

Física y Química ESO y Bachillerato

La Tabla Periódica y más allá

J. F. G. H.¹

¹Space-time Foundation, Multiverse of Madness
Quantum TimeLord Virtual Academy

Earth planet
Milky Way Galaxy
Known Universe
Joki Multiverse

- 1 La Tabla Periódica
- 2 Elementos: grupos y valencias
- 3 La nueva tabla periódica: El Modelo Estándar de las partículas subatómicas
- 4 La Tabla (tarta) Periódica Cósmica
- 5 El mapa de la Física y el futuro

Atomic Periodic Table of the Elements

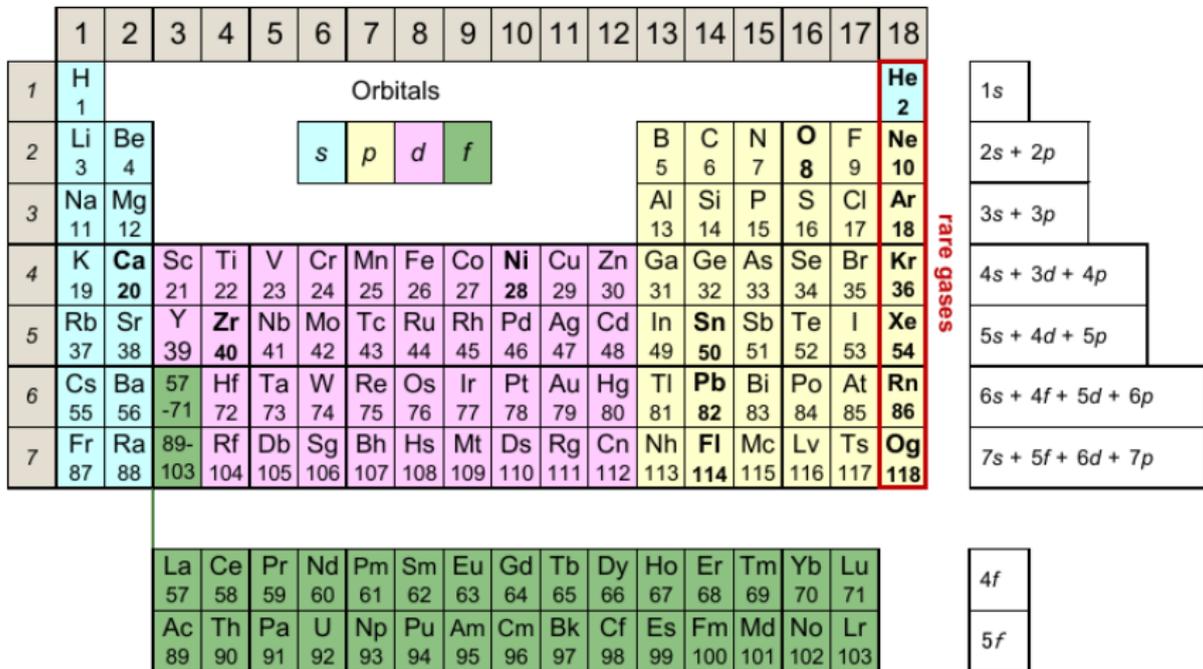
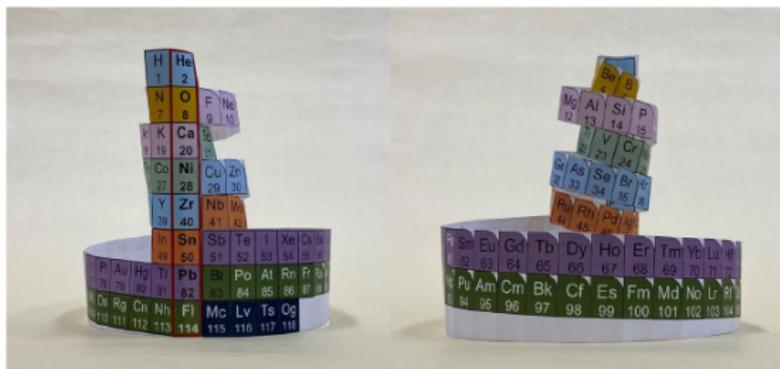


Figura 1: Números mágicos atômicos: 2, 10, 18, 36, 54, 86, 118, 158, 208, 280, ...

Period	1																18 Orbitals						
1	1 H	2											13	14	15	16	17	2 He	1s				
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	2s2p				
3	11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	3s3p				
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	4s3d4p				
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	5s4d5p				
6	55 Cs	56 Ba	57-71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	6s5d6p				
7	87 Fr	88 Ra	89-103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113	114	115	116	117	118	7s6d7p				
8	119	120	121-	156	157	158	159	160	161	162	163	164	139	140	169	170	171	172	8s7d8p				
9	165	166											167	168			9s9p						
6	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			4f					
7	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			5f					
8	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155			6f					
8	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	5g				

Figura 3: Tabla periódica extendida: modelo de Pekka Pykko

Modelos de tablas 3d



(a)

(b)



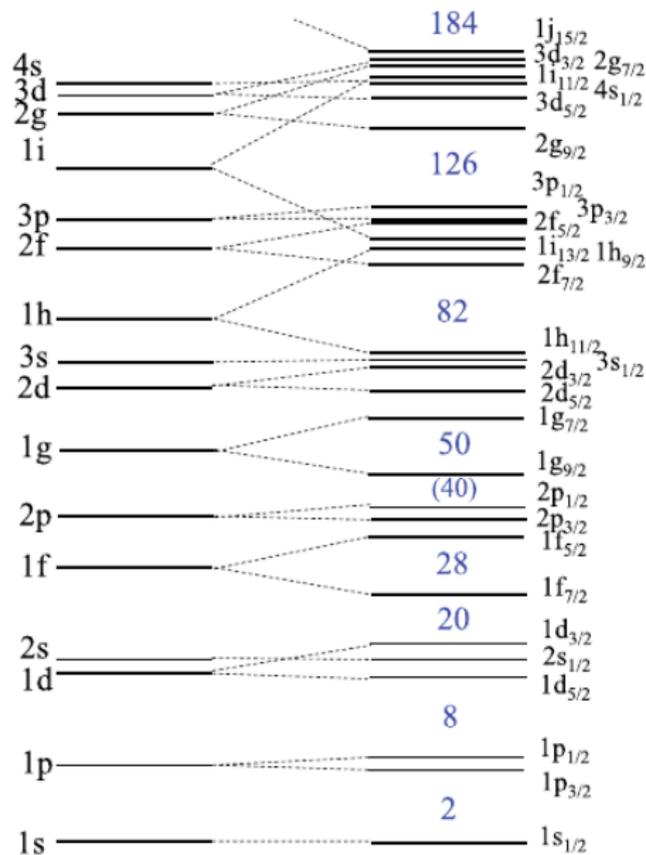
(c)

(d)

(e)

Figura 4: Tabla periódica extendida: modelo nuclear 3d.

