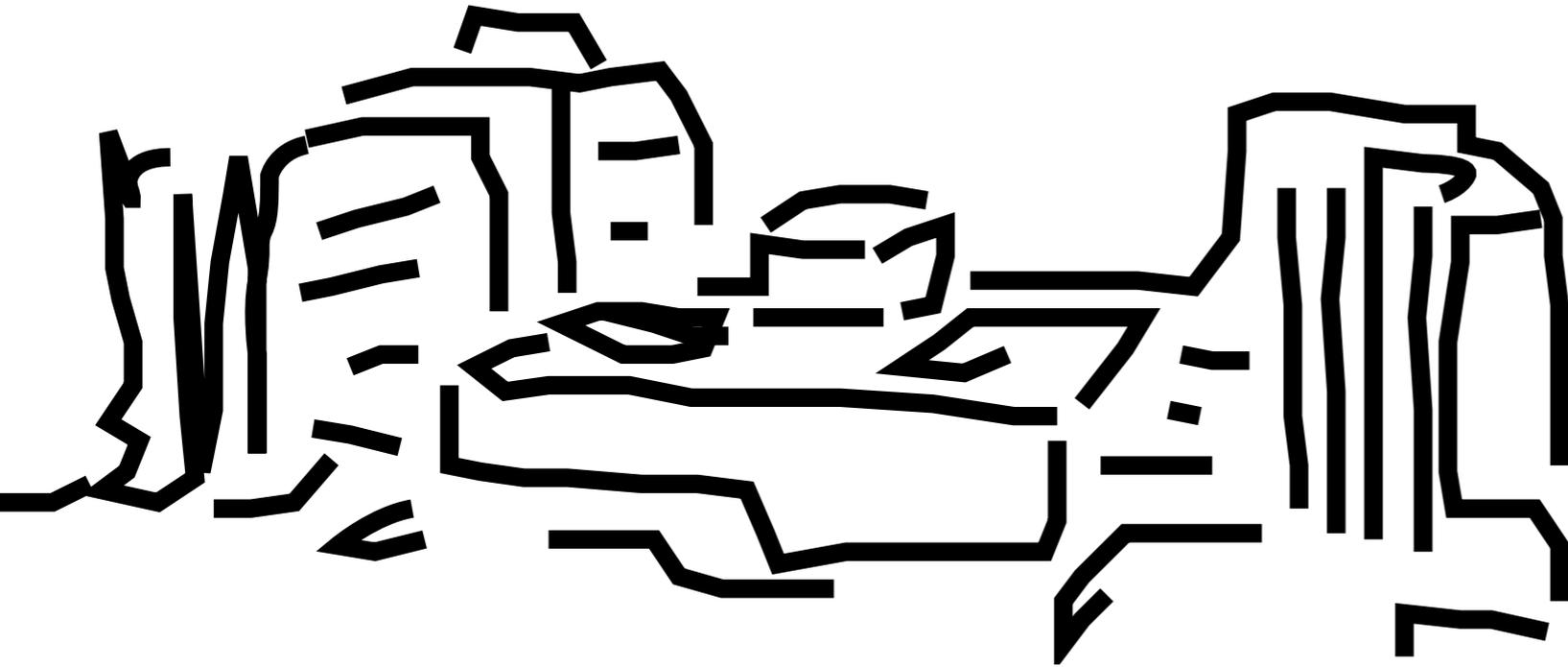




Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC

www.ift.uam-csic.es

¿De qué estamos
hechos?



Margarita García Pérez



Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC

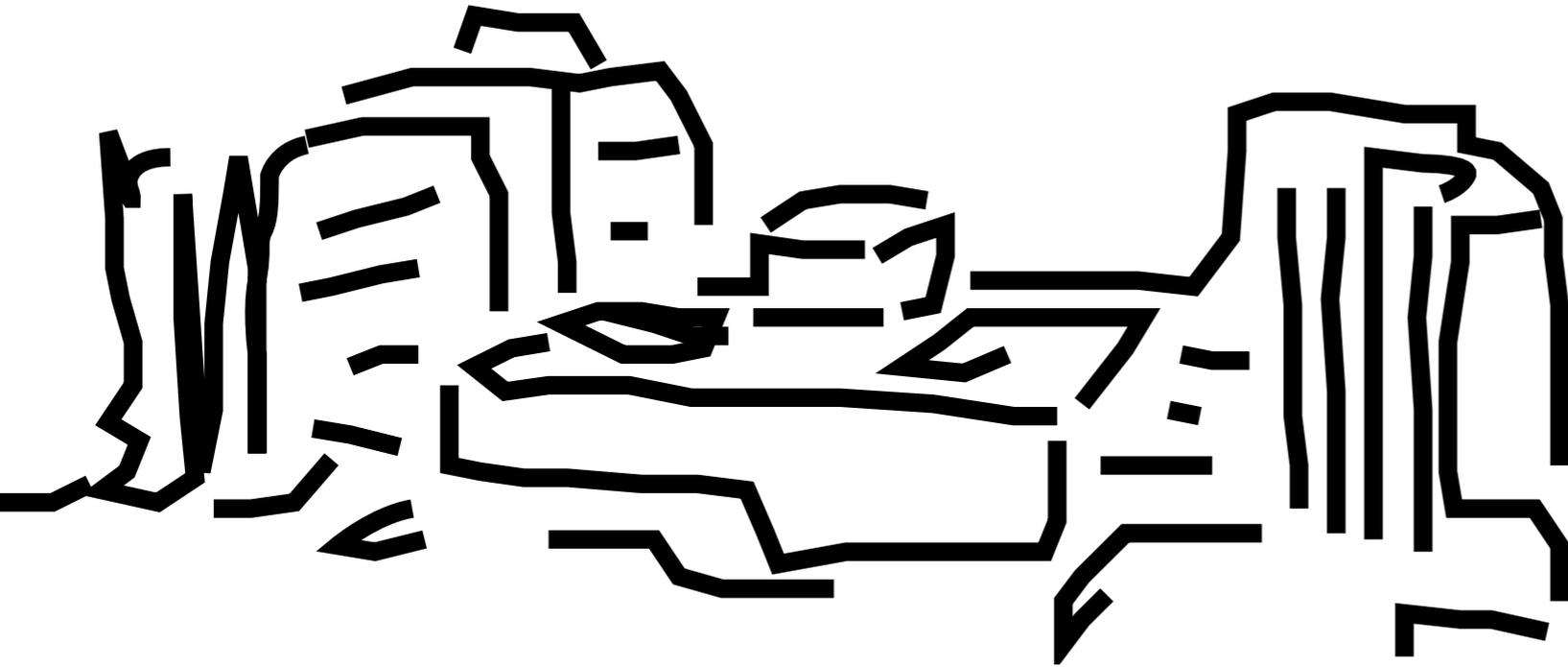




Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC

www.ift.uam-csic.es

Partículas en el Universo



Margarita García Pérez



Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC



El Instituto de Física Teórica



Creado en 2003



desde 2013

Senior
44

Postdocs
~25

Predocs
~50

El Instituto de Física Teórica

Investigación

Formación

Divulgación



Instituto de Física Teórica IFT

¡¡637K subscribers!!

SUBSCRIBE

HOME

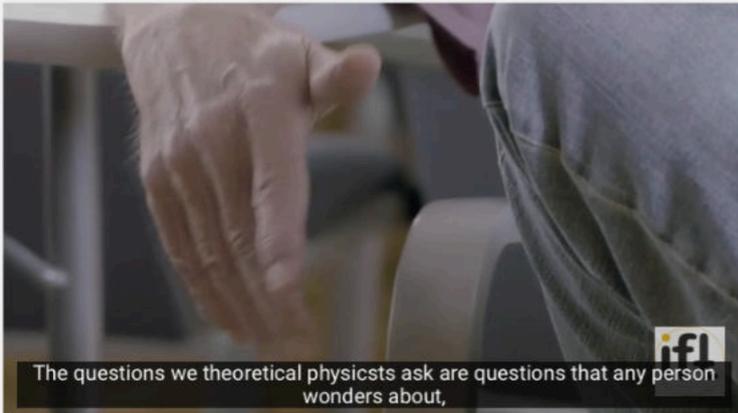
VIDEOS

PLAYLISTS

COMMUNITY

CHANNELS

ABOUT



IFT: Viviendo la investigación

119,931 views • 5 years ago

¿Quiénes somos y qué investigamos? ¿y por qué lo hacemos? Miembros del IFT nos explican la vida en el IFT, sus campos de investigación, y su visión de la Física y la investigación científica en general.

No te pierdas ningún vídeo: solo tienes que... ¡SUSCRIBIRTE!, ¡es GRATIS!... <http://filmociencia.com/>
READ MORE

Uploads

▶ PLAY ALL



¿Por qué MOJA el agua?

14K views • 2 days ago



The Universe Howling | What are Standard Sirens?

12K views • 2 weeks ago

CC



Las Mujeres en la Ciencia: ¿Lo entiendes o te lo...

6K views • 1 month ago



Cómo la Polarización de la Luz Explica el Spin del...

25K views • 1 month ago



Cómo construir un Agujero de Gusano | La conjetura...

25K views • 1 month ago



Lo que NADIE te ha EXPLICADO sobre el Spin...

18K views • 1 month ago



https://www.youtube.com/user/IFTMadrid



Instituto de Física Teórica IFT

637K subscribers

SUBSCRIBE

HOME

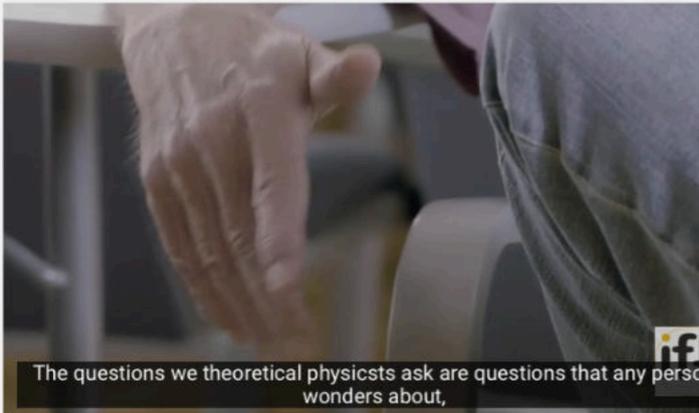
VIDEOS

PLAYLISTS

COMMUNITY

CHANNELS

ABOUT



¡¡637K subscriptores!!

Uploads ▶ PLAY ALL



¿Por qué MOJA el agua?

14K views • 2 days ago



The Universe Howling |
What are Standard Sirens?

12K views • 2 weeks ago

CC



Las Mujeres en la Ciencia:
¿Lo entiendes o te lo...

6K views • 1 month ago



Cómo la Polarización de la
Luz Explica el Spin del...

25K views • 1 month ago



Cómo construir un Agujero
de Gusano | La conjetura...

25K views • 1 month ago



Lo que NADIE te ha
EXPLICADO sobre el Spin...

