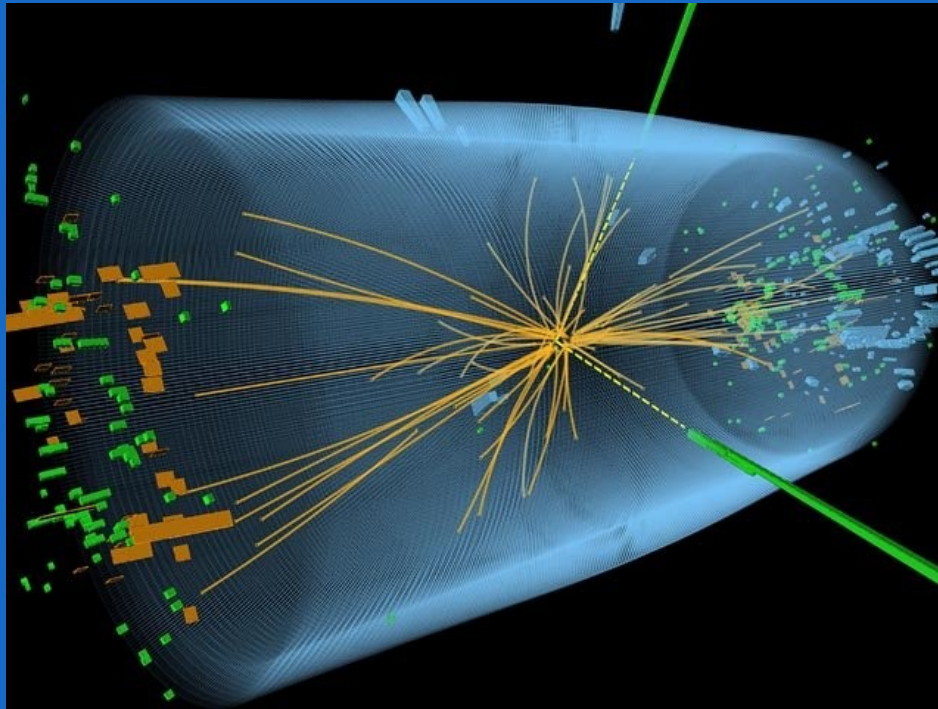


# ESTRUCTURA DE LA MATERIA



VICENTE PUCHADES PUCHADES. SERVICIO DE RADIOFÍSICA Y  
PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL HGU SANTA LUCÍA. CARTAGENA.

# INDICE

- ◆ ¿Qué es la materia?
- ◆ Modelos de la materia
- ◆ Fuerzas Fundamentales
- ◆ Estructura Nuclear
- ◆ Radiaciones

# ¿QUÉ ES LA MATERIA?

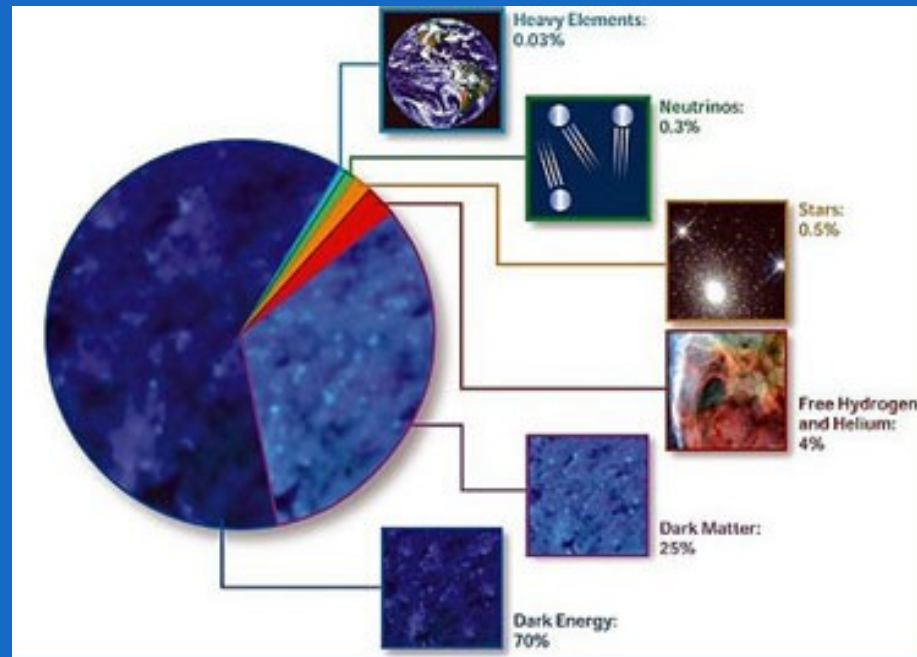
Cualquier entidad que tiene energía asociada y es capaz de interactuar, es decir, es medible y tiene una localización espaciotemporal compatible con las leyes de la naturaleza.

# TIPOS DE MATERIA

ENERGÍA OSCURA (75%)

MATERIA OSCURA (20%)

MATERIA ORDINARIA (5%)



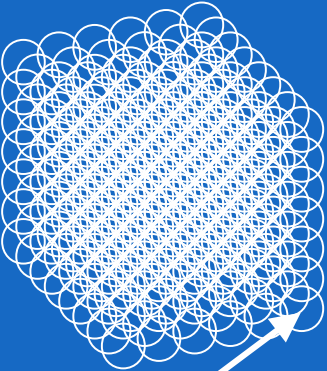
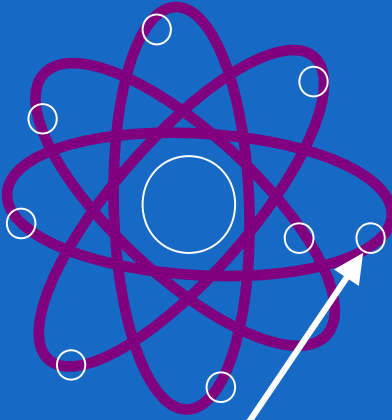
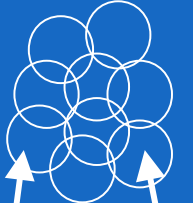
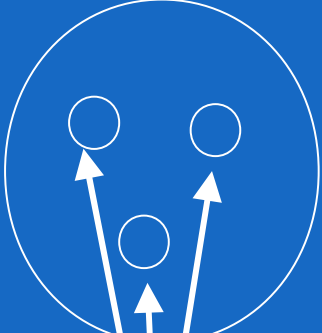
# RELACIÓN MASA ENERGÍA

$$E^2 = (m_0 c^2)^2 + p^2 c^2$$

Si la partícula está en reposo nos queda la famosa

$$E = m_0 c^2$$

# ¿CUALES SON LOS LADRILLOS DE LA MATERIA ORDINARIA?

<u>MATERIA ~ <math>10^{-9}</math> m</u>	<u>ÁTOMO ~ <math>10^{-10}</math> m</u>	<u>NUCLEO ~ <math>10^{-14}</math> m</u>	<u>NUCLEÓN ~ <math>10^{-15}</math> m</u>
 <p>Átomo</p>	 <p>Electrón</p>	 <p>Protón    Neutrón</p>	 <p>Quarks</p>

