Física y Química ESO y Bachillerato
La Tabla Periódica y más allá

J. F. G. H.[1]

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

Earth planet
Milky Way Galaxy
Known Universe
Joki Multiverse

Contenido

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

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H 1																	**He 2**	1*s*
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	**O 8**	F 9	**Ne 10**	2*s* + 2*p*
3	Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	**Ar 18**	3*s* + 3*p*
4	K 19	**Ca 20**	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	**Ni 28**	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	**Kr 36**	4*s* + 3*d* + 4*p*
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	**Zr 40**	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	**Sn 50**	Sb 51	Te 52	I 53	**Xe 54**	5*s* + 4*d* + 5*p*
6	Cs 55	Ba 56	57 -71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	**Pb 82**	Bi 83	Po 84	At 85	**Rn 86**	6*s* + 4*f* + 5*d* + 6*p*
7	Fr 87	Ra 88	89-103	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**	7*s* + 5*f* + 6*d* + 7*p*

Orbitals: *s* *p* *d* *f*

rare gases

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
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

4*f*

5*f*

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

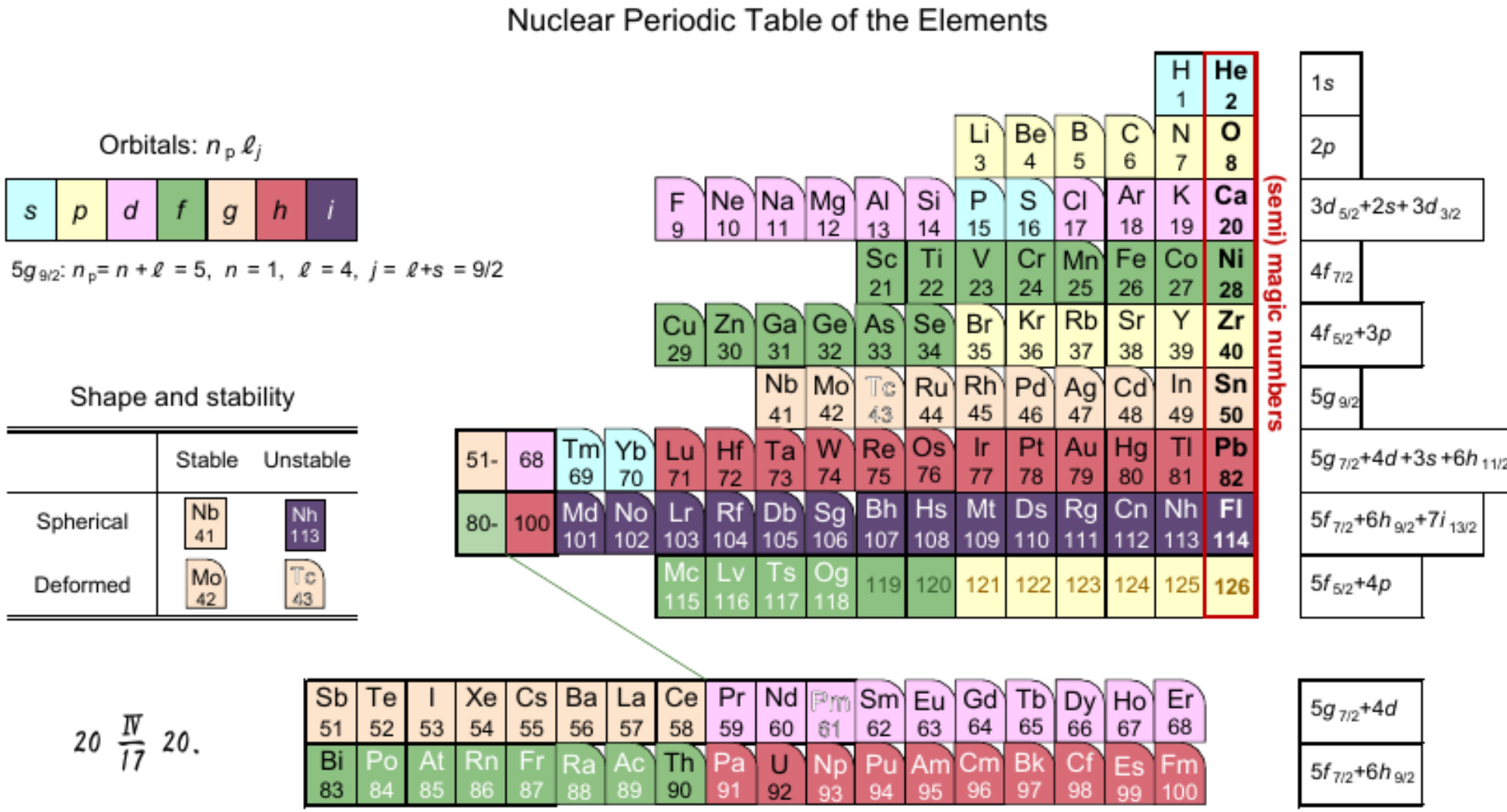


Figura 2: Números mágicos nucleares: 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, 184,. . .

Period 1																	18 Orbitals
												13	14	15	16	17	
1	1 H	2														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

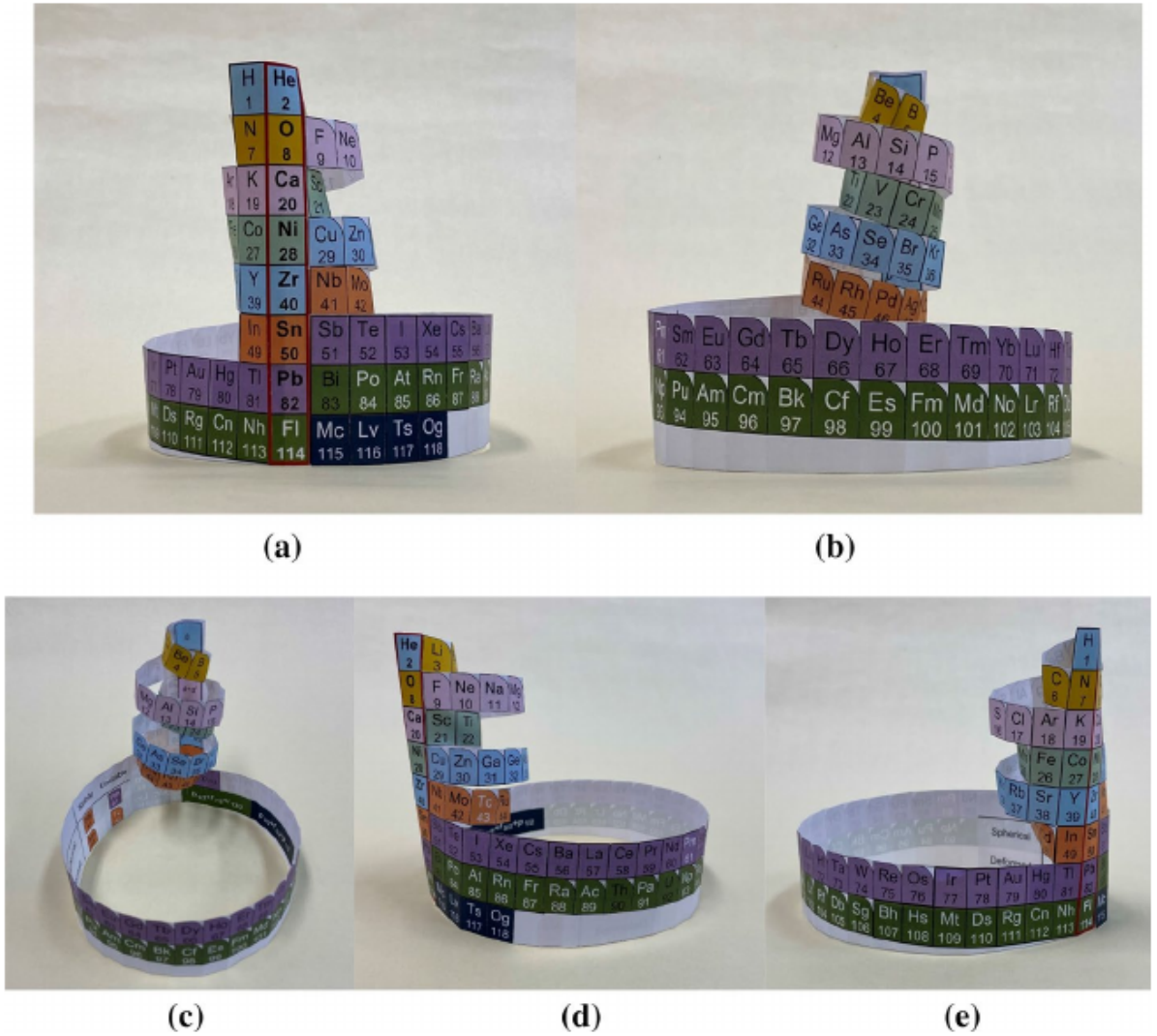
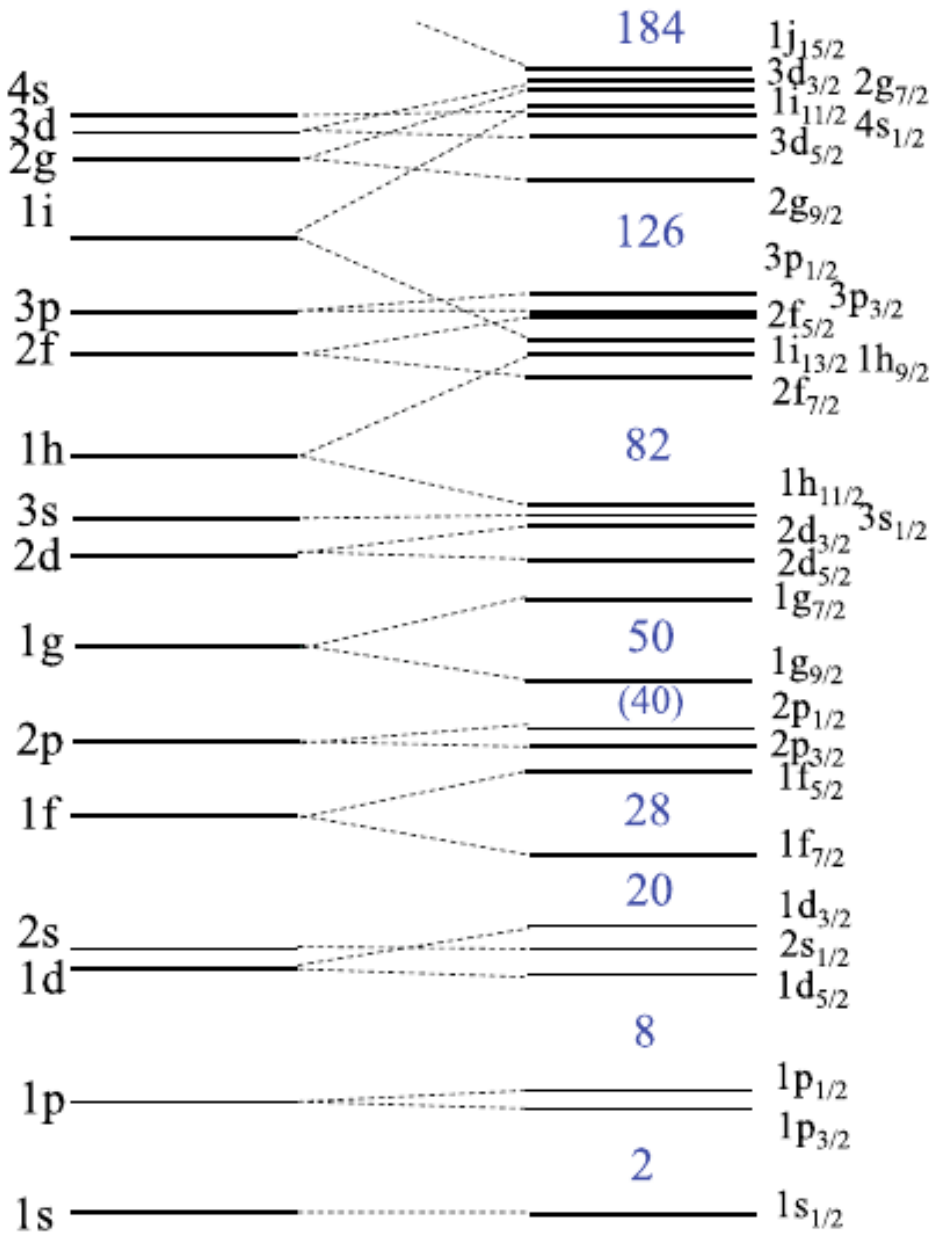
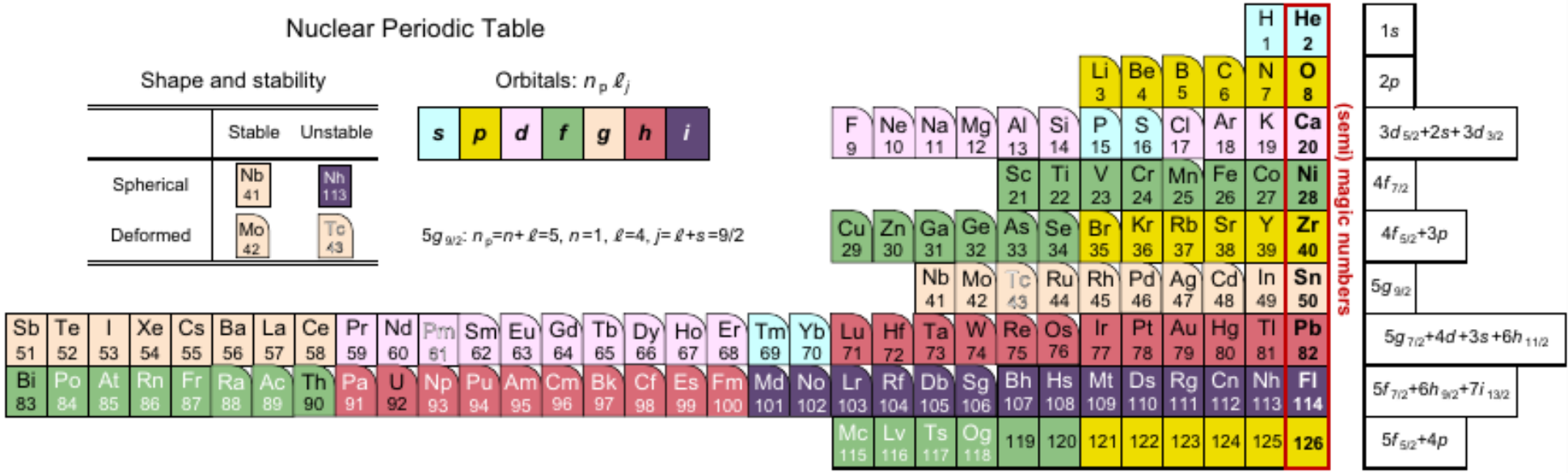


