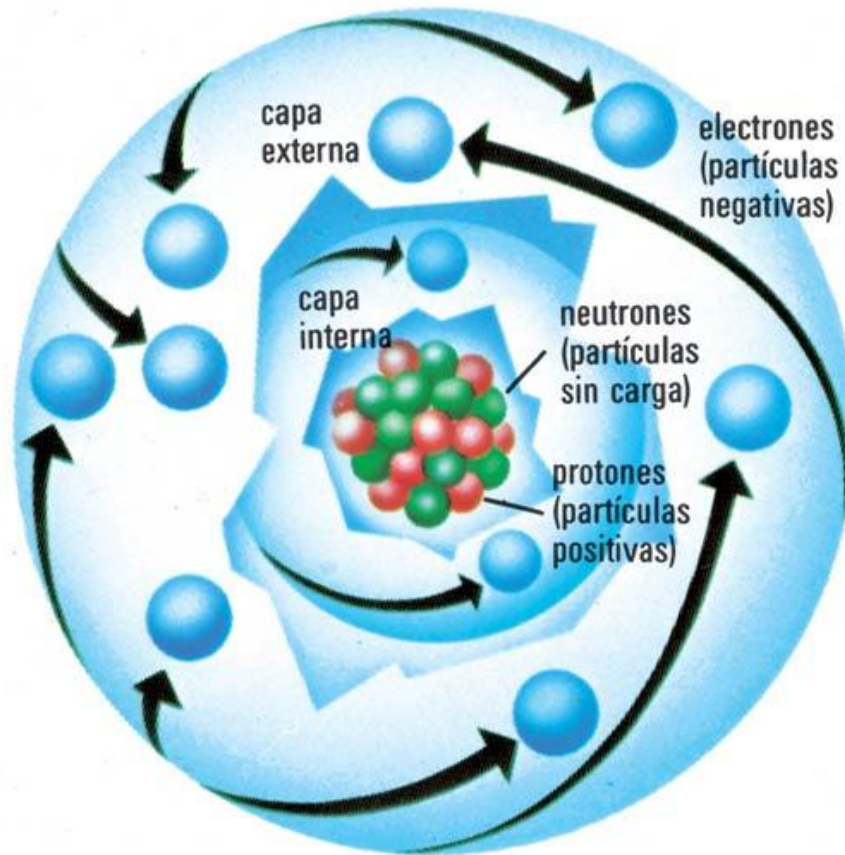


PARTÍCULAS SUBATÓMICAS

El mundo «loco» de las
partículas

PROFESOR EFÉN GIRALDO T.



número atómico = número de protones

masa atómica \approx número de protones + número de neutrones

The PARTICLE ZOO

Handmade Subatomic Particle Plushies FROM THE STANDARD MODEL OF PHYSICS & beyond!
{ age 13 and up }

QUARKS



UP QUARK
A teeny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the down quark.



DOWN QUARK

A tiny little point inside the proton and neutron, it is friends forever with the up quark.



STRANGE QUARK

What's so strange about this second generation quark?



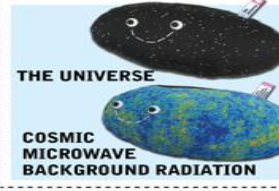
BOTTOM QUARK

This third generation quark is puttin' on the pounds.



TOP QUARK
This heavyweight champion doesn't live long enough to make friends with anyone.

CHARM QUARK
A charming second generation quark.



THE UNIVERSE

FEYNMAN DIAGRAM MAGNET SET



LEPTONS

ELECTRON-NEUTRINO
This minuscule bandit is so light, he is practically massless.



MUON-NEUTRINO
Like the other 2 neutrinos, he's got an identity crisis from oscillation.



TAU-NEUTRINO
He's a tau now, but what type of neutrino will he be next?



ELECTRON
A familiar friend, this negatively charged, busy lil' guy likes to bond.



MUON
A "heavy electron" who lives fast and dies young.



TAU
A "heavy muon" who could stand to lose a little weight.

THEORETICALS

TACHYON
Can this devious and clever particle really travel faster than light?



DARK MATTER
The mysterious missing mass. Difficult to see because he's so dark.

GRAVITON
Still unobserved, yet theoretically everywhere, he's got big legs for jumping branes.



HIGGS BOSON
He's the one everyone wants to meet and now we've seen his signal from years of data at the experiments at Fermilab and CERN. You'd be smiling too if everyone was looking to interview you.



PHOTON
The massless wavicle we know and love.



GLUON
The "glue" of the strong nuclear force.



Z BOSON
As the carrier particles of the weak nuclear force, they are downright obese.