# ¿CUALES SON LOS LADRILLOS DE LA MATERIA ORDINARIA?

QUARKS	mass →	≈2.3 MeV/c <sup>2</sup>	≈1.275 GeV/c <sup>2</sup>	≈173.07 GeV/c <sup>2</sup>	0	≈126 GeV/c <sup>2</sup>
	charge →	2/3	2/3	2/3	0	0
	spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
		u	c	t	g	H
		up	charm	top	gluon	Higgs boson
		≈4.8 MeV/c <sup>2</sup>	≈95 MeV/c <sup>2</sup>	≈4.18 GeV/c <sup>2</sup>	0	
		-1/3	-1/3	-1/3	0	
		1/2	1/2	1/2	1	
		d	s	b	γ	
	down	strange	bottom	photon		
LEPTONS		0.511 MeV/c <sup>2</sup>	105.7 MeV/c <sup>2</sup>	1.777 GeV/c <sup>2</sup>	91.2 GeV/c <sup>2</sup>	
		-1	-1	-1	0	
		1/2	1/2	1/2	1	
		e	μ	τ	Z	
		electron	muon	tau	Z boson	
		<2.2 eV/c <sup>2</sup>	<0.17 MeV/c <sup>2</sup>	<15.5 MeV/c <sup>2</sup>	80.4 GeV/c <sup>2</sup>	
		0	0	0	±1	
		1/2	1/2	1/2	1	
		ν <sub>e</sub>	ν <sub>μ</sub>	ν <sub>τ</sub>	W	
	electron neutrino	muon neutrino	tau neutrino	W boson		
GAUGE BOSONS						

# Modelos de la materia: EL ATOMISMO

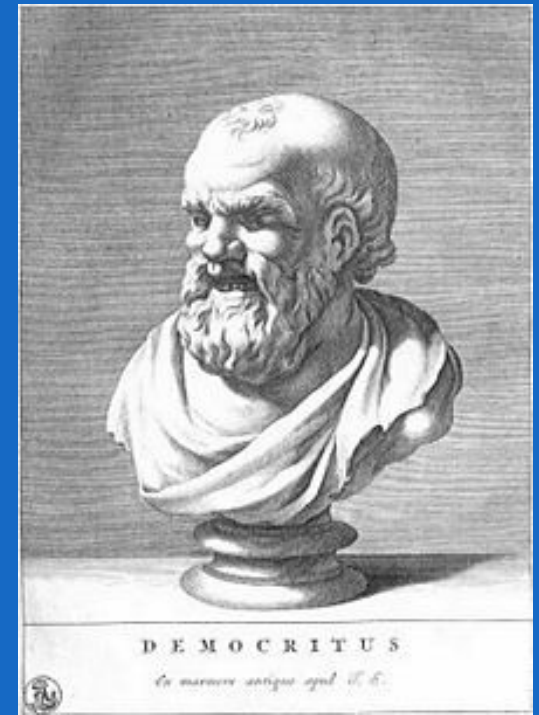
Siglo V a.C.

Los átomos son eternos, indivisibles, homogéneos, incompresibles e invisibles.

Los átomos se diferencian solo en forma y tamaño, pero no por cualidades internas.

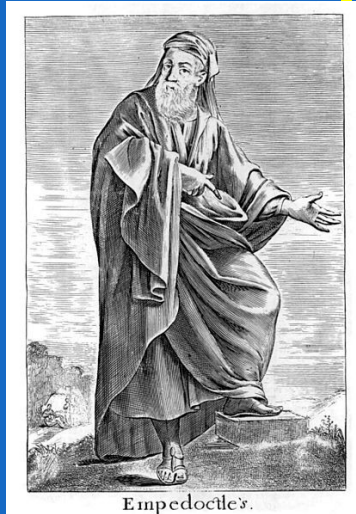
Las propiedades de la materia varían según el agrupamiento de los átomos.

Son entidades infinitamente pequeñas y, por tanto, imperceptibles para los sentidos,



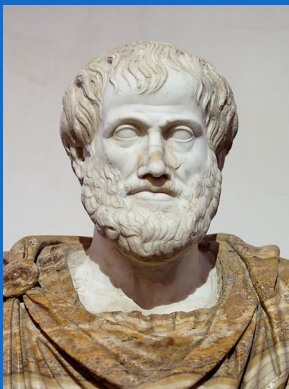
# Modelos de la materia: LAS 4 RAICES

Siglo V a.C.



Agua  
Aire  
Tierra  
Fuego

## Modelos de la materia: los 4 ELEMENTOS



Las raíces pasa a llamarlas elementos

Existen 2 fuerzas: el amor y el odio

Aristoteles

# Modelos de la materia: VUELTA AL ATOMISMO

Siglo XVII

Estudio de los gases

Descubrimiento de la Ley de Boyle



# Modelos de la materia:

## TEORIA ATOMICA

Principios S. XIX

Elementos: formados por átomos

Átomos de un elemento: Indistinguibles

Los átomos son: indivisibles,  
indestructibles,

indivisibles y muy pequeños

Se combinan dando lugar a reac.  
químicas

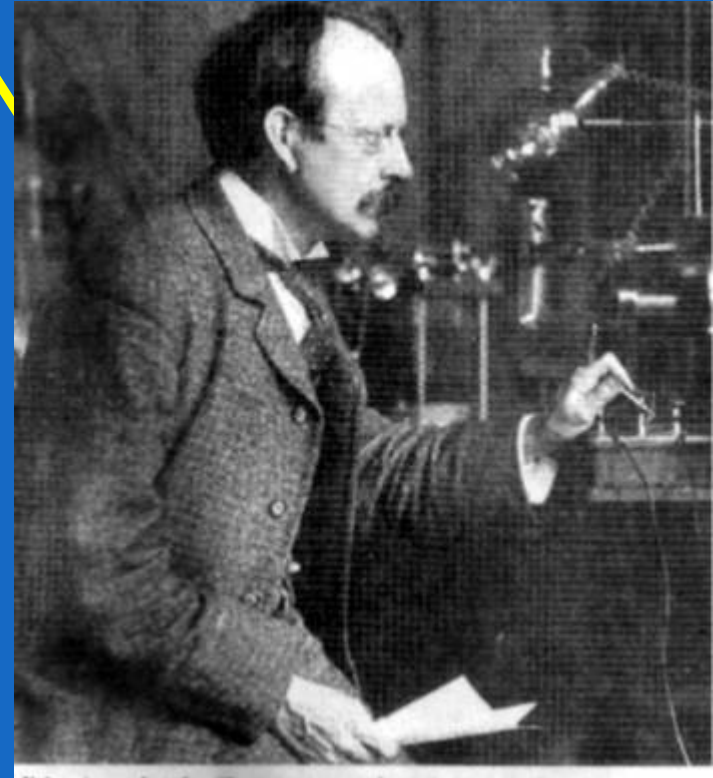


John Dalton

# Modelos de la materia: TEORIA ATOMICA- MODELO DE THOMPSON

Descubrimiento de los  $e^-$  y los isotopos

Modelo del “pastel de cerezas”