Figura 4: Tabla periódica extendida: modelo nuclear 3d.

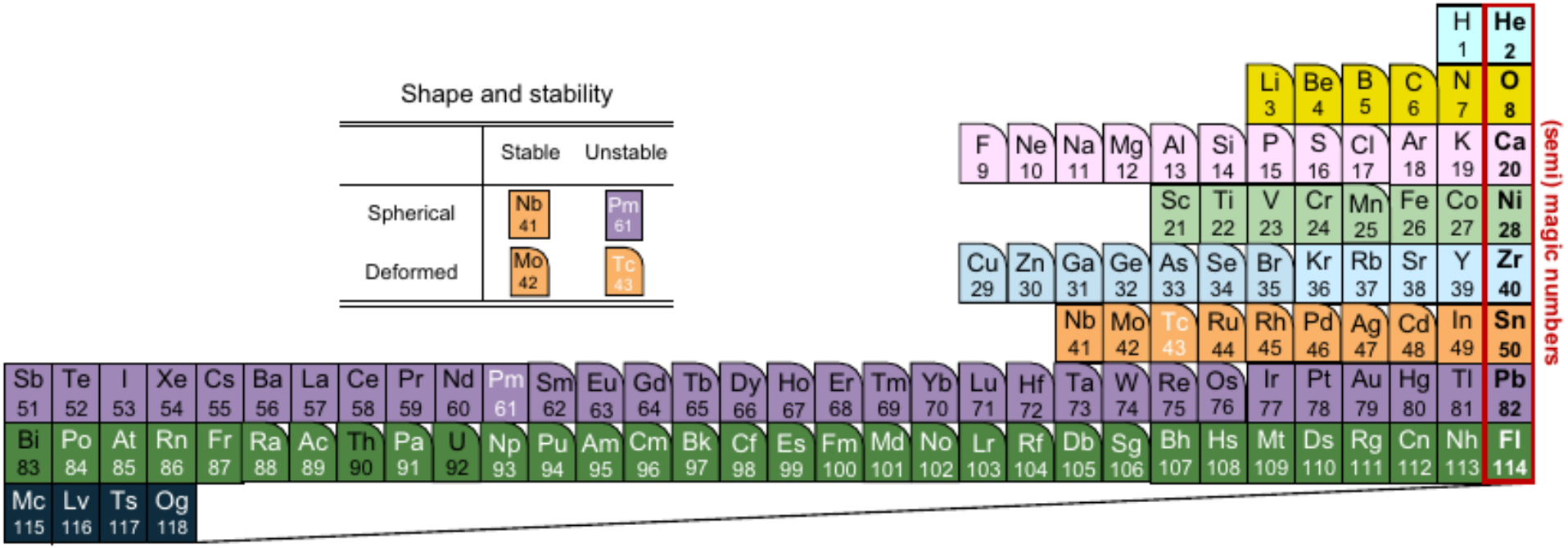
Niveles o capas nucleares



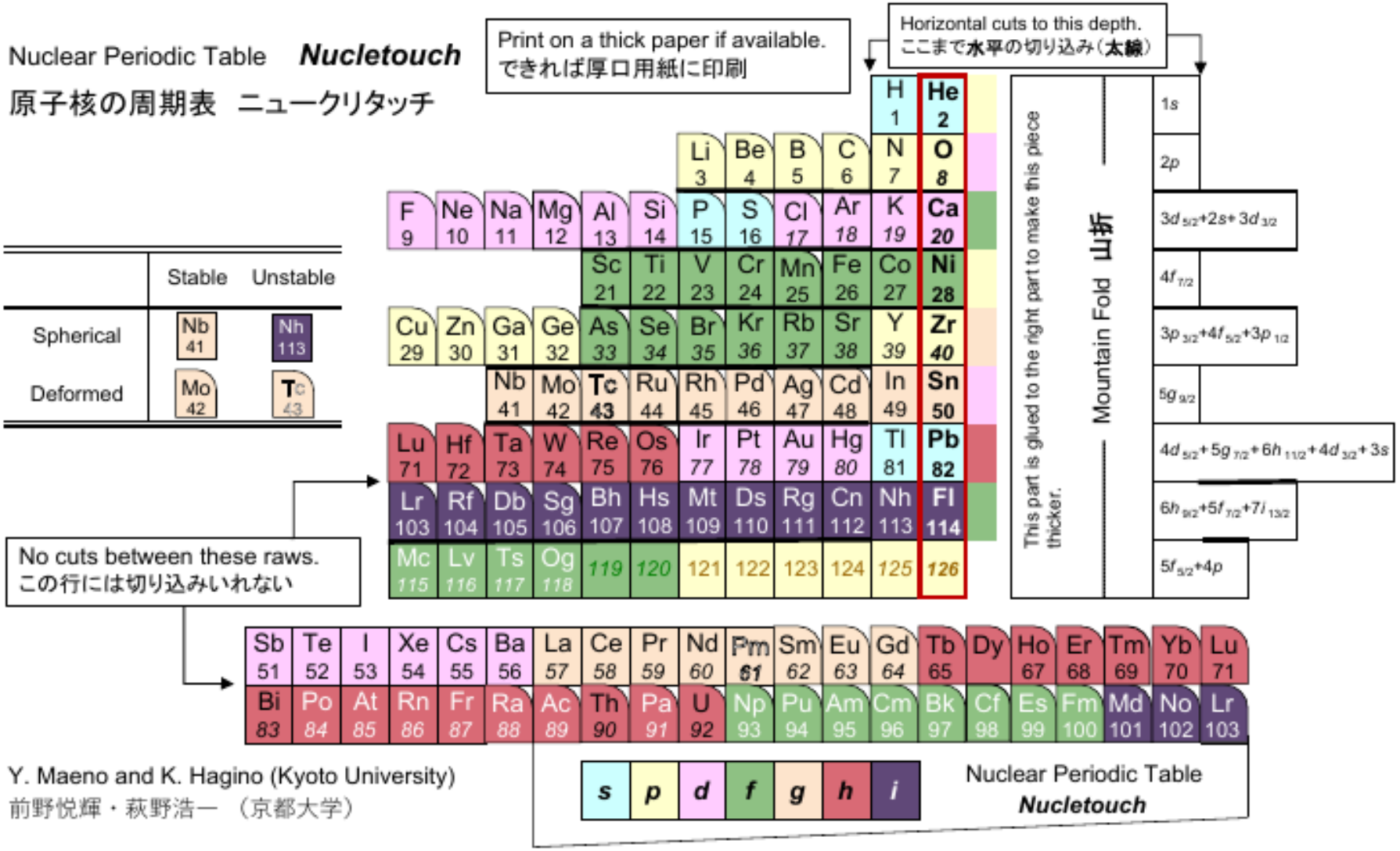
Niveles o capas nucleares(II)



Niveles o capas nucleares(III)



Nucleotouch (modelo japonés 3d)



Contenido

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

Grupo 1. G1: alcalinos

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.

Grupo 13. G13: térreos o boroideos

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).

Grupo 15. G15: nitrogenoideos o pnictógenos

Estado de oxidación: +1,+3,+5,-3

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

Grupo 16. G16: anfígenos o calcógenos

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).

Grupo 17. G17: halógenos

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

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

Grupo 18. G18: gases nobles o inertes

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

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

Algunos elementos de transición y transición interna(I)

- 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.

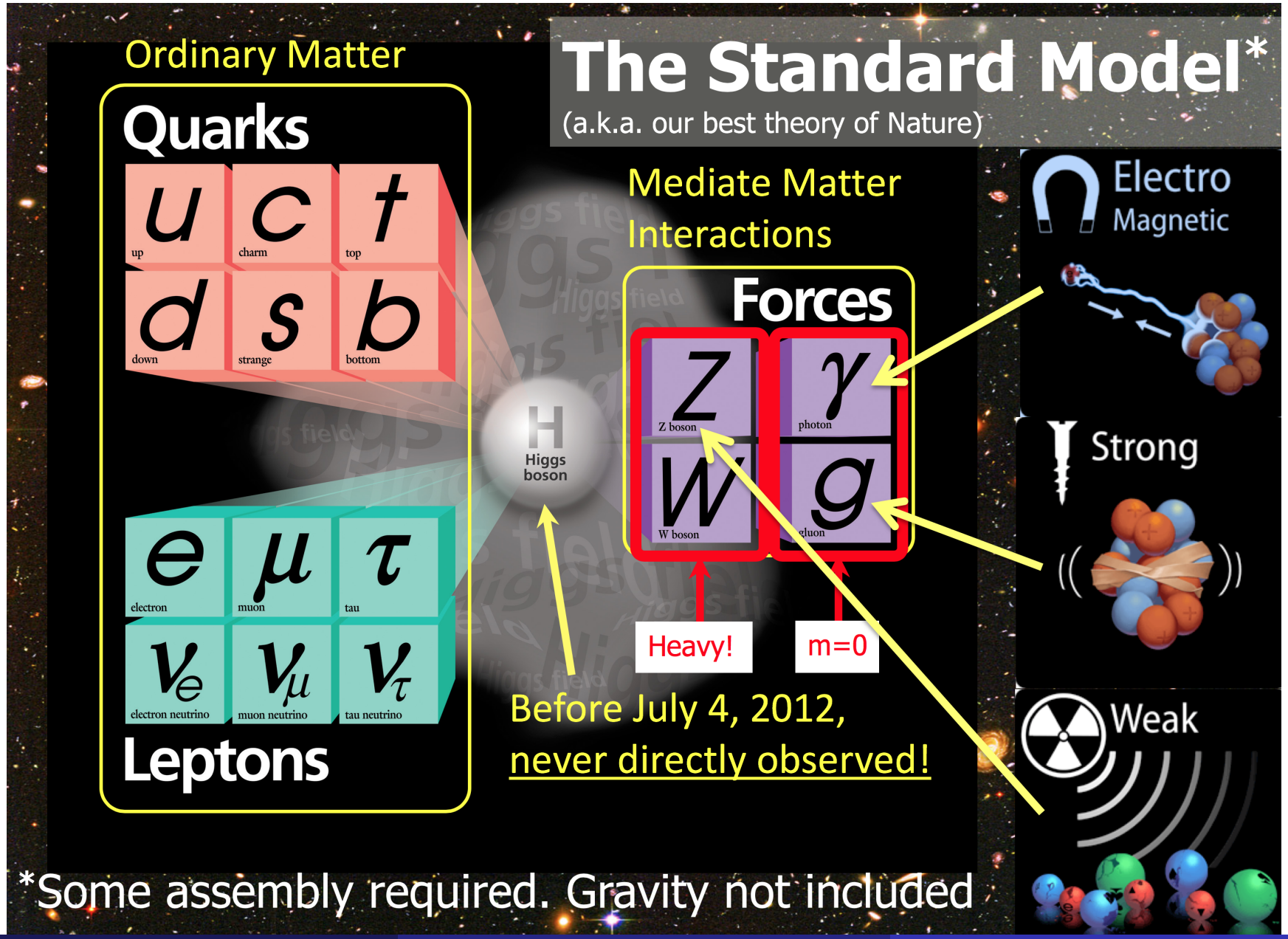
Algunos elementos de transición y transición interna(II)