W BOSON

BUTTONS



NEW CALABI-YAU BUTTON SET



UNIVERSE-IN-A-BOX

A complete set of 22 or 36 mini particles + booklet



BIG PROTON with MINI QUARKS and GLUON
5-piece set more sets available

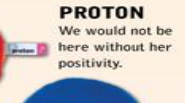


MINI POSTER

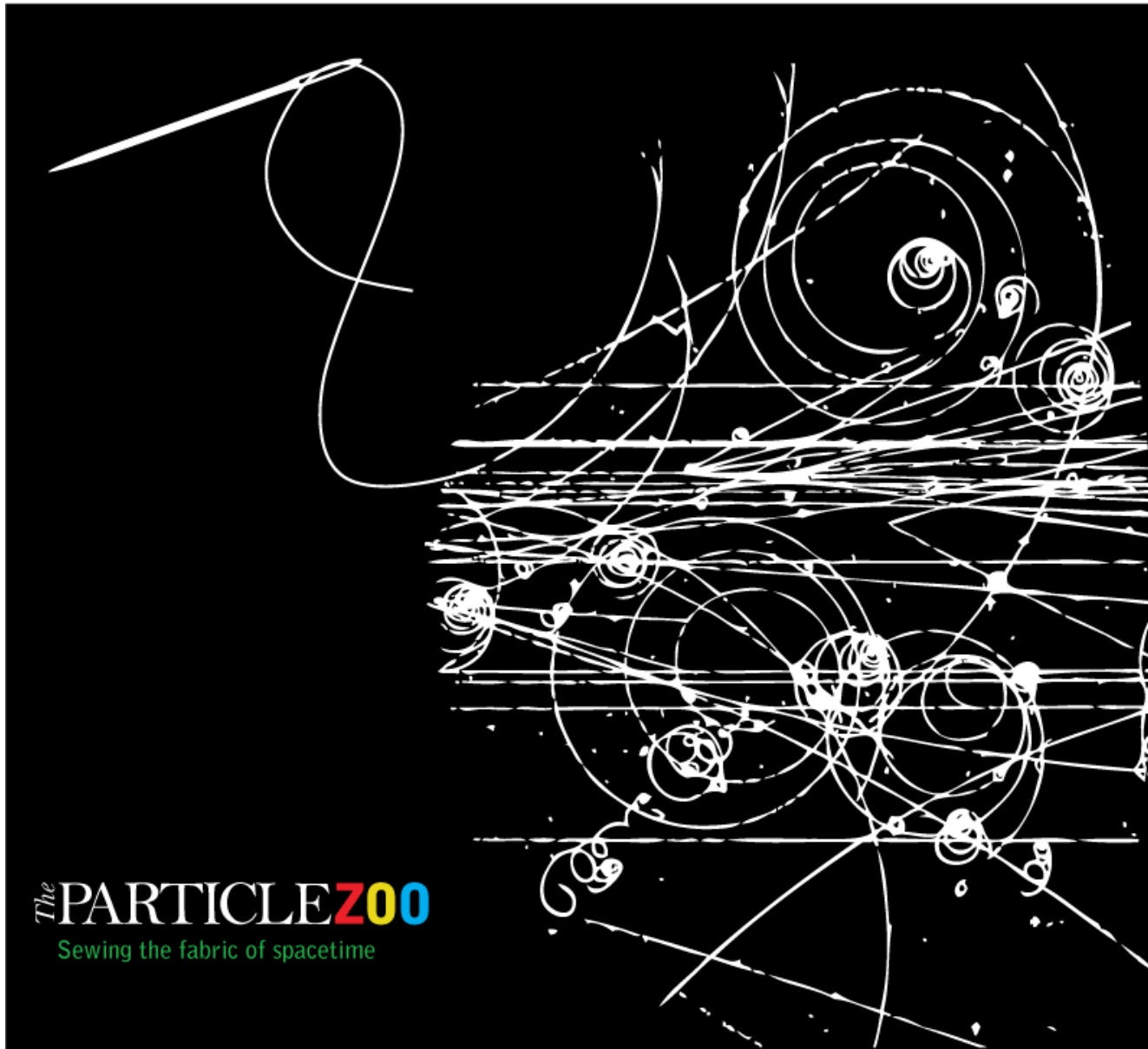
NUCLEONS



NEUTRON
He insists on remaining neutral.



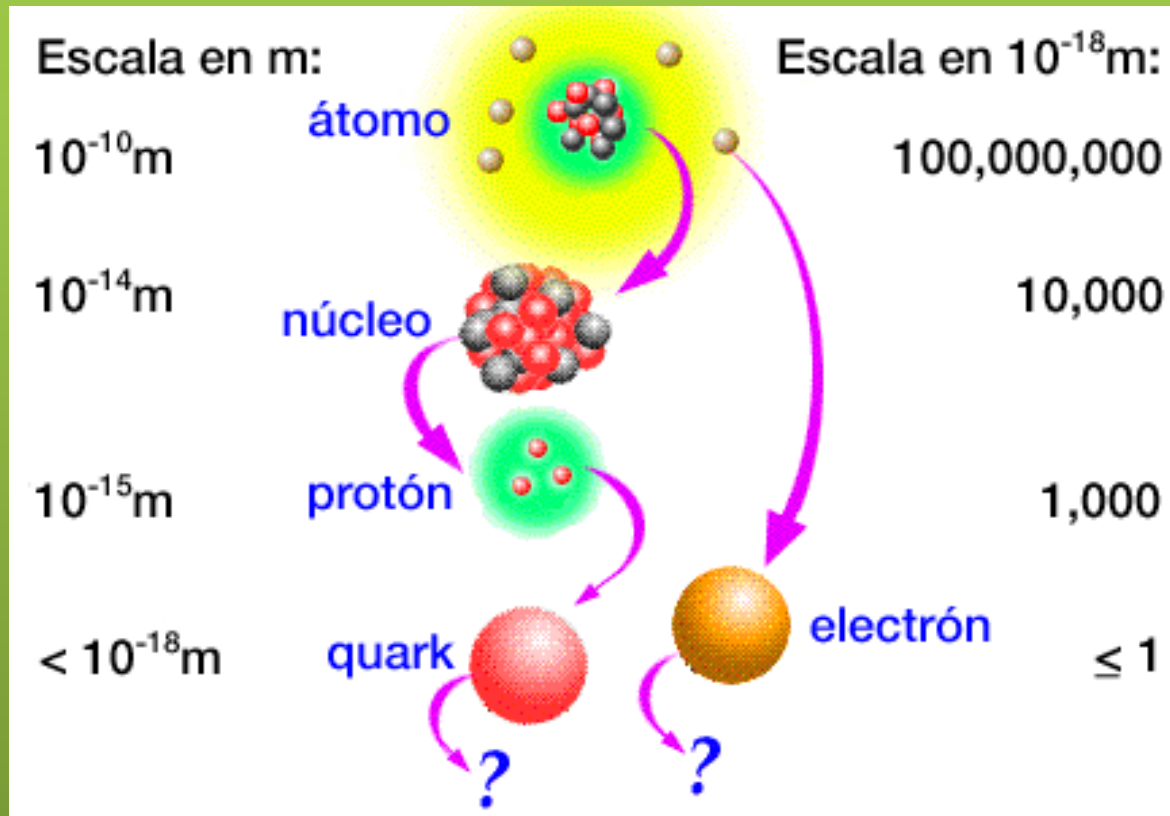
PROTON
We would not be here without her positivity.



