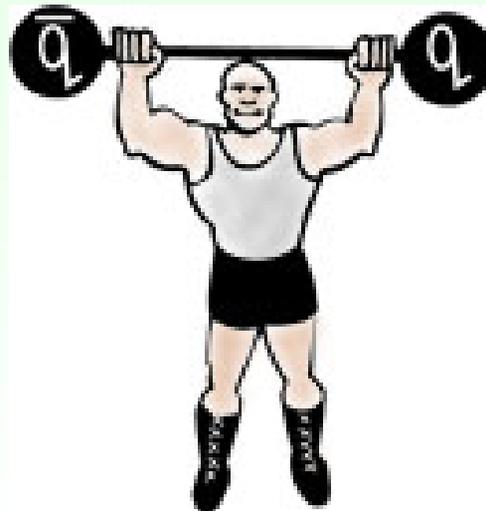


CARGA DE COLOR

| | | | |
|--|--|--|---------------------------|
|  Red |  Green |  Blue | Color Quarks |
|  Anti-Red |  Anti-Green |  Anti-Blue | Anti-Quarks Anti-Color |

La interacción entre partículas con carga de color es muy fuerte

STRONG



La interacción fuerte mantiene unidos los quarks en el núcleo

Partículas portadoras:



Quarks carry
a color



Anti-quarks
carry an
anti-color



Gluons carry
a color and
an anti-color

Solo los quarks y gluones tienen
Carga de color

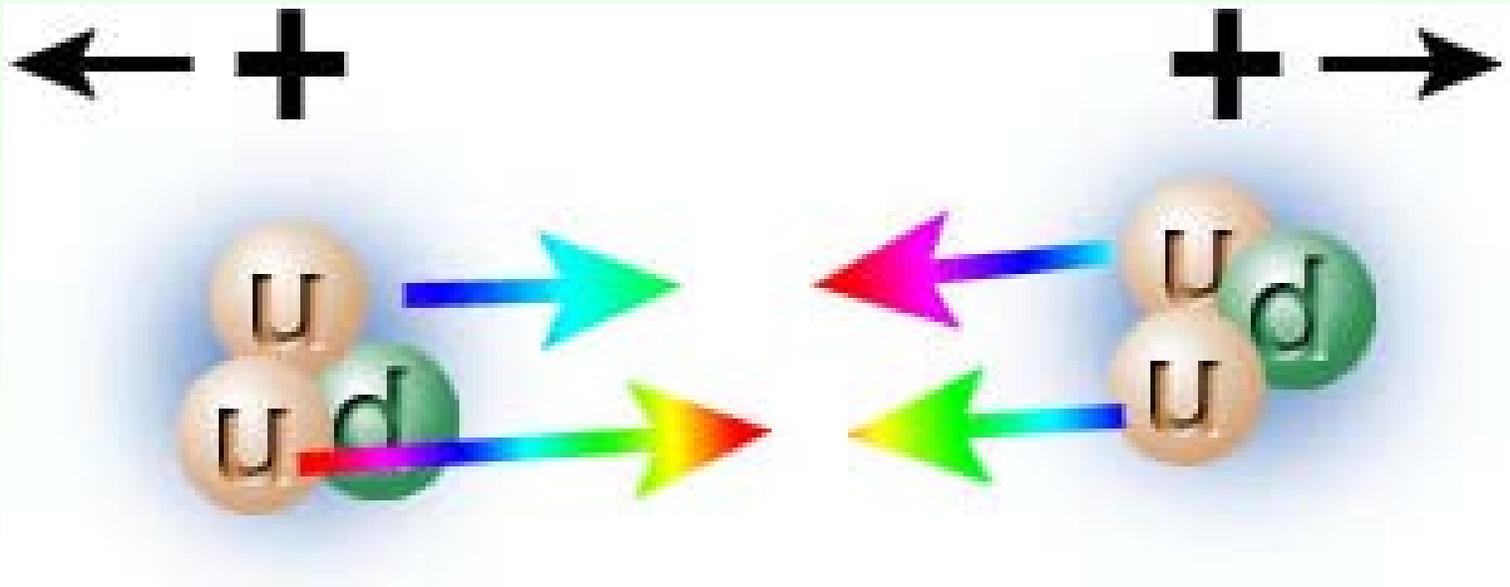
Los hadrones y leptones son de
Color neutros

Por tanto, esta fuerza solo actúa a
Nivel del núcleo

FUERZA RESIDUAL FUERTE

Los protones, neutrones y hadrones tienen color neutro. Pero están formados por quarks con diferentes cargas de color.