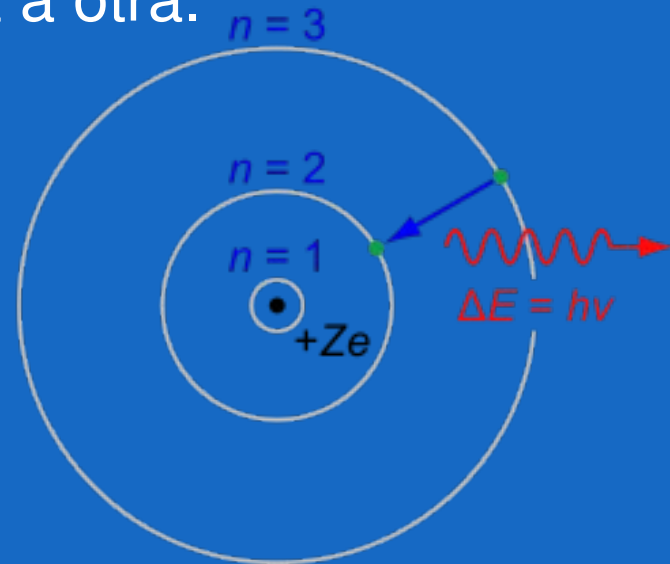
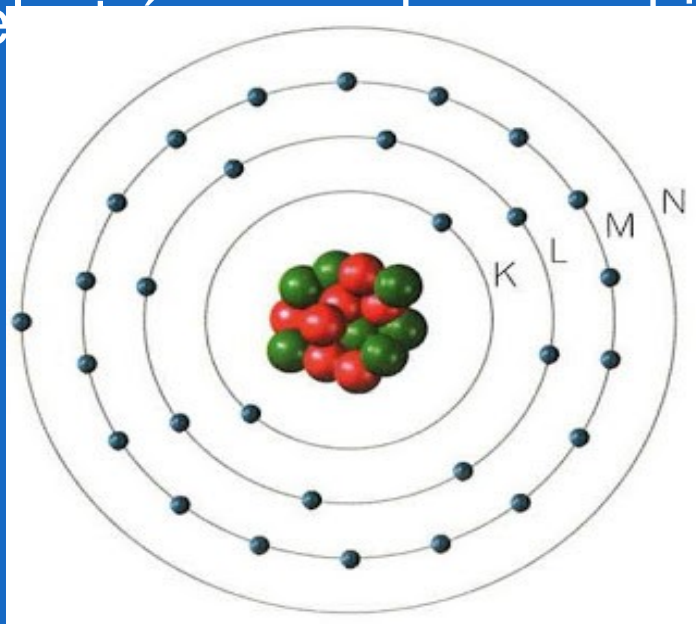


J.J. Thomson

# Modelos de la materia:

## TEORIA ATOMICA- MODELO DE BOHR

- 1.- Los electrones se encuentran en unas orbitas especificas (con radio definido), que son estables, alrededor del núcleo. ( $n=1$  (K),  $n=2$  (L),  $n=3$  (M)...). El nº de e- en cada orbita es de  $2n^2$ .
- 2.- Se produce emisión o absorción de energía cuando un electrón pasa de una orbita a otra.



# Modelos de la materia.

## TEORIA ATOMICA- MODELO SCHRÖDINGER

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + V(x)\psi(x,t) \equiv H\psi(x,t),$$

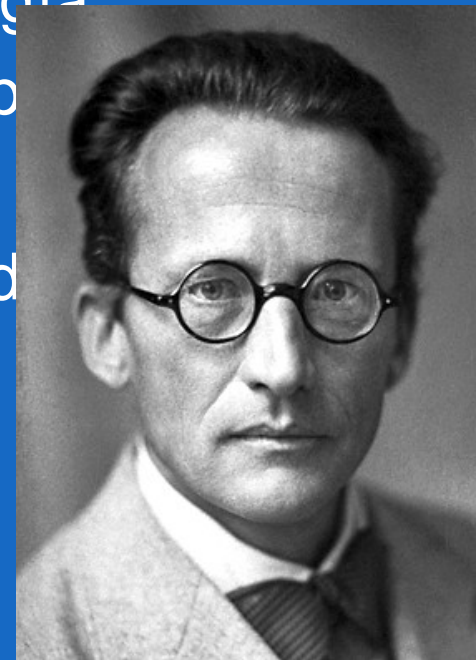
$$\psi_{nlm}(\theta, \phi, r) = \langle \vec{r} | nlm \rangle = \sqrt{\left(\frac{2}{na_0}\right)^3 \frac{(n-l-1)!}{2n[(n+l)!]}} 2e^{-\frac{r}{na_0}} \left(\frac{2r}{na_0}\right)^l L_{n-l-1}^{2l+1} \left[\frac{2r}{na_0}\right] Y_{l,m}(\theta, \phi)$$

Proporciona predicciones de los estados de Energía del átomo de H incluso bajo la presencia de campos eléctricos y magnéticos

Los electrones se encuentran en orbitales, sin radio fijo definido.













































Estos orbitales proporcionan la probabilidad de encontrar al electrón en una determinada área

No es capaz de explicar la estabilidad del núcleo



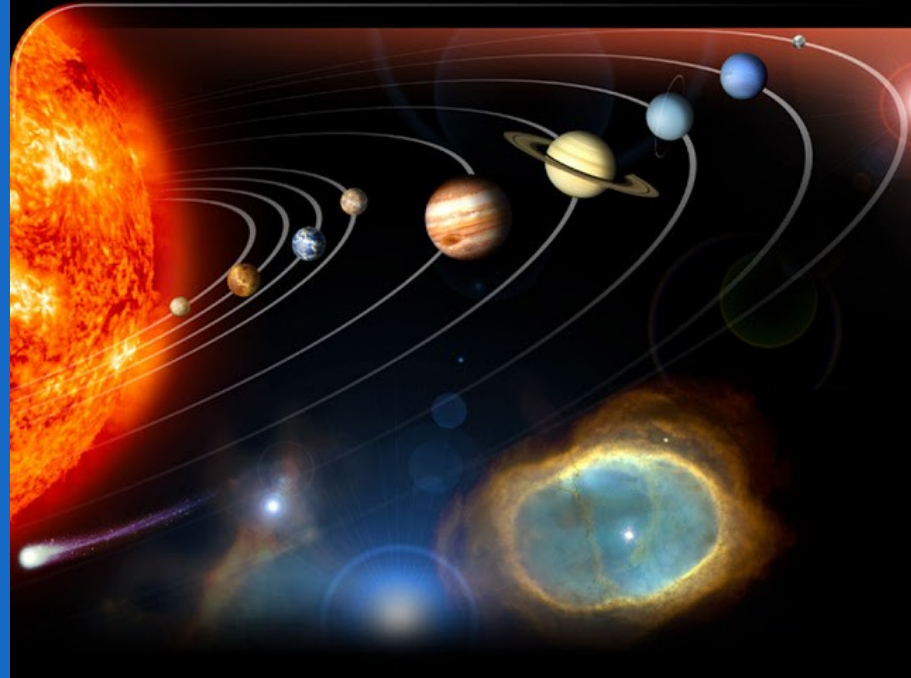
# Modelos de la materia.

## TEORIA ATOMICA- MODELO SCHÖDINGER

	$s (l=0)$	$p (l=1)$	$d (l=2)$	$f (l=3)$
$n=1$	 $m=0$			
$n=2$	 $m=0$	   $m=-1$ $m=0$ $m=1$		
$n=3$	 $m=0$	   $m=-1$ $m=0$ $m=1$	     $m=-2$ $m=-1$ $m=0$ $m=1$ $m=2$	
$n=4$	 $m=0$	   $m=-1$ $m=0$ $m=1$	     $m=-2$ $m=-1$ $m=0$ $m=1$ $m=2$	       $m=-3$ $m=-2$ $m=-1$ $m=0$ $m=1$ $m=2$ $m=3$
$n=5$	 $m=0$	   $m=-1$ $m=0$ $m=1$	     $m=-2$ $m=-1$ $m=0$ $m=1$ $m=2$	
$n=6$	 $m=0$	   $m=-1$ $m=0$ $m=1$		
$n=7$	 $m=0$			