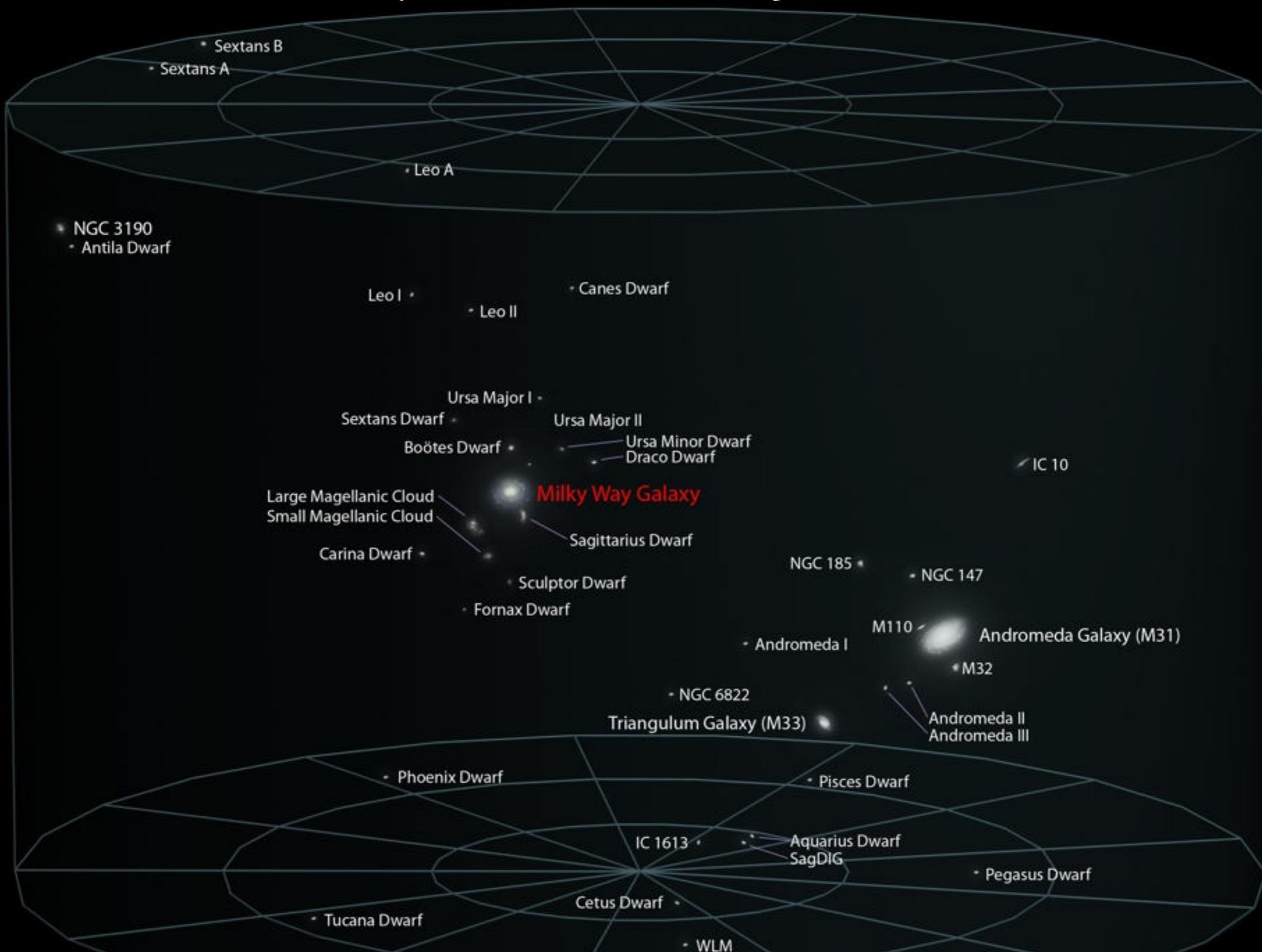
18K views • 1 month ago

Tour

De lo más grande

A lo más pequeño

Grupo Local de galaxias



100000000000000000000 m

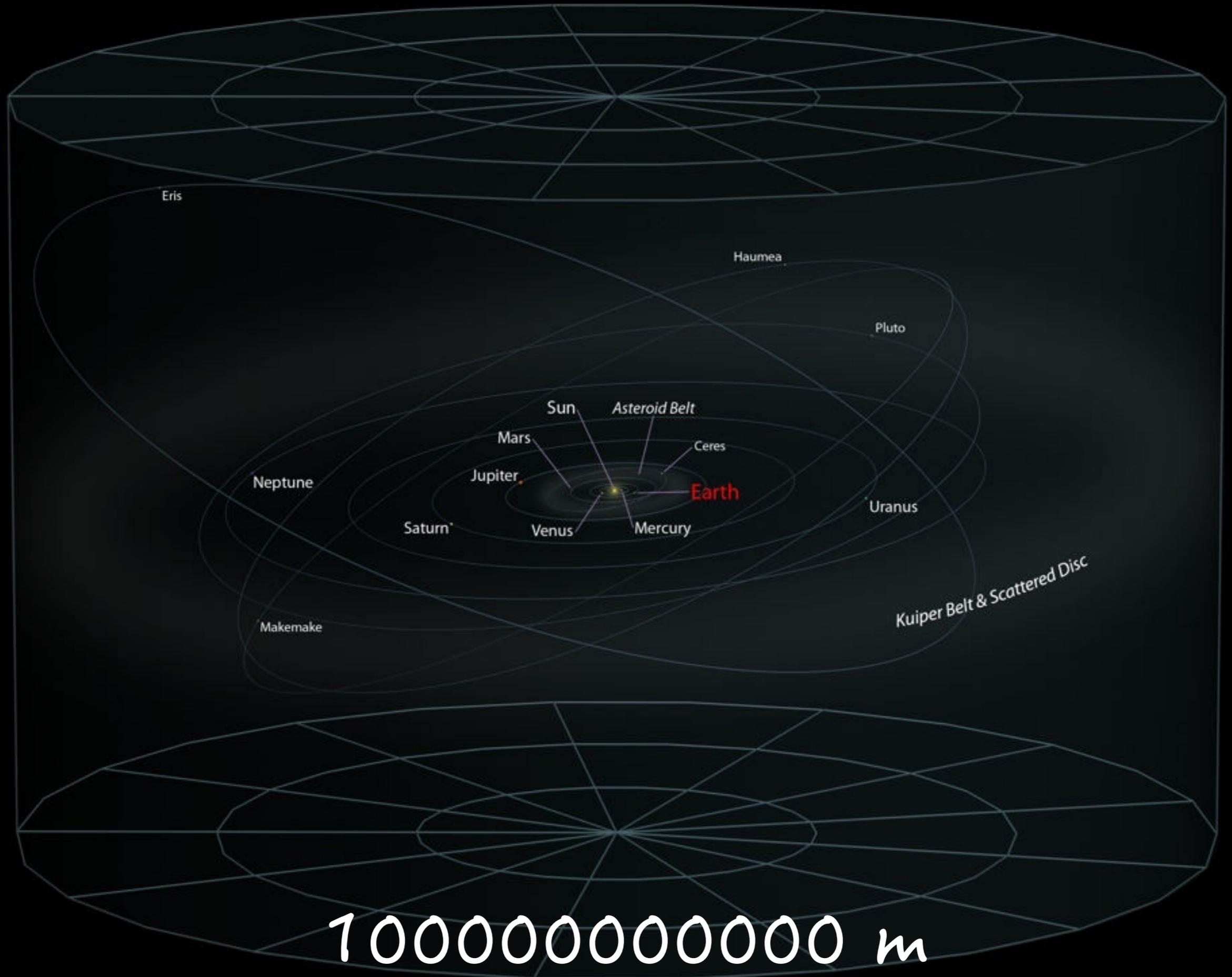
Via Láctea



Solar Interstellar Neighborhood

100000000000000000000 m

Sistema Solar



Tierra



Image Landsat
Image IBCAO
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

10000000 m

39°49'07.89" N 3°57'23.38" W eye alt 12114.65 km

Google earth

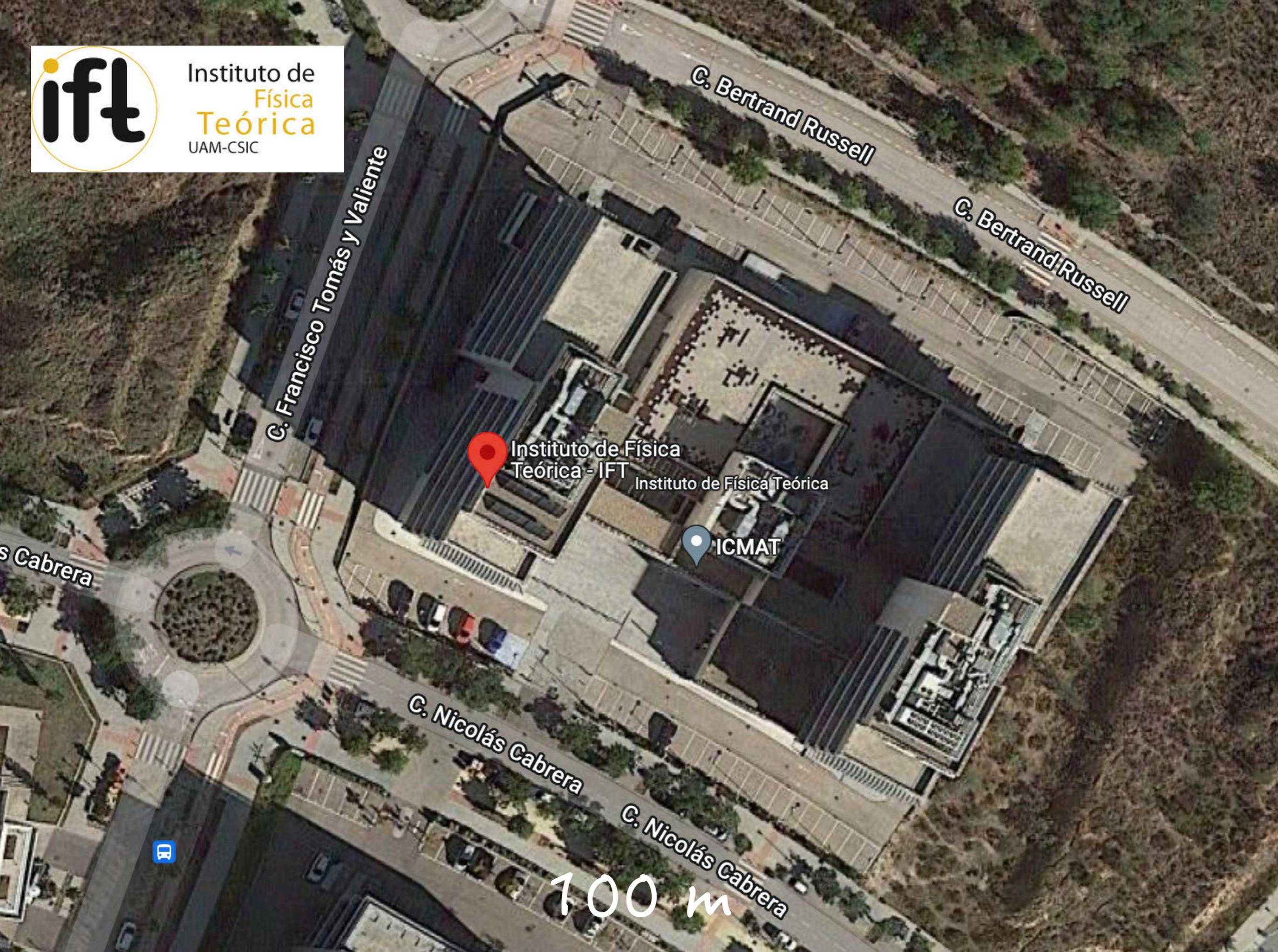




10000000 m

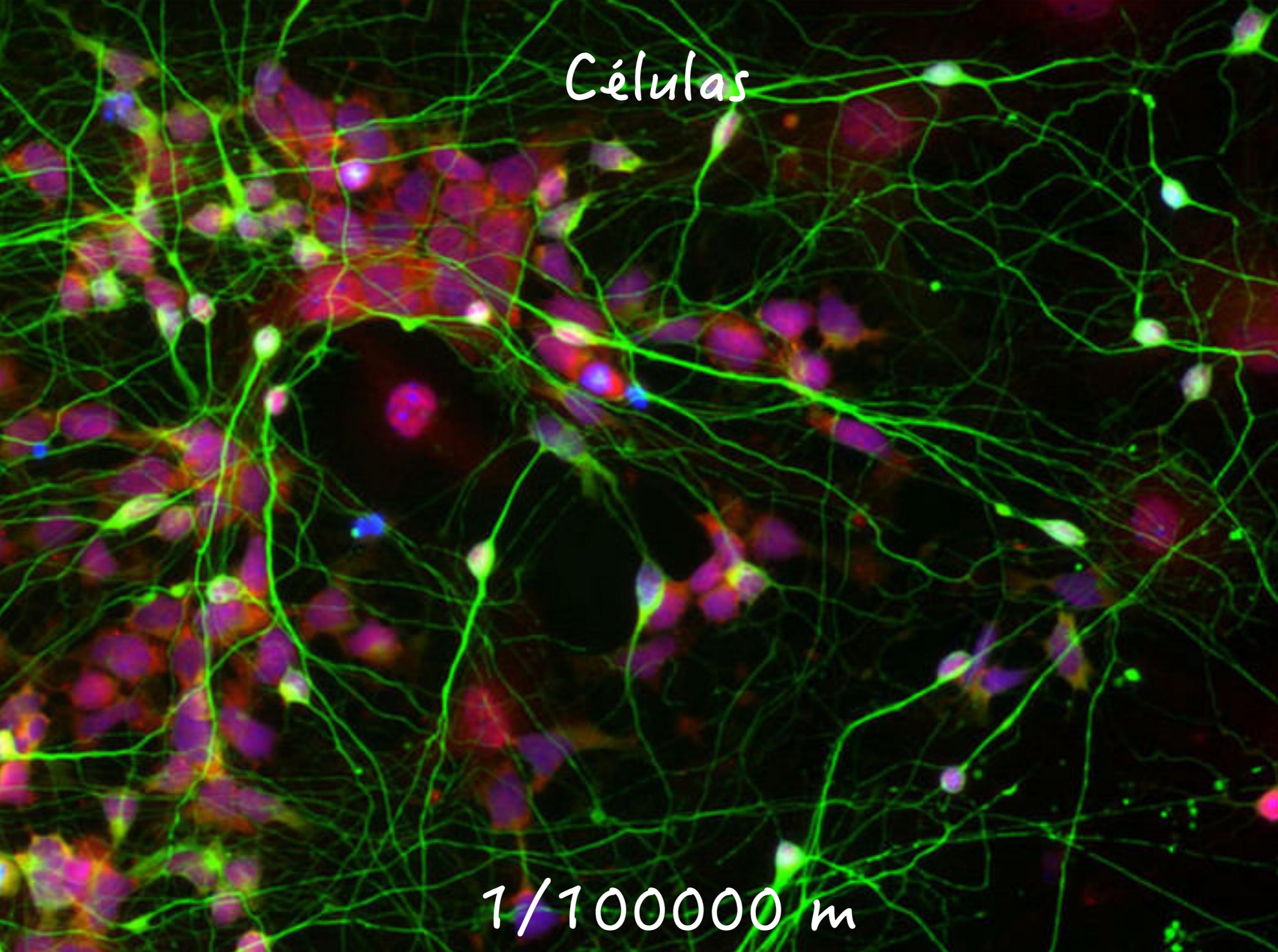


Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC

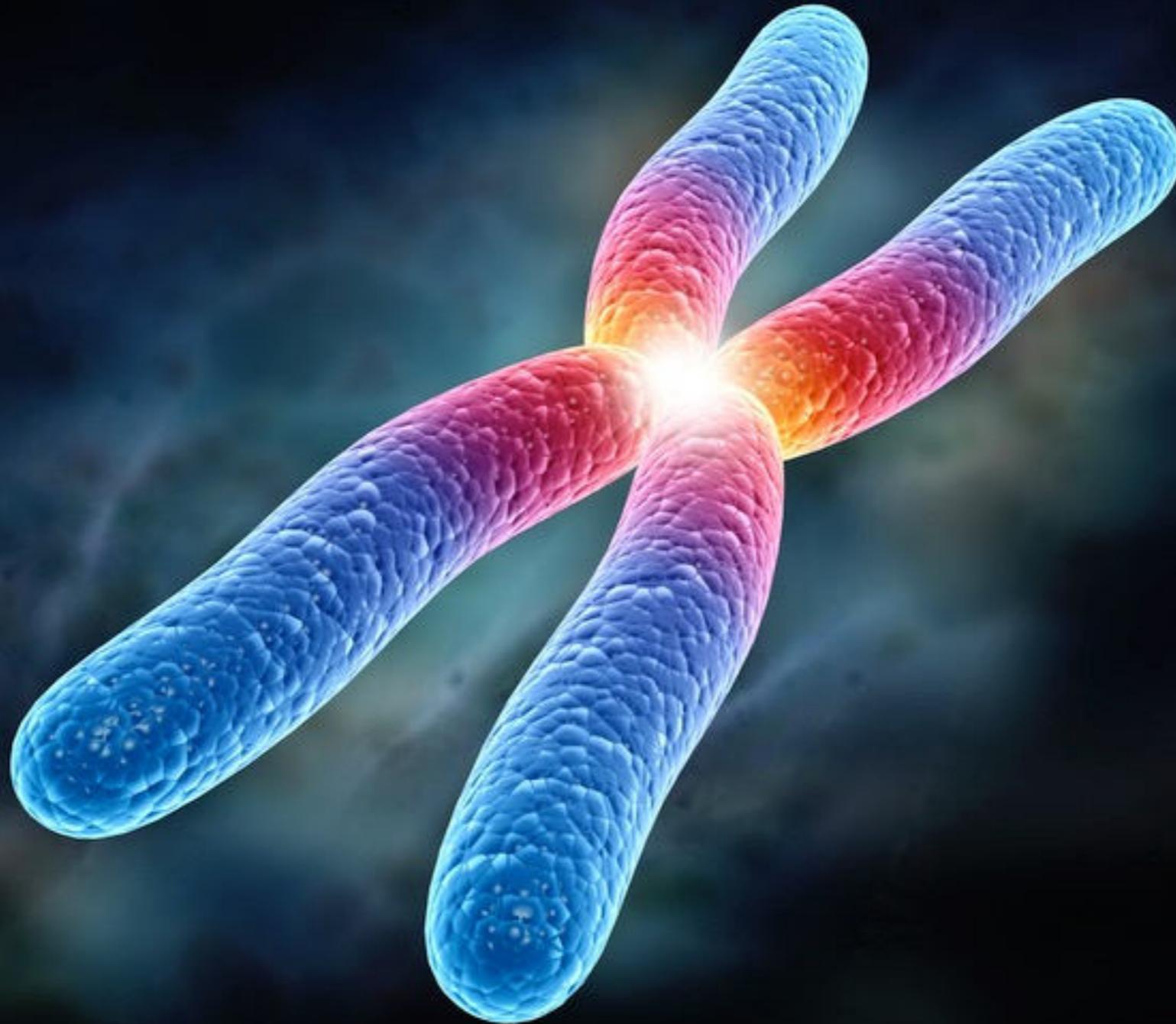


Células

1/100000 m

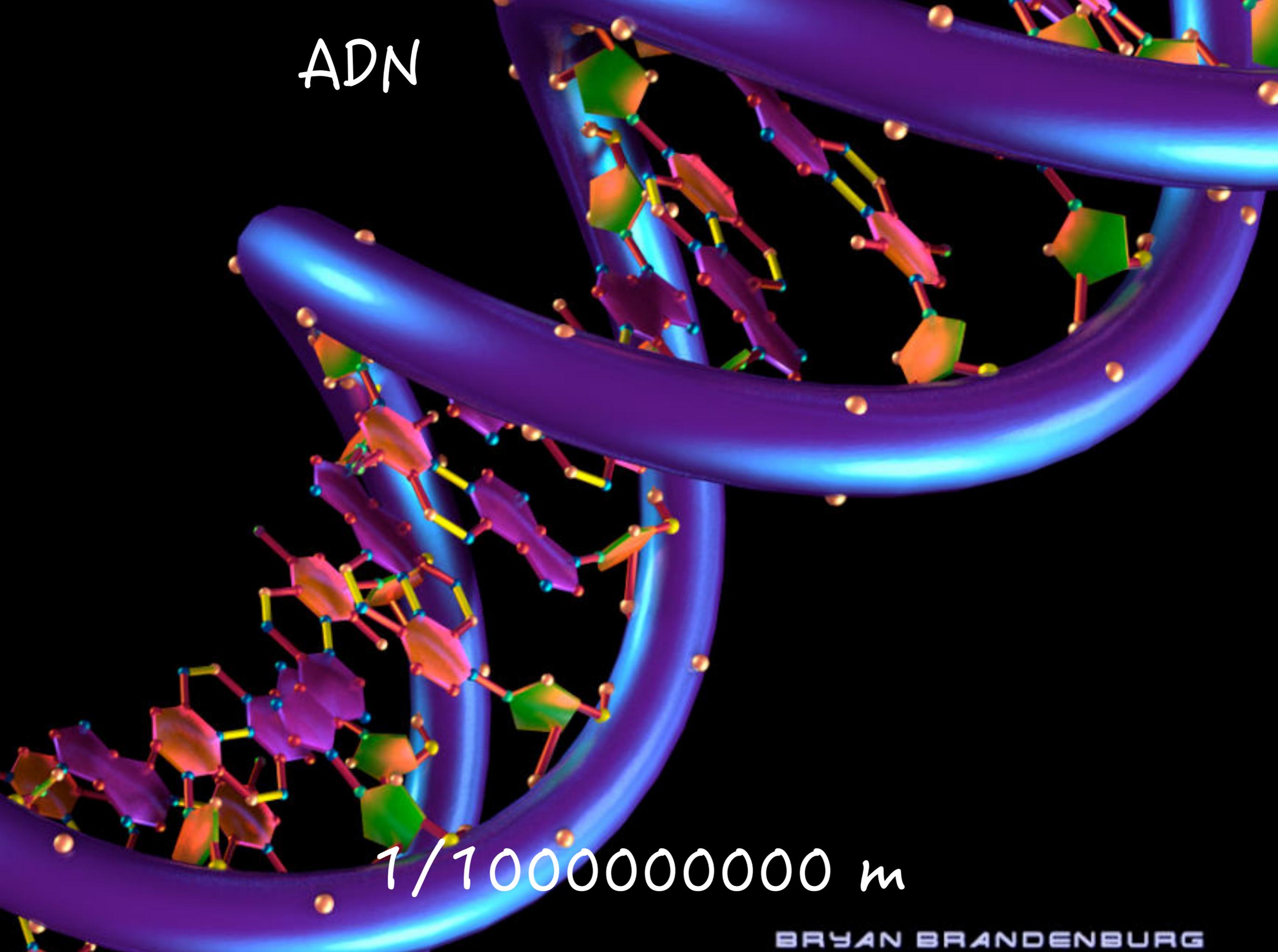


Cromosoma



$1/10000000$ m

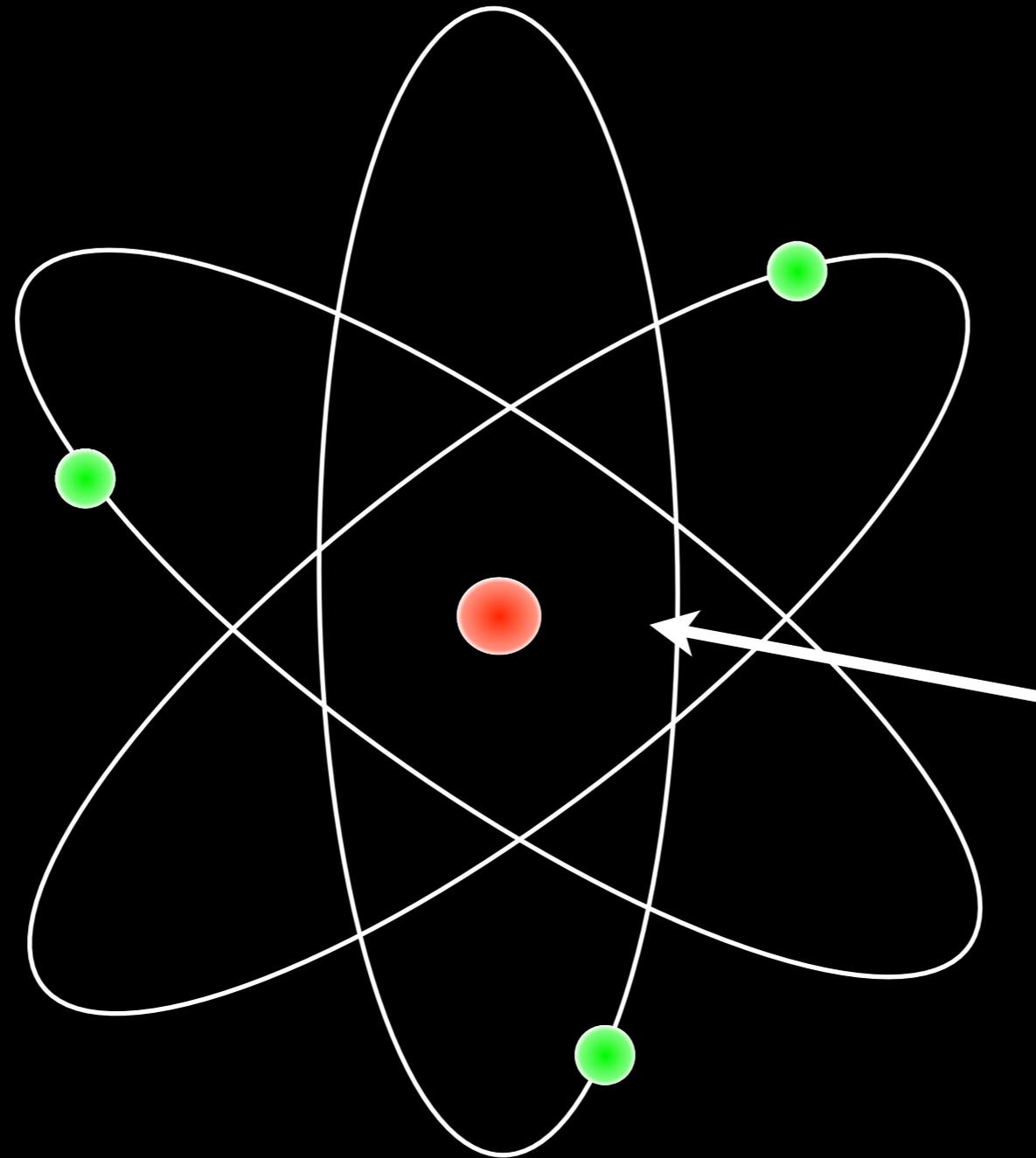
ADN



$1/10000000000 \text{ m}$

Átomo

$$\frac{1}{10^{10}} \text{ m}$$



electrón

núcleo
atómico

$$1/1000000000000 \text{ m}$$

Núcleo Atómico

99,9% de la masa

$$\frac{1}{10^{15}} \text{ m}$$

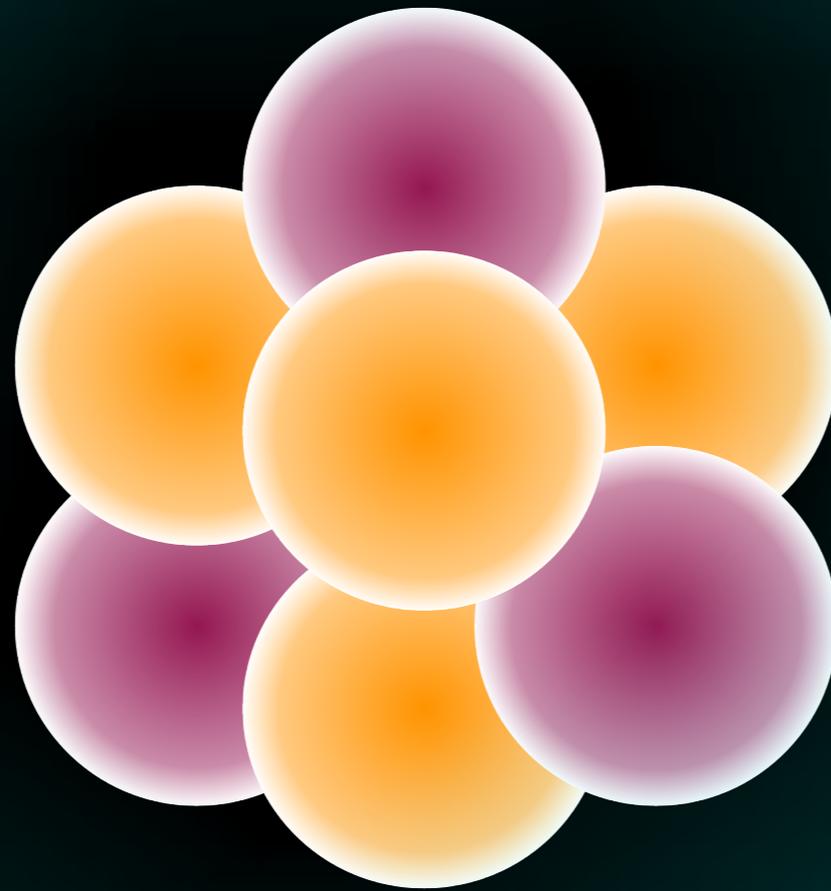


$$1/10000000000000000 \text{ m}$$

Núcleo Atómico

99,9% de la masa

$$\frac{1}{10^{15}} \text{ m}$$



$$1/1000000000000000 \text{ m}$$

Tabla periódica de los elementos

H 1,007 Hidrógeno																	He 4,002 Helio
Li 6,941 Litio	Be 9,012 Berilio											B 10,811 Boro	C 12,010 Carbono	N 14,006 Nitrógeno	O 15,999 Oxígeno	F 18,998 Fluor	Ne 20,179 Neón
Na 22,989 Sodio	Mg 24,305 Magnesio											Al 26,981 Aluminio	Si 28,085 Silicio	P 30,973 Fósforo	S 32,065 Azufre	Cl 35,453 Cloro	Ar 39,948 Argón
K 39,098 Potasio	Ca 40,078 Calcio	Sc 44,955 Escandio	Ti 47,867 Titanio	V 50,941 Vanadio	Cr 51,996 Cromo	Mn 54,938 Manganeso	Fe 55,845 Hierro	Co 58,933 Cobalto	Ni 58,693 Níquel	Cu 63,546 Cobre	Zn 65,38 Zinc	Ga 69,723 Galio	Ge 72,64 Germanio	As 74,921 Arsénico	Se 78,96 Selenio	Br 79,904 Bromo	Kr 83,798 Kriptón