Los quarks de un protón pueden interactuar con los quarks de otro protón

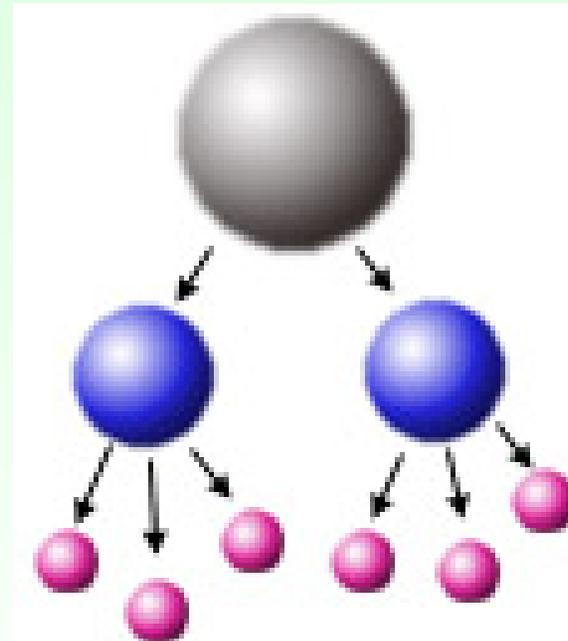
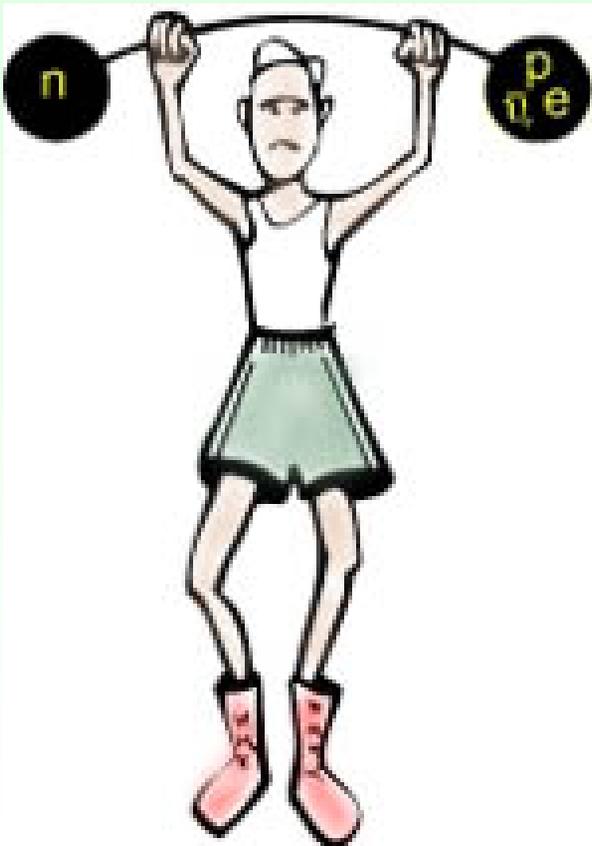


DÉBIL

Es la responsable de que todos los quarks y leptones más pesados
Decaigan para producir quarks y leptones de 1º generación

Partículas portadoras

BOSONES



No further decay
is possible!

TEORÍA “ELECTROWEAK”



GRAVEDAD

No incluida en el modelo estándar, sus efectos sobre las partículas son despreciables



Partícula portadora

EL GRAVITÓN

RESUMEN



| | Gravity | Weak (Electroweak) | Electromagnetic | Strong |
|------------|--------------------------------|-----------------------|--|-------------------|
| Carried By | Graviton (not yet observed) | W^+ W^- Z^0 | Photon | Gluon |
| Acts on | All | Quarks and Leptons | Quarks and Charged Leptons and W^+ W^- | Quarks and Gluons |