The PARTICLE ZOO
Sewing the fabric of spacetime



ESCALAS COMAPARATIVAS

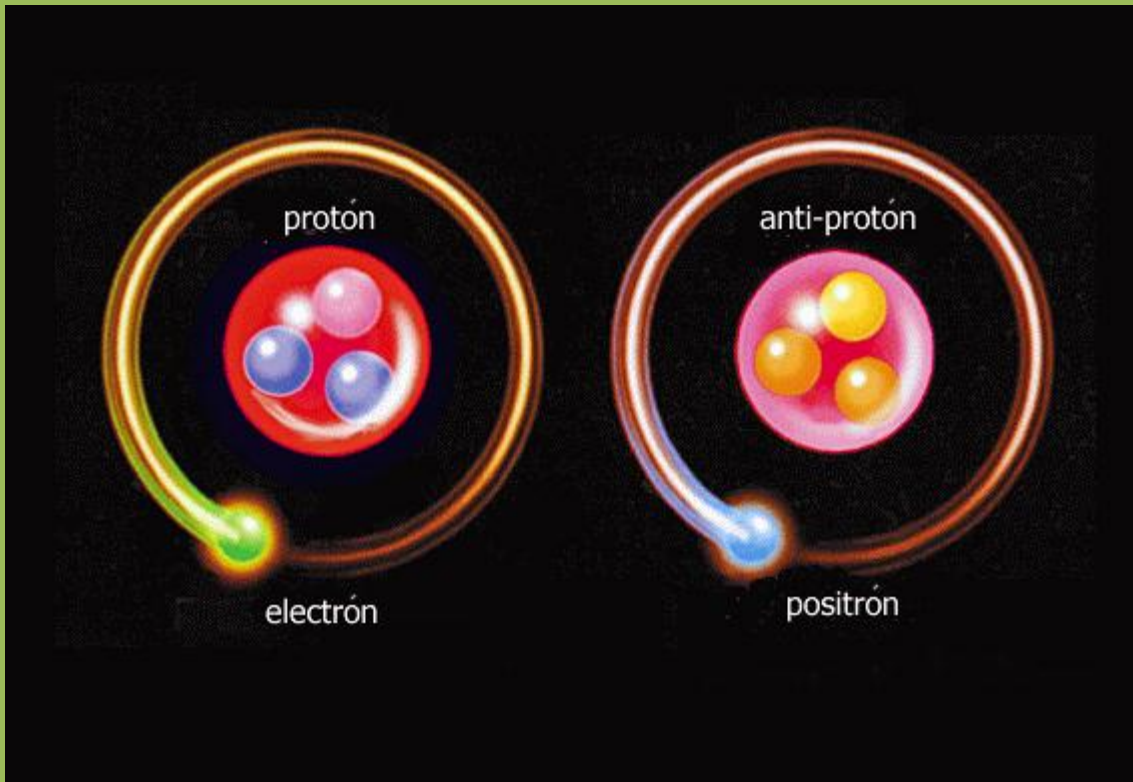


- Partículas elementales son a aquellas que no poseen estructura interna y, por lo tanto, no se pueden dividir en otras partículas "aún más pequeñas.
- Todas aquellas partículas de tamaño inferior al átomo, pero no elementales, son las partículas subatómicas

- Lo cierto es que vivimos rodeados de partículas y de huecos: ni el aire está vacío ni el suelo que pisamos es tan sólido como parece.
- Todo, absolutamente todo lo que nos rodea está compuesto de partículas y de huecos; en otras palabras -y aunque cueste creérselo- el mundo es transparente. Otra cosa es que lo podamos apreciar a simple vista.

Partículas y antipartículas

- Y como si fuera poco, todas las partículas conocidas tienen sus correspondientes antipartículas.
- Antipartículas son partículas idénticas en cuanto a masa y espín, pero con carga eléctrica de signo contrario.
- Y peor aún, entre ellas no se quieren: cuando una partícula se encuentra con su antipartícula, ambas se aniquilan, liberando energía y otras partículas