Niveles o capas nucleares



Niveles o capas nucleares(II)

Nuclear Periodic Table

Shape and stability

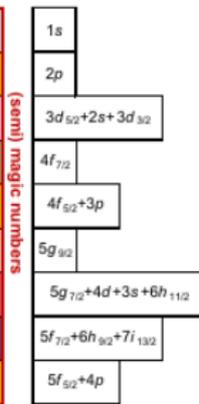
	Stable	Unstable
Spherical	Nb 41	Nh 113
Deformed	Mo 42	Tc 43

Orbitals: $n_p \ell_j$

s	p	d	f	g	h	i
---	---	---	---	---	---	---

$$5g_{9/2}: n_p = n + \ell = 5, n = 1, \ell = 4, j = \ell + s = 9/2$$

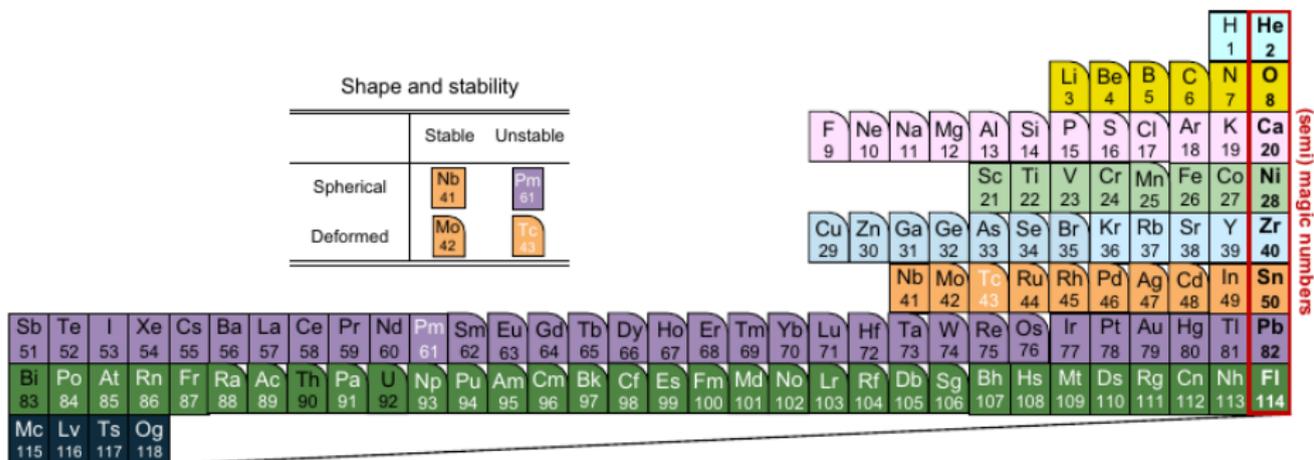
Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	Cs 55	Ba 56	La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Pb 82		
Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	
																					Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118	119	120	121	122	123	124	125	126



Niveles o capas nucleares(III)

Shape and stability

	Stable	Unstable
Spherical	Nb 41	Pm 61
Deformed	Mo 42	Tc 43



- 1 La Tabla Periódica
- 2 Elementos: grupos y valencias**
- 3 La nueva tabla periódica: El Modelo Estándar de las partículas subatómicas
- 4 La Tabla (tarta) Periódica Cósmica
- 5 El mapa de la Física y el futuro

Hidrógeno (H): ± 1 . Los demás tienen solo $+1$.

- Litio (Li).
- Sodio (Na).
- Potasio (K).
- Rubidio (Rb).
- Cesio (Cs).
- Francio (Fr).

Aunque no del G1, la plata (*Ag*), del grupo G11, comparte el estado de oxidación $+1$ con este grupo.

Estado de oxidación del G2: +2.

- Berilio (Be).
- Magnesio (Mg).
- Calcio (Ca).
- Estroncio (Sr).
- Bario (Ba).
- Radio (Ra).

Aunque no de este grupo, cinc (*Zn*) y cadmio (*Cd*) comparten el estado de oxidación +2 con este grupo.

Estado de oxidación: +1, +3, -3.

- Boro (B).
- Aluminio (Al).
- Galio (Ga).
- Indio (In).
- Talio (Tl).

Estado de oxidación: +2, +4, -4.

- Carbono (C).[Además, +1,+3]
- Silicio (Si).
- Germanio (Ge).
- Estaño (Sn).
- Plomo (Pb).

Estado de oxidación: +1,+3,+5,-3

- Nitrógeno (N).[Además +2,+4]
- Fósforo (P).
- Arsénico (As).
- Antimonio (Sb).
- Bismuto (Bi).

Estado de oxidación: +2, +4, +6, -2.

- Oxígeno (O).[-1,-2, -1/2, -1/3 y otros]
- Azufre (S).
- Selenio (Se).
- Teluro o telurio (Te).
- Polonio (Po).

Estado de oxidación: +1, +3, +5, +7, -1.

- Flúor (F).[Solo -1]
- Cloro (Cl).
- Bromo (Br).
- Yodo (I).
- Astatato (At)

Estado de oxidación: +0 (aunque algunos tienen varios estados de oxidación altos).

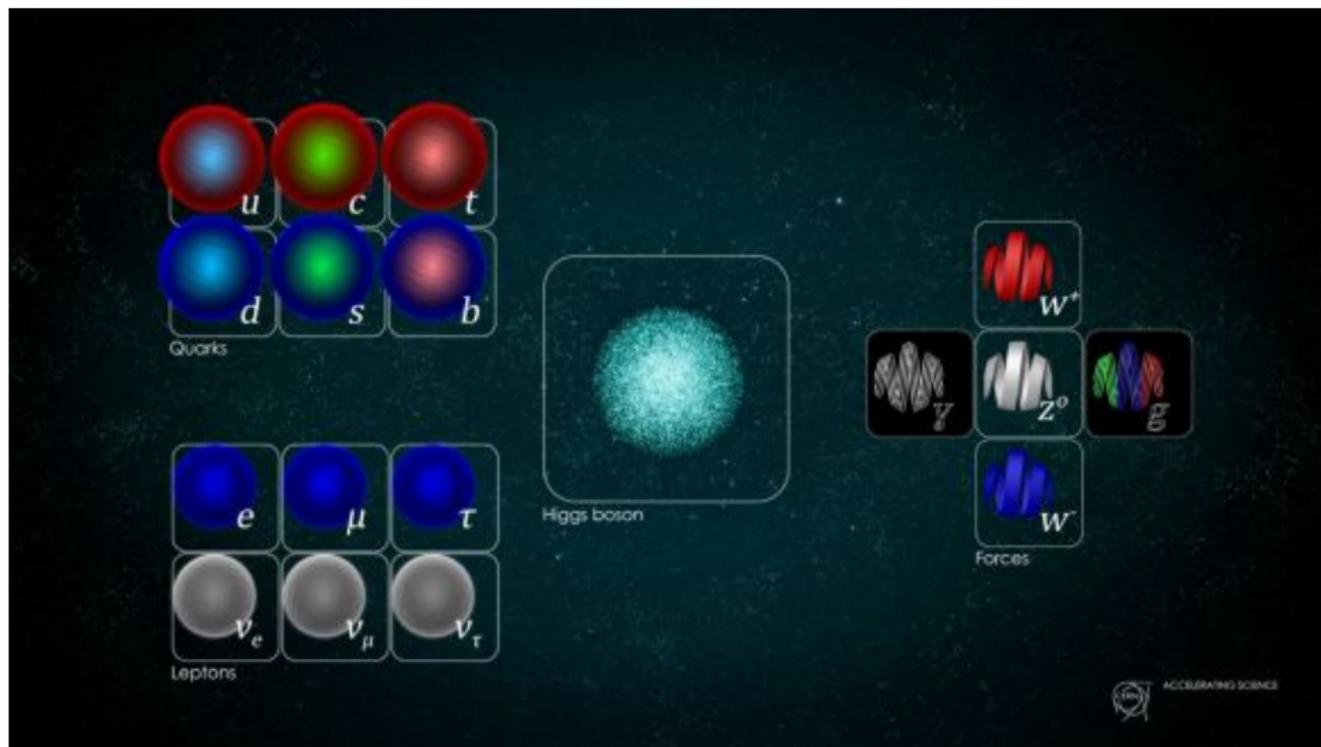
- Helio (He).
- Neón (Ne).
- Argón (Ar).
- Criptón (Kr).
- Xenón (Xe).
- Radón (Rn).

- Titanio (Ti), iridio (Ir): +3,+4.
- Vanadio (V): +5(+4).
- Cromo (Cr): (+2,+3)(+6).
- Molibdeno (Mo), wolframio (W): +4,+6.
- Manganeso (Mn): (+2,+3,+4)(+6,+7).
- Tecnecio (Tc): (+4,+7).
- Oro (Au): +1,+3.