Rb 85,467 Rubidio	Sr 87,62 Estroncio	Y 88,905 Itrio	Zr 91,224 Zirconio	Nb 92,906 Níobio	Mo 95,96 Molibdeno	Tc (98) Tecnecio	Ru 101,07 Rutenio	Rh 102,905 Rodio	Pd 106,42 Paladio	Ag 107,868 Plata	Cd 112,411 Cadmio	In 114,818 Indio	Sn 118,710 Estaño	Sb 121,760 Antimonio	Te 127,60 Telurio	I 126,905 Yodo	Xe 131,29 Xenón
Cs 132,905 Cesio	Ba 137,327 Bario	57-71 Lantánidos	Hf 178,49 Hafnio	Ta 180,947 Tantalio	W 183,84 Wolframio	Re 186,207 Renio	Os 190,23 Osmio	Ir 192,22 Iridio	Pt 195,08 Platino	Au 196,967 Oro	Hg 200,59 Mercurio	Tl 204,384 Talio	Pb 207,2 Plomo	Bi 208,980 Bismuto	Po (209) Polonio	At (210) Astatina	Rn (222) Radón
Fr (223) Francio	Ra (226) Radio	89-103 Actínidos	Rf (261) Rutherfordio	Db (268) Dubnio	Sg (271) Seaborgio	Bh (272) Bohrio	Hs (270) Hassium	Mt (276) Meitnerio	Ds (281) Darmstadtio	Rg (280) Roentgenio	Cn (285) Copernicio	Uut (284) Ununtrio	Fl (286) Flerovio	Uup (288) Ununpentio	Lv (293) Livermorio	Uus (294) Ununseptio	Uuo (294) Ununoctio
			La 138,905 Lantano	Ce 140,116 Cerio	Pr 140,907 Praseodimio	Nd 144,242 Neodimio	Pm (145) Prometio	Sm 150,36 Samario	Eu 151,964 Europio	Gd 157,25 Gadolinio	Tb 158,925 Terbio	Dy 162,500 Diosmio	Ho 164,930 Holmio	Er 167,259 Erbio	Tm 168,934 Tulio	Yb 173,054 Yterbio	Lu 174,967 Lutecio
			Ac (227) Actinio	Th 232,038 Torio	Pa 231,036 Protactinio	U 238,029 Uranio	Np (237) Neptunio	Pu (244) Plutonio	Am (243) Americio	Cm (247) Curio	Bk (247) Berkelio	Cf (251) Californio	Es (252) Einsteinio	Fm (257) Fermio	Md (258) Mendelevio	No (259) Nobelio	Lr (262) Lawrencio

 electrón
 protón
 neutrón

Alcalino	Alcalinotérreo	Metales del bloque p	Halógeno	Gas noble
No metal	Metal de transición	Metaloides	Lantánidos	Actínidos