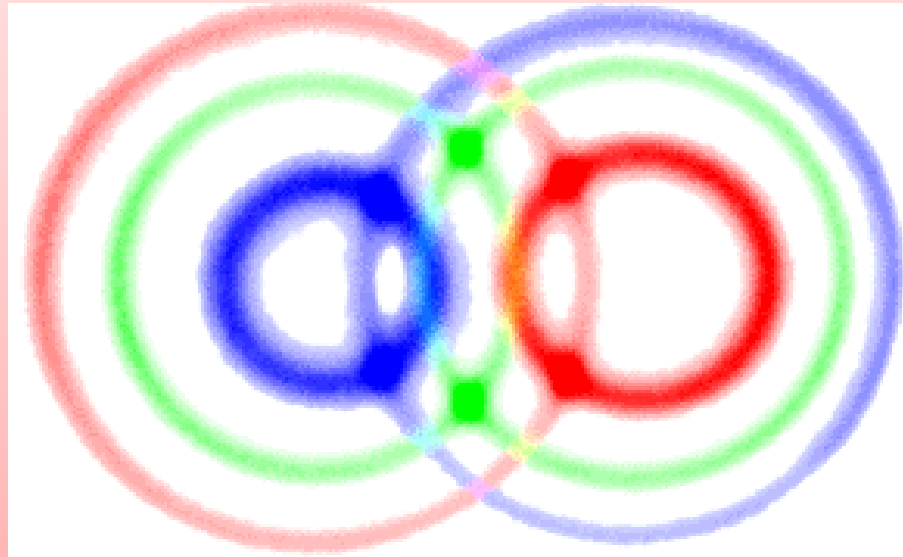


- Casi todas las aplicaciones de interés basadas en la física cuántica y que se están desarrollando en la actualidad, como los ordenadores cuánticos, el teletransporte, etc, están basados en un fenómeno que se denomina "entrelazamiento cuántico".

La extraña naturaleza de la Naturaleza

- Quizás uno de los aspectos más "asombrosos" del apasionante mundo de las partículas elementales (y, por tanto, de la esencia de nuestro Universo) sea el fenómeno conocido como "entrelazamiento cuántico".
- En determinadas ocasiones ocurre que, bien de forma natural o artificial, dos partículas elementales (electrones, fotones...) son producidas de forma "entrelazada". Esto quiere decir que, por mucho que se alejen (en el espacio o en el tiempo), cualquier modificación que efectuemos sobre una de ellas, ocurrirá instantáneamente sobre la otra.
-

- Nótese que "instantáneamente", es decir, sin que transcurra ningún intervalo temporal apreciable, violando aparentemente la Relatividad Especial al superarse la velocidad de la luz (véase [El extraño comportamiento de la luz](#)).
- Cuando dos partículas se entrelazan, podemos saber el estado de ambas midiendo sólo el de una de ellas. Por ejemplo, si tenemos dos electrones entrelazados, A y B, alejados todo lo que se quiera, y medimos el [espín](#) de A, automáticamente sabremos que B tendrá el contrario.
- Es posible preparar (enlazar) dos partículas en un solo estado cuántico de forma que cuando se observa que una gira hacia arriba la otra siempre girará hacia abajo.



-

Entrelazamiento



Partículas elementales

- La materia (hasta ahora) está formada por Quarks, Leptones y Bosones.
- Hay 6 clases de quarks: up (arriba), down (abajo), charm (encanto), strange (extraño), top (cima) y bottom (fondo).
- Los **quarks** forman protones y neutrones.

Quarks

Nombre	Símbolo	Generación	Isospín débil	Sabor	Carga	Masa
arriba (up)	u	1	$+\frac{1}{2}$	$I_z = +\frac{1}{2}$	$+\frac{2}{3}$	1,5 – 4,0
abajo (down)	d	1	$-\frac{1}{2}$	$I_z = -\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{3}$	4 – 8
extraño (strange)	s	2	$-\frac{1}{2}$	S=-1	$-\frac{1}{3}$	80 – 130
encantado (charm)	c	2	$+\frac{1}{2}$	C=1	$+\frac{2}{3}$	1150 – 1350
fondo (bottom)	b	3	$-\frac{1}{2}$	B'=-1	$-\frac{1}{3}$	4100 – 4400
cima (top)	t	3	$+\frac{1}{2}$	T=1	$+\frac{2}{3}$	170900 ± 1800

- En la naturaleza no se encuentran quarks aislados. Estos siempre se encuentran en grupos, llamados hadrones de dos o tres quarks, conocidos como mesones y bariones respectivamente.
- Video:
- <http://www.youtube.com/watch?v=3udGCbEfsfg>

Leptones

- El nombre proviene del griego "leptos" que significa pequeño.
- Un **leptón** es una partícula elemental y constituyente fundamental de la materia.
- El más conocido de todos los leptones es el electrón que rige en casi toda la química ya que se encuentra en átomos y está directamente relacionada con todas las propiedades químicas.
- Un **leptón** es una partícula con espín $-1/2$ (un fermión) que no experimenta la fuerza nuclear fuerte.

- A finales de los años treinta se descubrieron los rayos cósmicos (partículas muy energéticas que provienen del espacio exterior) y con ellos evidencia de que existía una partícula muy similar al electrón, con la misma carga pero 200 veces más pesado, y con una vida muy corta de microsegundos al cual se le llamó **muon**.
- Entonces, sólo la vida media y la masa distinguen a un muón de un electrón

Bosones



- En el macromundo la interacción por ejemplo entre personas requiere de algo: la voz, la luz, un medio físico, etc.
- Antiguamente se tenía la idea de que los dioses mandaban a la tierra sus intermediarios que tenían papeles muy específicos. Pues bien los bosones son eso. Intermediarios entre partículas.
- La idea de cómo interactúan las partículas es muy simple: imagina que se ve a dos tenistas desde una altura considerable. A lo lejos se observa que ambos jugadores se mueven de manera muy curiosa y al parecer sin razón alguna.
- Pero a medida que se acerca a los jugadores, se ve que entre ellos intercambian un pelota que es la responsable de que se muevan de la manera que se vio anteriormente.