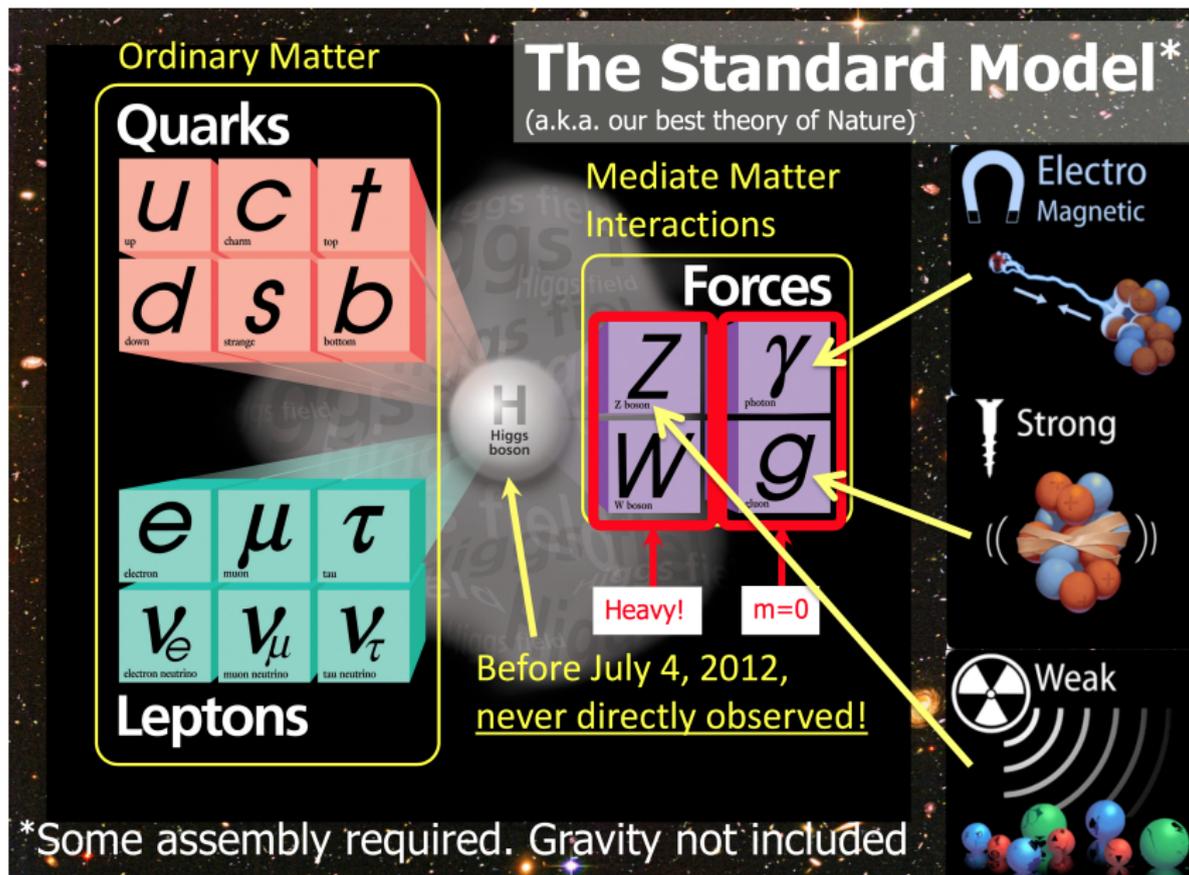
- Hierro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni): +2,+3.
- Paladio (Pd), platino (Pt): +2,+4.
- Cobre (Cu), mercurio (Hg): +1,+2.
- Uranio (U), neptunio (Np), plutonio (Pu): (+3,+4,+5,+6).

- 1 La Tabla Periódica
- 2 Elementos: grupos y valencias
- 3 La nueva tabla periódica: El Modelo Estándar de las partículas subatómicas**
- 4 La Tabla (tarta) Periódica Cósmica
- 5 El mapa de la Física y el futuro

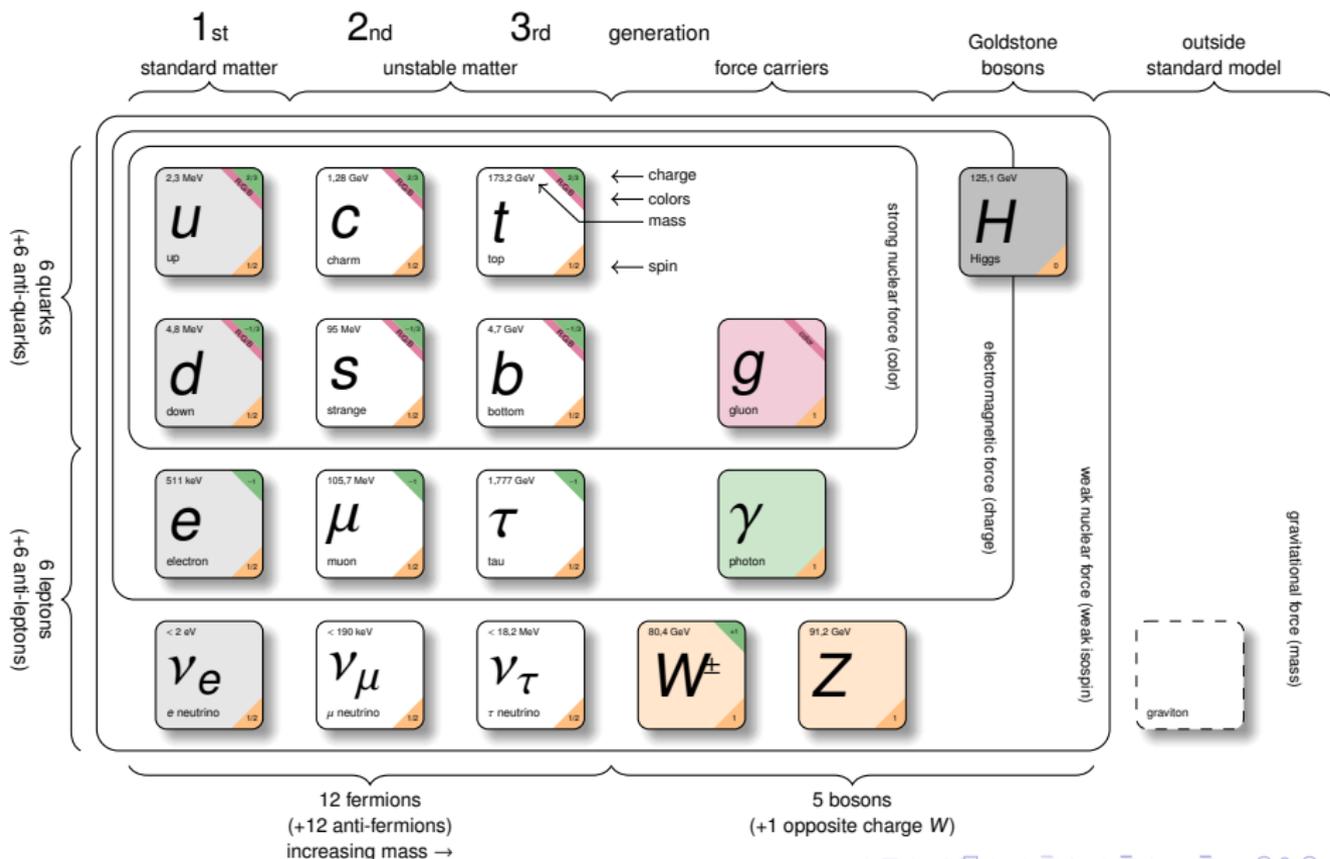
Nueva Tabla Periódica



La nueva tabla periódica(desde 2012)



La nueva tabla periódica(I): el Modelo Estándar (v1)



La nueva tabla periódica(I): el Modelo Estándar (v2)