 protón

 neutrón

 electrón

 protón

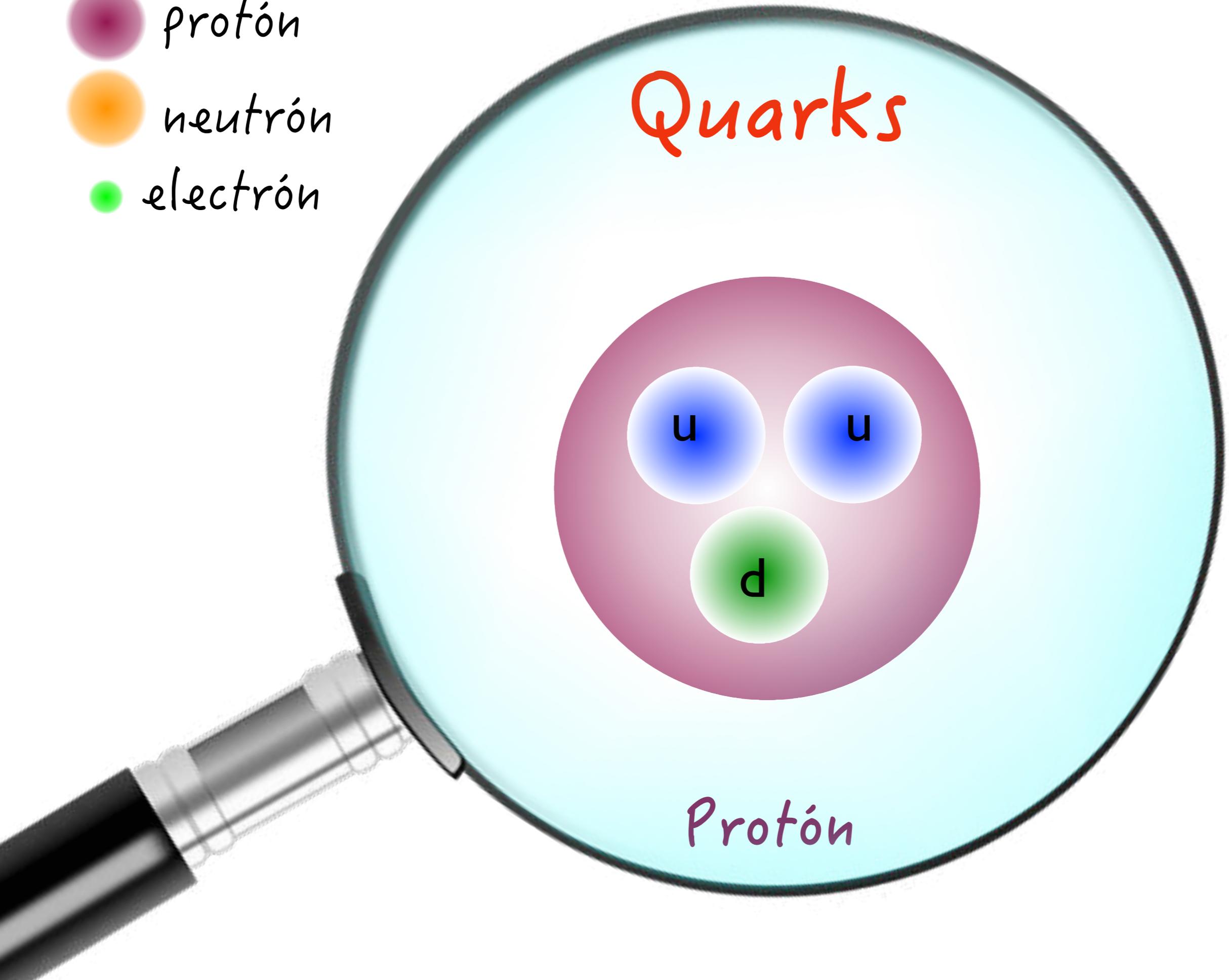
 neutrón

 electrón



Protón

- protón
- neutrón
- electrón



 protón

 neutrón

 electrón

Leptones



Electrón

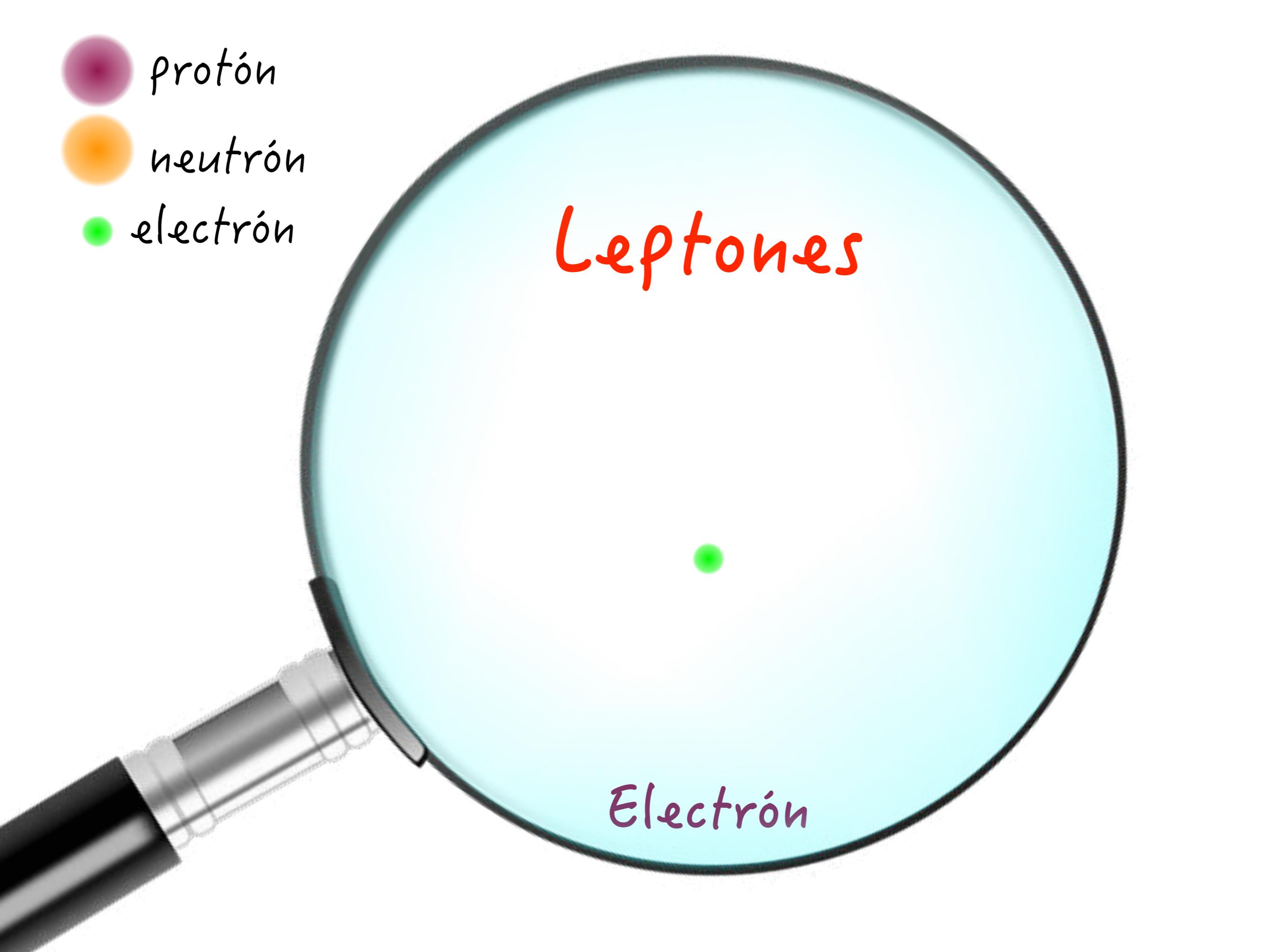
protón

neutrón

electrón

Leptones

Electrón



- electrón
- quarks
- neutrino

+ Leptones

No tiene carga eléctrica



Neutrino

- electrón
- quarks
- neutrino

+ Leptones

No tiene carga eléctrica



Neutrino

La primera familia de partículas elementales



Up



electrón

"casi" todo está
hecho con ellas



Down



ν_e

**Materia
ordinaria**

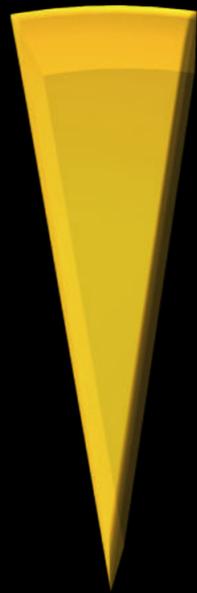
El Universo es oscuro



El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

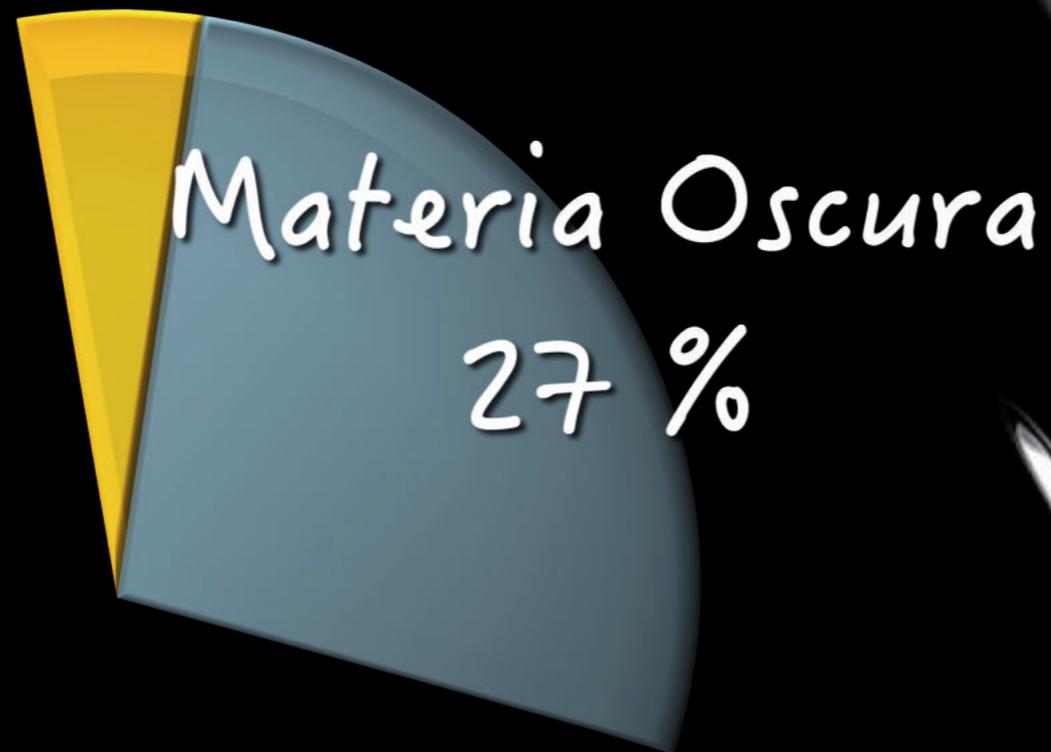
5 %



El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

5 %



Materia Oscura

27 %

El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

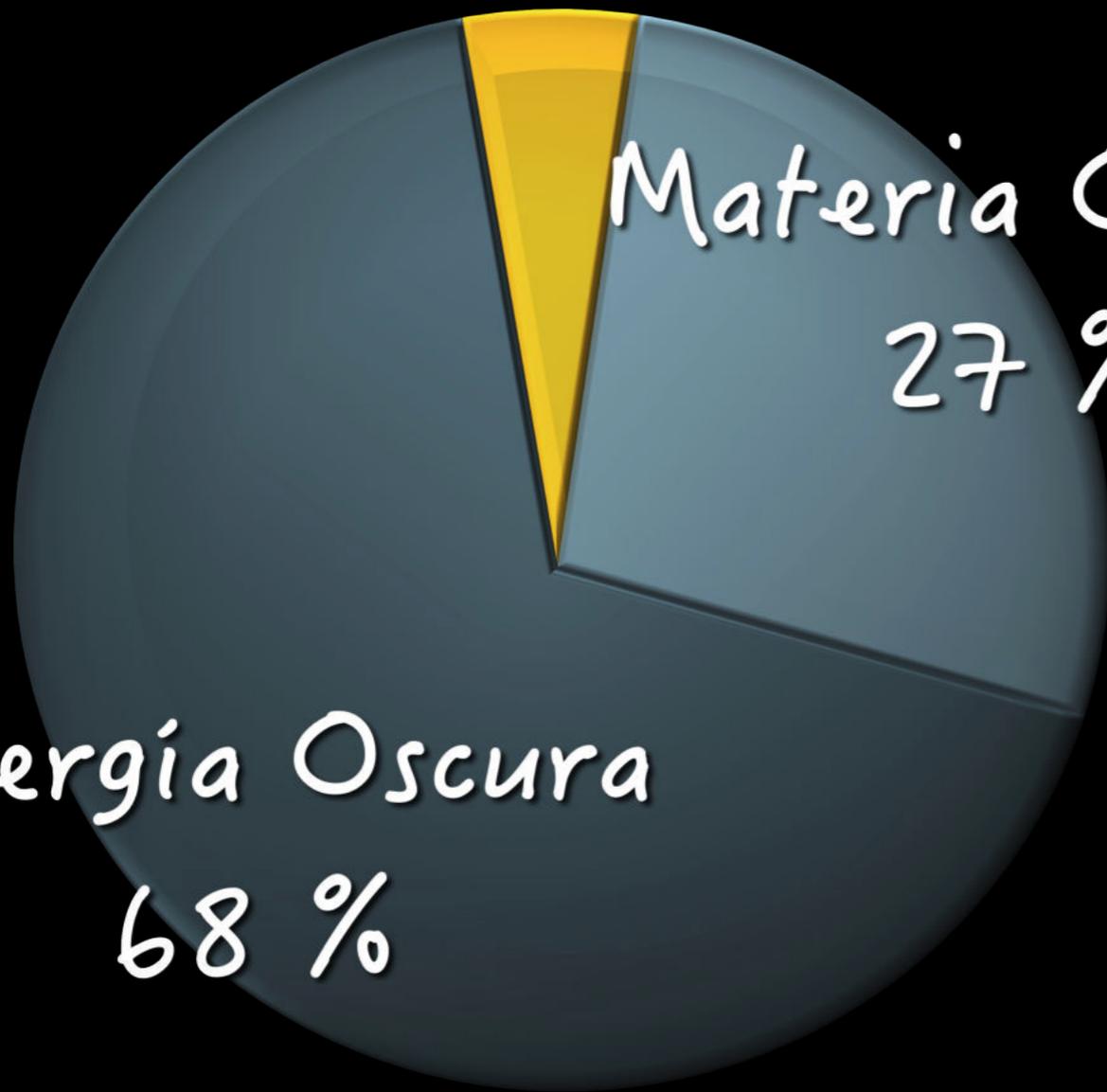
5 %

Materia Oscura

27 %

Energía Oscura

68 %



Materia ordinaria

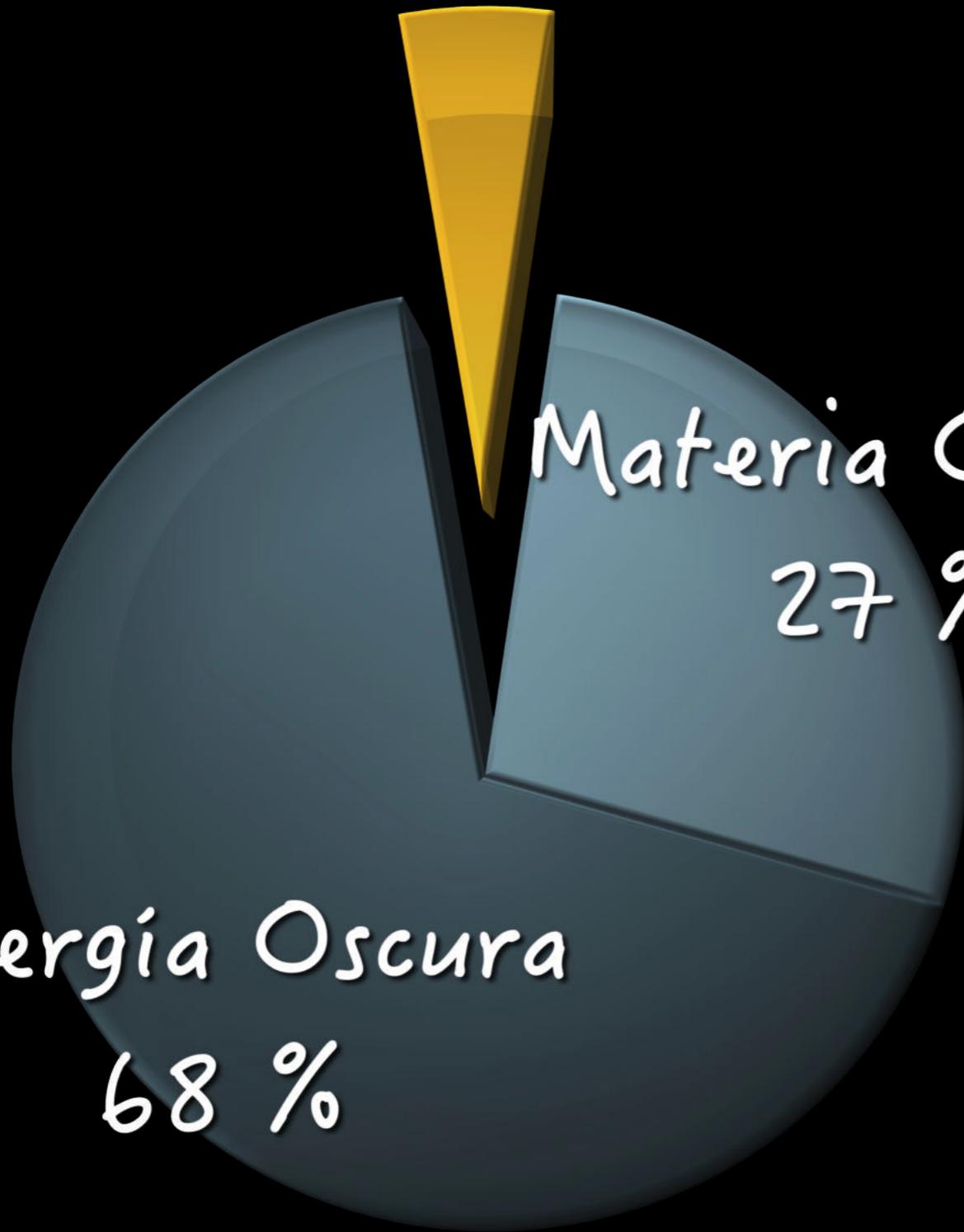
5 %

Materia Oscura

27 %

Energia Oscura

68 %



**¿Qué sabemos
sobre la materia
ordinaria?**

Las tres familias de quarks

Las tres familias de quarks

Carga eléctrica

$$\frac{2}{3}$$



Up



Charm



$$-\frac{1}{3}$$



Down



Strange



Las tres familias de leptones



electrón



muón



tau



ν_e



ν_μ



ν_τ

Las tres familias de leptones

Carga
eléctrica

-1



electrón



muón



tau

0



ν_e

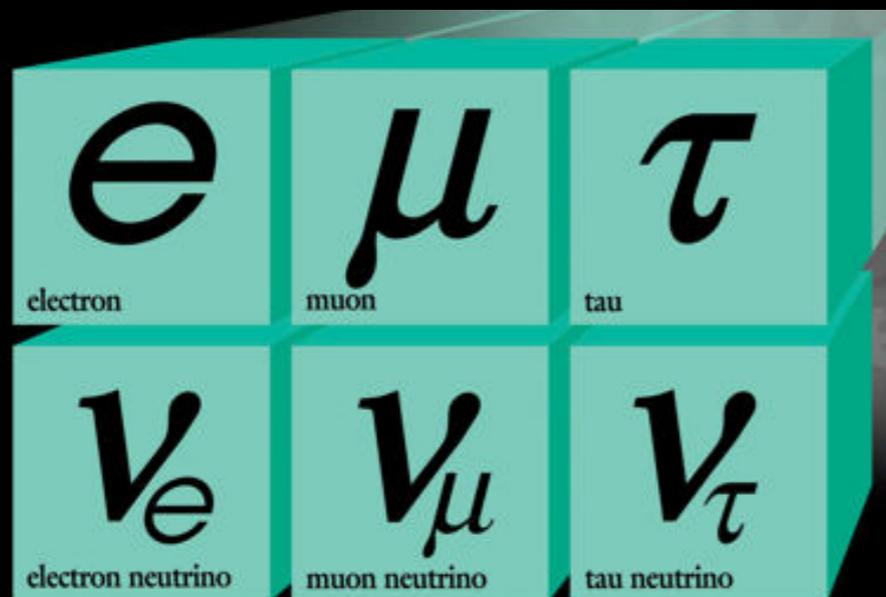
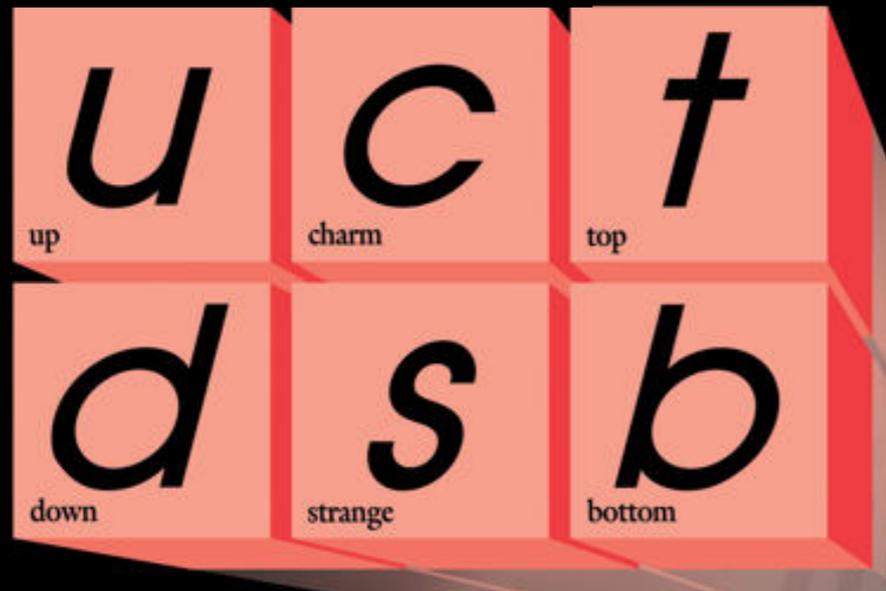


ν_μ



ν_τ

QUARKS



LEPTONES

**Los portadores
de la fuerza**

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Electro-magnética

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Fuerte

Electro-magnética

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Débil

Fuerte

Electro-magnética

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Modelo Estándar

Débil

Fuerte

Electro-magnética

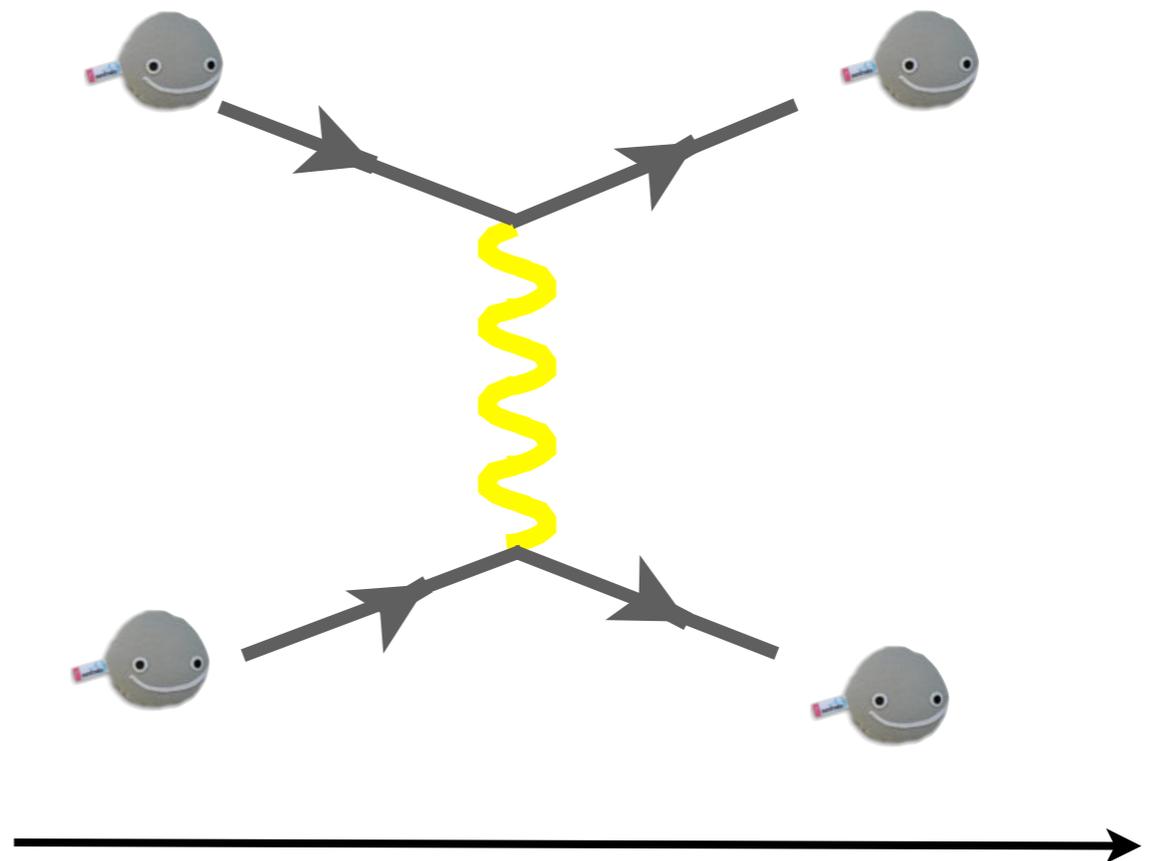
Los portadores de la fuerza

Electricidad y magnetismo

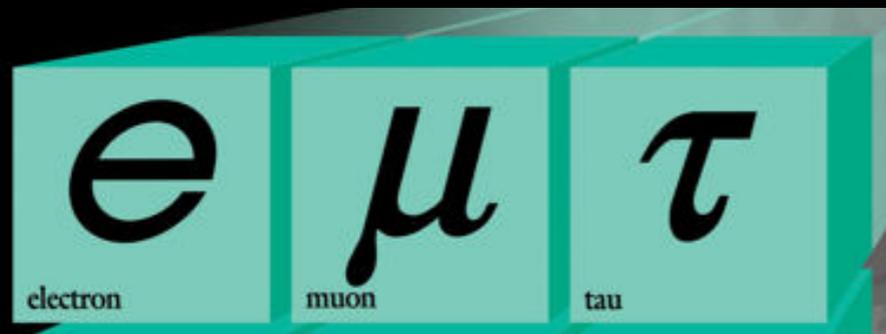
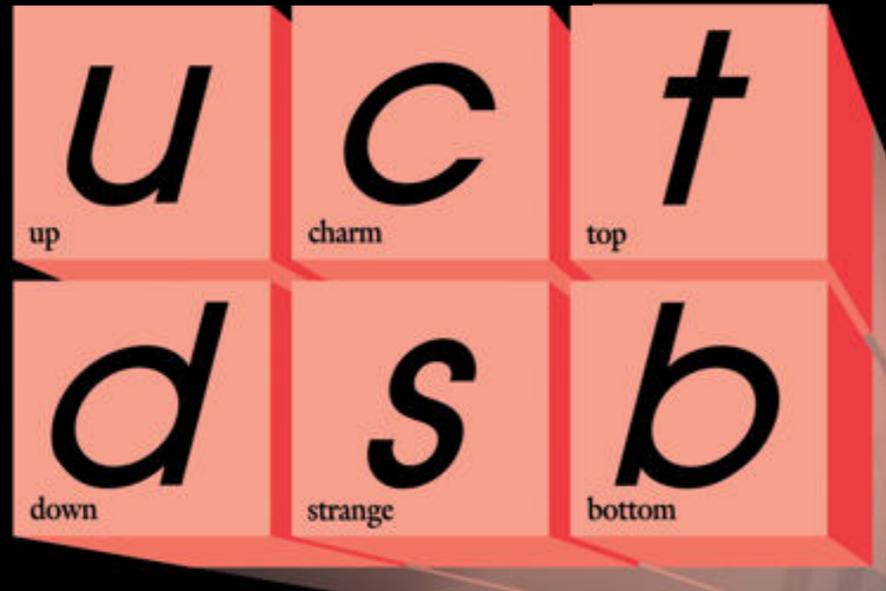
El fotón