- 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).

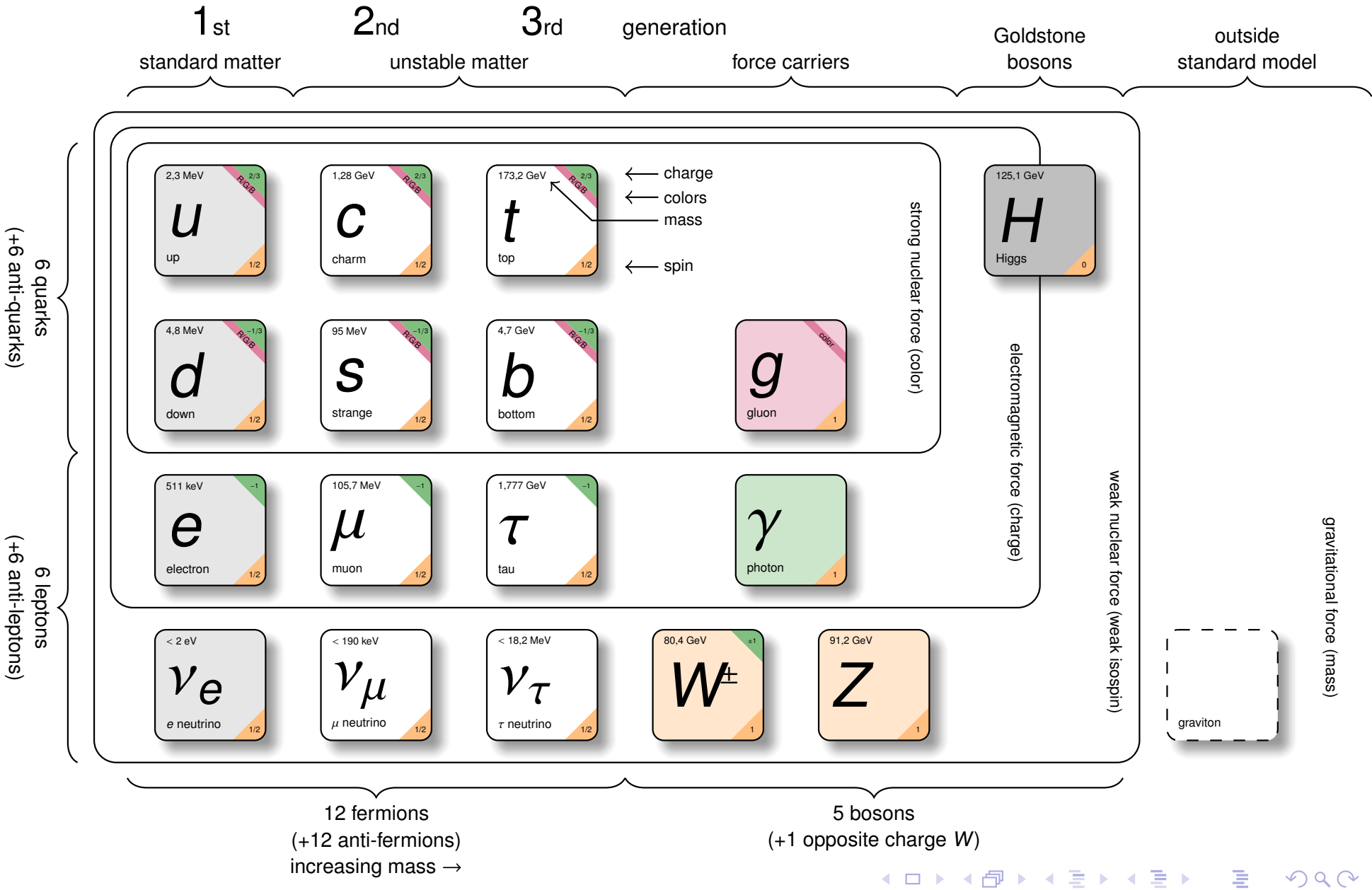
Contenido

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

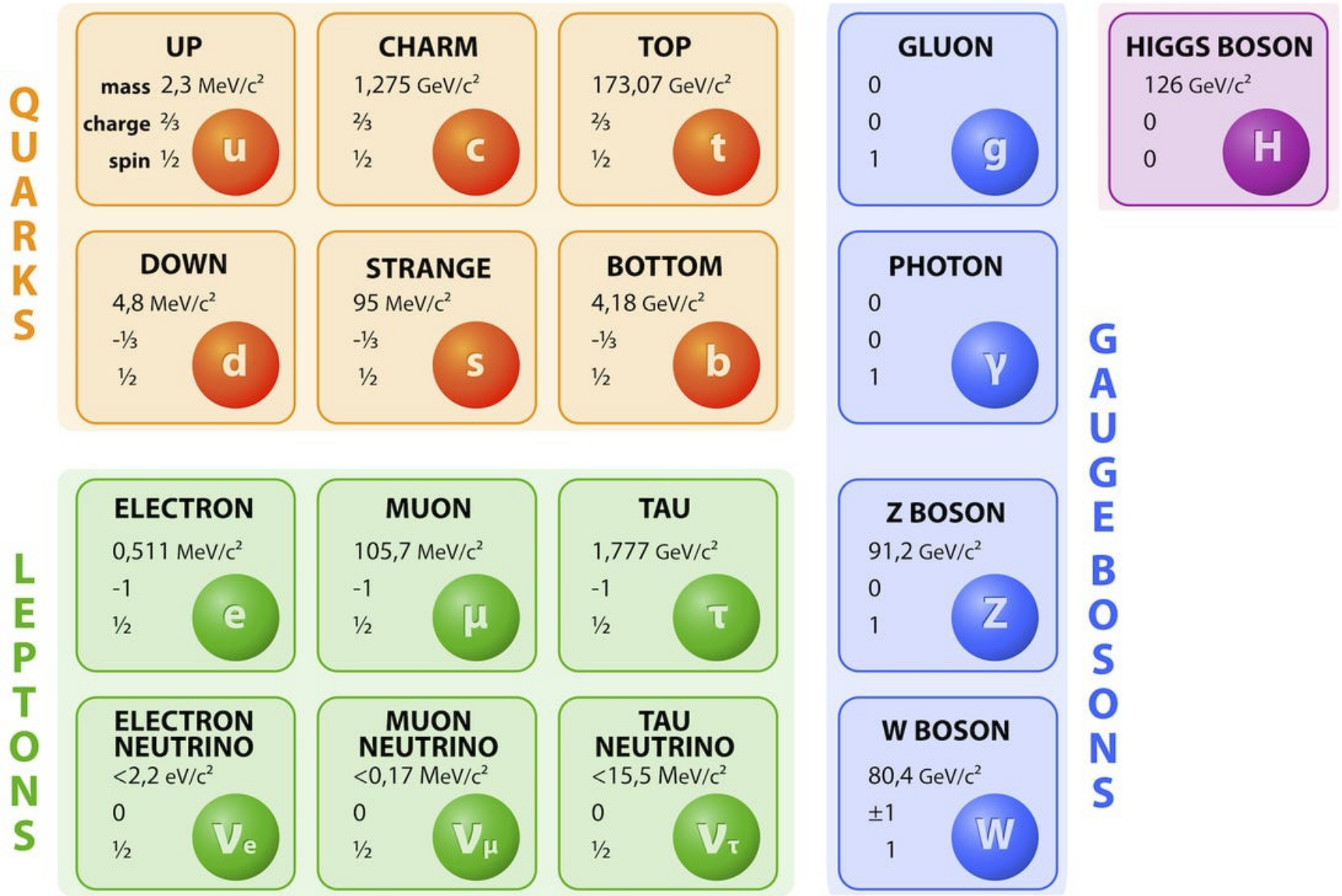
La nueva tabla periódica(desde 2012)



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



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



La nueva tabla periódica(II): el Modelo Estándar (v3)

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)

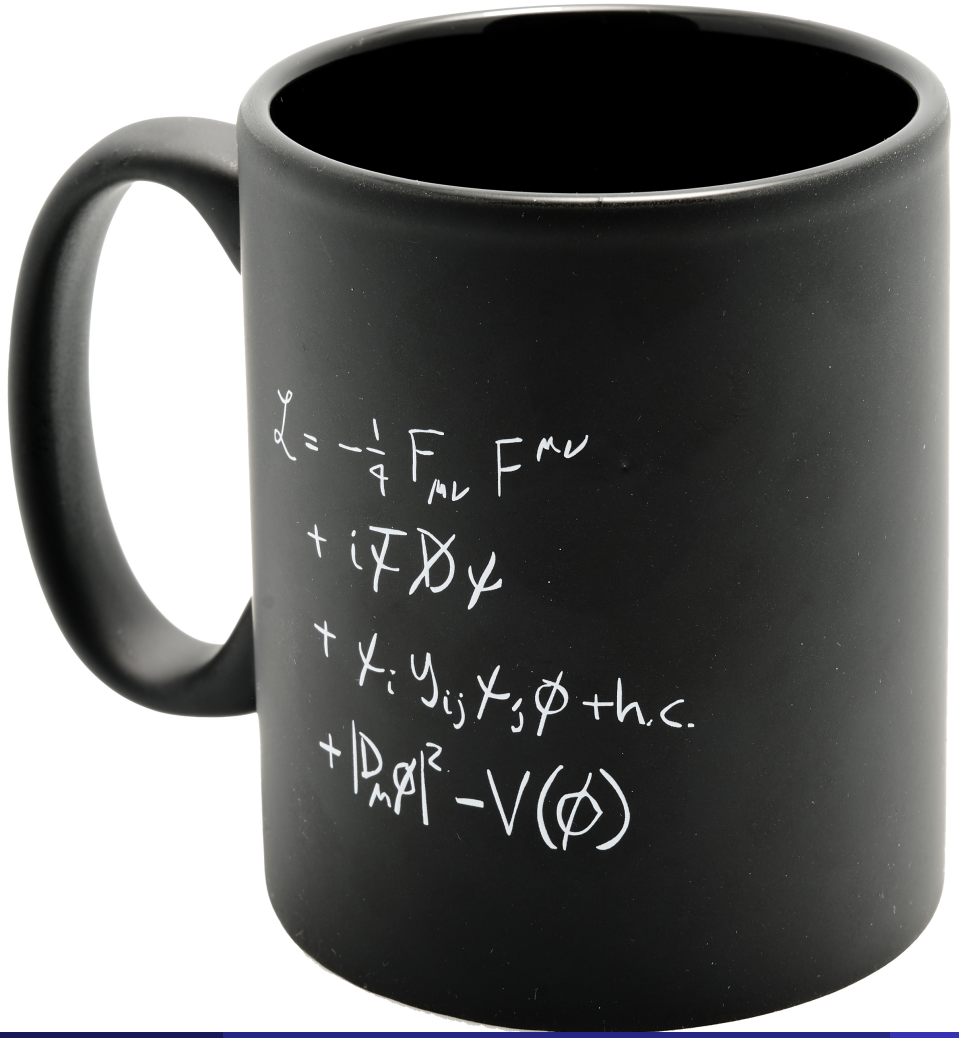
$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu}$$