Q
U
A
R
K
S

<p>UP</p> <p>mass $2,3 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>charge $\frac{2}{3}$</p> <p>spin $\frac{1}{2}$</p> <p>u</p>	<p>CHARM</p> <p>$1,275 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>$\frac{2}{3}$</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>c</p>	<p>TOP</p> <p>$173,07 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>$\frac{2}{3}$</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>t</p>
<p>DOWN</p> <p>$4,8 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>$-\frac{1}{3}$</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>d</p>	<p>STRANGE</p> <p>$95 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>$-\frac{1}{3}$</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>s</p>	<p>BOTTOM</p> <p>$4,18 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>$-\frac{1}{3}$</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>b</p>

L
E
P
T
O
N
S

<p>ELECTRON</p> <p>$0,511 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>-1</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>e</p>	<p>MUON</p> <p>$105,7 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>-1</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>μ</p>	<p>TAU</p> <p>$1,777 \text{ GeV}/c^2$</p> <p>-1</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>τ</p>
<p>ELECTRON NEUTRINO</p> <p>$<2,2 \text{ eV}/c^2$</p> <p>0</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>ν_e</p>	<p>MUON NEUTRINO</p> <p>$<0,17 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>0</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>ν_μ</p>	<p>TAU NEUTRINO</p> <p>$<15,5 \text{ MeV}/c^2$</p> <p>0</p> <p>$\frac{1}{2}$</p> <p>ν_τ</p>

GLUON

0
0
1

g

HIGGS BOSON

$126 \text{ GeV}/c^2$

0
0

H

PHOTON

0
0
1

γ

G
A
U
G
E
B
O
S
O
N
S

Z BOSON

$91,2 \text{ GeV}/c^2$

0
1

Z

W BOSON

$80,4 \text{ GeV}/c^2$

± 1
1

W

El Universo está hecho de 12 campos cuánticos fermiónicos de materia.

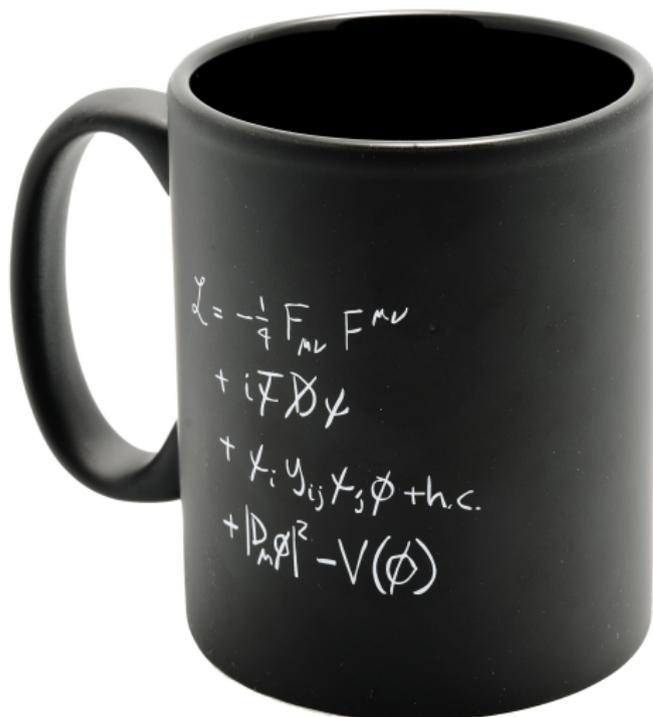
The new periodic table

electron 1	electron neutrino 10^{-6}	up quark 8	down quark 4
muon 200	muon neutrino 10^{-6}	strange quark 200	charm quark 2000
tau 3000	tau neutrino 10^{-6}	bottom quark 8000	top quark 340,000

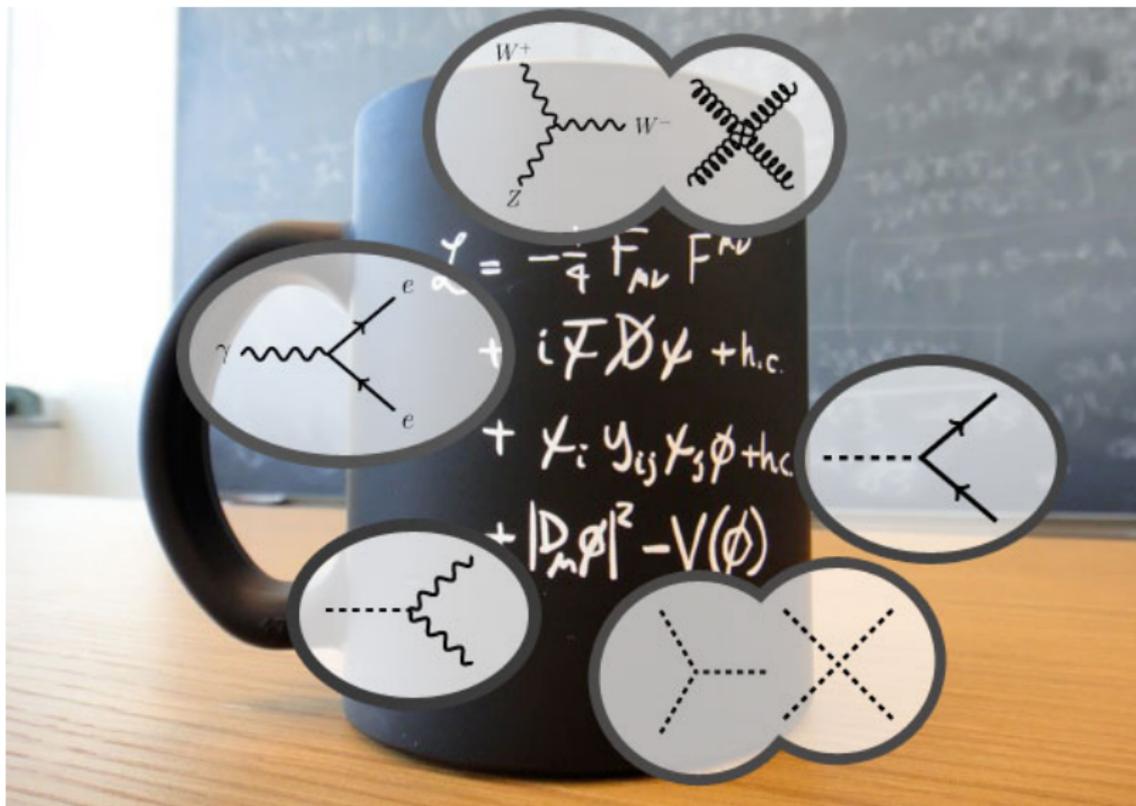
El Modelo Estándar "in a nutshell"(I)

$$\begin{aligned}\mathcal{L} = & -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} \\ & + i\bar{\psi} \not{D} \psi + h.c. \\ & + \bar{\chi}_i \gamma_{ij} \chi_j \phi + h.c. \\ & + |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)\end{aligned}$$

El Modelo Estándar “in a nutshell”(II)