sin masa

Interacción =
intercambio de fotones

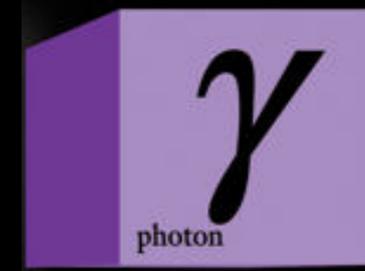


QUARKS



LEPTONES

Interacción electromagnética



FOTÓN

Portadores de la fuerza

Los portadores de la fuerza

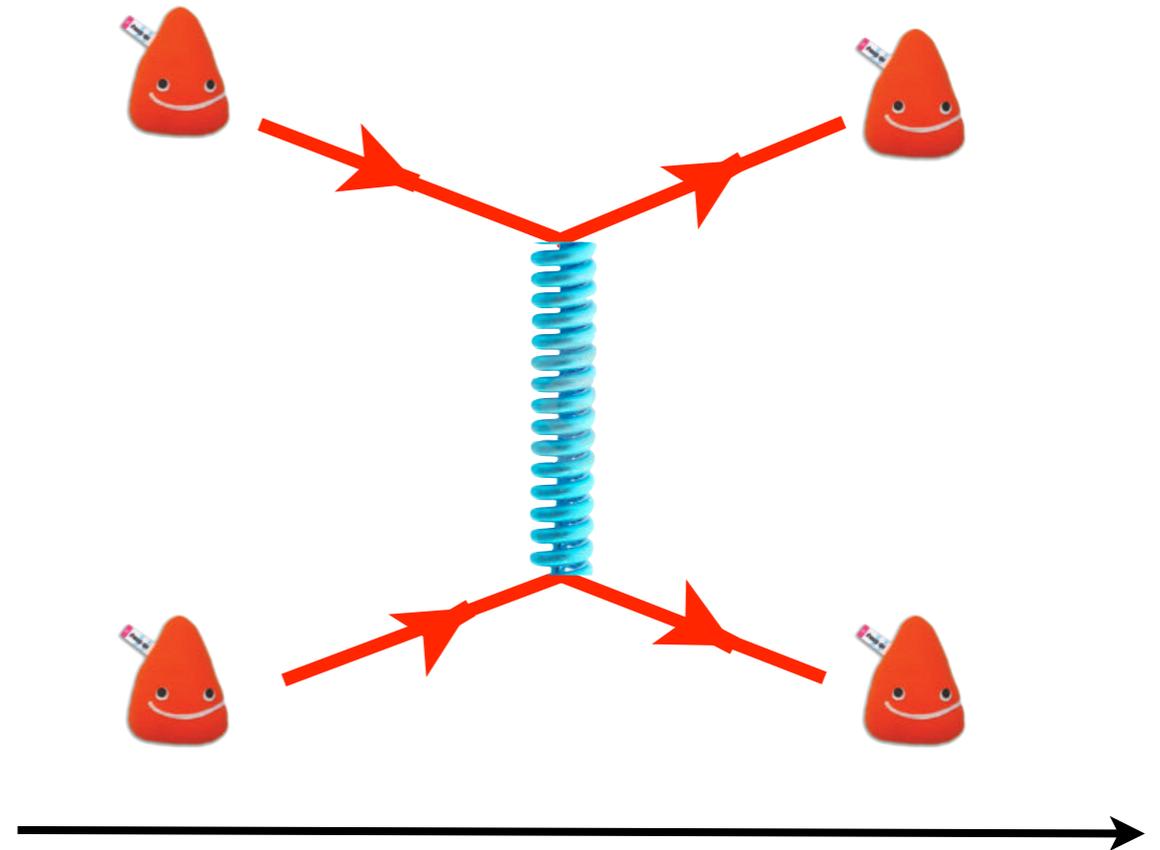
Interacción fuerte

QCD

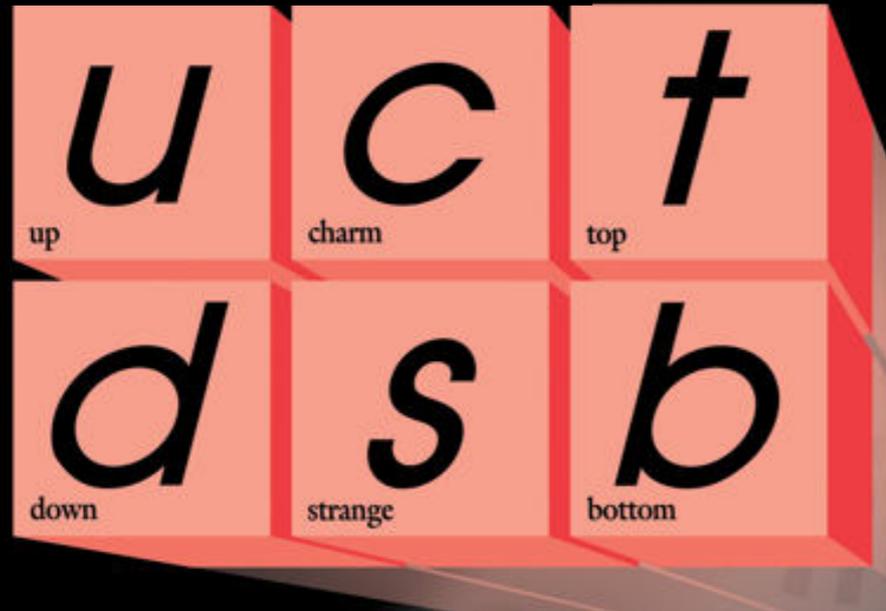
8 gluones

sin masa

Confinan a los quarks
en protón y neutrón



QUARKS



Interacción
fuerte



GLUÓN

Portadores de la fuerza

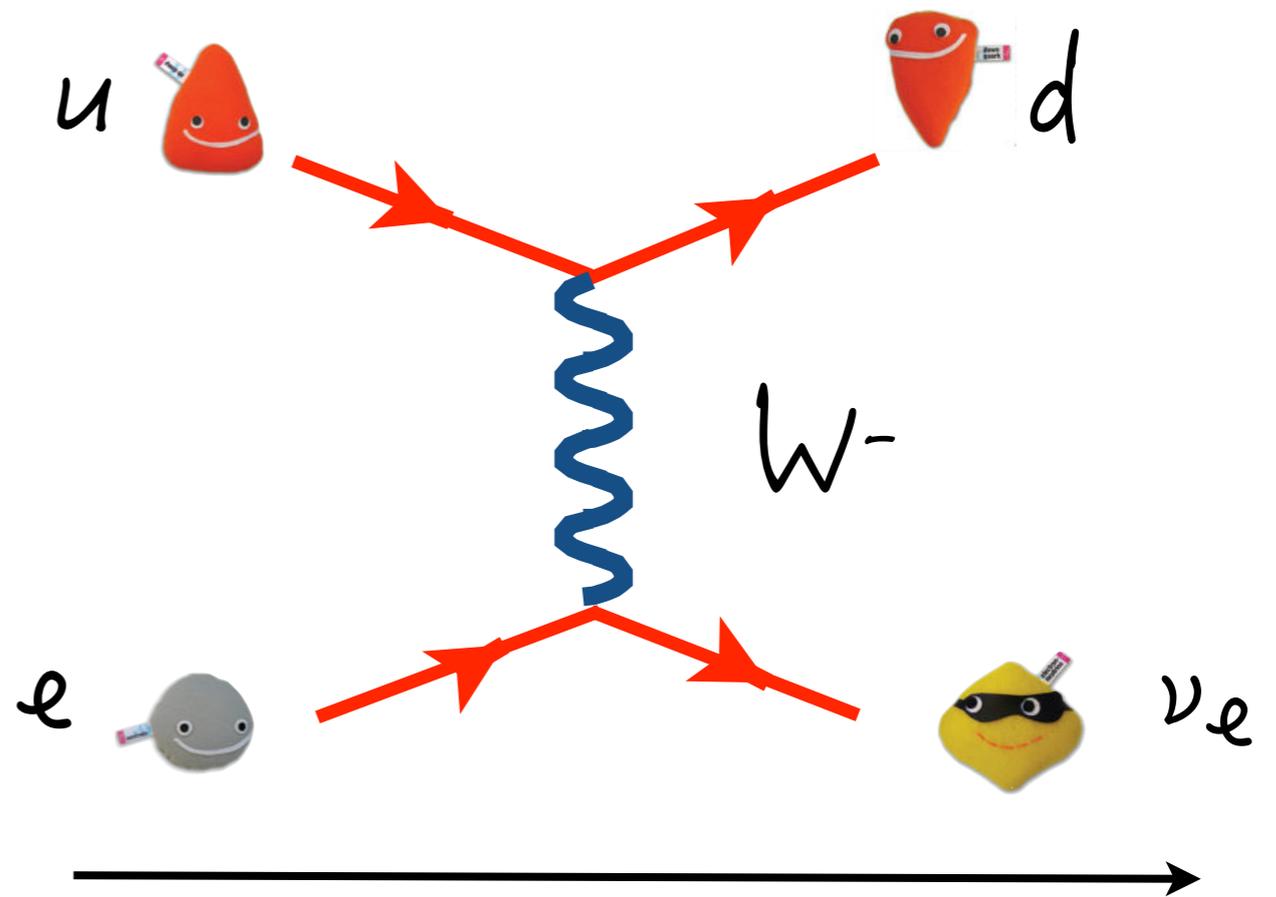
Los portadores de la fuerza

Interacción débil

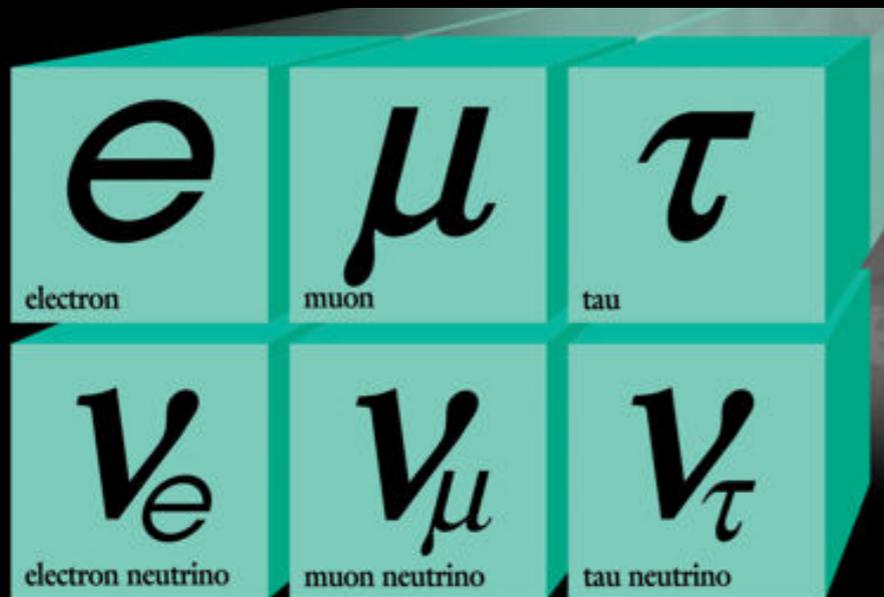
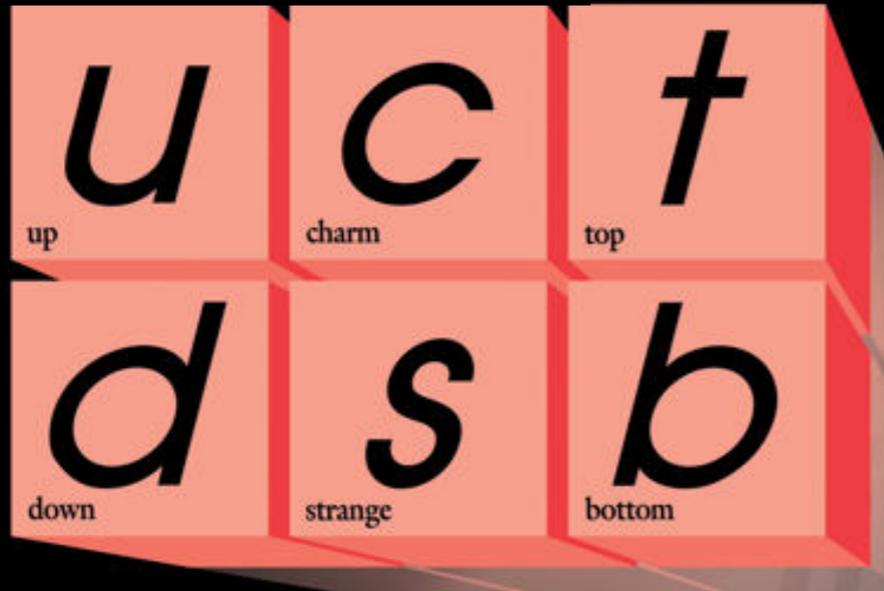
Bosones W^+ y Z

Masivos

Interacción de corto alcance

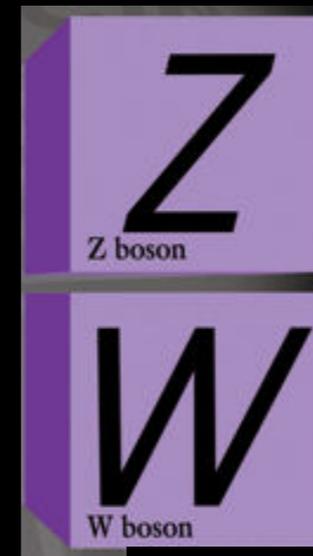


QUARKS



LEPTONES

Interacción débil



BOSONES

W y Z

Portadores de la fuerza

Los portadores de la fuerza

Interacción gravitatoria

El gravitón (?)

sin masa

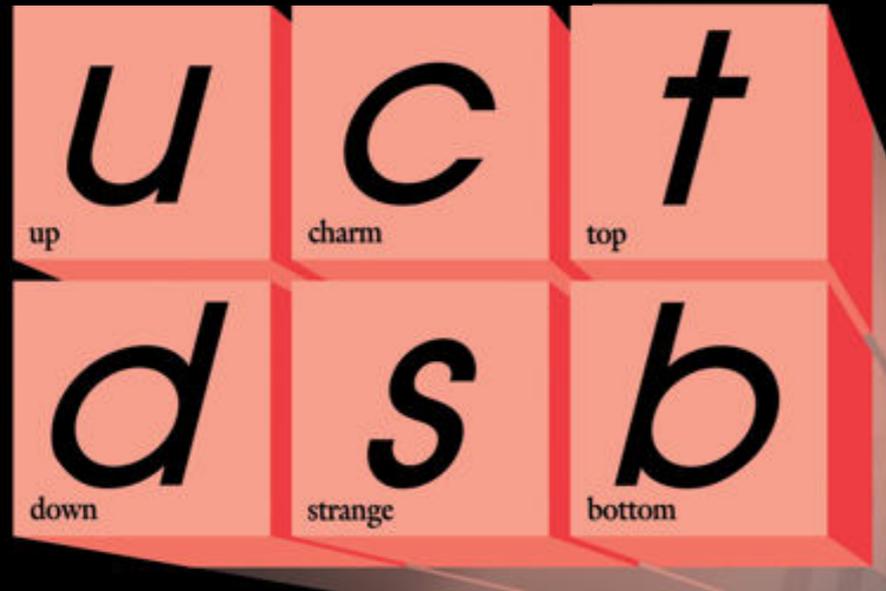
Interacción de largo alcance
muy débil



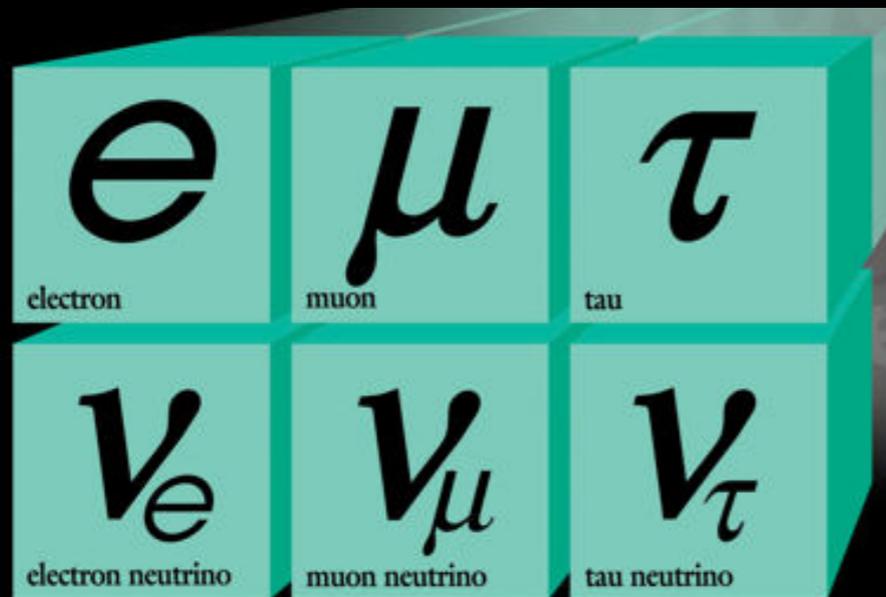
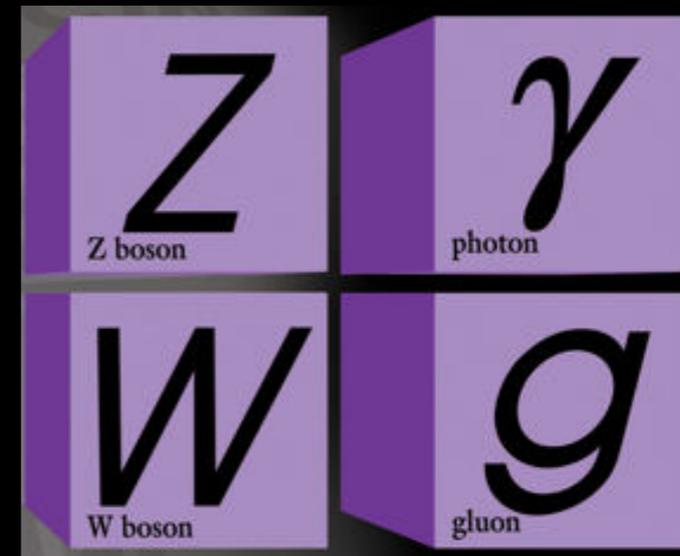
No integrado en el ME

MODELO ESTÁNDAR

QUARKS



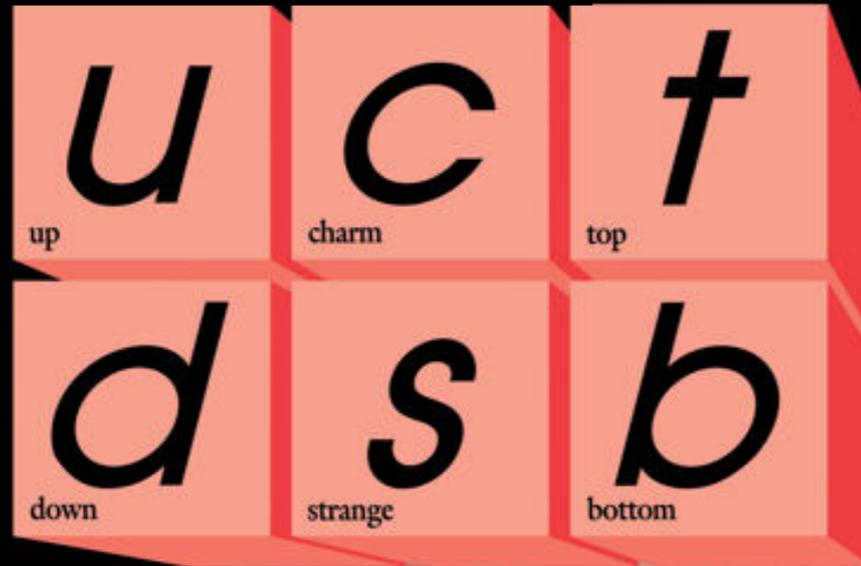
FUERZAS



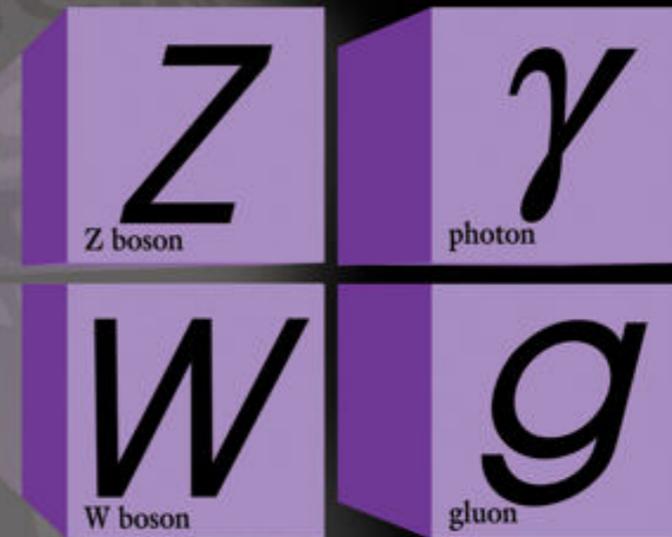
LEPTONES

MODELO ESTÁNDAR

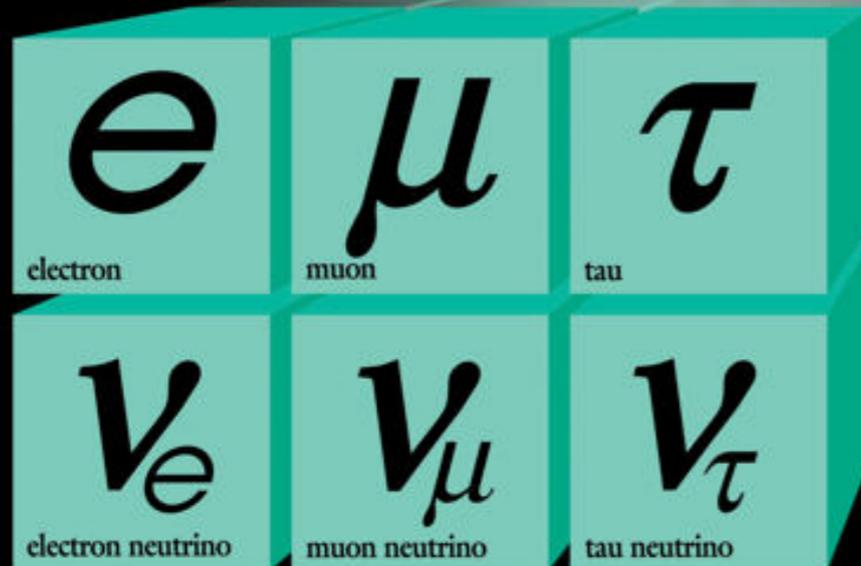
QUARKS



FUERZAS



Bosón de Higgs



LEPTONES

Hace 10 años se descubrió la partícula de Higgs

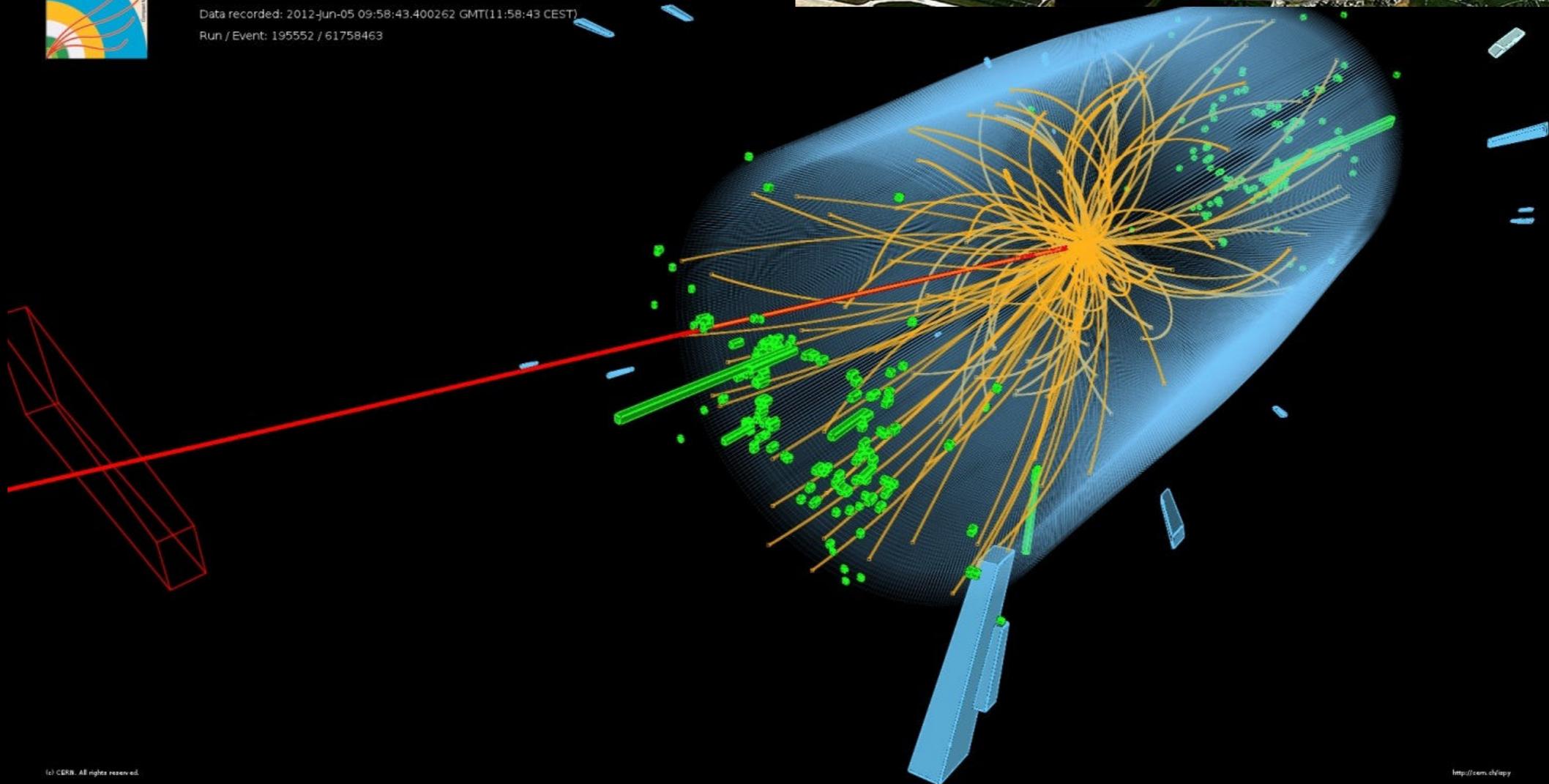
LHC
gran colisionador
de hadrones
CERN
Ginebra



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2012-jun-05 09:58:43.400262 GMT(11:58:43 CEST)

Run / Event: 195552 / 61758463



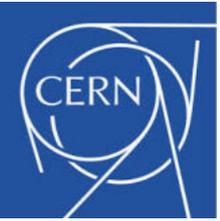
DECEMBER 31, 2012 / JANUARY 7, 2013

TIME

Nº5
PARTICLE
PHYSICIST
**FABIOLA
GIANOTTI**



Directora general
del CERN 2016



Portavoz del experimento
ATLAS, presentó el
descubrimiento del bosón
de Higgs en 2012