# Fuerzas Fundamentales: GRAVITATORIA

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$



Alcance infinito

La carga de la Fuerza es lo que denominamos masa

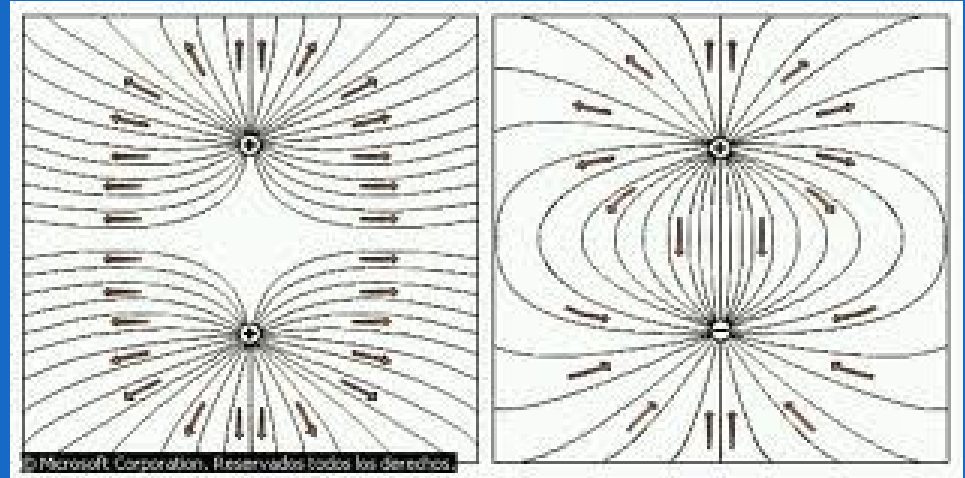
Es atractiva

Tiene muy poca importancia a escala atómica

# Fuerzas Fundamentales: ELECTROMAGNÉTICA

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{e}_r$$

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



Alcance infinito

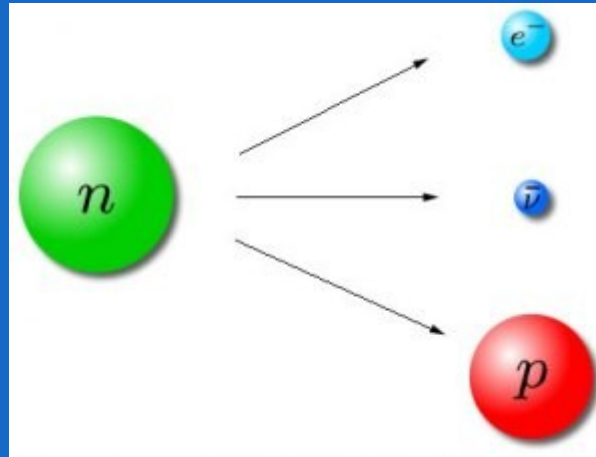
La carga de la Fuerza es lo que denominamos CARGAS ELECTRICAS

Es atractiva o repulsiva

Es la responsable de la estructura atómica y de la mayor parte de perdida de energía de los choques de los electrones al atravesar la materia

# Fuerzas Fundamentales:

## NUCLEAR DEBIL



Alcance muy corto (escala nuclear)

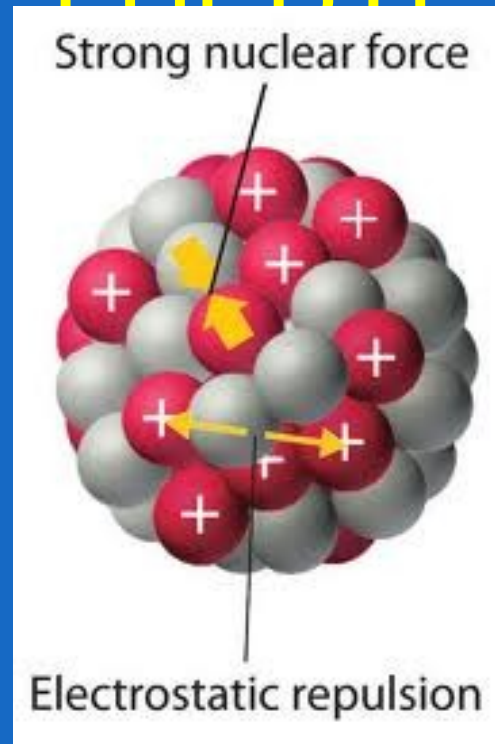
Afecta a leptones y quarks

Es atractiva o repulsiva

Es  $10^{13}$  mas débil que la llamada Nuclear Fuerte

Es la responsable de la desintegración beta de los nucleos y del cambio de entidad de las particulas, como la desintegración del neutrón.

# Fuerzas Fundamentales: NUCLEAR FUERTE



Alcance muy corto (escala nuclear)

Afecta a partículas formadas por quarks.

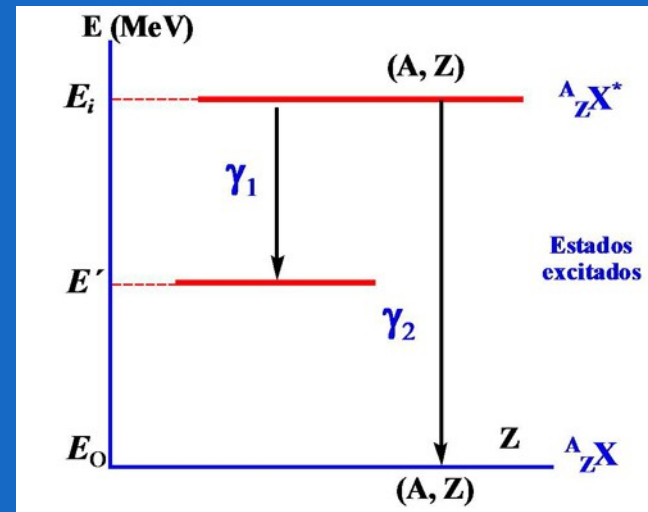
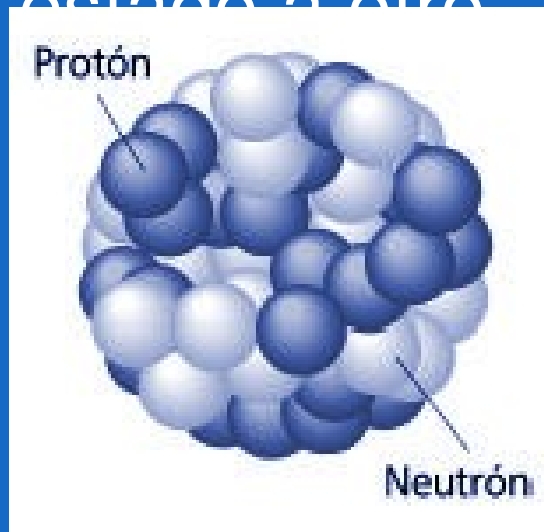
Es atractiva

Es la que presenta un campo más intenso en toda la naturaleza.

Es la responsable de vencer la repulsión eléctrica de los protones y mantener a los núcleos unidos

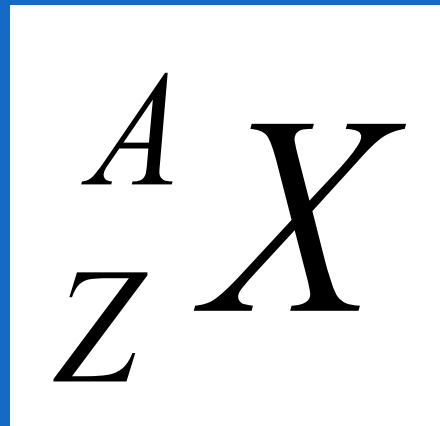
# ESTRUCTURA NUCLEAR

- Compuesto de protones(+) y neutrones.
- La fuerza nuclear fuerte es la responsable de la estabilidad nuclear. Es una fuerza de corto alcance.
- Presenta distintos niveles de energía y se emite o se absorbe radiación cuando pasa de un estado a otro.



# NUCLEIDOS

- NOMENCLATURA

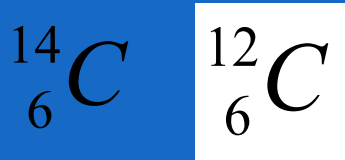


$X$  es el símbolo del elemento.

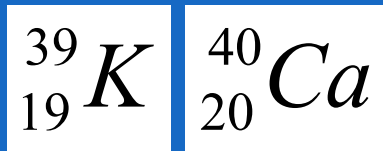
$A$  número total de nucleones.

$Z$  número total de protones.