$$+ i \bar{\psi} \not{D} \psi + h.c.$$

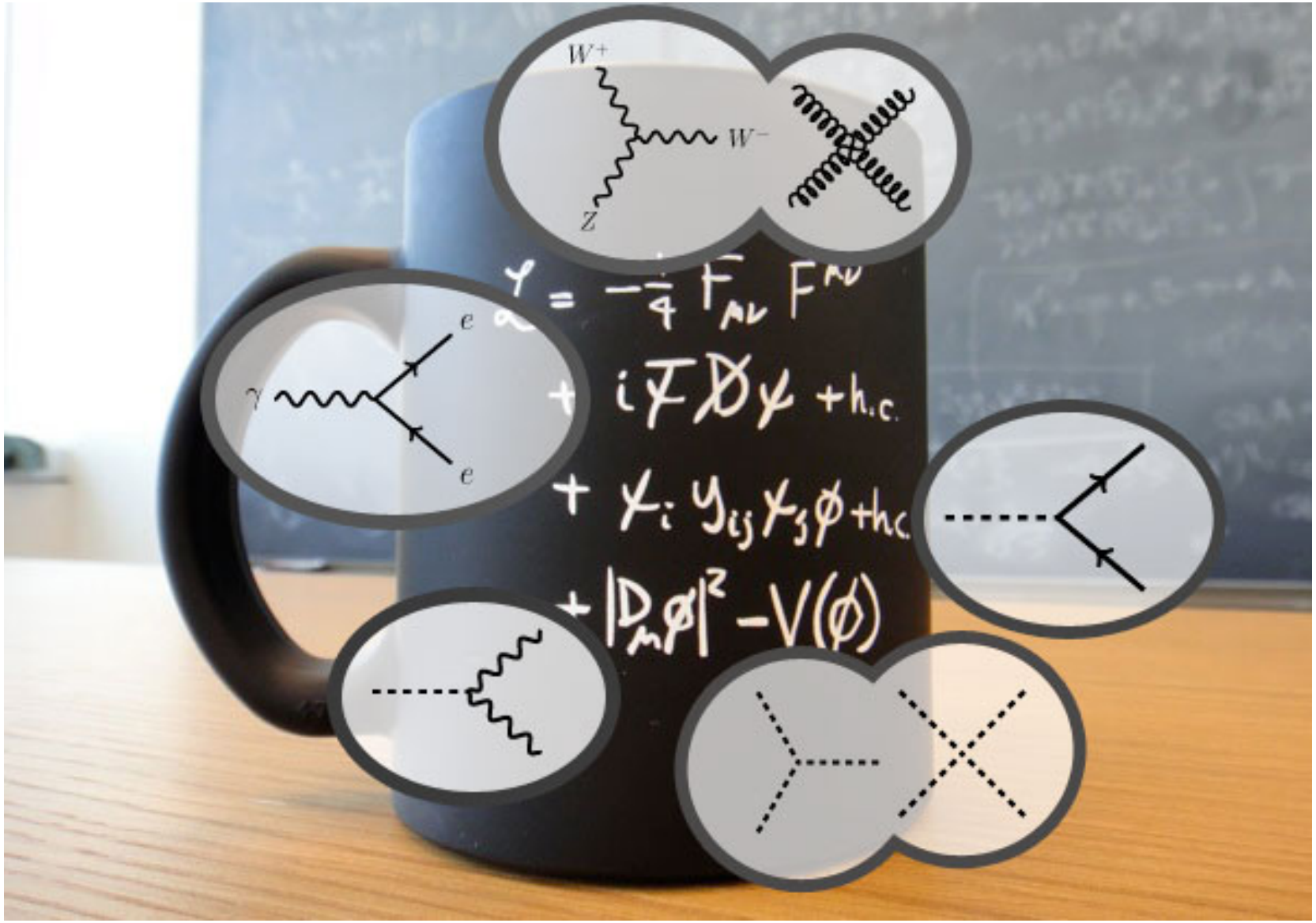
$$+ \psi_i y_{ij} \psi_j \phi + h.c.$$

$$+ |D_\mu \phi|^2 - V(\phi)$$

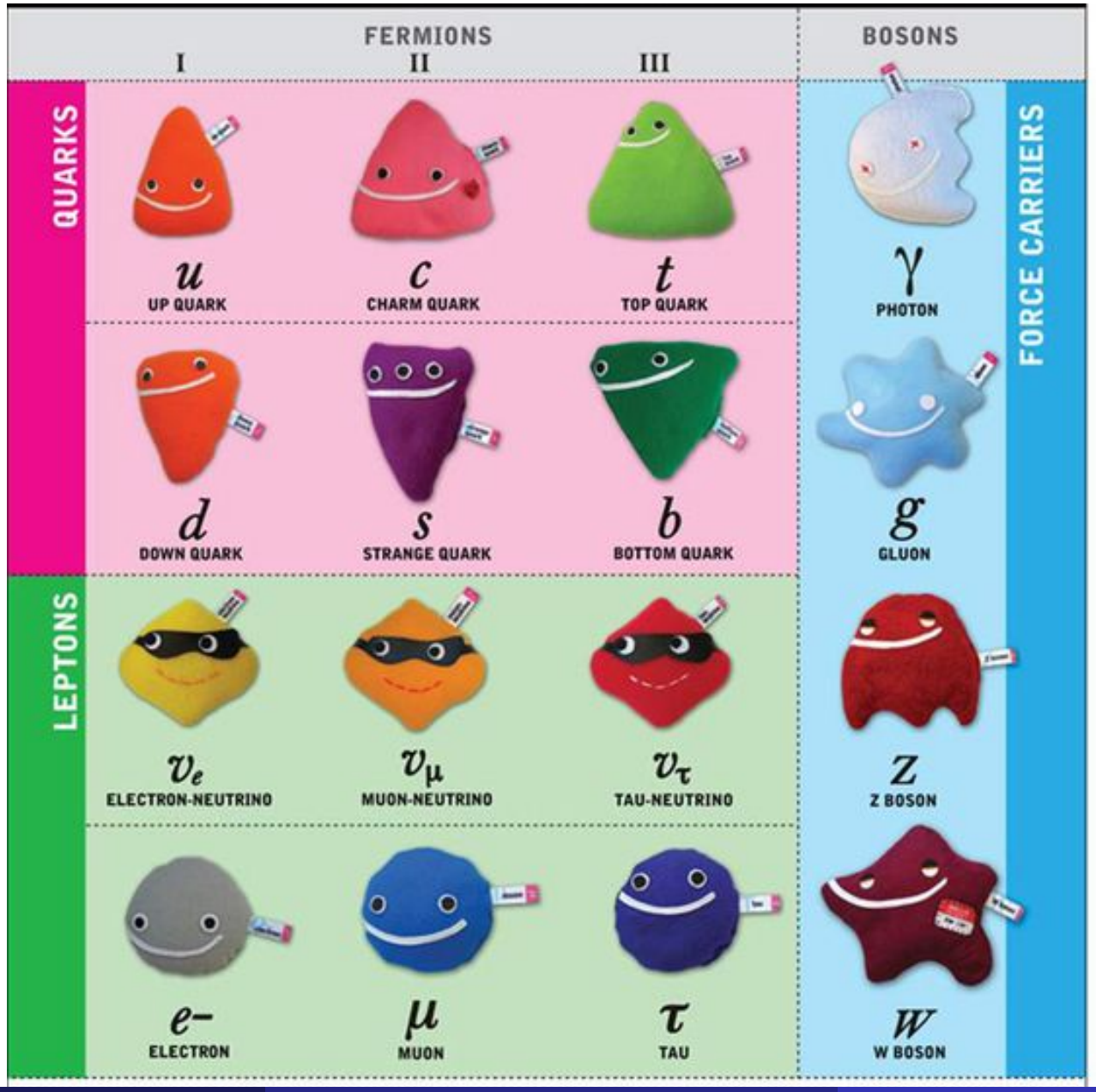
El Modelo Estándar “in a nutshell”(II)



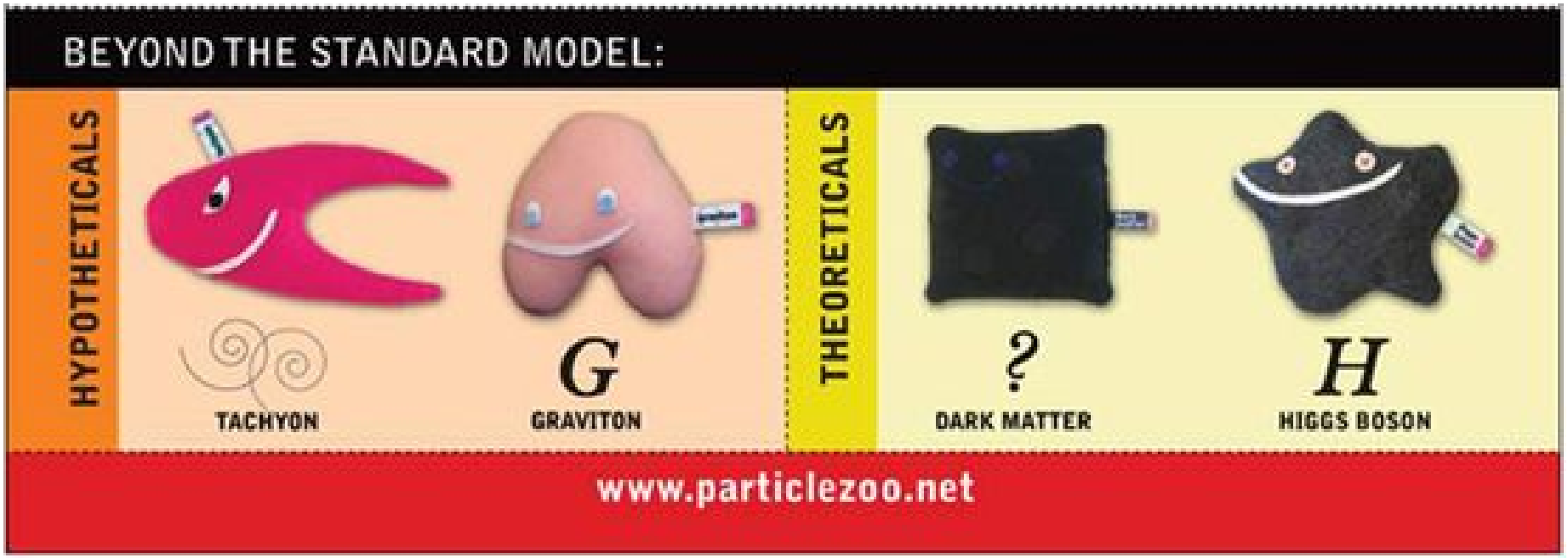
El Modelo Estándar “in a nutshell”(III)



El Modelo Estándar “in a nutshell”(IV)



El Modelo Estándar “in a nutshell”(V)



Contenido

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

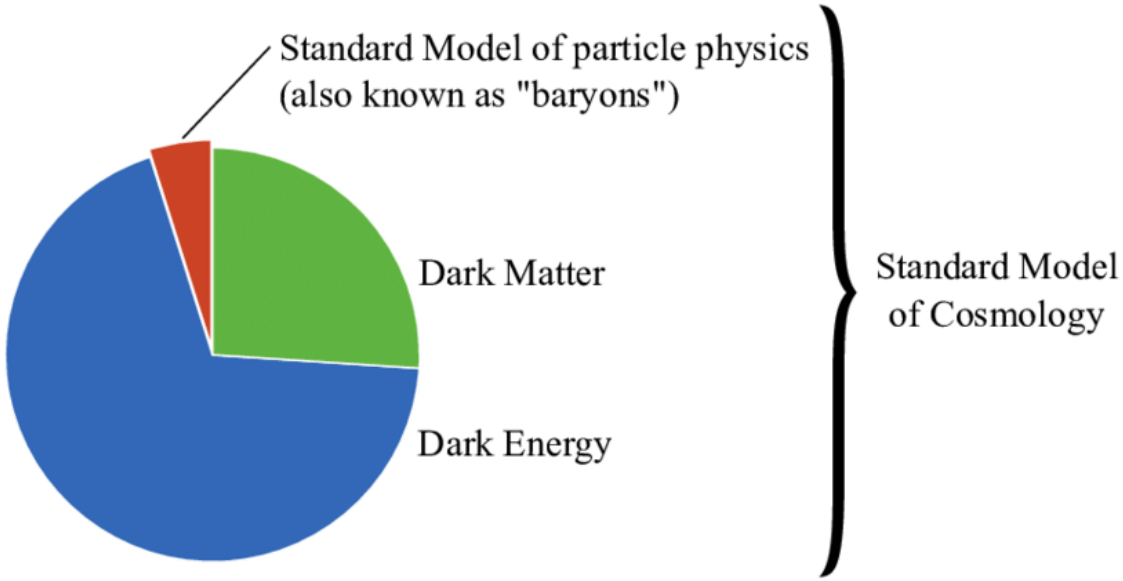
Eh????? Pues...NOOOOOOOOOOOOOO...NO conocemos el Lado Oscuro del Universo...