- De similar forma, las partículas interactúan intercambiando una partícula entre ellas, a la cual llamamos bosón intermediario.
- Para la interacción fuerte los intermediarios son los gluones (del inglés "glue": pegamento), para la débil, los bosones W y el Z y para la electromagnética, el fotón. Siguiendo con la analogía, nuestros tenistas se pueden agrupar en dos bandos: los hadrones y los leptones

- Los **bosones** transmiten las fuerzas que actúan en quarks y leptones, que forman por ejemplo el fotón, que es el encargado de transmitir la interacción electromagnética.
- Los diversos quarks se pueden combinar para crear todas las partículas conocidas, salvo los leptones y bosones, de manera que el protón resulta de $u u d$, el neutrón $u d d$, etc.

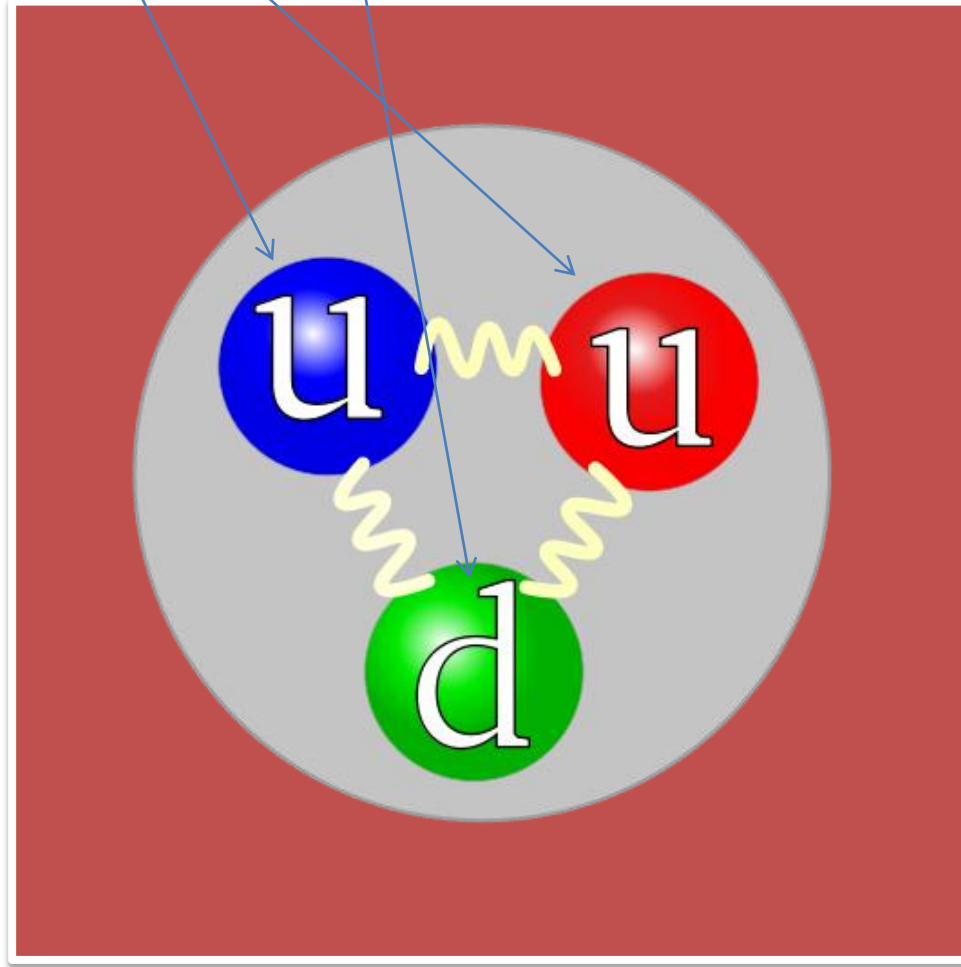
- Los primeros son principalmente sensibles a la interacción fuerte, y los leptones a la débil. Los hadrones a su vez están formados por otras partículas conocidas como quarks (además de gluones y otras partículas virtuales) y hasta ahora no se ha encontrado estructura interna en los leptones
- <http://www.quantum-rd.com/2008/12/los-leptones-que-son.html>

		LEPTONES	
<p>Partículas de materia Todas las partículas ordinarias pertenecen a este grupo.</p> <hr/> <p>Estas partículas existieron en los momentos iniciales del Big Bang. Ahora solamente se encuentran en los rayos cósmicos y en los aceleradores.</p>	PRIMERA FAMILIA	<p>Electrón Responsable de la electricidad y de las reacciones químicas; tiene carga -1.</p> 	<p>Neutrino electrónico Partícula sin carga eléctrica y probablemente sin masa; nuestro cuerpo es atravesado por miles de millones de neutrinos cada segundo.</p> 
	SEGUNDA FAMILIA	<p>Muón Pariente pesado del electrón; vive unas dos milonésimas de segundo.</p> 	<p>Neutrino muónico Creado junto con los muones en la desintegración de ciertas partículas.</p> 
	TERCERA FAMILIA	<p>Tau Todavía más pesado, es muy inestable. Descubierta en 1975.</p> 	<p>Neutrino tauónico Descubierto en el 2000.</p> 

<p>Partículas de interacción Estas partículas transmiten las cuatro interacciones fundamentales de la naturaleza, aunque todavía no se han encontrado los gravitones.</p>	<p>Gluones Portadores de la interacción fuerte entre quarks.</p>  <p style="text-align: center;">Experimentada por los quarks</p>  <p>La energía liberada en una explosión nuclear es resultado de la interacción fuerte.</p>	<p>Fotones Partículas que forman la luz; transportan la interacción electromagnética.</p>  <p style="text-align: center;">Experimentada por los quarks y los leptones cargados.</p>  <p>La electricidad, el magnetismo y la química son el resultado de la interacción electromagnética.</p>
--	---	--