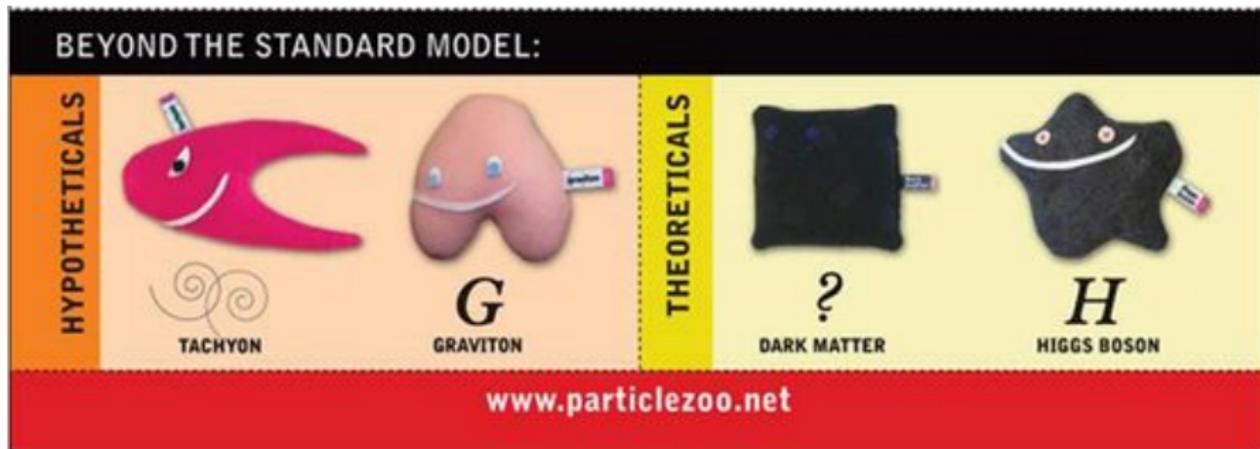
El Modelo Estándar “in a nutshell”(III)



El Modelo Estándar “in a nutshell”(IV)

	FERMIONS			BOSONS	
	I	II	III		
QUARKS	 u UP QUARK	 c CHARM QUARK	 t TOP QUARK	 γ PHOTON	
	 d DOWN QUARK	 s STRANGE QUARK	 b BOTTOM QUARK		 g GLUON
	 ν_e ELECTRON-NEUTRINO	 ν_μ MUON-NEUTRINO	 ν_τ TAU-NEUTRINO		
 e^- ELECTRON	 μ MUON	 τ TAU	 W W BOSON		

El Modelo Estándar “in a nutshell”(V)



- 1 La Tabla Periódica
- 2 Elementos: grupos y valencias
- 3 La nueva tabla periódica: El Modelo Estándar de las partículas subatómicas
- 4 La Tabla (tarta) Periódica Cósmica**
- 5 El mapa de la Física y el futuro

La Tabla Periódica Cósmica(I)

Yatta?????? Ya sabemos los elementos primordiales de los que está hecho el Universo...



La Tabla Periódica Cósmica(II): el Lado Oscuro

Eh????? Pues...NOOOOOOOOOOOOOOOOO...NO
conocemos el Lado Oscuro del Universo...



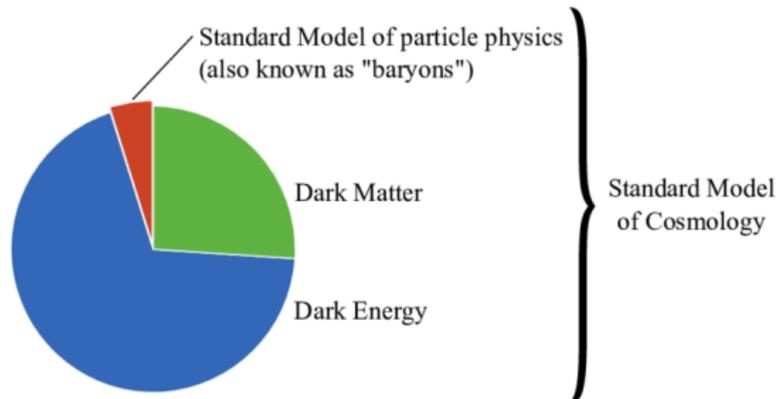
La Tabla Periódica Cósmica(II): el Lado Oscuro (v2)

Eh????? Pues...NOOOOOOOOOOOOOOOO...NO
conocemos el Lado Oscuro del Universo...

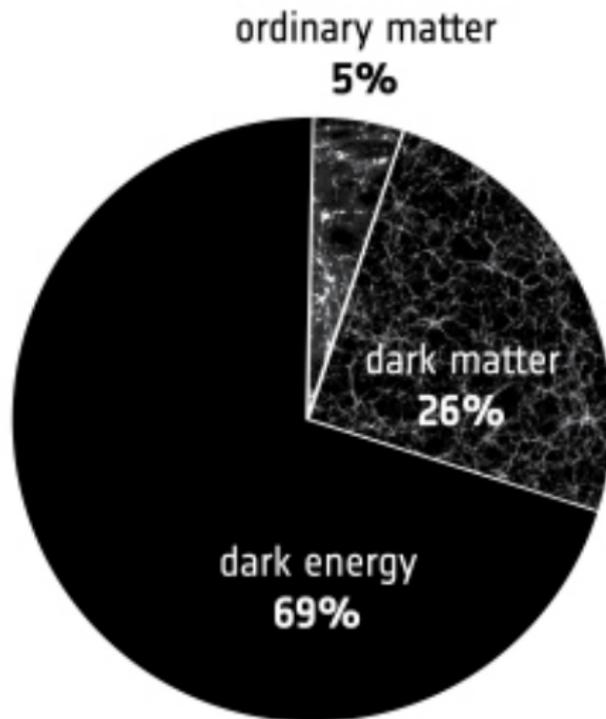


El Modelo Cosmológico Estándar(I)

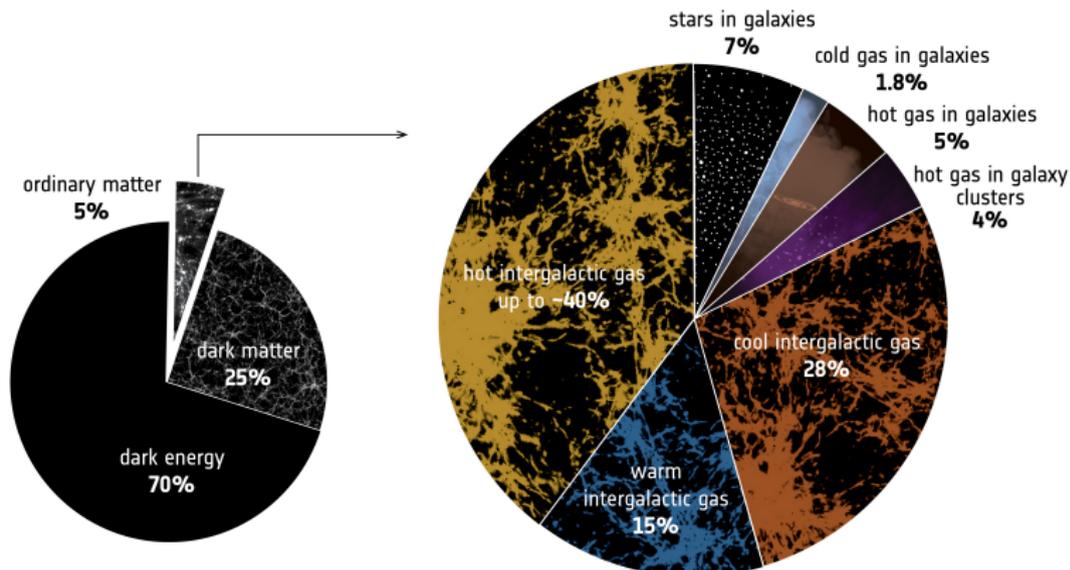
Según las observaciones cosmológicas y astronómicas, el Universo está formado de 3 “ingredientes, elementos, cosas”: materia ordinaria (átomos y radiación) 5 %, materia oscura (25 %, no sabemos qué es), energía oscura (70 %, no tenemos ni p...idea de qué narices es)



El Modelo Cosmológico Estándar(II)