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

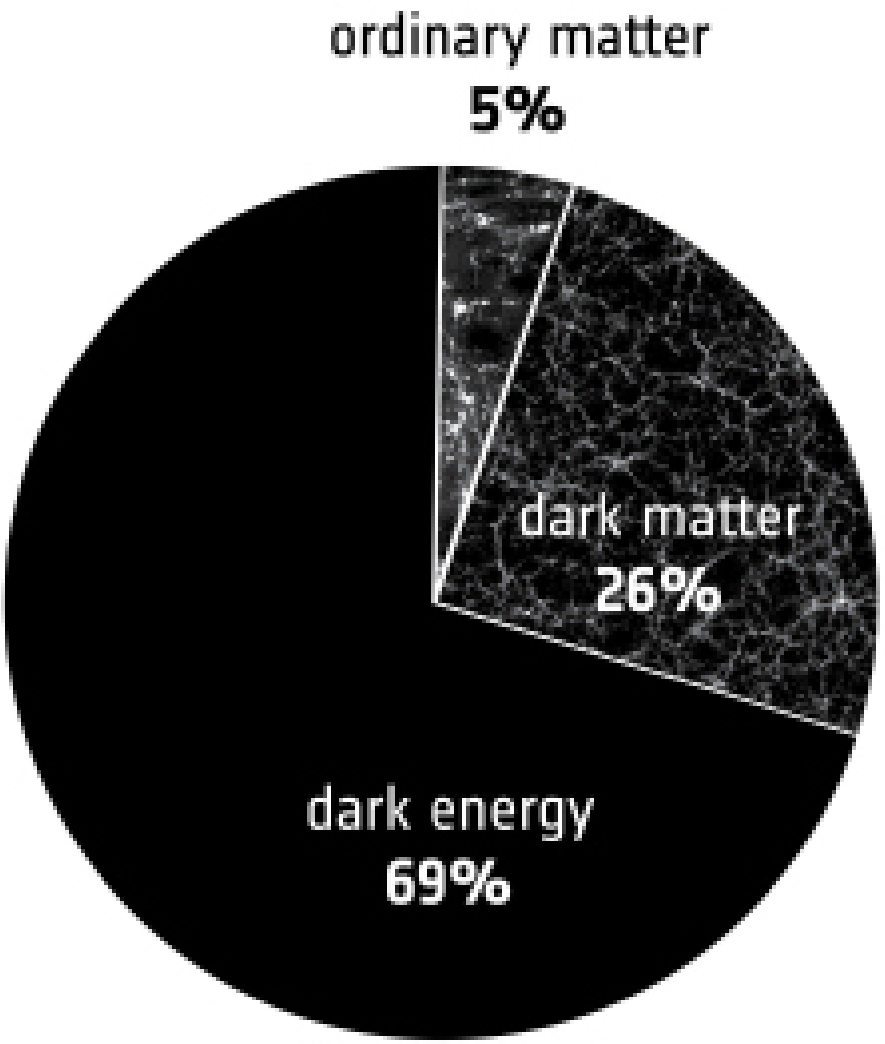
Eh????? Pues...NOOOOOOOOOOOOOO...NO conocemos el Lado Oscuro del Universo...

El Modelo Cosmológico Estándar(I)

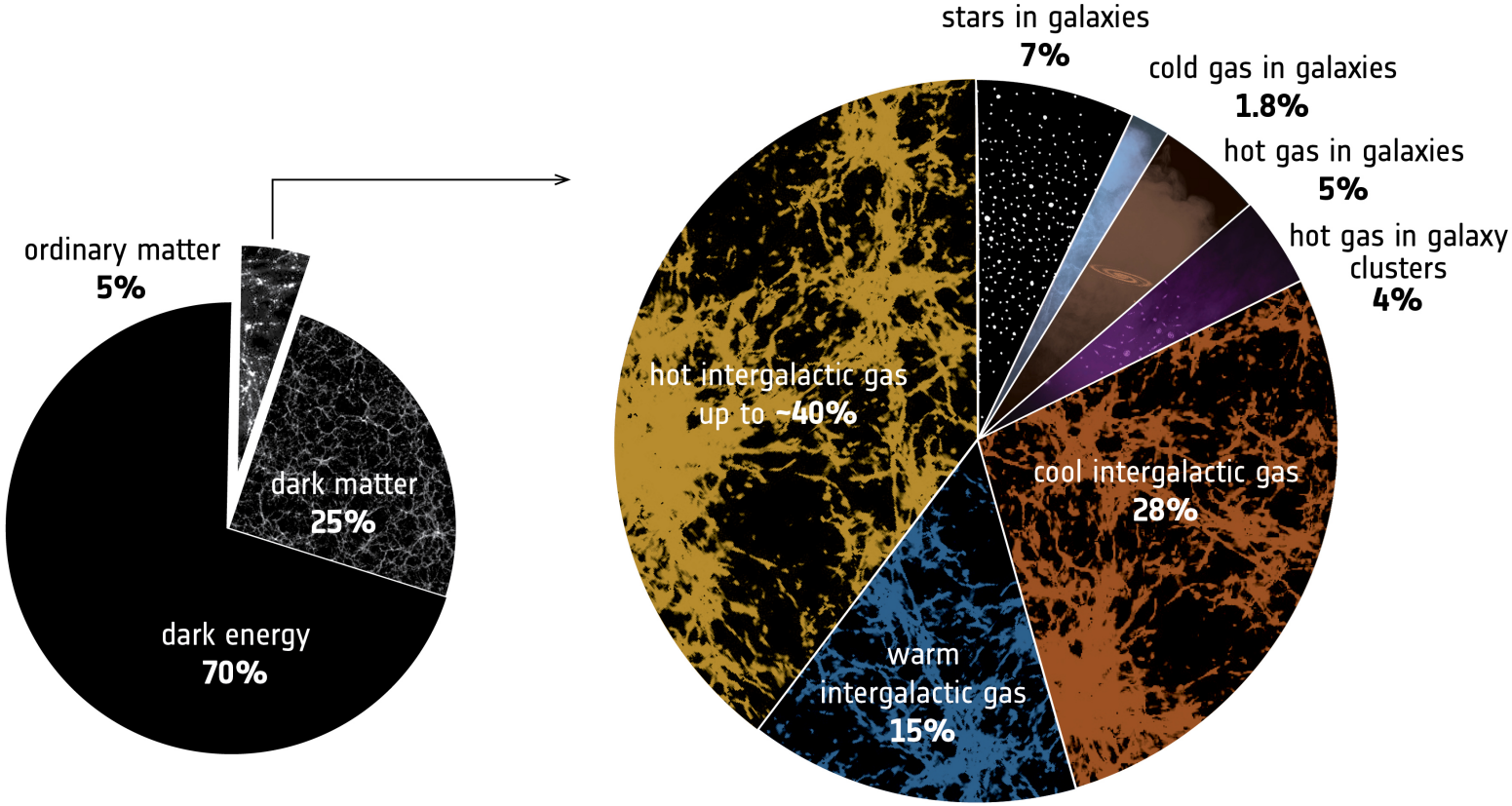
Según las observaciones cosmológicas y astronómicas, el Universo está formado de 3 “ingredientes, elementos, cosas”: materia ordinaria (átomos y radiación) 5 %, materia oscura (25 %, no sabemos qué es), energía oscura (70 %, no tenemos ni p...idea de qué narices es)



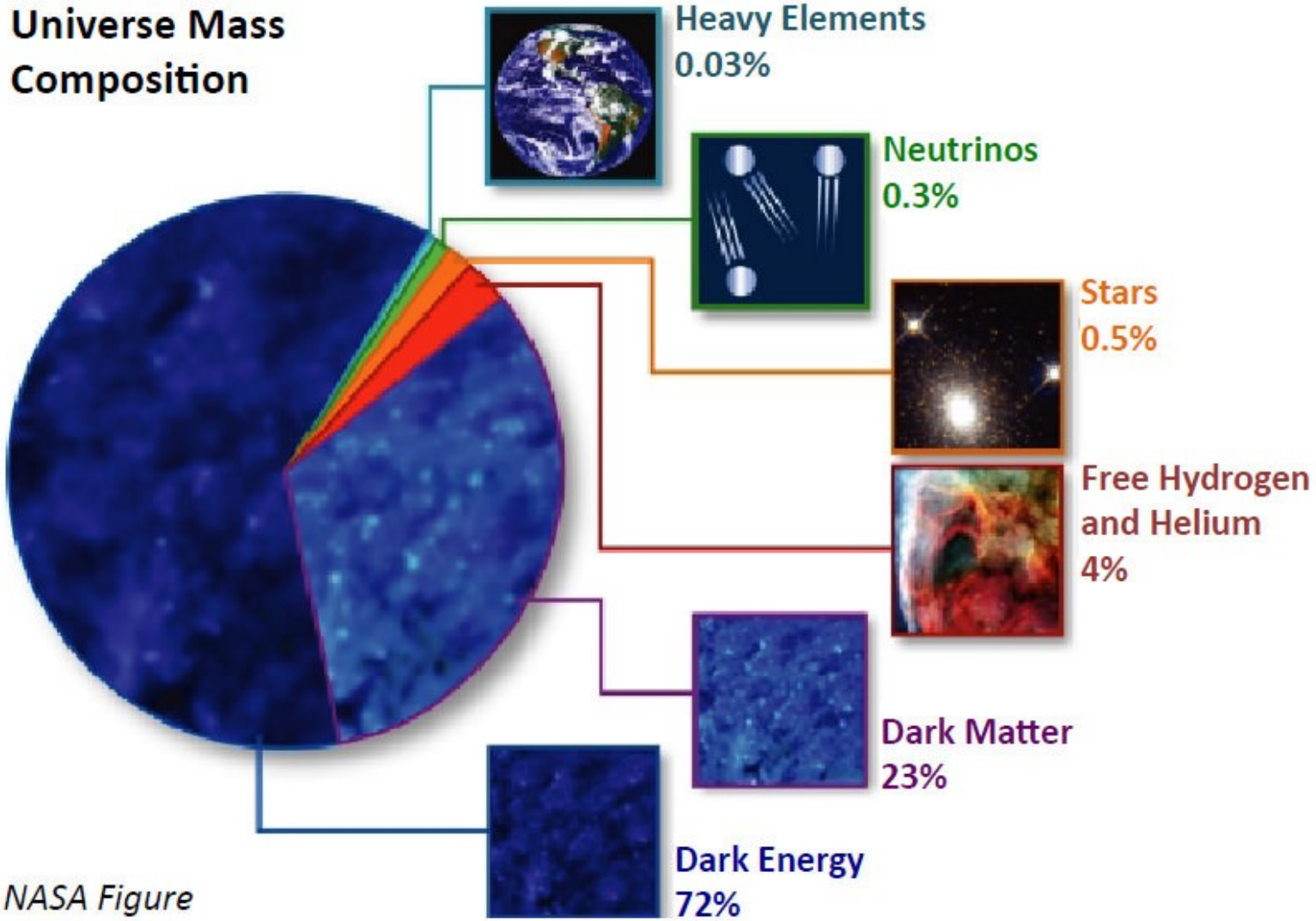
El Modelo Cosmológico Estándar(II)