El premio Nobel de física 2013



François Englert

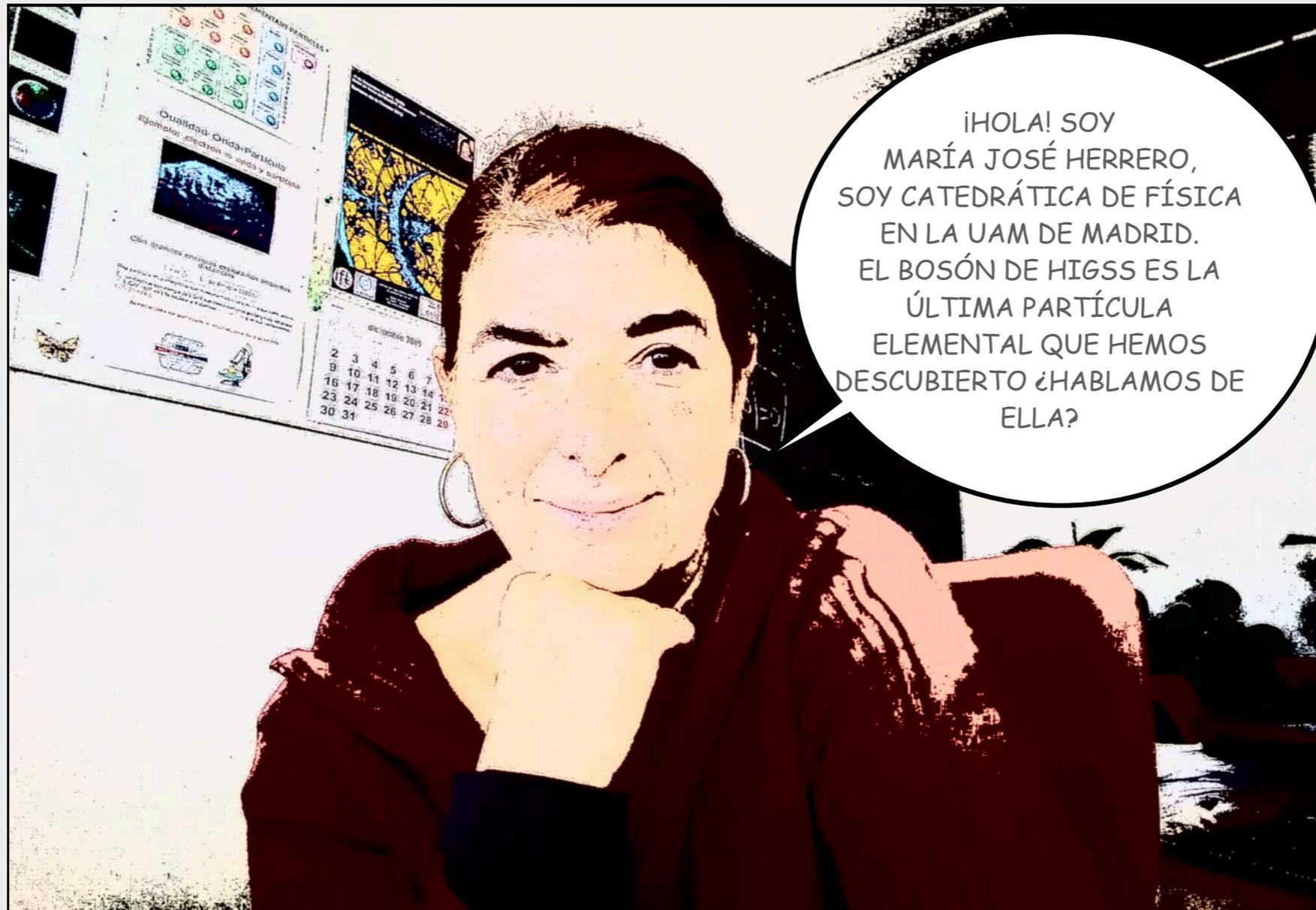


Peter W. Higgs

Maria José Herrero



¿Qué es el bosón de Higgs?

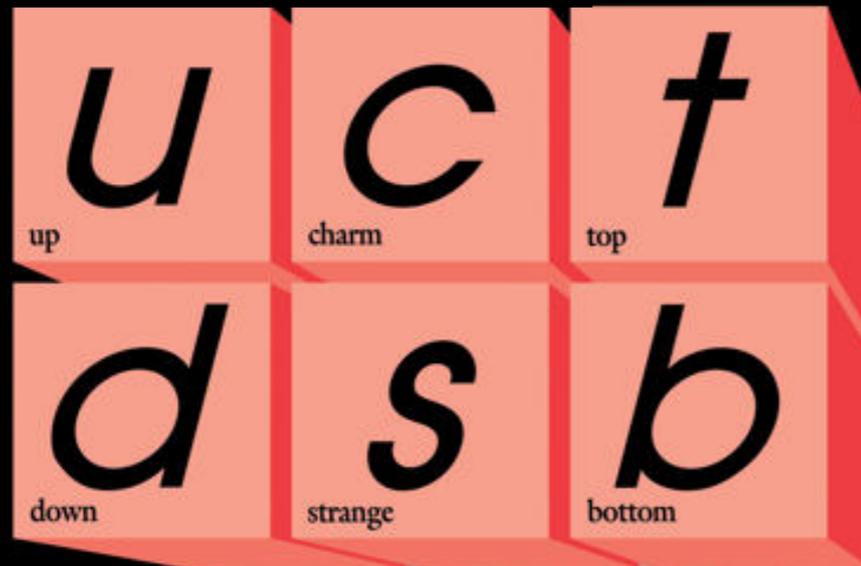


El bosón de Higgs da masa a las demás partículas

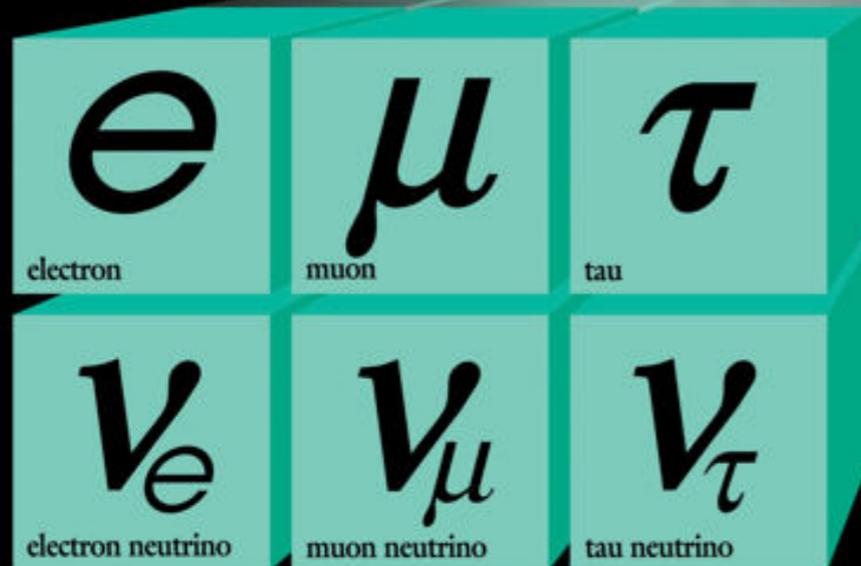
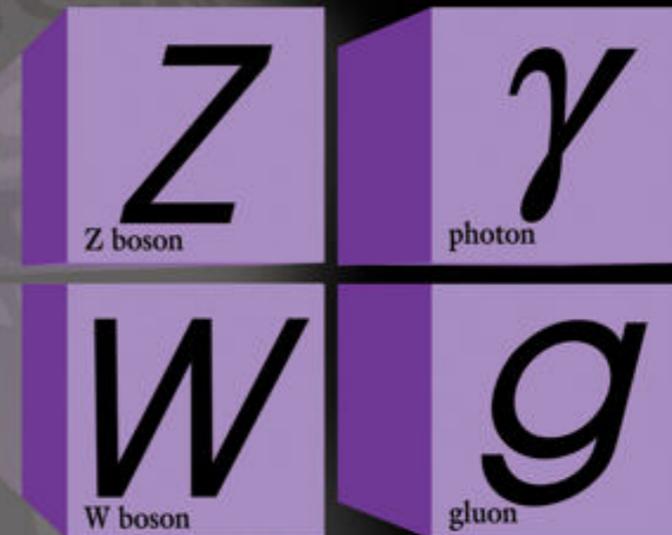


MODELO ESTÁNDAR

QUARKS



FUERZAS



LEPTONES

Modelo Estándar =

Nueva Tabla Periódica

**Esta imagen,
¿es completa?**

**¿Sabemos todo
sobre el
Modelo Estándar?**

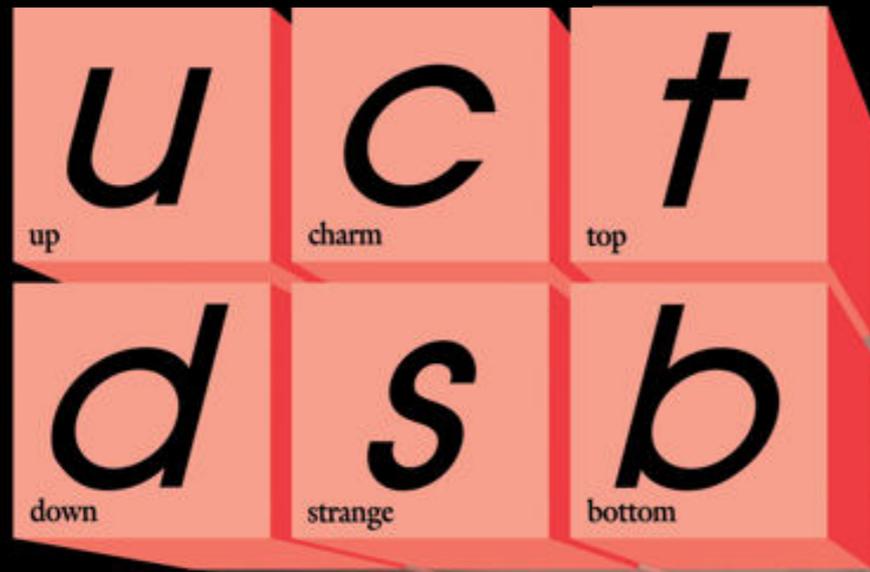
¿Sabemos todo

sobre el

Modelo de la Tierra?

¡NO!

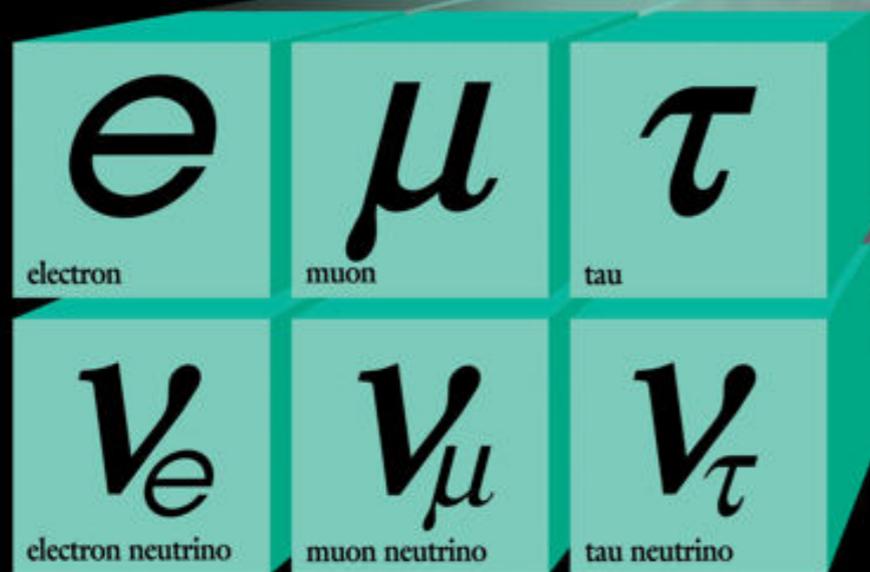
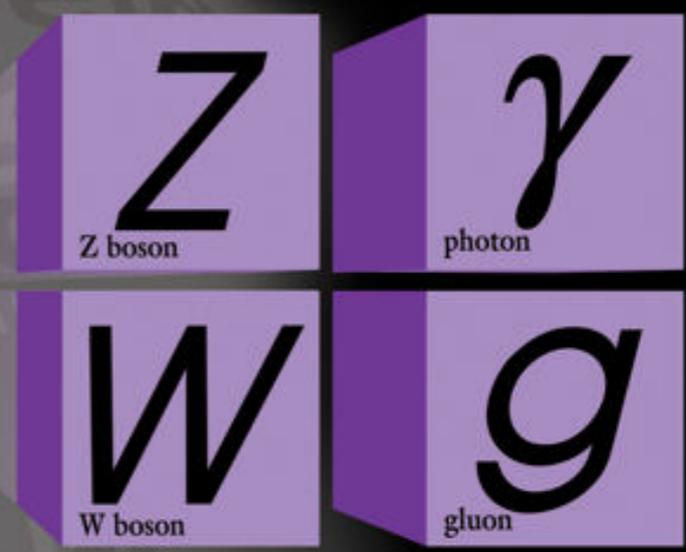
QUARKS



MODELO ESTÁNDAR

¿Por qué 3 familias?

FUERZAS



LEPTONES



Up

$P/500$



Charm

P



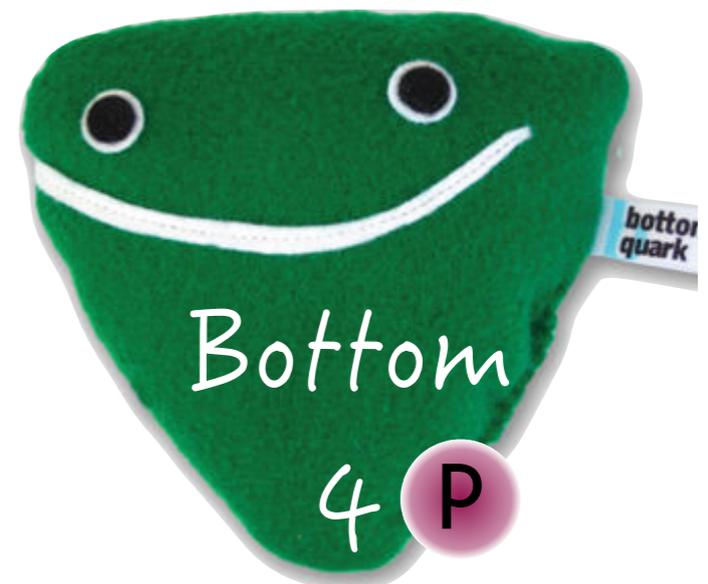
Down

$P/200$



Strange

$P/10$



Bottom

$4P$

¿Por qué las masas son tan distintas?



Up

$\frac{P}{500}$



Down

$\frac{P}{200}$



Charm

P



Strange

$\frac{P}{10}$



Top
 $173 P$



Bottom
 $4 P$

También los leptones



electrón

$P/2000$



muón

$P/10$



tau

$2P$

¿Y los neutrinos?

También los leptones



electrón

$P/2000$



muón

$P/10$



tau

$2P$



ν_e

??

\neq



ν_μ

??

\neq



ν_τ

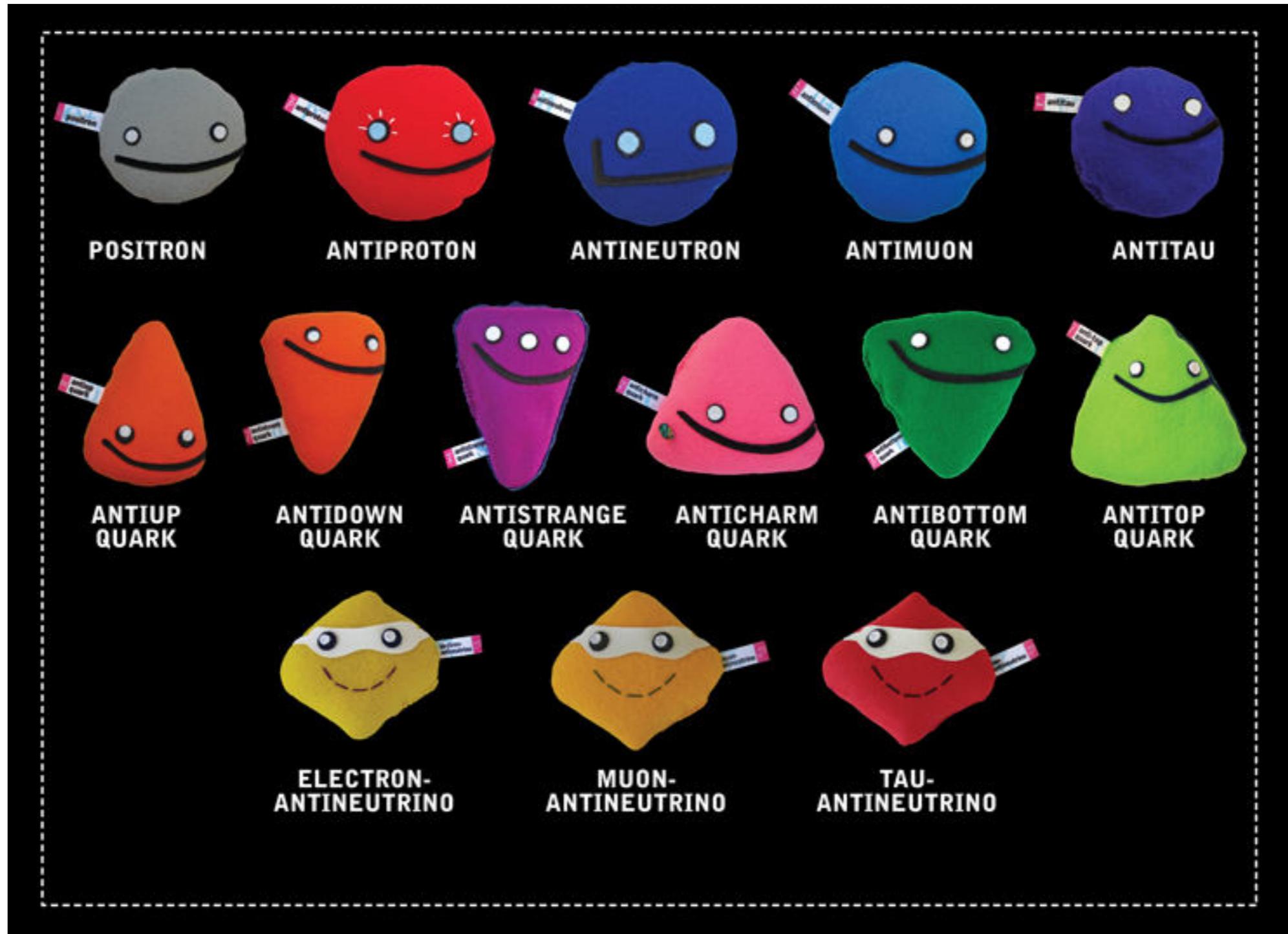
??

Belén Gavela

El universo invisible



¿Por qué no estamos hechos de antimateria?



¿Por qué izquierda \neq derecha?



Chien-Shiung Wu

**Esta imagen,
¿es completa?**

Esta imagen,

¿es una?

i NO!