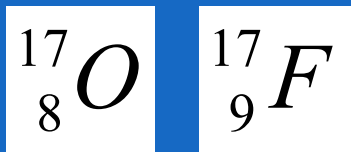
# EJEMPLOS



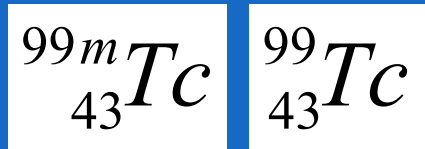
ISÓTOPOS: mismo Z



ISÓTONOS: mismo n<sup>o</sup>  
neutrones



ISÓBAROS: mismo n<sup>o</sup>  
nucleones

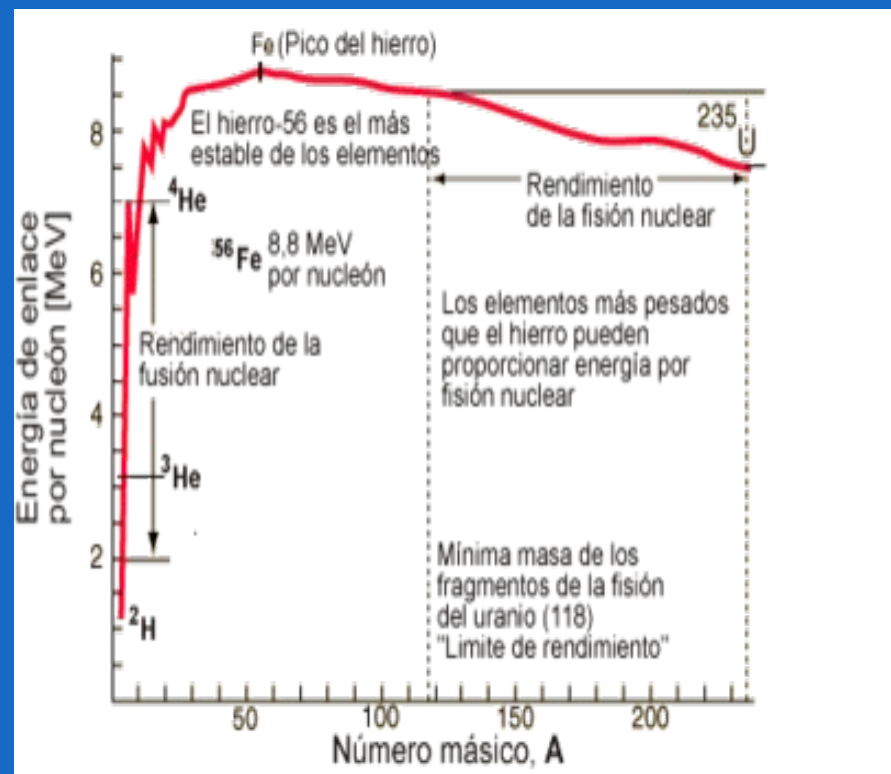
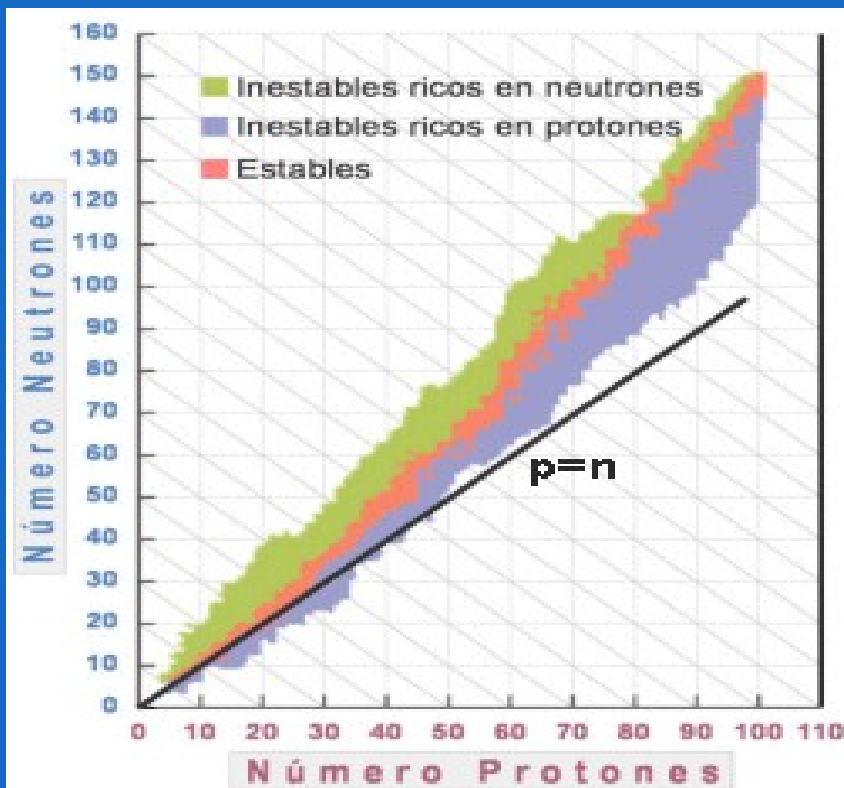


ISÓMEROS: distinto estado

energía

# ESTABILIDAD NUCLEAR

- Cuando el núcleo tiene exceso de energía, se emite esta en forma de rad., el núcleo se queda en estado de menor energía, más estable.