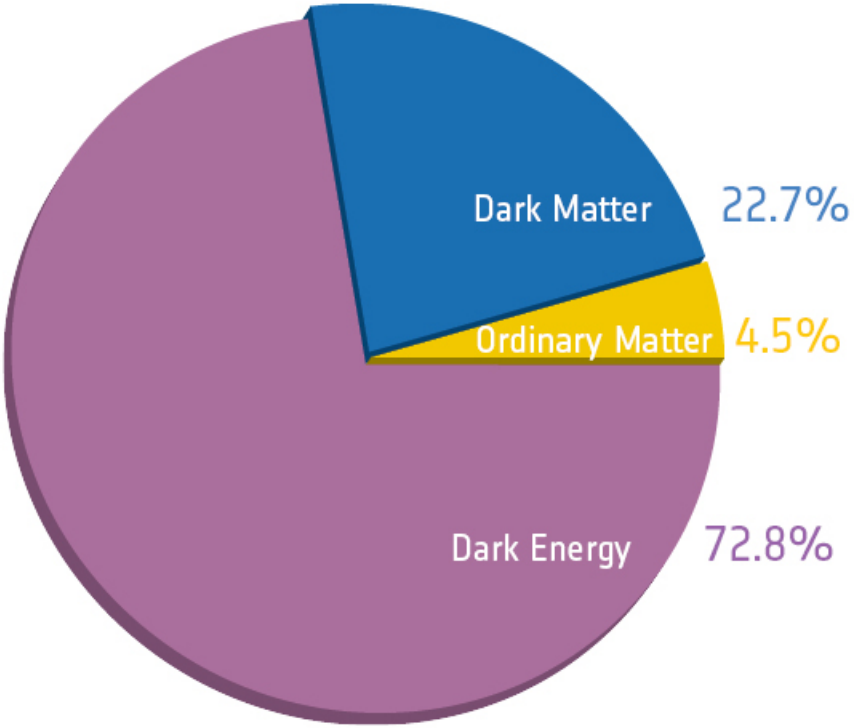
El Modelo Cosmológico Estándar(III)



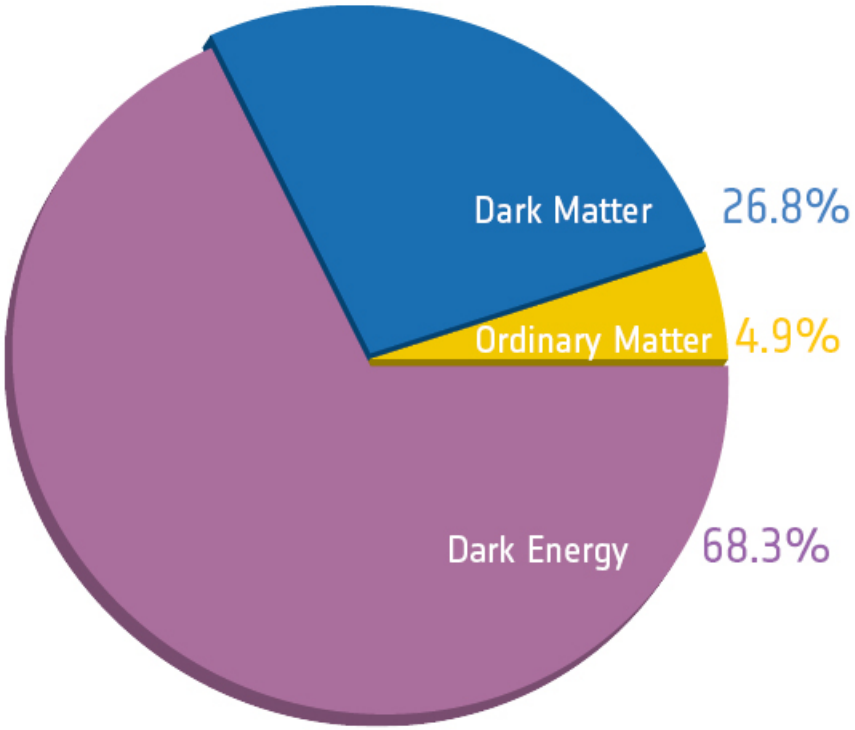
El Modelo Cosmológico Estándar(IV)



El Modelo Cosmológico Estándar(V)