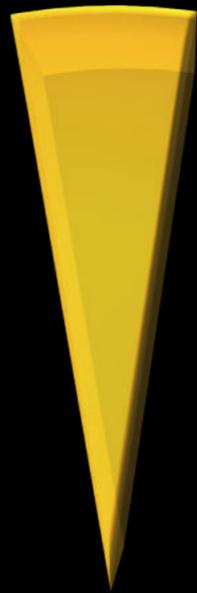
El Universo es oscuro



El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

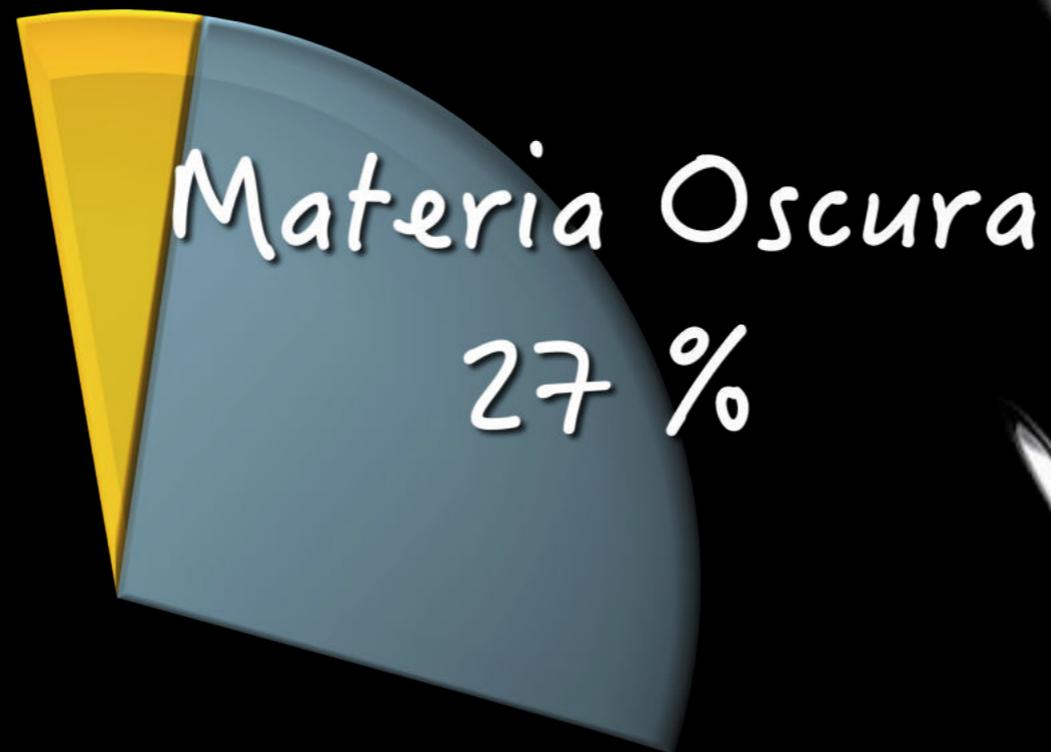
5 %



El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

5 %



Materia Oscura

27 %

El Universo es oscuro

Materia Ordinaria

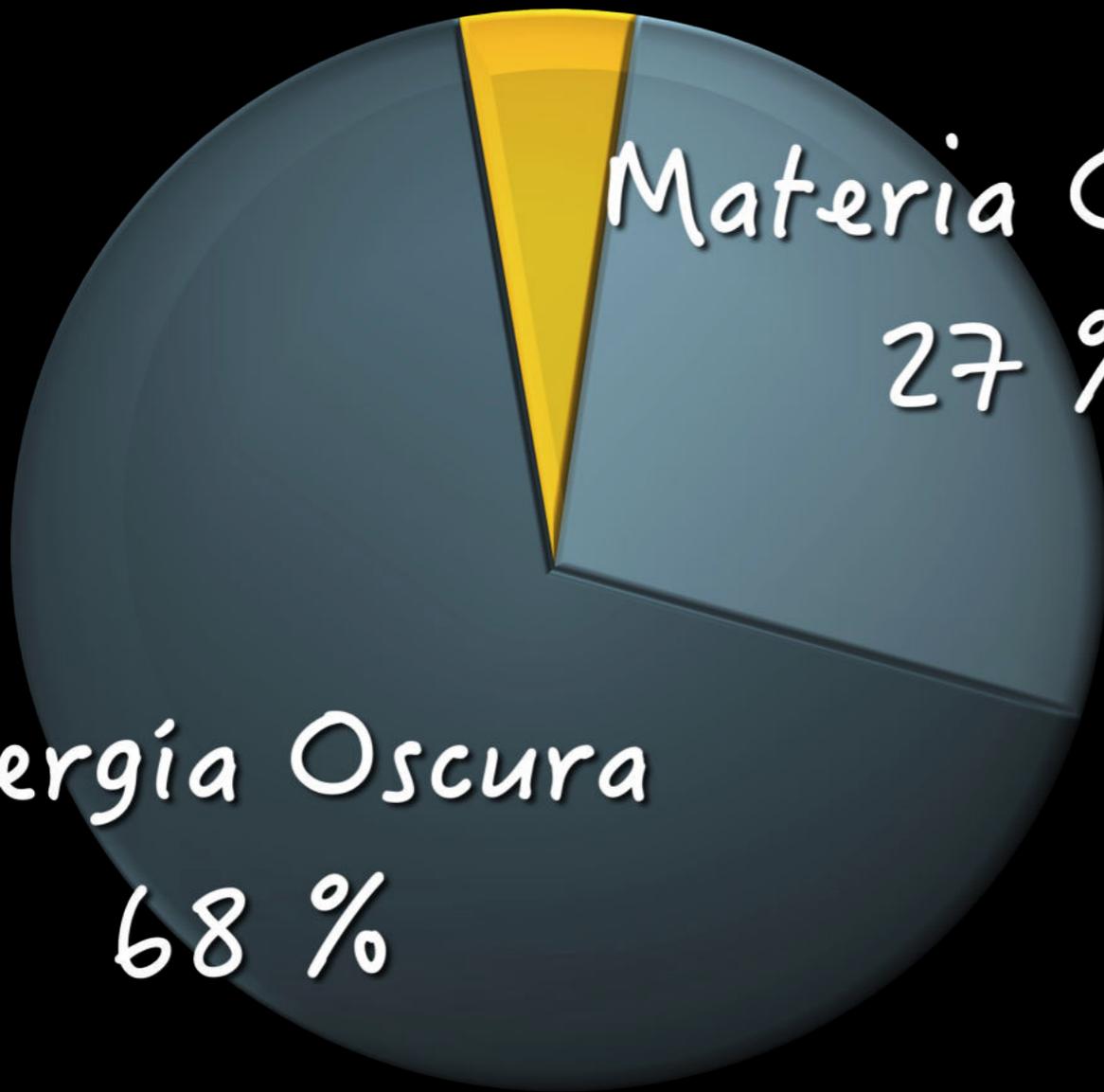
5 %

Materia Oscura

27 %

Energía Oscura

68 %





MISTERIO

SOLO CONOCEMOS EL 5 % DEL CONTENIDO
ENERGÉTICO DEL UNIVERSO

Materia Ordinaria

5 %



¿QUÉ ES LA
MATERIA OSCURA?



El origen de la materia oscura

Guillermo Ballesteros

Vera Rubin y la materia oscura

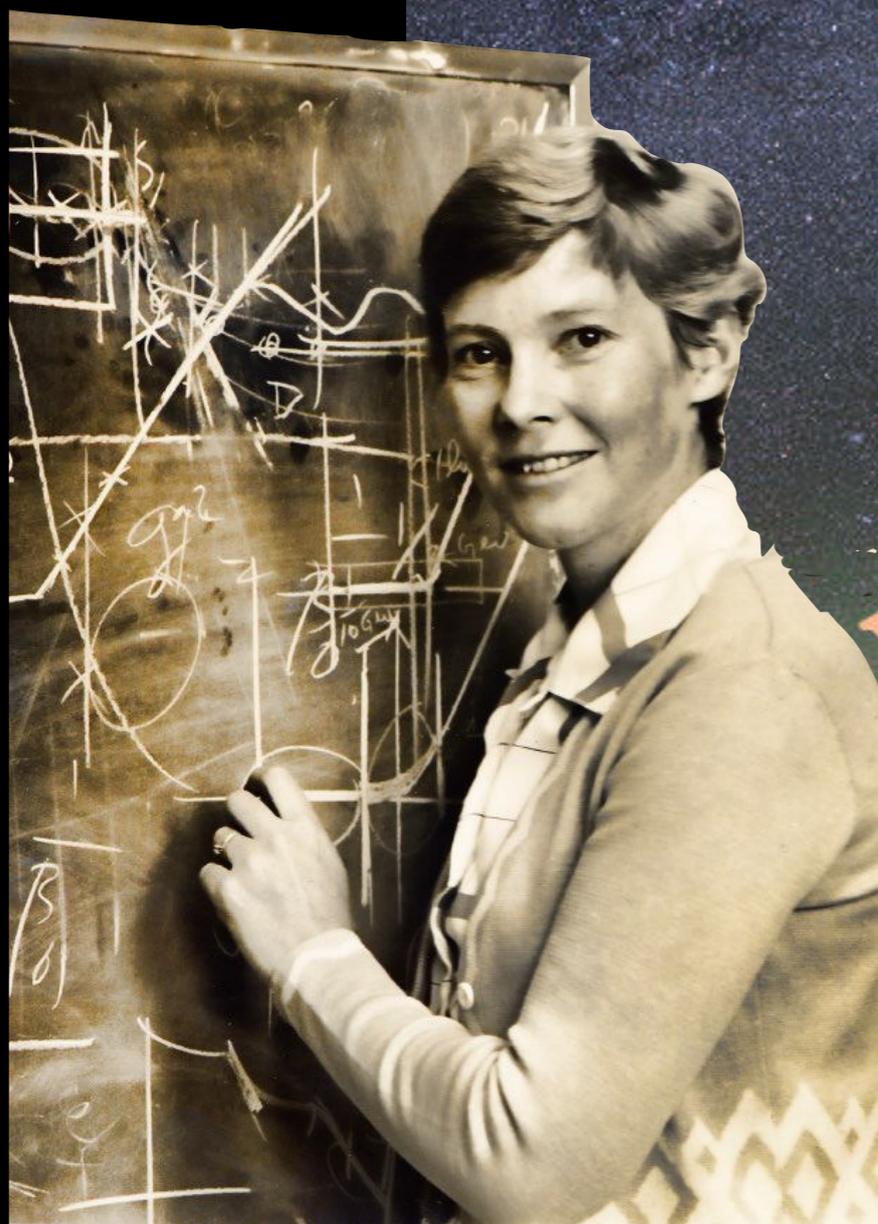


[credit: BBVAOpenMind](#)

Invisibles18

Dark Matter, Axions and other Elusives

¿Nuevas partículas?



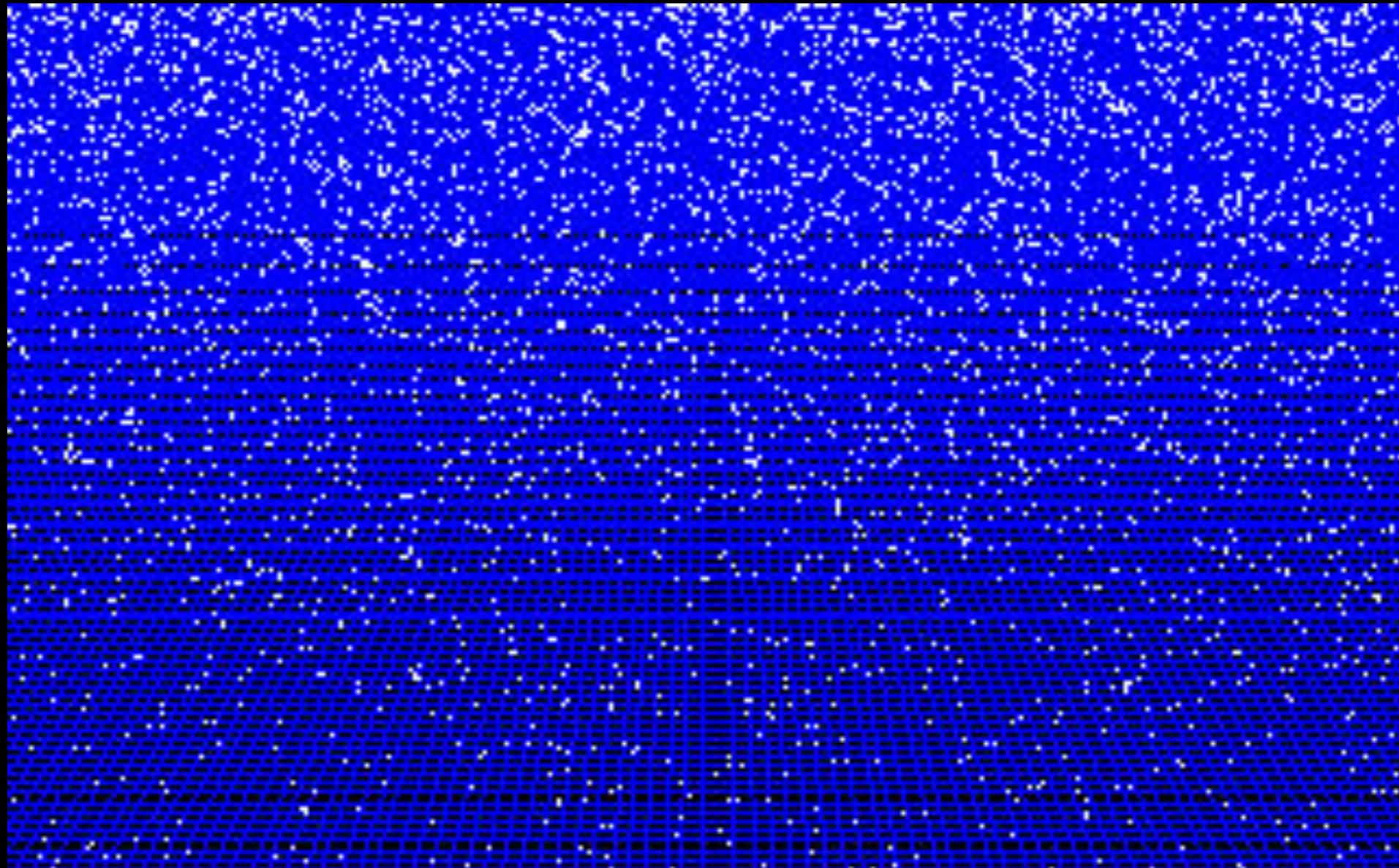
Hellen Quinn



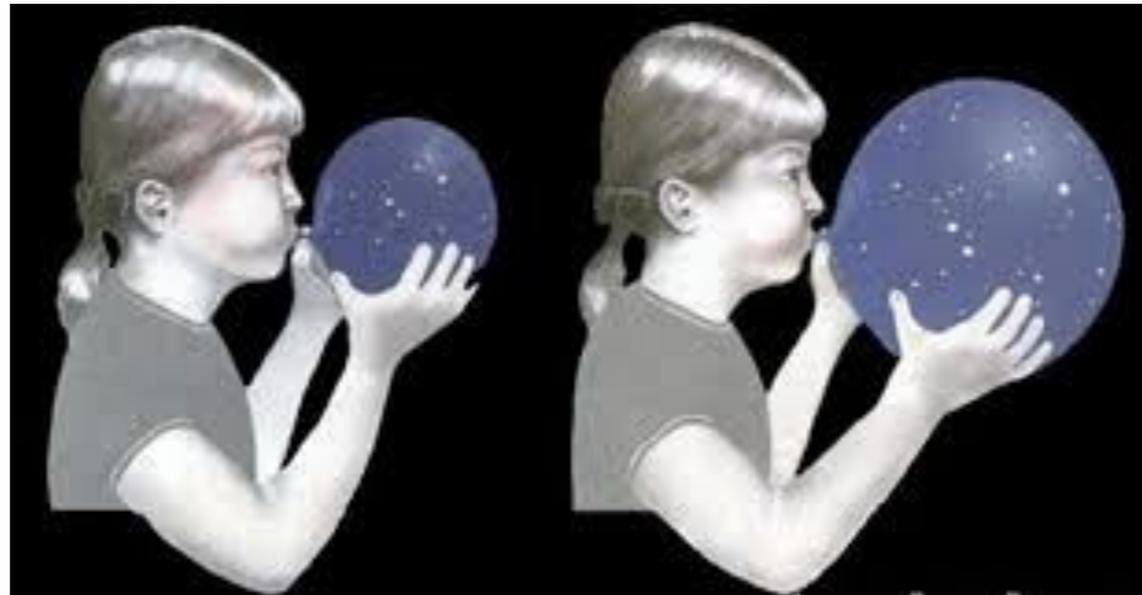


¿QUÉ ES LA
ENERGÍA OSCURA?

Hace 25 años se descubrió que la expansión del universo ... ¡está acelerando!



¿ QUÉ ESTÁ ACTUANDO COMO
MOTOR DE LA EXPANSIÓN ?