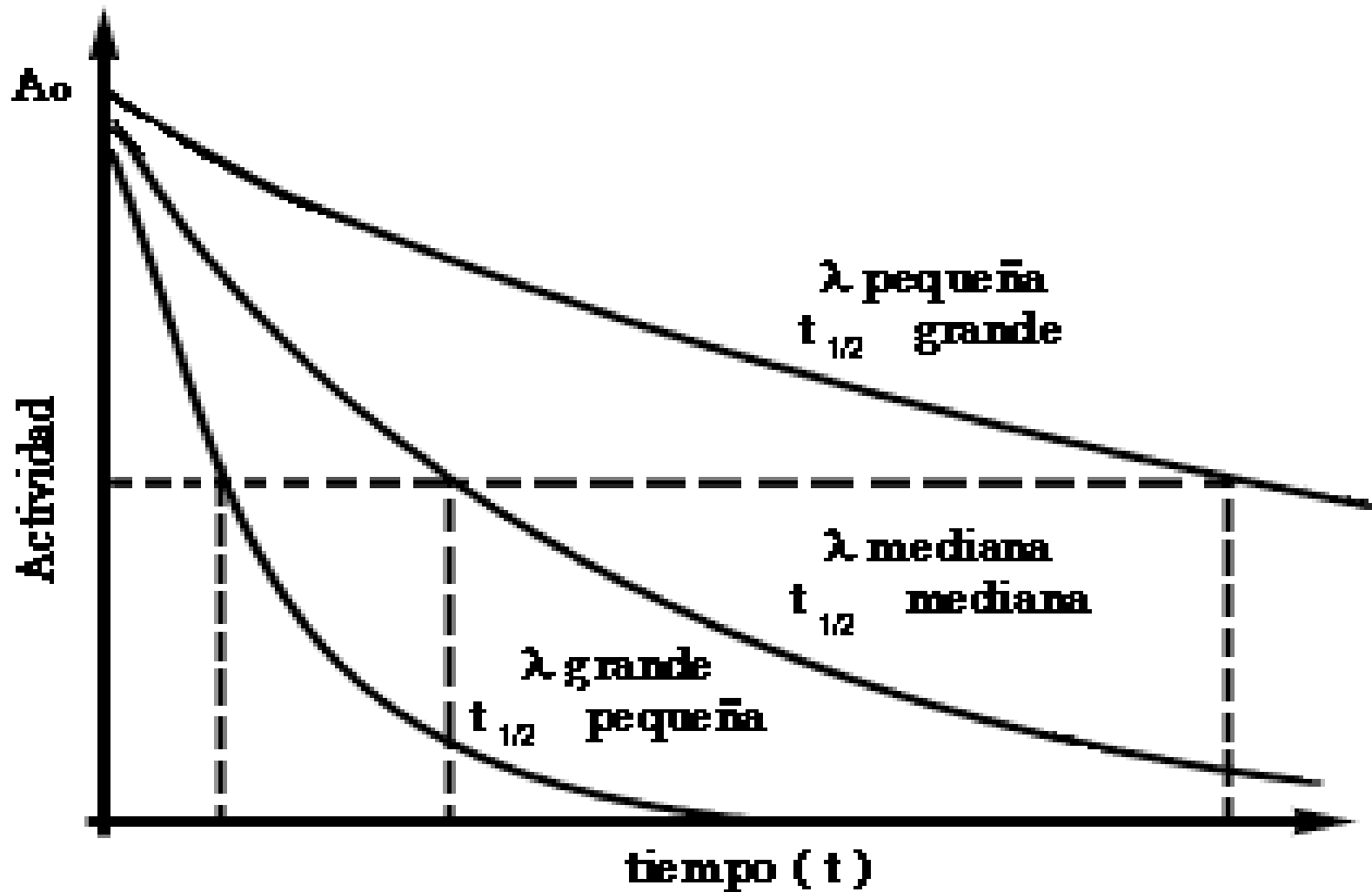
# RADIOACTIVIDAD

- Fue descubierta por Henri Becquerel en 1896
- Es un fenómeno natural, aleatorio, por el cual los núcleos se desintegran espontáneamente emitiendo radiación, ya sea en forma de partículas o radiación electromagnética.
- Las partícula emitidas pueden ser, núcleos de helio, electrones, positrones, protones...

# ACTIVIDAD

- Es el número de desintegraciones por segundo de una muestra radiactiva.
- Unidad Becquerelio  $1 \text{ Bq} = 1 \text{ dps}$
- Unidad Ci: se define tomando como unidad la actividad de 1 g de radio.  $1 \text{ Ci} = 3,7\text{E}10 \text{ dps}$ .
- Cte. de decaimiento ( $\lambda$ ): probabilidad por seg. para que ocurra la desintegración.
- $T_{1/2}$ : periodo de semidesintegración, tiempo necesario para reducir la actividad,

# LEY EXPONENCIAL



# TIPOS DE RADIACIÓN

1.-DESINTEGRACIÓN ALFA.

2.-DESINTEGRACIÓN BETA:

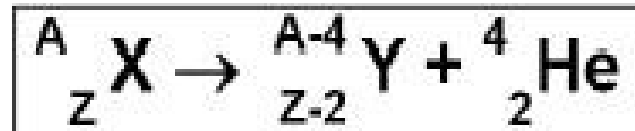
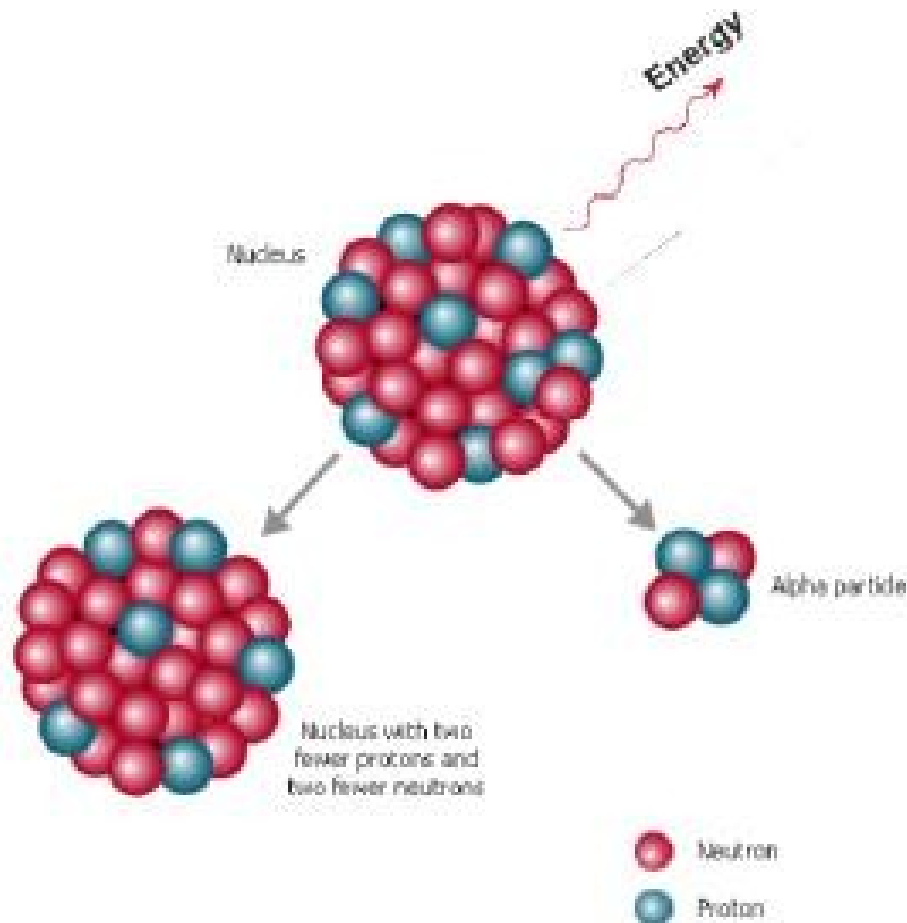
- Emisión de electrones.
- Emisión de positrones.

3.-DESINTEGRACIÓN GAMMA.

# DESINTEGRACIÓN ALFA

- Se produce en núcleos con  $Z > 82$  donde la fuerza de repulsión es muy intensa y supera a la fuerza nuclear.
- Se emite una partícula compuesta por dos protones y dos neutrones, denominada partícula  $\alpha$  (núcleo de helio).
- Esta partícula alfa es emitida siempre con la misma energía cinética por el mismo núcleo, que suele estar comprendida entre 5 y 10 MeV