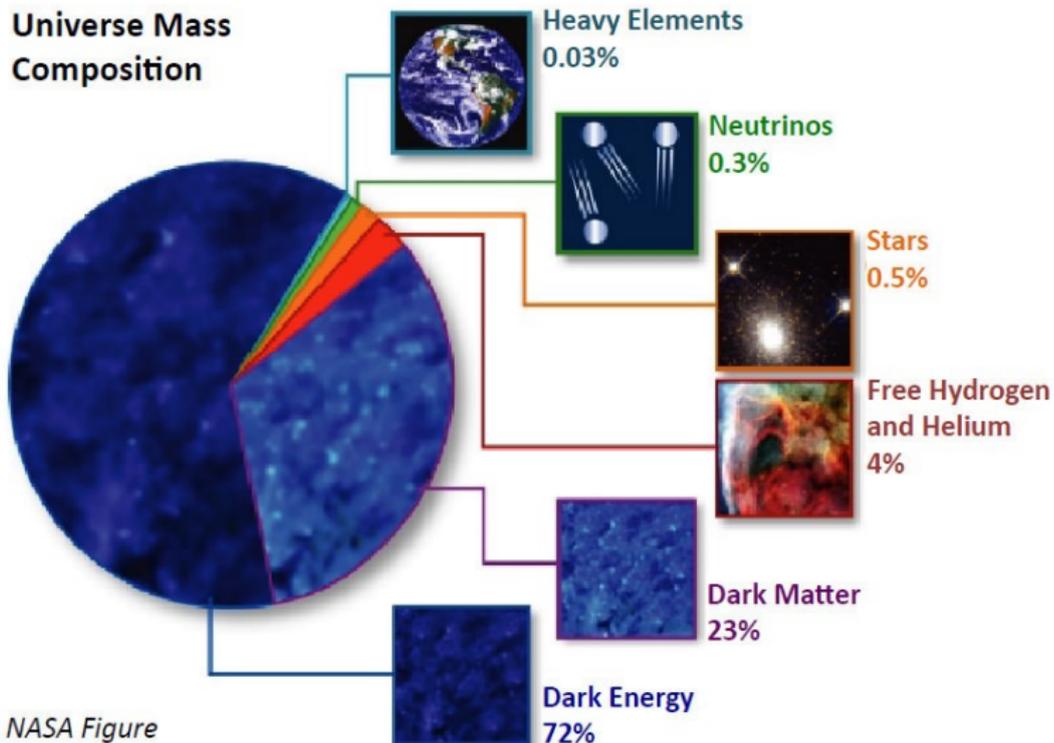


El Modelo Cosmológico Estándar(III)



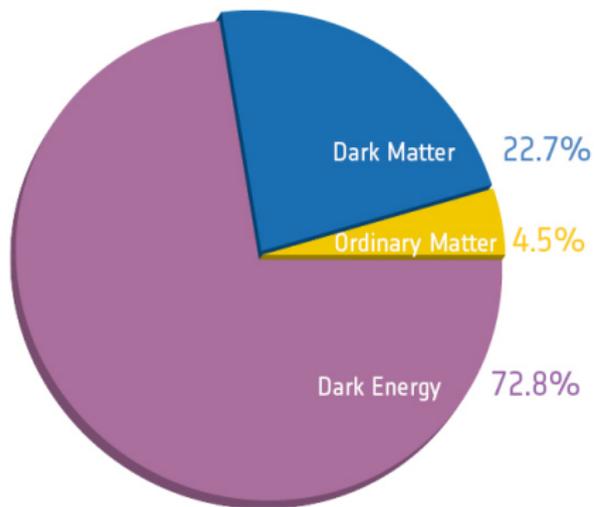
El Modelo Cosmológico Estándar(IV)

Universe Mass Composition

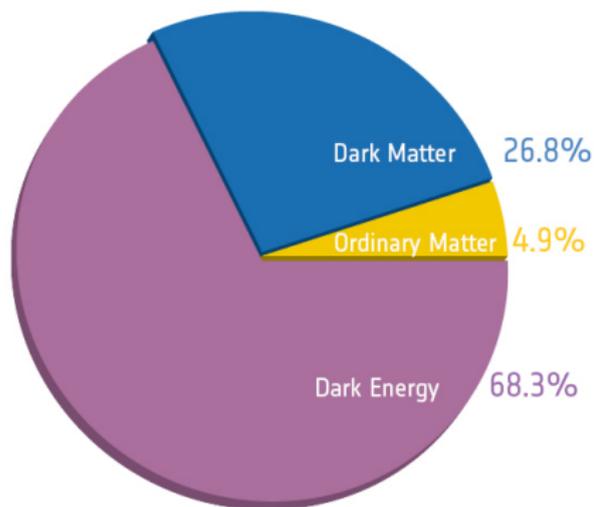


NASA Figure

El Modelo Cosmológico Estándar(V)



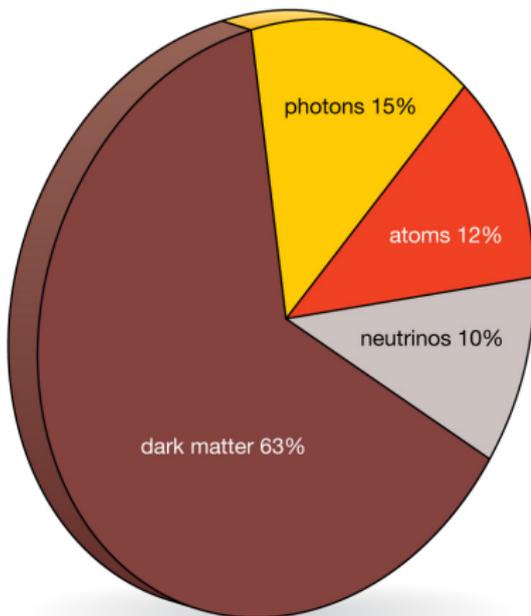
Before Planck



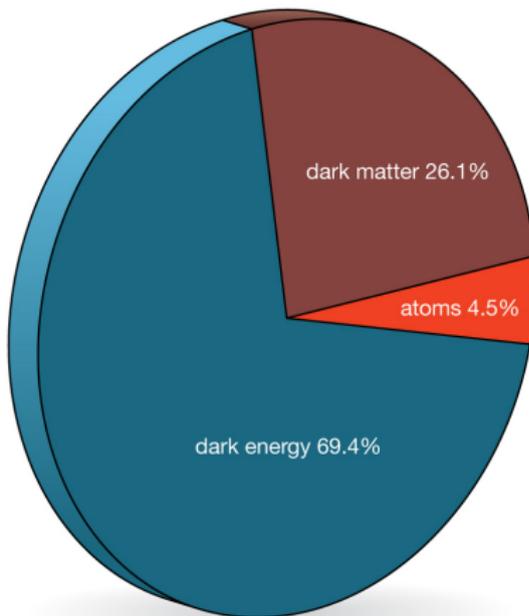
After Planck

Pasado y presente de nuestro Universo

Matter-energy content of the universe

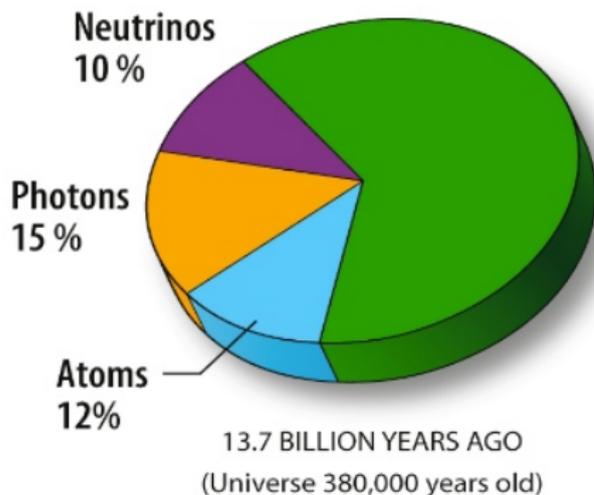
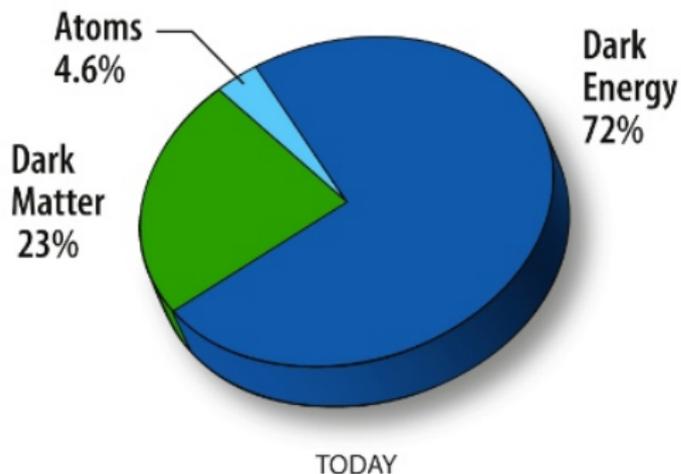


13.8 billion years ago,
when the universe was 380,000 years old



today

Pasado y presente de nuestro Universo



Los misteriosos neutrinos...