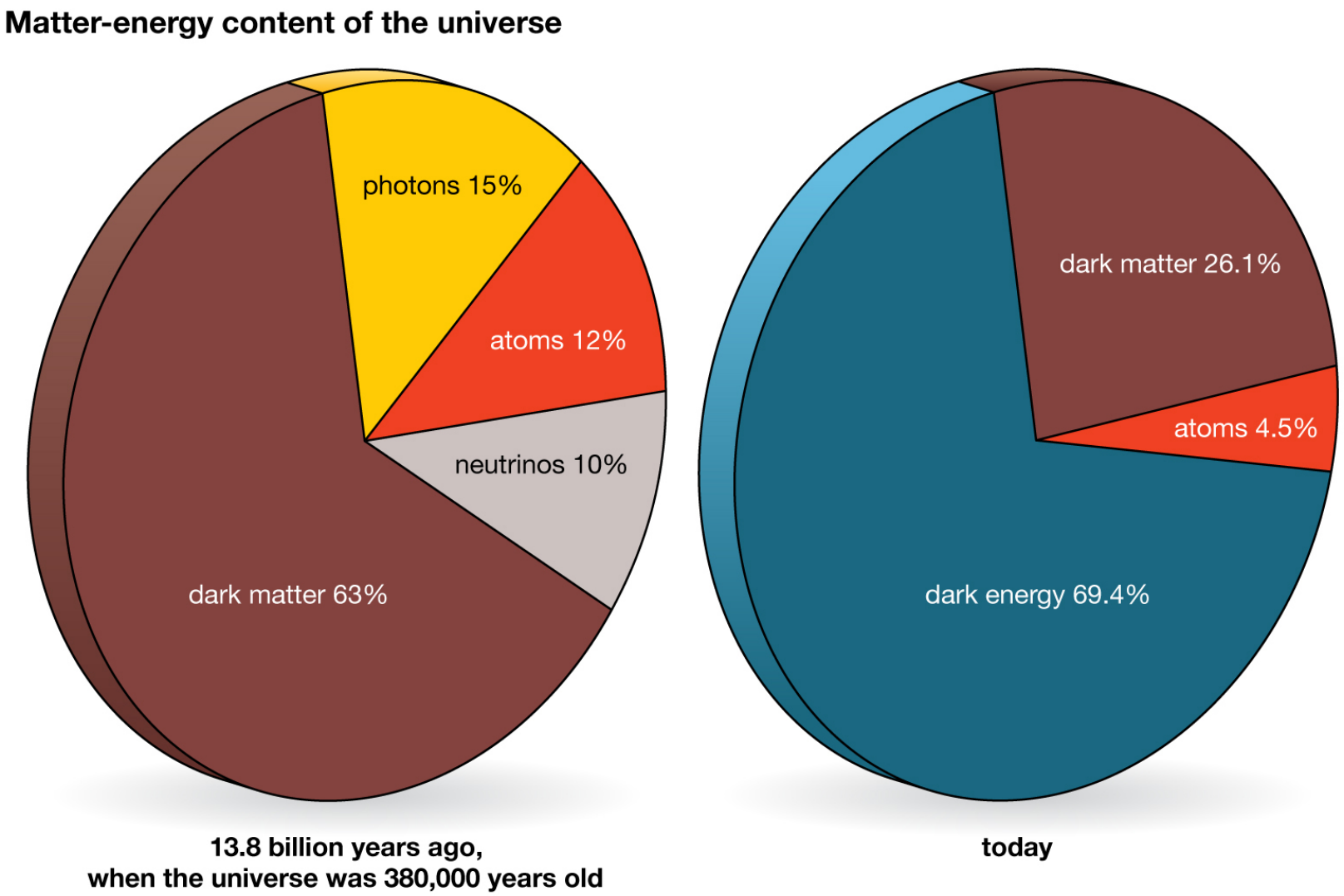


Before Planck



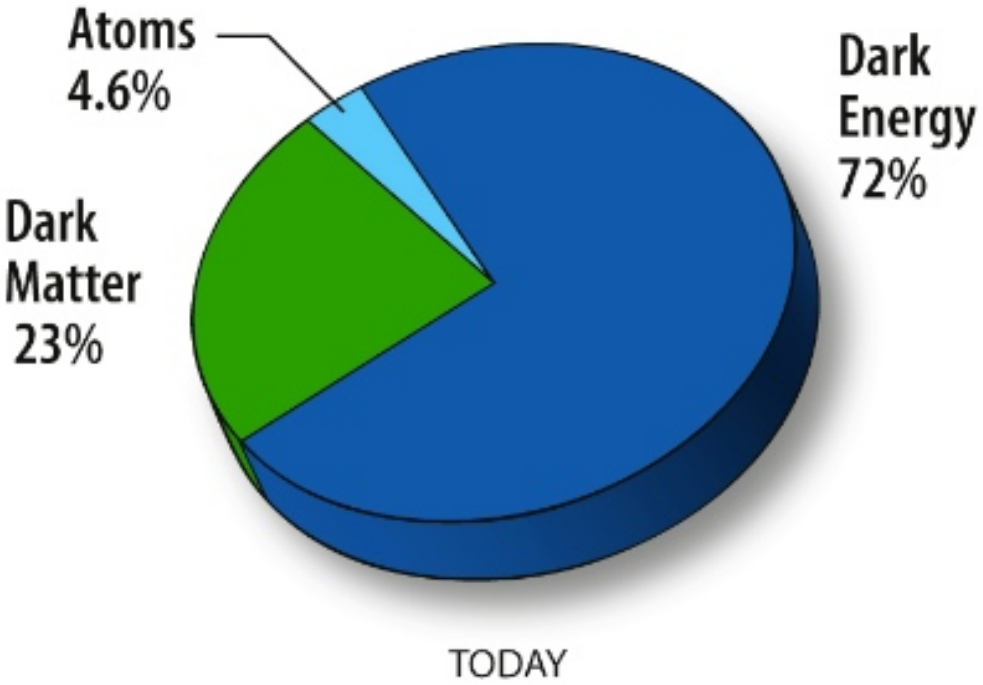
After Planck

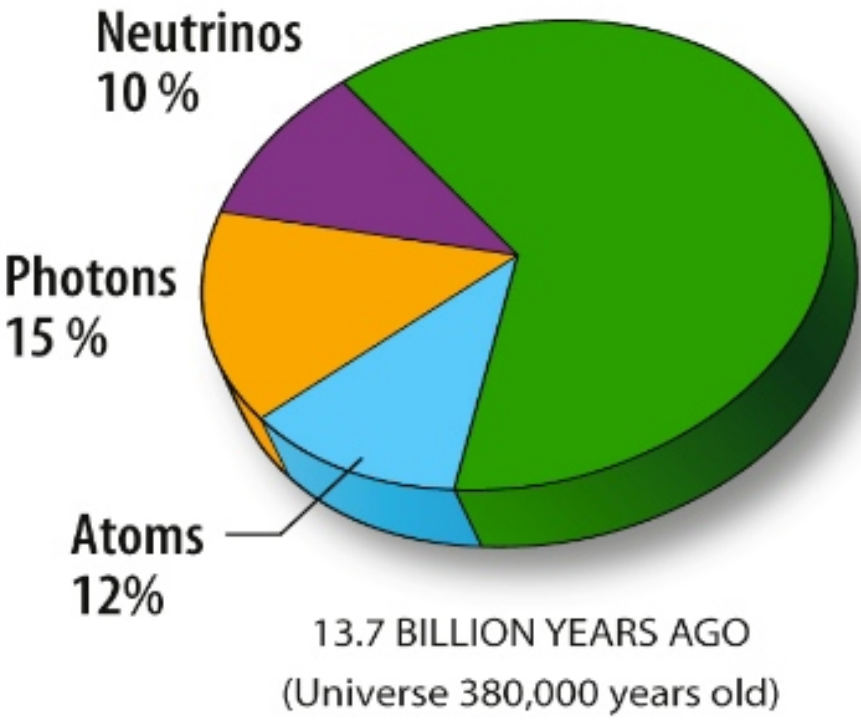
Pasado y presente de nuestro Universo



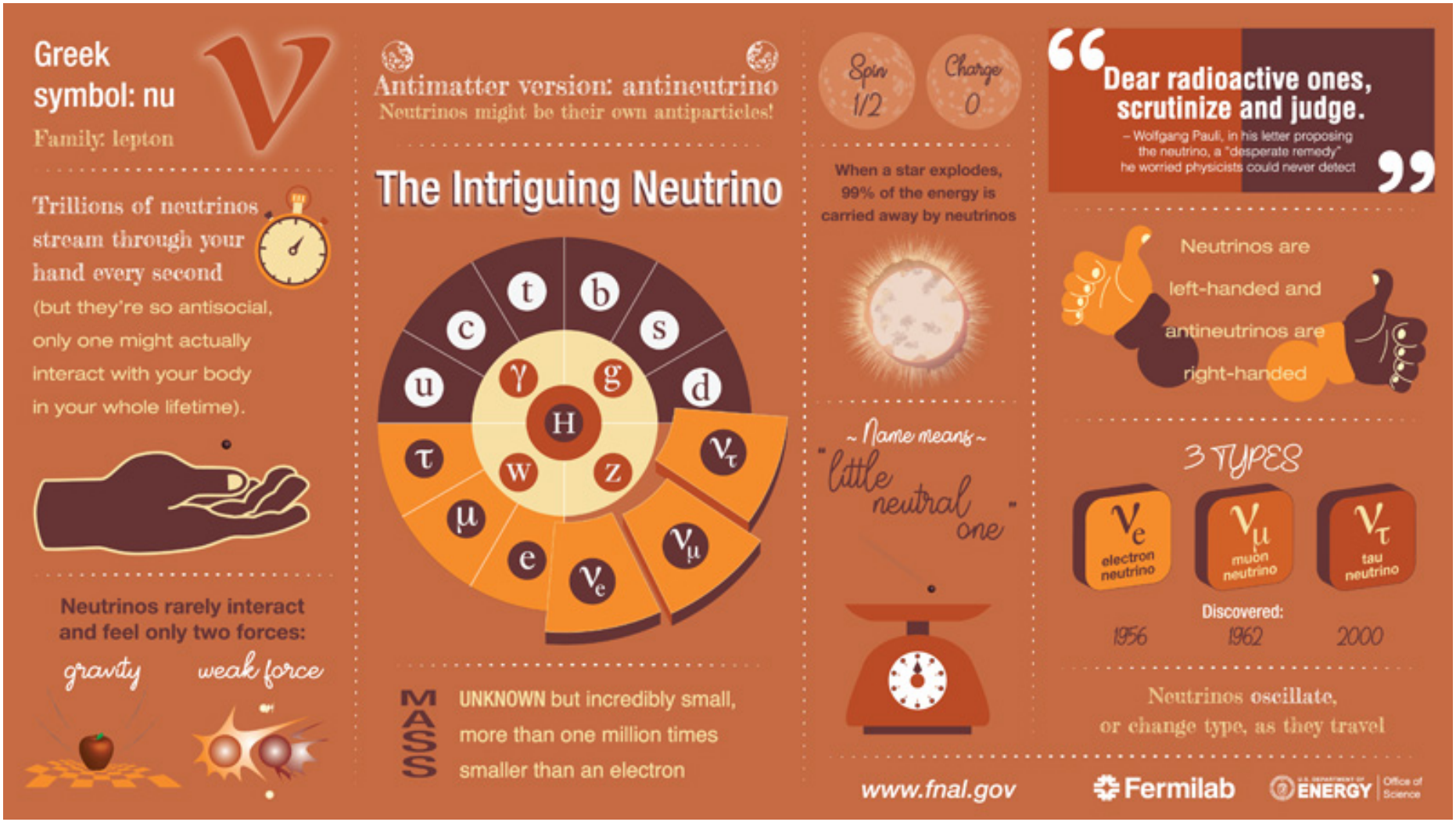
© Encyclopædia Britannica, Inc.

Pasado y presente de nuestro Universo





Los misteriosos neutrinos...



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

Friedmann equations

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

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

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

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

$$T_{\mu\nu} = \frac{-2}{\sqrt{-g}} \frac{\delta S_{\mathrm{m}}}{\delta g^{\mu\nu}} = \frac{-2}{\sqrt{-g}} \frac{\partial\left(\sqrt{-g}\mathcal{L}_{\mathrm{m}}\right)}{\partial g^{\mu\nu}} = -2\frac{\partial \mathcal{L}_{\mathrm{m}}}{\partial g^{\mu\nu}} + g_{\mu\nu}\mathcal{L}_{\mathrm{m}}$$

Los dos pilares: SM y LCDMSM

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

SM

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

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

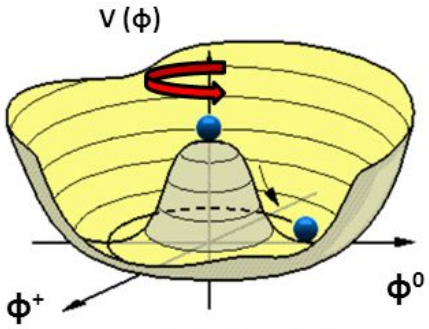
$$V(\Phi) = -\mu^2|\Phi|^2 + \lambda|\Phi|^4$$