# DESINTEGRACIÓN ALFA



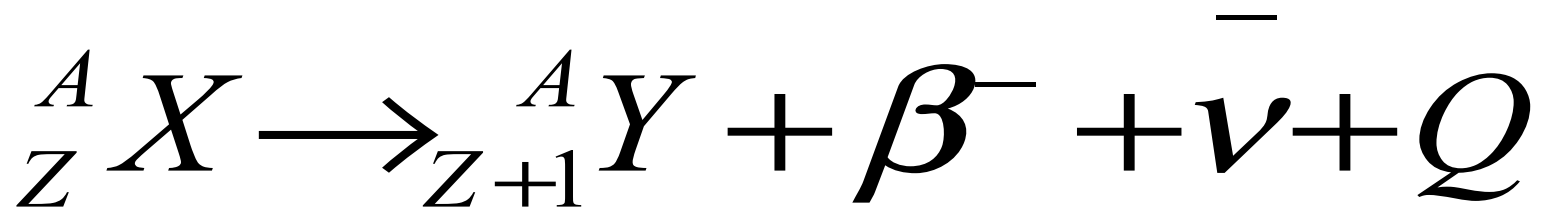
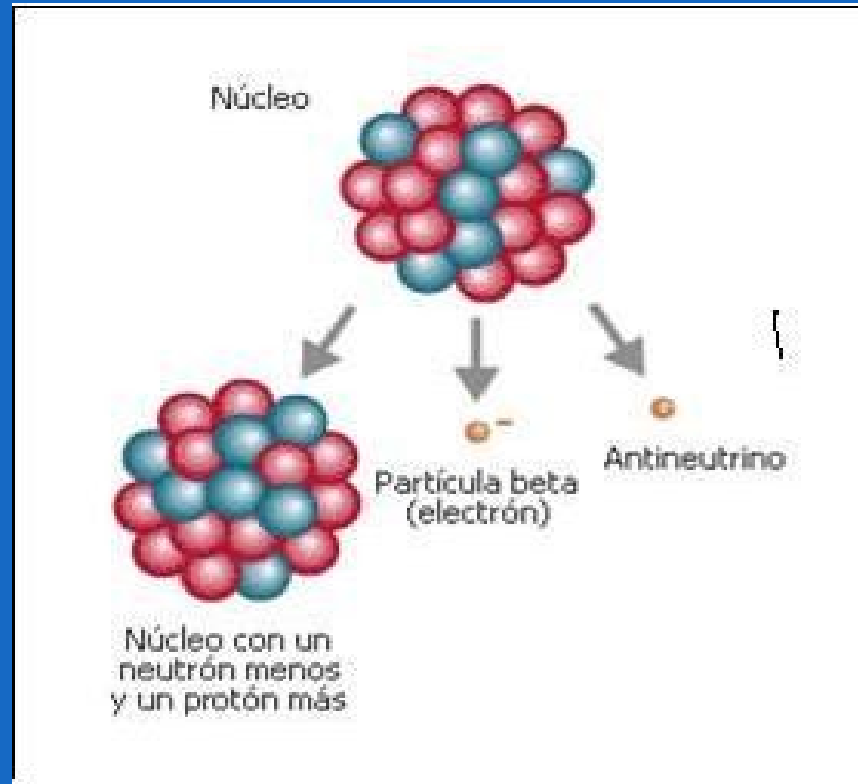
# DESINTEGRACIÓN BETA

- Emisión del núcleo de un electrón ( $\beta^-$ ) o un positrón ( $\beta^+$ ).
- Procesos que generan estas partículas en el núcleo:



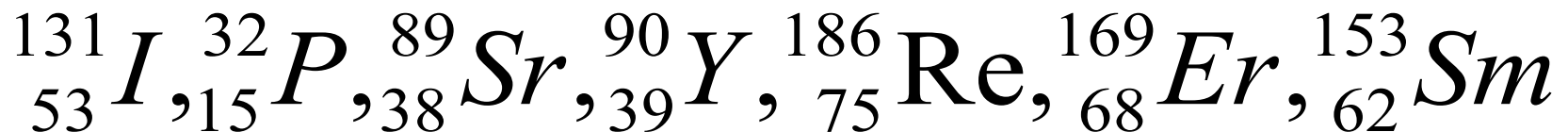
Procesos gobernados por la interacción débil que afecta a la estructura interna de p y n.

# EMISIÓN DE ELECTRÓN

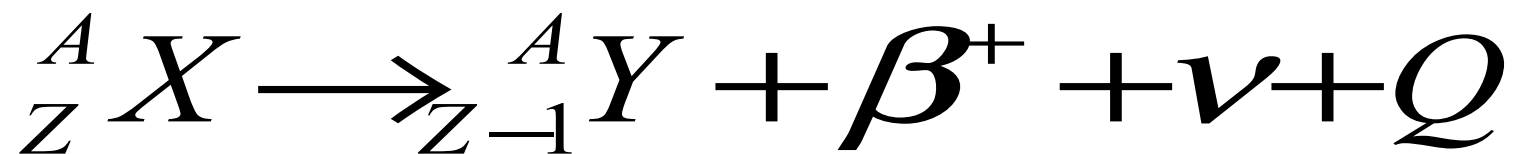
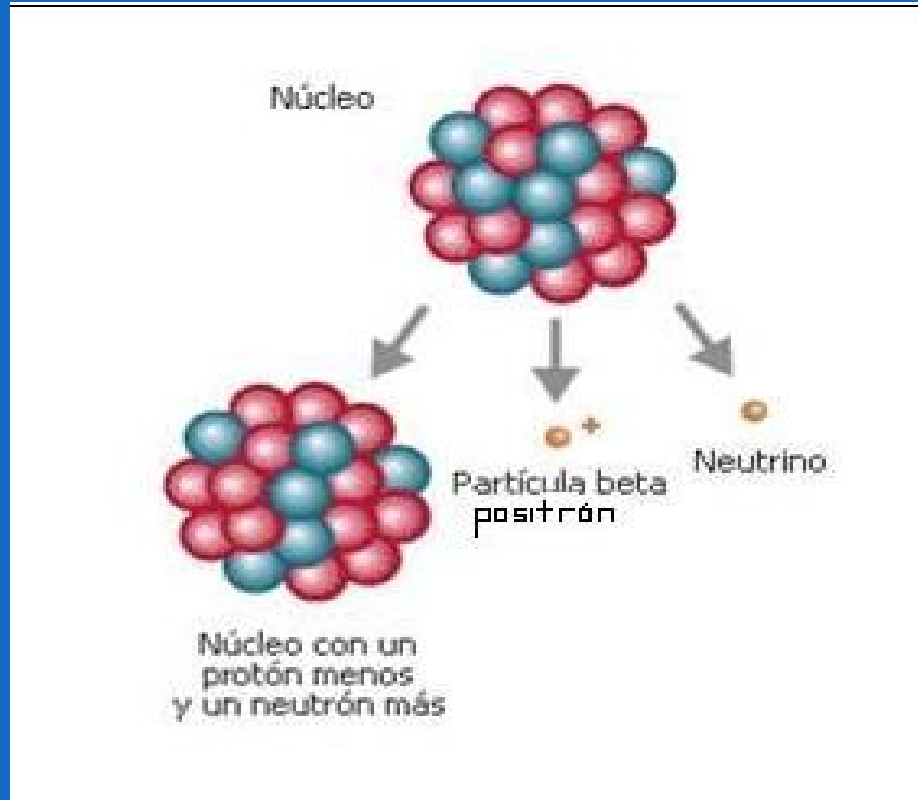


# EMISIÓN DEL ELECTRÓN

- Ocurre en núcleos con alta relación n/p.
- La energía cinética del electrón puede ser desde 0 hasta Q (varios MeV) en espectro continuo de energía
- Emisores de electrones se usan en terapia: Dosis en forma local evitando tejidos circundantes. Algunos ejemplos:

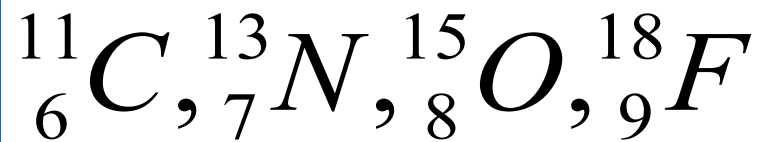


# EMISIÓN DE POSITRÓN

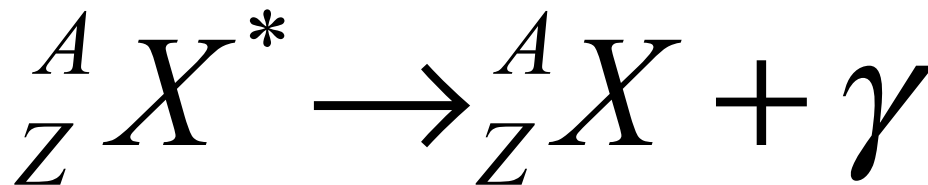
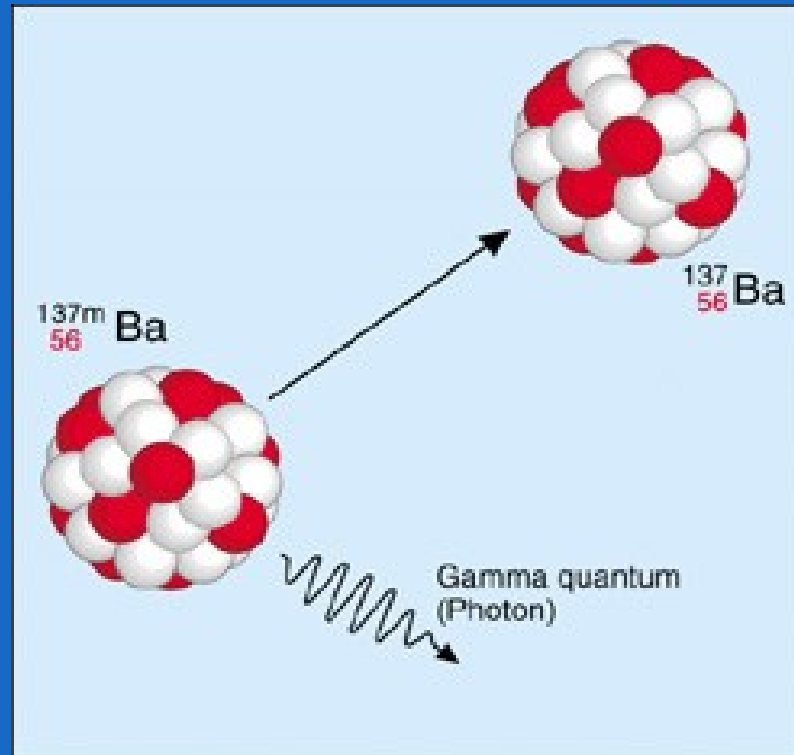


# EMISIÓN DE POSITRÓN

- Ocurre en núcleos con baja relación n/p.
- La energía cinética del positrón puede ser desde 0 hasta Q: espectro continuo de energía
- Emisores de positrones se usan en diagnóstico. Algunos ejemplos:



# DESINTEGRACIÓN GAMMA



# DESINTEGRACIÓN GAMMA

- En muchas desintegraciones gamma el núcleo excitado pierde energía inmediatamente.
- Otras veces el núcleo excitado, persiste durante un tiempo  ${}^{99m}_{43}\text{Tc} \rightarrow {}^{99}_{43}\text{Tc} + \gamma(140\text{KeV})$  lo que denominamos metaestable:
- El fotón se lleva la diferencia de energía entre los dos estados del núcleo.
- Radiación gamma muy penetrante, se usa en radioterapia. Unidades de Cobalto-60.

# DIFERENTES TIPOS DE RADIACIÓN

$\alpha$

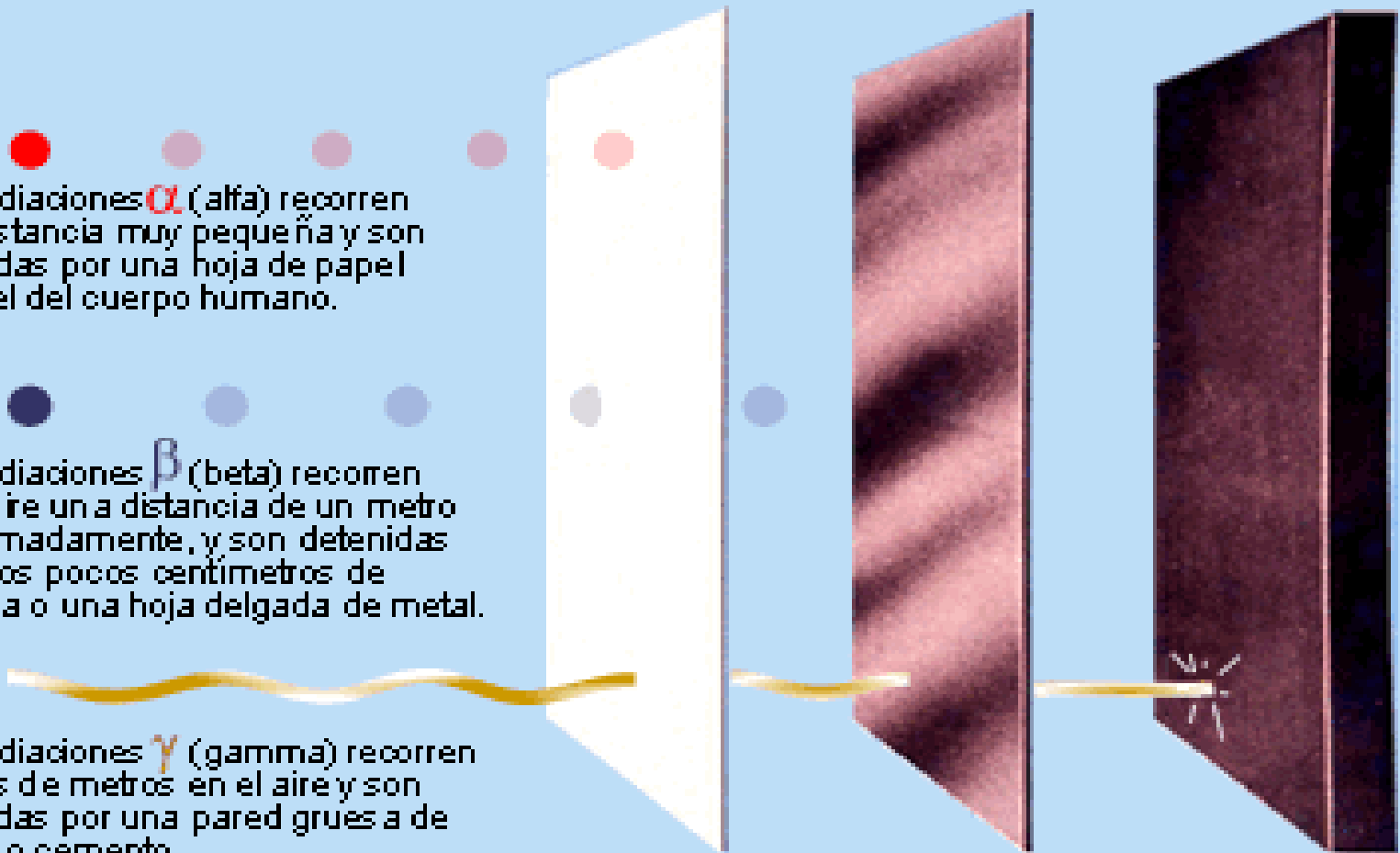
Las radiaciones  $\alpha$  (alfa) recorren una distancia muy pequeña y son detenidas por una hoja de papel o la piel del cuerpo humano.

$\beta$

Las radiaciones  $\beta$  (beta) recorren en el aire una distancia de un metro aproximadamente, y son detenidas por unos pocos centímetros de madera o una hoja delgada de metal.

$\gamma$

Las radiaciones  $\gamma$  (gamma) recorren cientos de metros en el aire y son detenidas por una pared gruesa de plomo o cemento.



# RADIOACTIVIDAD ARTIFICIAL

- Se produce cuando se bombardean núcleos estables (no emiten radiación) con partículas apropiadas, y con energía apropiada para penetrar en el núcleo y crear una reacción nuclear.
- Se obtiene un núcleo inestable que posteriormente se desintegra radiactivamente.
- Fue descubierto por Irene Curie (hija de Marie Curie), premio Nobel de Química en 1935: “Por su trabajo en la síntesis de nuevos elementos radiactivos”.

THANK YOU

grazie merci  
spasiba  
kam ouen  
tak gratzias  
manana  
mahalo  
cheers  
hvala  
welalin  
todas  
gracias  
grassie  
thank you  
danki  
kitos  
mahalo  
danki  
talofa  
miigwetch  
thanks  
takk  
domo arrigato  
gratitude  
danke  
kitos  
takk  
dziekuje  
modupe  
mesim  
na gode  
dankon  
gracias  
mahalo  
merci  
thanks