Greek symbol: nu 

Family: lepton

Trillions of neutrinos stream through your hand every second (but they're so antisocial, only one might actually interact with your body in your whole lifetime).

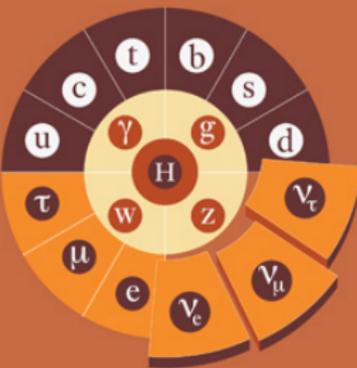


Neutrinos rarely interact and feel only two forces: *gravity* *weak force*



Antimatter version: antineutrino
Neutrinos might be their own antiparticles!

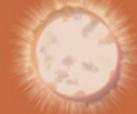
The Intriguing Neutrino



UNKNOWN but incredibly small, more than one million times smaller than an electron

Spin 1/2 *Charge* 0

When a star explodes, 99% of the energy is carried away by neutrinos



Name means - "little neutral one"



www.fnal.gov

“Dear radioactive ones, scrutinize and judge.”
- Wolfgang Pauli, in his letter proposing the neutrino, a “desperate remedy” he worried physicists could never detect

Neutrinos are left-handed and antineutrinos are right-handed



3 TYPES

 electron neutrino	 muon neutrino	 tau neutrino
Discovered: 1956	Discovered: 1962	Discovered: 2000

Neutrinos oscillate, or change type, as they travel

Fermilab U.S. DEPARTMENT OF ENERGY Office of Science

Ecuaciones del Modelo Cosmológico Estándar: teoría de la relatividad general/ecuaciones de Friedmann

Friedmann equations

$$1. \quad \frac{\dot{a}^2 + kc^2}{a^2} = \frac{8\pi G\rho + \Lambda c^2}{3}$$

$$2. \quad \frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3} \left(\rho + \frac{3p}{c^2} \right) + \frac{\Lambda c^2}{3}$$

El Modelo Cosmológico Estándar(X)

Ecuaciones de Friedmann=Ecuaciones de Einstein para un Universo homogéneo e isótropo

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

y donde

$$g_{\mu\nu} = g_{\mu\nu}(x^\sigma) \quad G_{\mu\nu}(g_{\mu\nu}, \partial_\alpha g_{\mu\nu}, \partial_{\alpha\beta} g_{\mu\nu}) = R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R$$

$$T_{\mu\nu} = \frac{-2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S_m}{\delta g^{\mu\nu}} = \frac{-2}{\sqrt{-g}} \frac{\partial(\sqrt{-g} \mathcal{L}_m)}{\partial g^{\mu\nu}} = -2 \frac{\partial \mathcal{L}_m}{\partial g^{\mu\nu}} + g_{\mu\nu} \mathcal{L}_m$$

Los dos pilares: SM y LCDMSM

Salvo detalles (importantes), todo son campos cuánticos...

SM

$$\mathcal{L}_{SM} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu} + i\bar{\Psi}\not{D}\Psi + h.c. + \Psi_i Y_{ij}\Psi_j\phi + h.c. + |D_\mu\phi|^2 - V(\phi), \text{ con } V(\phi) = -\mu^2|\phi|^2 + \lambda|\phi|^4$$

y un espacio-tiempo “clásico” regido por

LCDM

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

El origen de la masa(I)

El origen de la masa de los leptones y los bosones gauge es el campo (bosón) de Higgs, pero no el origen de la masa de, e.g., los protones/neutrones

Higgs sector in the SM

Higgs potential

Φ : isospin SU(2) scalar doublet

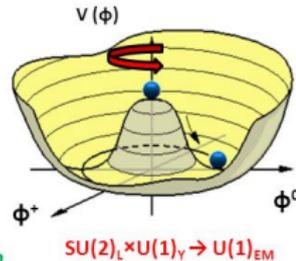
$$V(\Phi) = -\mu^2 |\Phi|^2 + \lambda |\Phi|^4$$

$$\Phi = \begin{pmatrix} \phi^+ \\ \phi^0 \end{pmatrix}$$

Higgs VEV

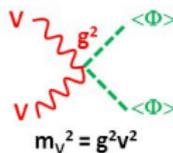
$$\langle \Phi \rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 \\ v \end{pmatrix}$$