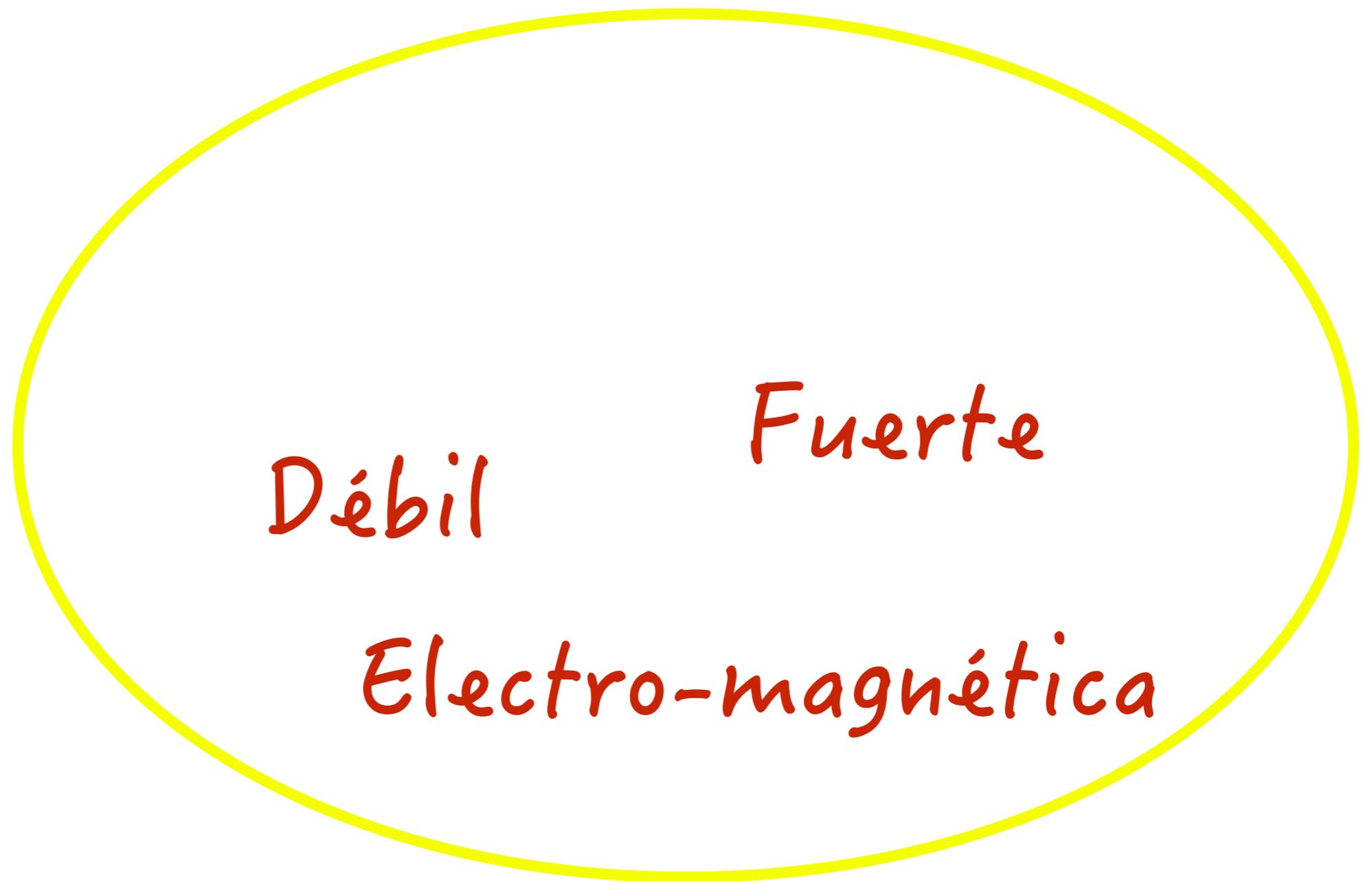
Energía oscura



Energía Oscura

69 %

Las cuatro fuerzas de la naturaleza



Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Teoría Cuántica

Débil

Fuerte

Electro-magnética

Las cuatro fuerzas de la naturaleza

Gravedad

Teoría Cuántica

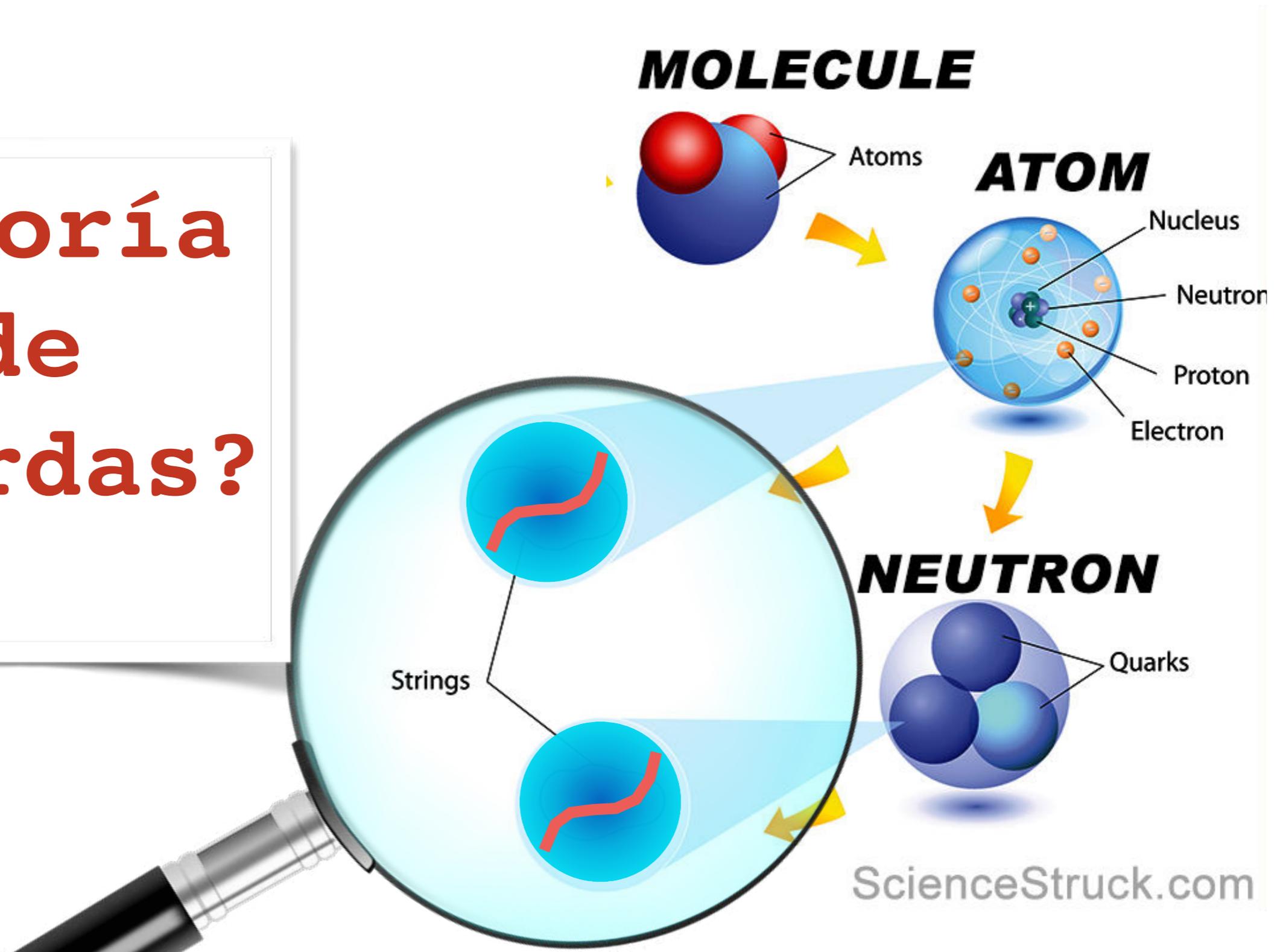
Débil

Fuerte

Electro-magnética

Necesitamos inventar nuevas herramientas

¿Teoría
de
Cuerdas?





Instituto de
Física
Teórica
UAM-CSIC

Lo que se acerca: agujeros negros en el
Universo

María José Rodríguez



Agujeros negros

Event Horizon Telescope 2019

Primera foto de un agujero negro

55M años luz

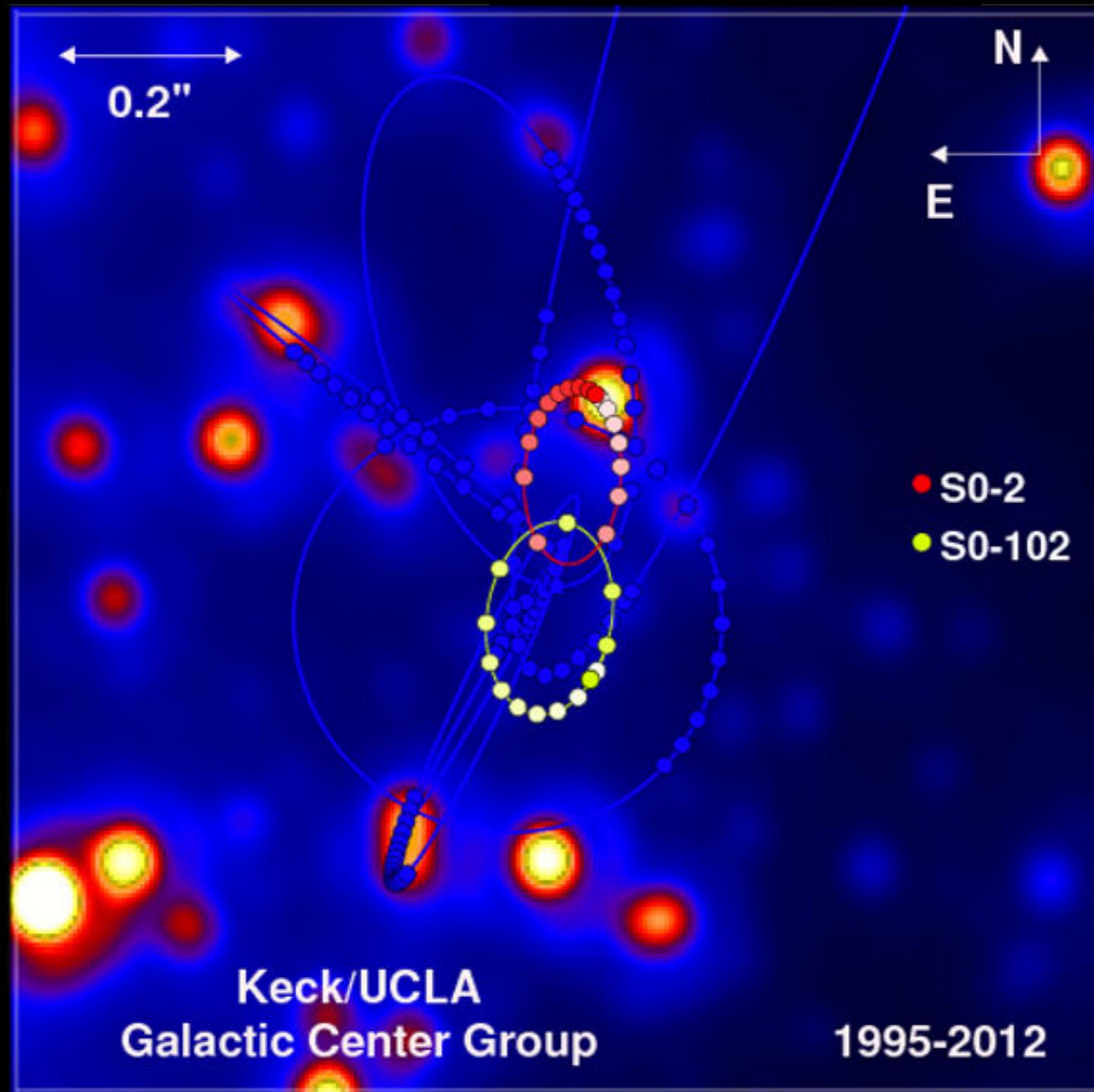
Masa > 6500M masa del sol

Galaxia M87

Andrea Ghez, premio Nobel de física 2020

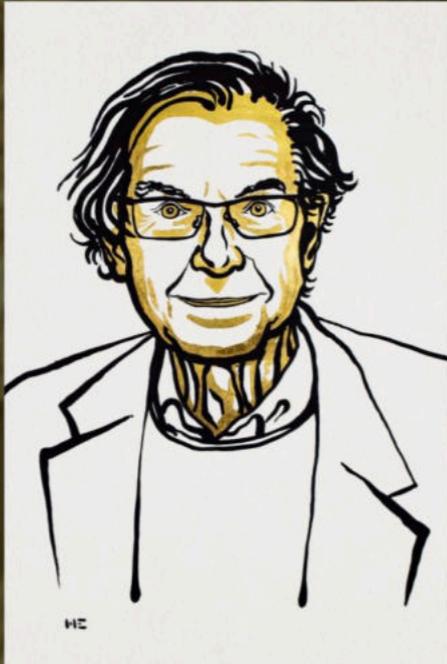


Sagitario A*, el agujero negro de la Vía Láctea

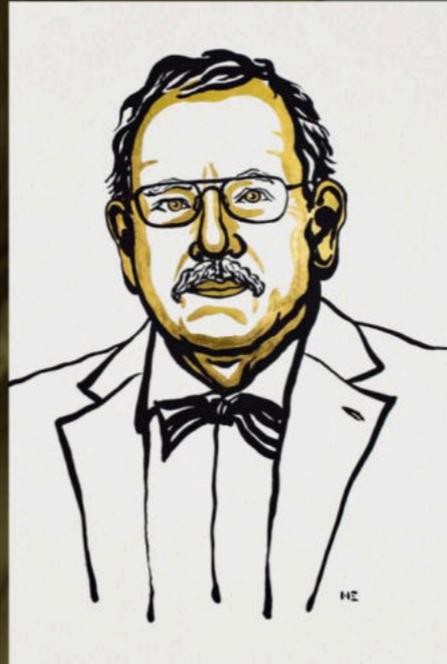


Masa ~ $4M_{\odot}$ masa del sol

El Premio Nobel de Física 2020



[Roger Penrose](#)



[Reinhard Genzel](#)



[Andrea Ghez](#)

[The Nobel Prize in
Physics 2020](#)

[Roger Penrose](#)

[Reinhard Genzel](#)

[Andrea Ghez](#)

Hace 7 años se descubrieron las "vibraciones del espacio"
causadas por una colisión remota de agujeros negros



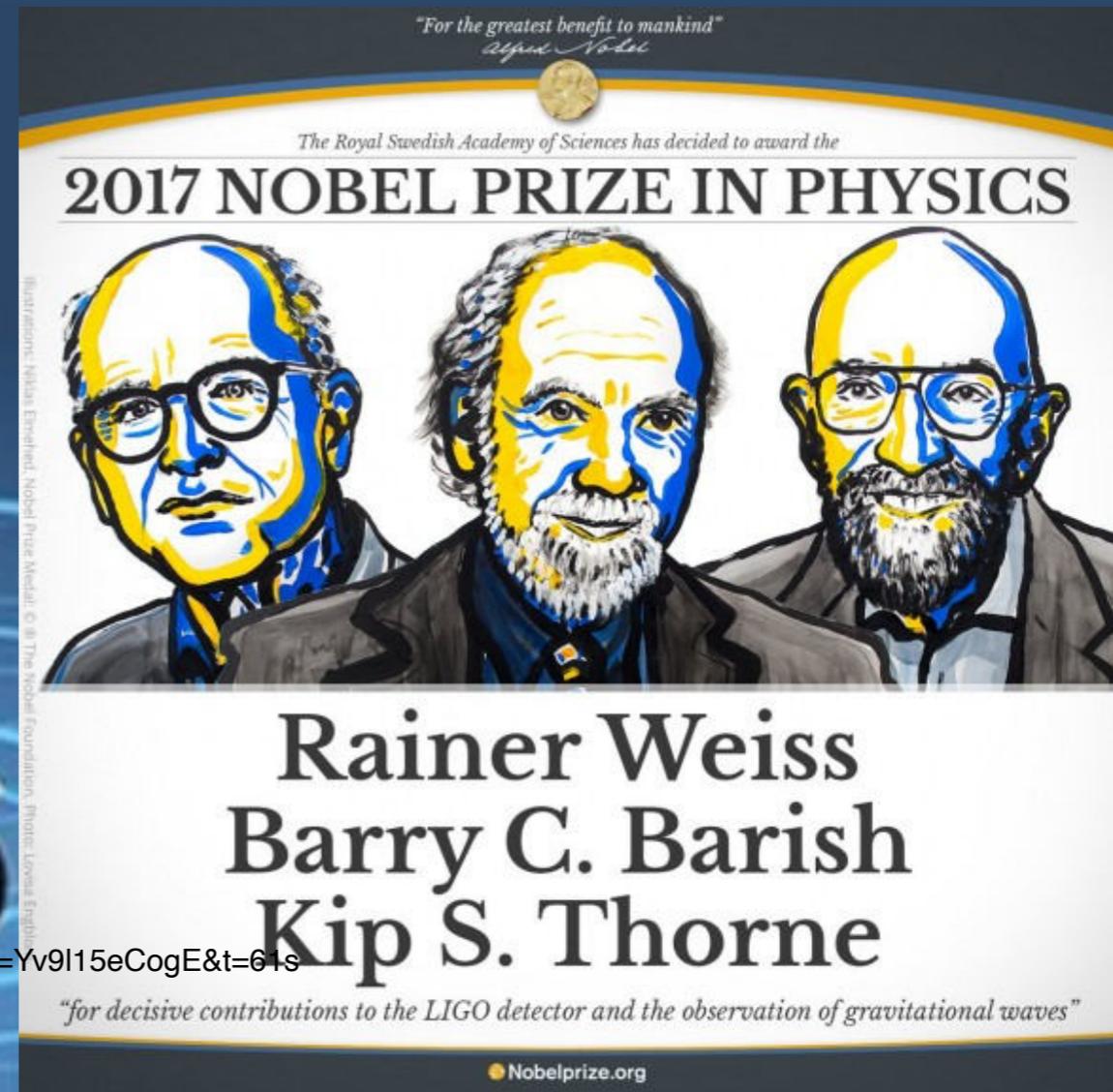
14/09/2015

A 1000 millones de años luz, coalescencia de dos agujeros negros de $36 + 29$
masas solares en uno de 62 masas solares

En 2 décimas de segundo se emiten 3 masas solares en energía de ondas
gravitacionales.

Más de 10 veces la luminosidad de TODAS las estrellas visibles

Ondas gravitacionales



CONFERENCIA
"EINSTEIN, AGUJEROS NEGROS Y ONDAS GRAVITACIONALES"
Prof. Gabriela González
Ex-Portavoz y Líder Científica del experimento LIGO, el primero en detectar Ondas Gravitacionales
3 de Junio 2021 18H (CEST)

A photograph of Prof. Gabriela González, a woman with curly hair wearing a purple patterned top, speaking and gesturing on a stage.

YouTube: Instituto de Física Teórica IFT

YouTube Instituto de Física Teórica UAM-CSIC

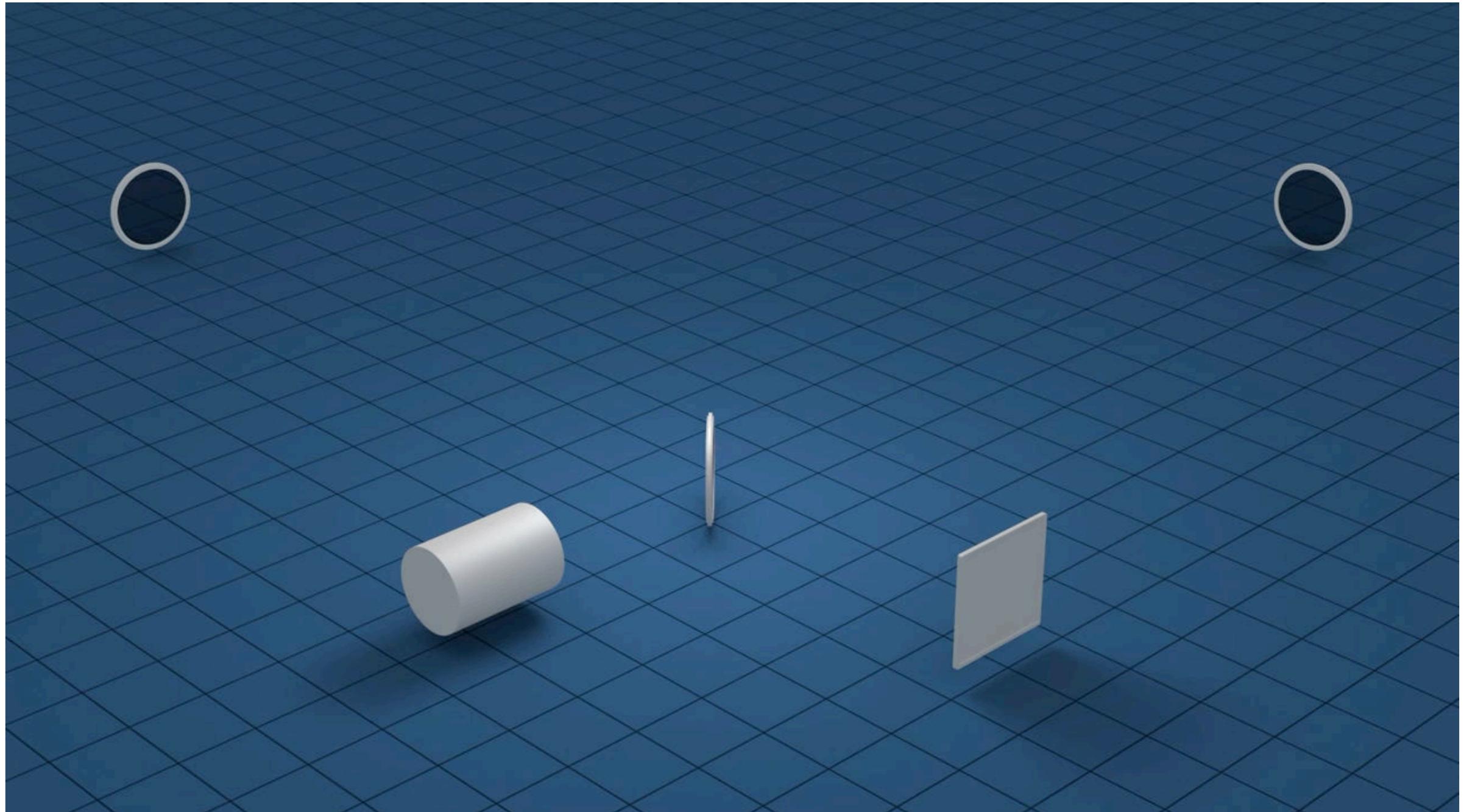
Gabriela González
Einstein, agujeros negros y ondas gravitacionales



Universitat de les Illes Balears Institute of Applied Computing & Community Code.

brazos - 4km

$\Delta L \sim 10^{-3}$ diámetro del protón



**Una nueva ventana a la
exploración del
Universo.**

Take away messages

**El Modelo Estándar de física
de partículas y cosmología es
una auténtica proeza**

$$10^{26} \text{ m} \longrightarrow 10^{-15} \text{ m}$$

El Universo es oscuro

Mucho por descubrir aún queda

El Universo es oscuro

Mucho por descubrir aún queda

¡ ¡La búsqueda continúa!!

We need
you!

EMPIRE

COVER 1 of 6

REY
AND
BB-8



JANUARY 2016 05.50 \$11.99/£6.99 THE FORCE WILL BE WITH YOU... ALWAYS

STAR
THE FORCE AWAKENS
SPECIAL EDITION
WARS

ift

Instituto de Física Teórica UAM-CSIC

EXCELENCIA SEVERO OCHOA

UAM Universidad Autónoma de Madrid

CSIC

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION

UNION EUROPEA

EUROPEAN UNION