PROTÓN

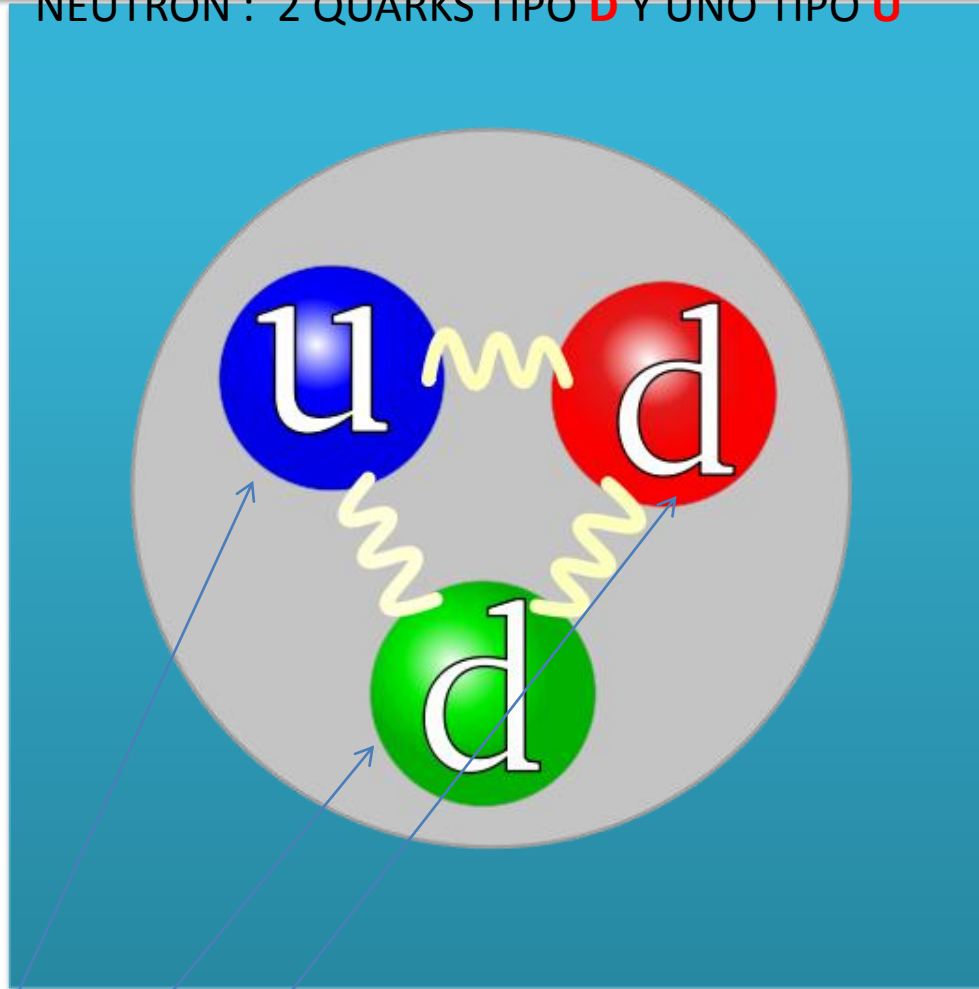
La carga del protón es $+2/3 + 2/3 - 1/3 = +1$.



UN PROTÓN ESTA COMPUESTO DE 2 QUARKS **U** Y UN **D**

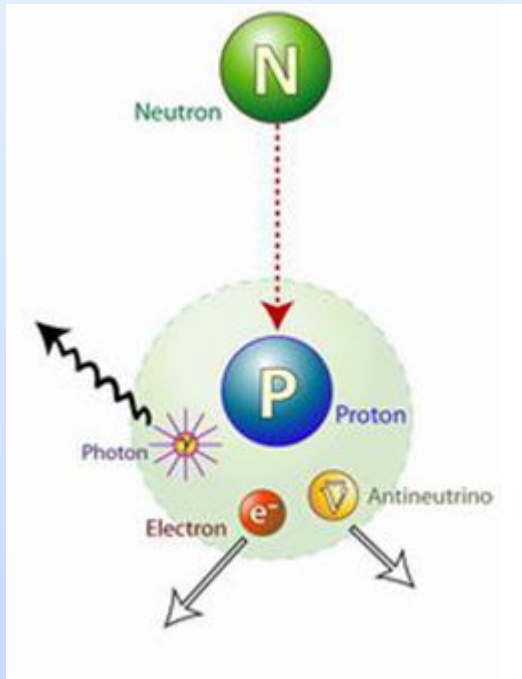
NEUTRÓN

NEUTRÓN : 2 QUARKS TIPO **D** Y UNO TIPO **U**

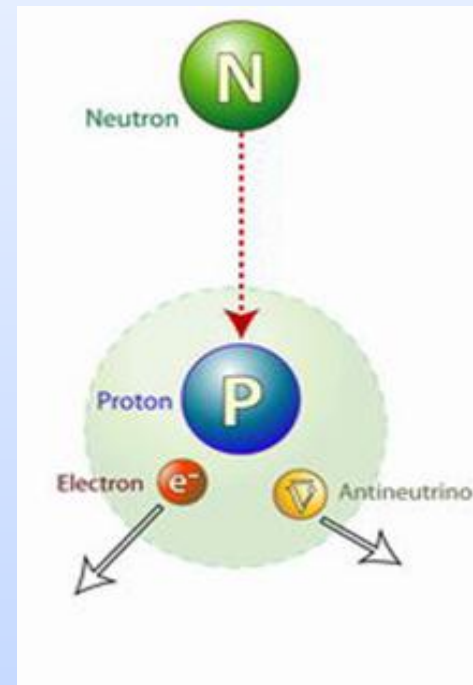


- Su carga es $+2/3 -1/3 -1/3 = 0$. No tiene carga – no porque no haya nada con carga en él, **sino porque las cargas que hay en su interior se anulan.**