Physical state: Only one neutral component h

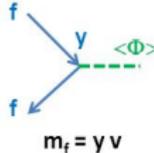


Origin of Mass

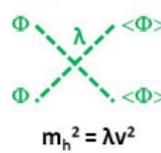
Gauge boson mass



Fermion mass



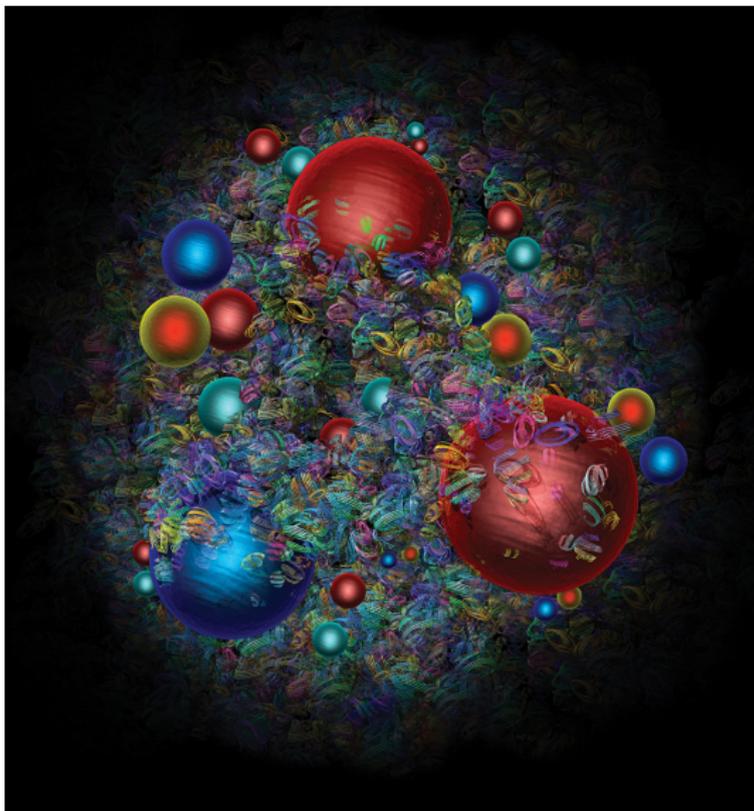
Higgs mass



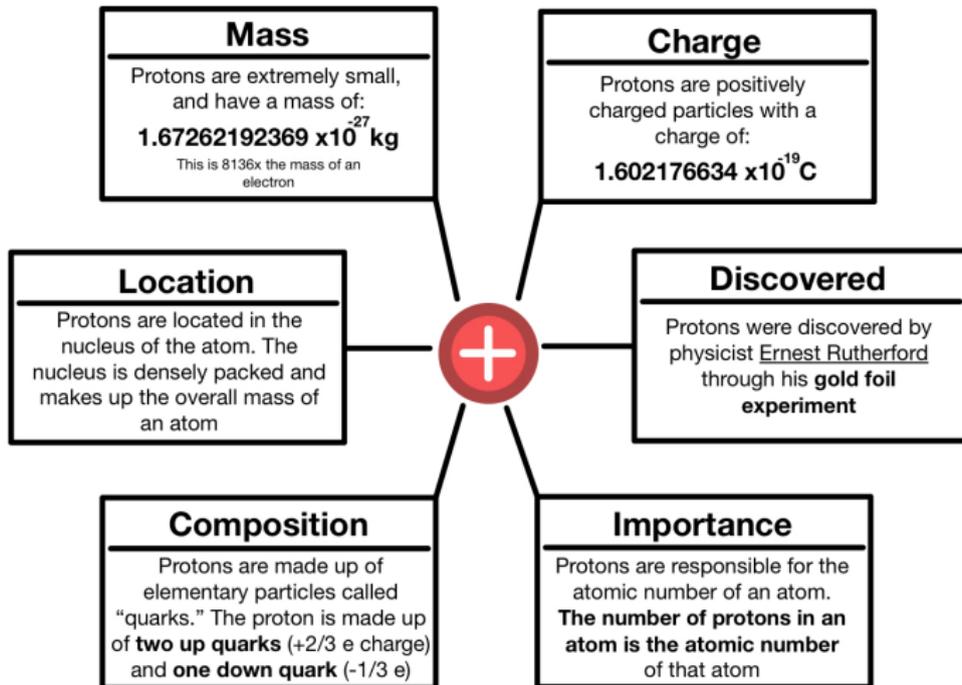
All the masses of particles are given by the Higgs VEV.

El origen de la masa(II)

El 90 % de la masa ordinaria es un efecto de quarks y gluones (QCD)



The Proton



El protón(II)

- Un protón tiene masa $m_p \simeq 938\text{MeV}/c^2 \sim 1\text{GeV}/c^2$, y lo forman 3 quarks: 2 up (u) y un down (d).
- Se ha medido $m_u \simeq 2,2\text{MeV}/c^2$ y $m_d \simeq 4,7\text{MeV}/c^2$.
- Entonces:
$$2m_u + m_d \simeq 9,1\text{MeV}/c^2 = 0,0091\text{GeV}/c^2 \ll m_p!!!!.$$
- ¿Entonces dónde está la masa del protón? La respuesta es complicada: está en la masa de los gluones y energía cinética de las partículas fluctuantes de la teoría de QCD (autointeracciones).
- El origen de la masa es debido al campo de Higgs, pero también a la teoría de quarks y gluones (QCD, Yang-Mills).

La densidad de materia y energía oscuras

- La densidad de materia oscura y energía oscura son semejantes en la actualidad $\rho_{DM} \sim \rho_{\Lambda} \sim \rho \sim 10^{-27} \text{ kg/m}^3$.
- La densidad de energía oscura está vinculada a la constante cosmológica Λ , via

$$\rho_{\Lambda}(E) = -\frac{\Lambda c^4}{8\pi G} \leftrightarrow \rho_{\Lambda}(M) = -\frac{\Lambda c^2}{8\pi G}$$

- La densidad crítica del universo es $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$. El radio del Universo es, si $v = Hd$, y $t_U = 1/H$, $R_U = c/H$.
- La energía (masa) cósmica es (si $L_{\Lambda}^2 = 3/\Lambda$ y $L_p^2 = G\hbar/c^3$):

$$E_U = \frac{c^5}{2GH} = \frac{c^4}{2G} \sqrt{\frac{1}{\Lambda}} = \frac{\hbar L_{\Lambda} c}{2 L_p^2} \leftrightarrow M_U = \frac{c^3}{2GH} = \frac{c^2}{2G} \sqrt{\frac{1}{\Lambda}} = \frac{\hbar L_{\Lambda}}{2 c L_p^2}$$

- Experimentalmente: $M_U \sim 10^{53} \text{ kg}$, $E_U \sim 10^{70} \text{ J}$.

- 1 La Tabla Periódica
- 2 Elementos: grupos y valencias
- 3 La nueva tabla periódica: El Modelo Estándar de las partículas subatómicas
- 4 La Tabla (tarta) Periódica Cósmica
- 5 El mapa de la Física y el futuro

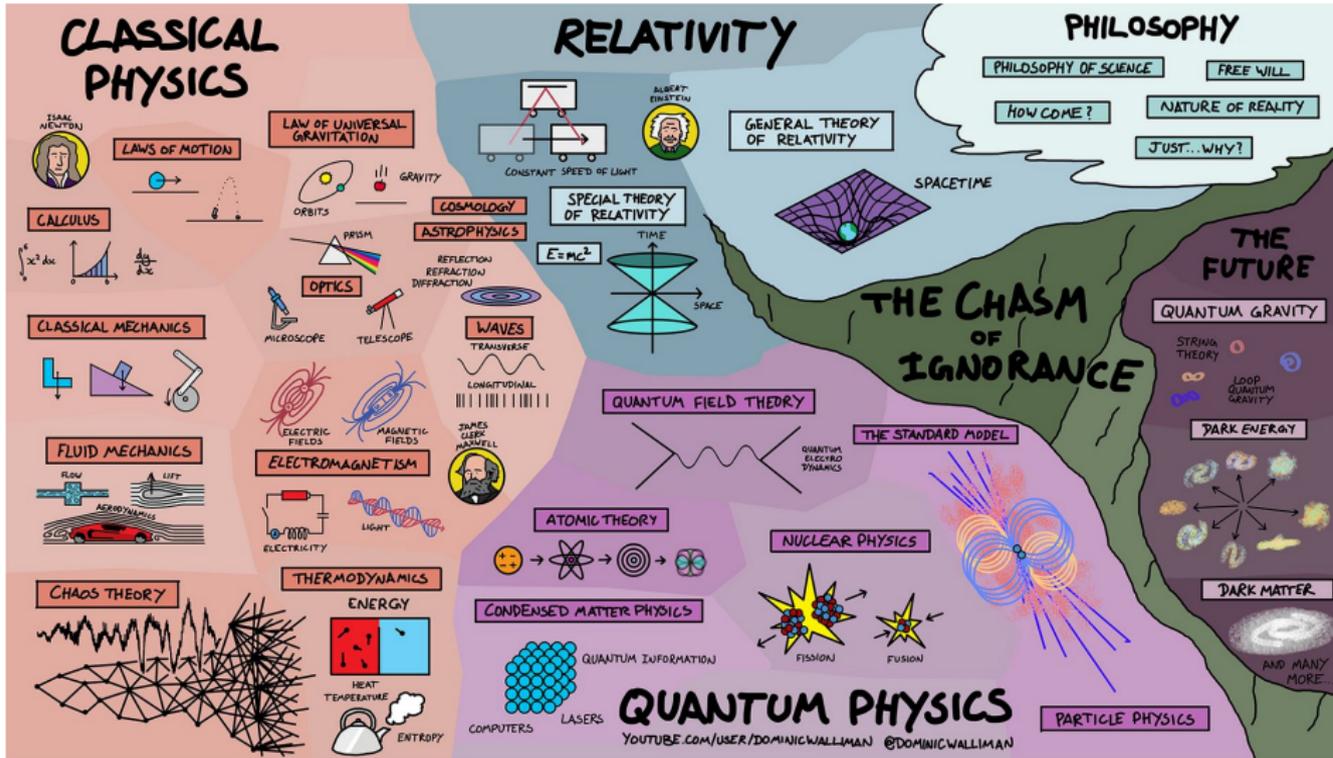
El mapa de la Física



AUTOR: DOMINIC WALLIMAN

TRADUCIDO POR: MOLASABER.ORG

The map of Physics



Gracias por vuestra atención



Figura 5: Loki is pleased!



Figura 6: Sylvie is pleased!