Φ: isospin SU(2) scalar doublet

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

Higgs VEV

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

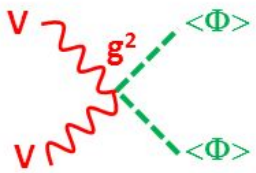


$SU(2)_L \times U(1)_Y \rightarrow U(1)_{EM}$

Physical state: Only one neutral component *h*

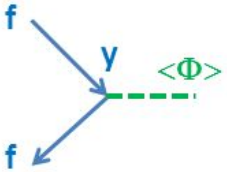
Origin of Mass

Gauge boson mass



$m_V^2 = g^2v^2$

Fermion mass



$m_f = y\,v$

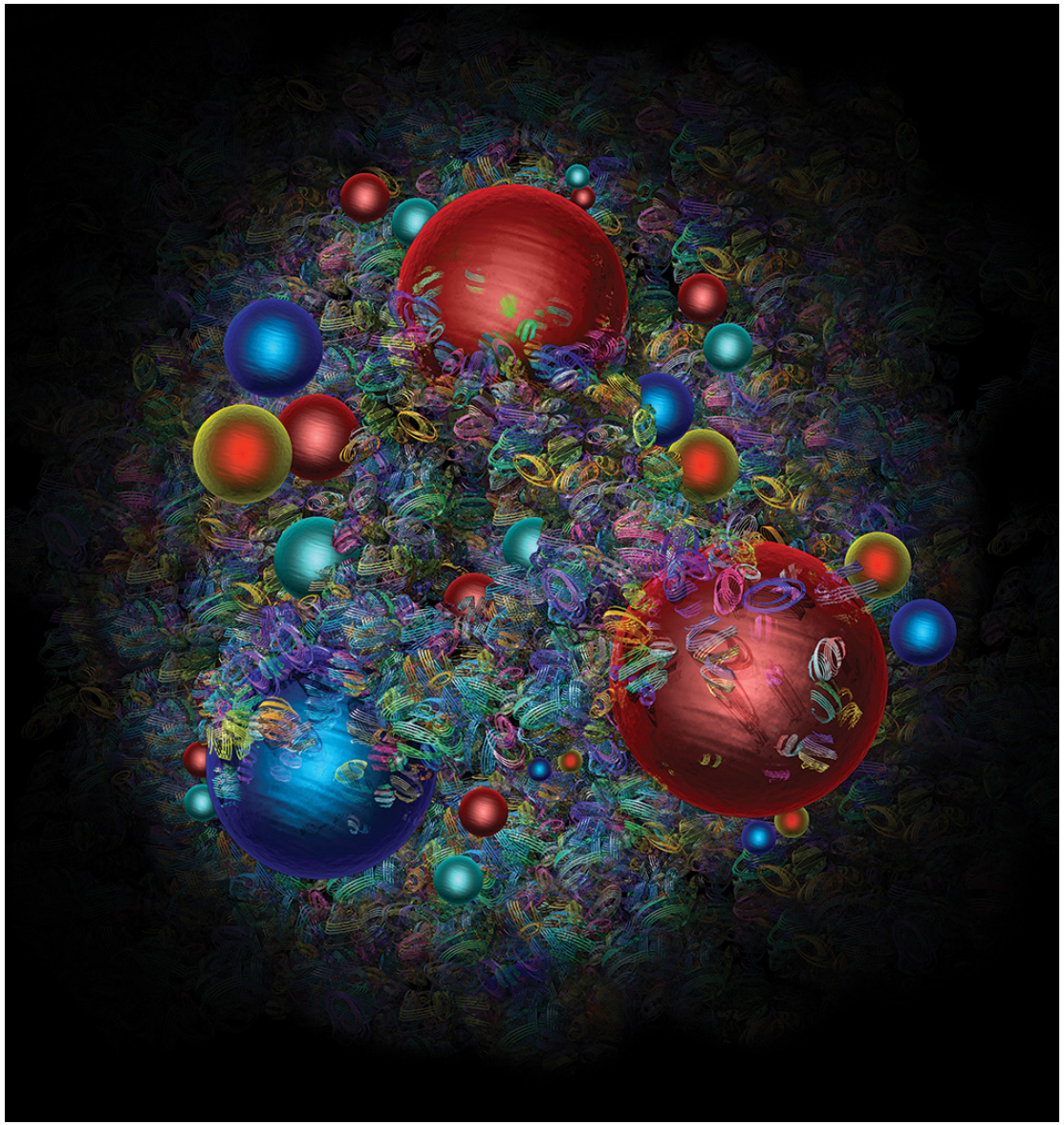
Higgs mass

$m_h^2 = \lambda v^2$

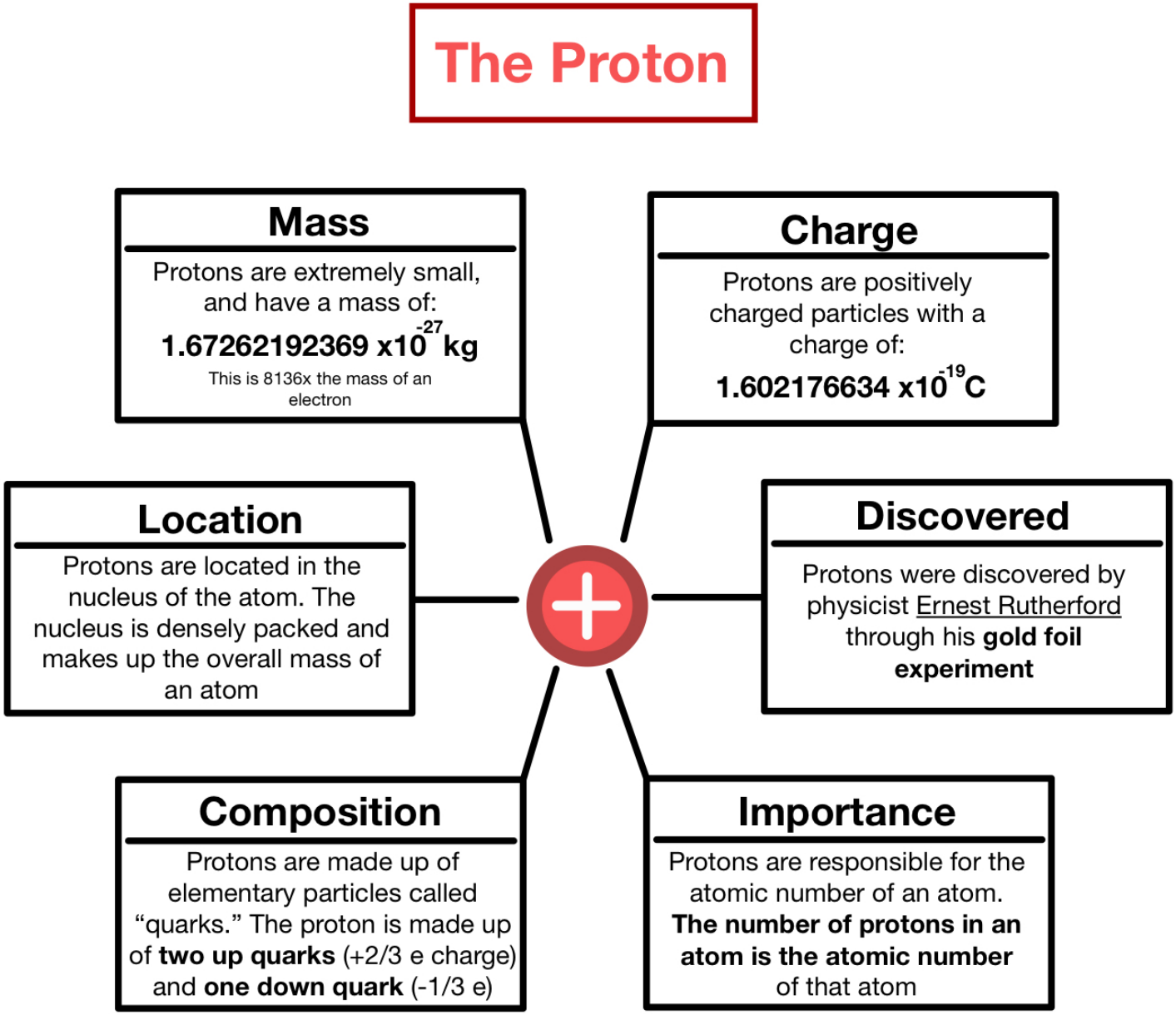
All the masses of particles are given by the Higgs VEV.

El origen de la masa(II)

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



El protón


The Proton
Mass
Protons are extremely small, and have a mass of:
1.67262192369 x10-27 kg
This is 8136x the mass of an electron
Charge
Protons are positively charged particles with a charge of:
1.602176634 x10-19 C
Location
Protons are located in the nucleus of the atom. The nucleus is densely packed and makes up the overall mass of an atom
Discovered
Protons were discovered by physicist Ernest Rutherford through his gold foil experiment
Composition
Protons are made up of elementary particles called "quarks." The proton is made up of two up quarks (+2/3 e charge) and one down quark (-1/3 e)
Importance
Protons are responsible for the atomic number of an atom. The number of protons in an atom is the atomic number of that atom

El protón(II)

- Un protón tiene masa $m_p \simeq 938 MeV/c^2 \sim 1 GeV/c^2$, y lo forman 3 quarks: 2 up (u) y un down (d).
- Se ha medido $m_u \simeq 2{,}2 MeV/c^2$ y $m_d \simeq 4{,}7 MeV/c^2$.
- Entonces: $2m_u + m_d \simeq 9{,}1 MeV/c^2 = 0{,}0091 GeV/c^2 << m_p$!!!!.
- ¿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 (autointeraccciones).
- 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 $\rho_{DM} \sim \rho_\Lambda \sim \rho \sim 10^{-27} kg/m^3$.
- 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 $\rho_c = \dfrac{3H^2}{8\pi G}$. 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 $L_p^2 = G\hbar/c^3$):

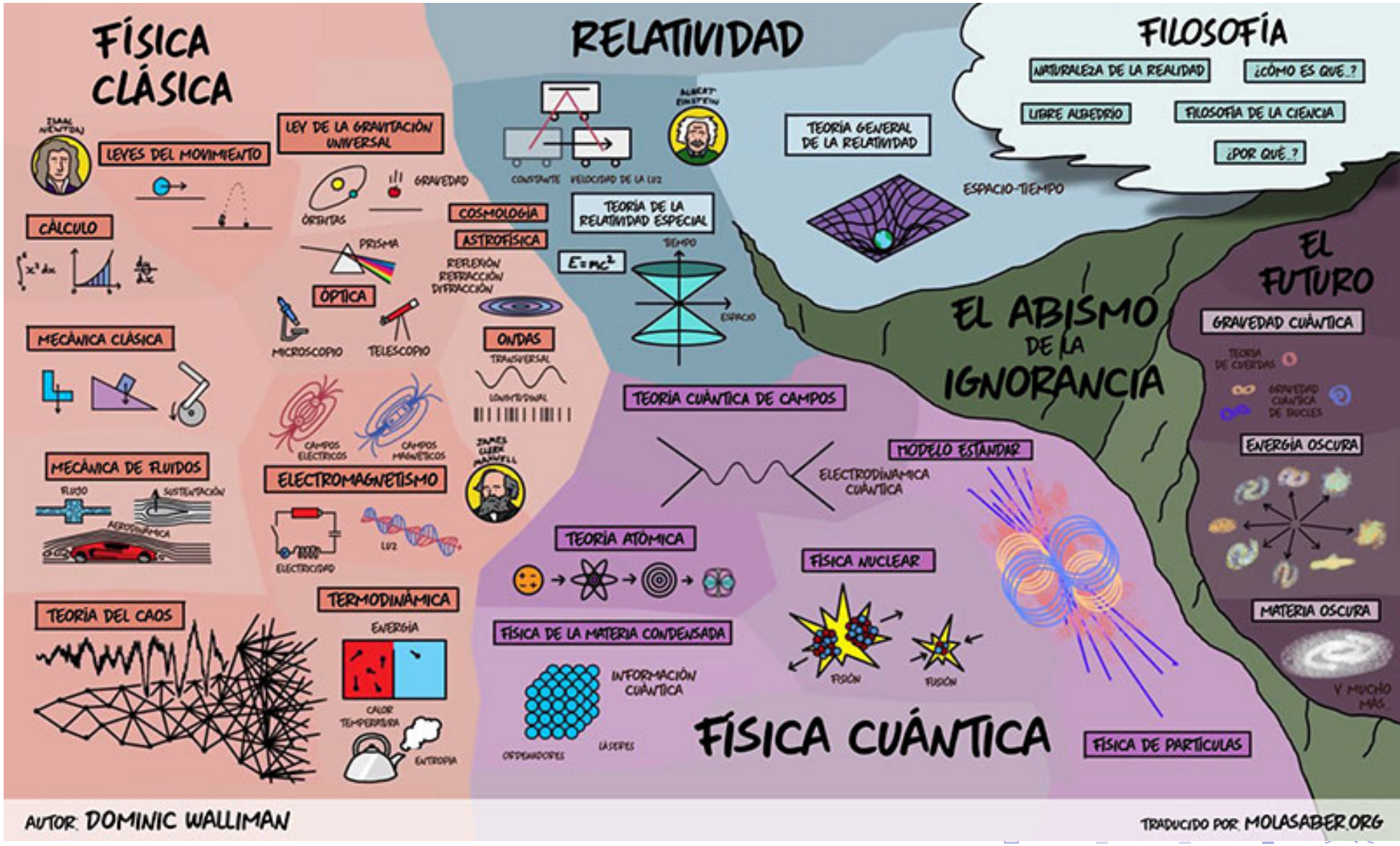
$$E_U = \frac{c^5}{2GH} = \frac{c^4}{2G}\sqrt{\frac{1}{\Lambda}} = \frac{\hbar}{2}\frac{L_\Lambda c}{L_P^2} \leftrightarrow M_U = \frac{c^3}{2GH} = \frac{c^2}{2G}\sqrt{\frac{1}{\Lambda}} = \frac{\hbar}{2}\frac{L_\Lambda}{cL_P^2}$$

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

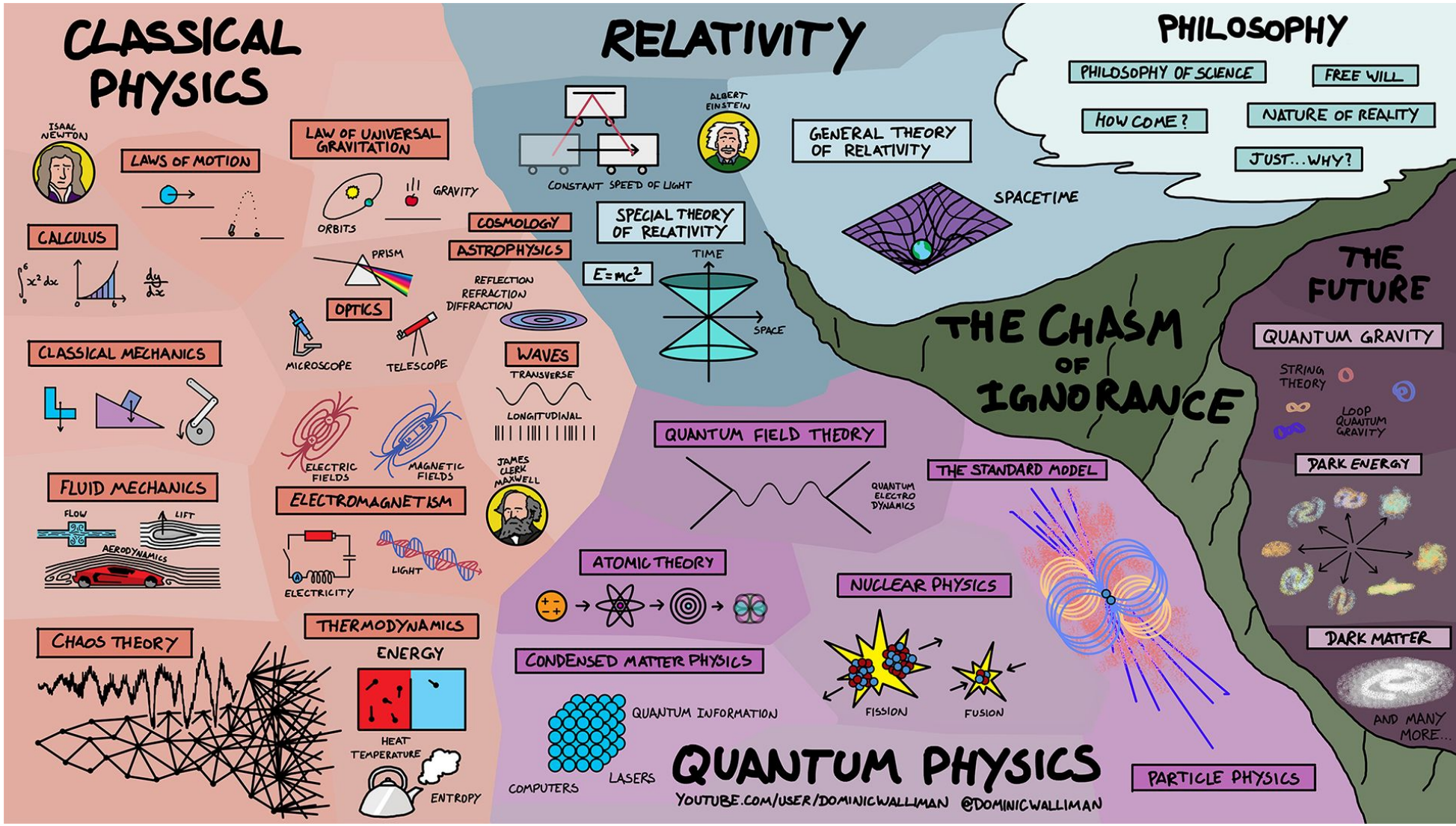
Contenido

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



The map of Physics



Gracias por vuestra atención

Figura 5: Loki is pleased!

Figura 6: Sylvie is pleased!