- Sufren las cuatro fuerzas fundamentales del Universo, la fuerza electromagnética, la nuclear fuerte, la débil y la gravitatoria.
- Sin embargo, la fuerza más importante para los protones y neutrones es la **fuerza nuclear fuerte**, la que mantiene a los quarks unidos en su interior y une a los neutrones con otros neutrones y con los protones en el núcleo de los átomos y a los protones entre sí.
- Puesto que los protones y neutrones son los que forman los núcleos, a las dos partículas “hermanas” se las denomina *nucleones*



a)



b)

Diagrama: Zina Deretsky, National Science Foundation

- a) Típicamente el neutrón decae en un protón, un antineutrino y un electrón.
- b) Muy raramente lo hace radiativamente emitiendo además un fotón.

<http://neofronteras.com/?p=763>

Carga neutra? ¡que mundo loco!

- **Dentro del Neutrón hay protón, electrón y neutrino;**
- La carga neutra puede transformarse en negativa o positiva o servir de pantalla la positiva y negativa.
- El neutrón tiene carga $+1/3$, carga $-1/3$ y carga neutra(?) $+1/3, -1/3, n1/3$.

Como un neutrón contiene una carga positiva y negativa puede dar origen al protón, al electrón y al neutrino. La función del neutrino de evitar que el electrón y protón se aniquilen.

Neutrinos?

- Los neutrinos son diminutas , verdaderamente diminutas partículas de materia. Son tan pequeñas, de hecho, que pasan entre, e incluso a través de, los átomos sin interactuar con ellos en absoluto.
- Los neutrinos están por todas partes: Si empiezas a contar ahora, habrán pasado más de 100 trillones de ellos (esto es 10^{19}) a través de tu cuerpo cuando finalices este artículo

Lo que diferencia un elemento de otro

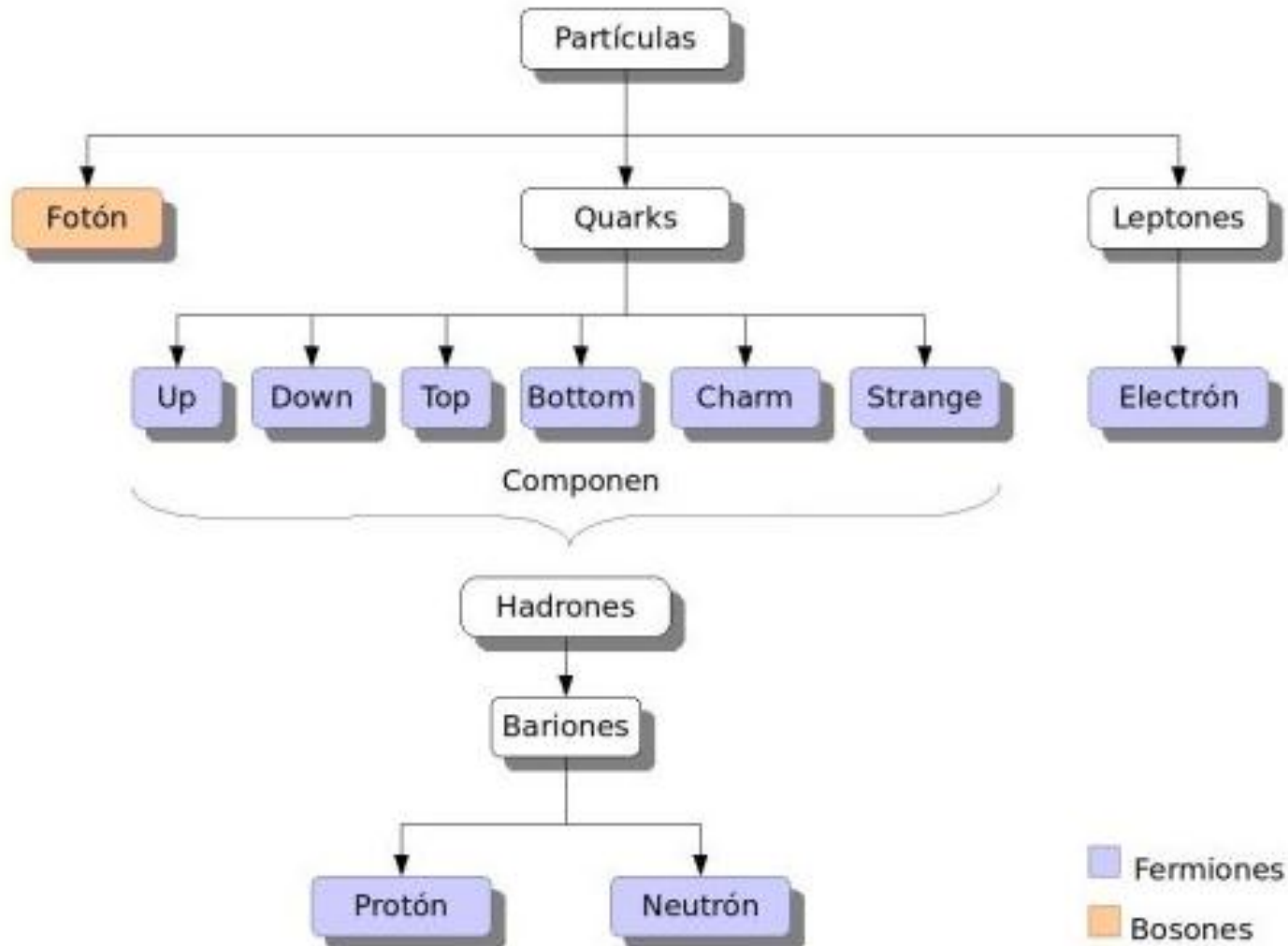
- El protón es el realmente importante en el núcleo al determinar si un átomo es realmente de un mismo elemento o de otro.
- Un átomo de un mismo elemento tiene igual # de protones (y por tanto de electrones)
- Si tiene diferente # de protones es de otro elemento.

- Un protón libre podría no ser estable, pero de ser inestable su vida media probablemente es mucho mayor que la edad actual del Universo.
- En cambio un neutrón es inestable fuera del núcleo.

- **¡Y los neutrones libres son muy peligrosos!**
De hecho, es uno de los productos de la desintegración radiactiva más peligrosos que hay.
- Al ser neutros, la única manera de que pierdan su energía es que choquen de cabeza con el núcleo de otro átomo. Por lo tanto, la protección contra neutrones requiere un espesor relativamente grande.

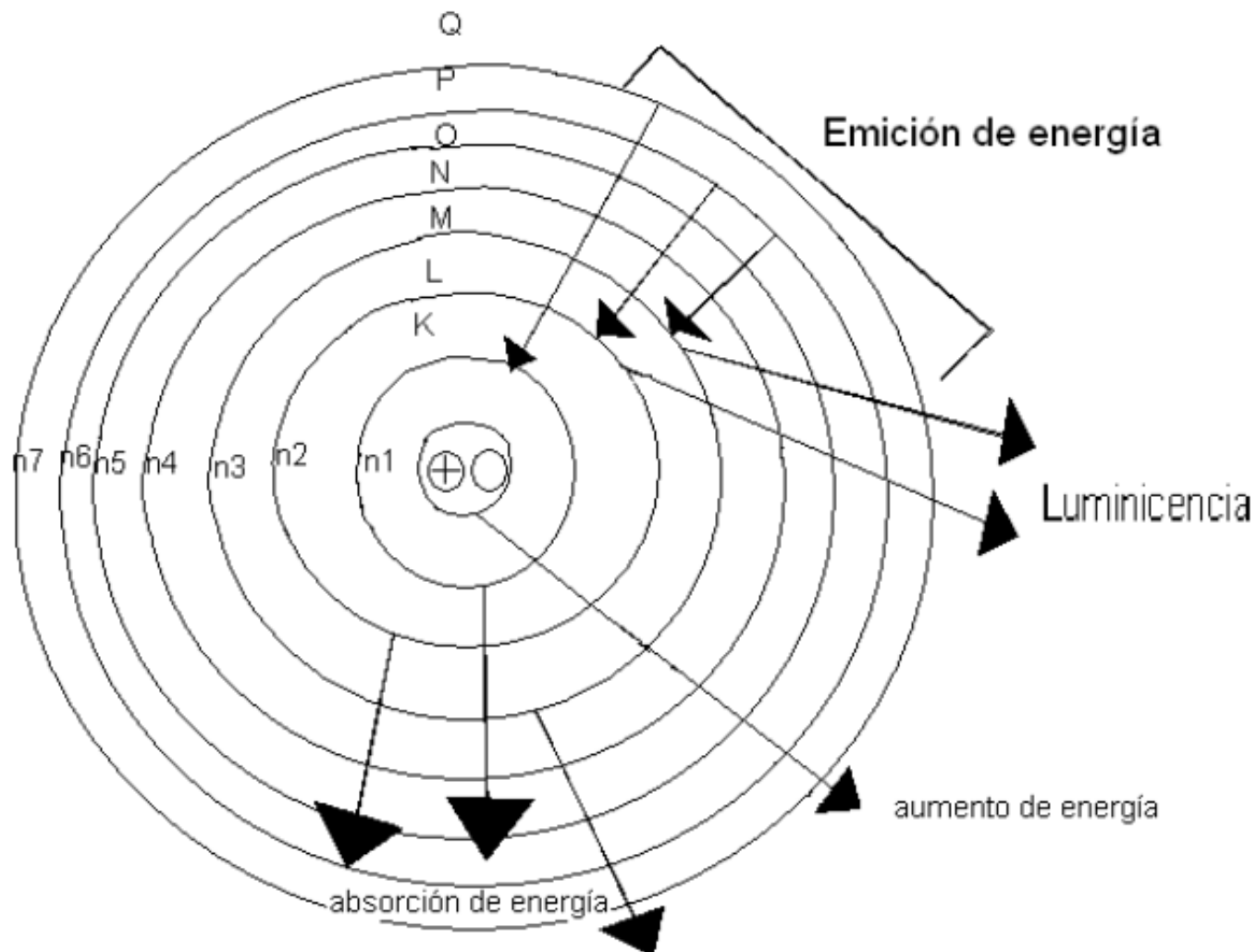
Isótopos

- Los átomos de un elemento con diferente número de neutrones se denominan *isótopos*.
- Algunos isótopos no son estables, como el Carbono-14, de modo que se usan para medir fechas.



- <http://eltamiz.com/2007/06/10/esas-maravillosas-particulas-el-foton/>

- Un átomo está compuesto por quarks y electrones, sólo que los quarks se unen en grupos y esos grupos se llaman protones y neutrones
- **Cuanto: Cantidad definida de energía que una partícula puede emitir o absorber en forma de radiación.**
- Video quarks
- <http://www.youtube.com/watch?v=GiQGugloSm8>



Cuanto: Cantidad definida de energía que una partícula puede emitir o absorber en forma de radiación.

- <http://javierciencia.blogspot.com/2008/02/quarks-y-gluones.html>