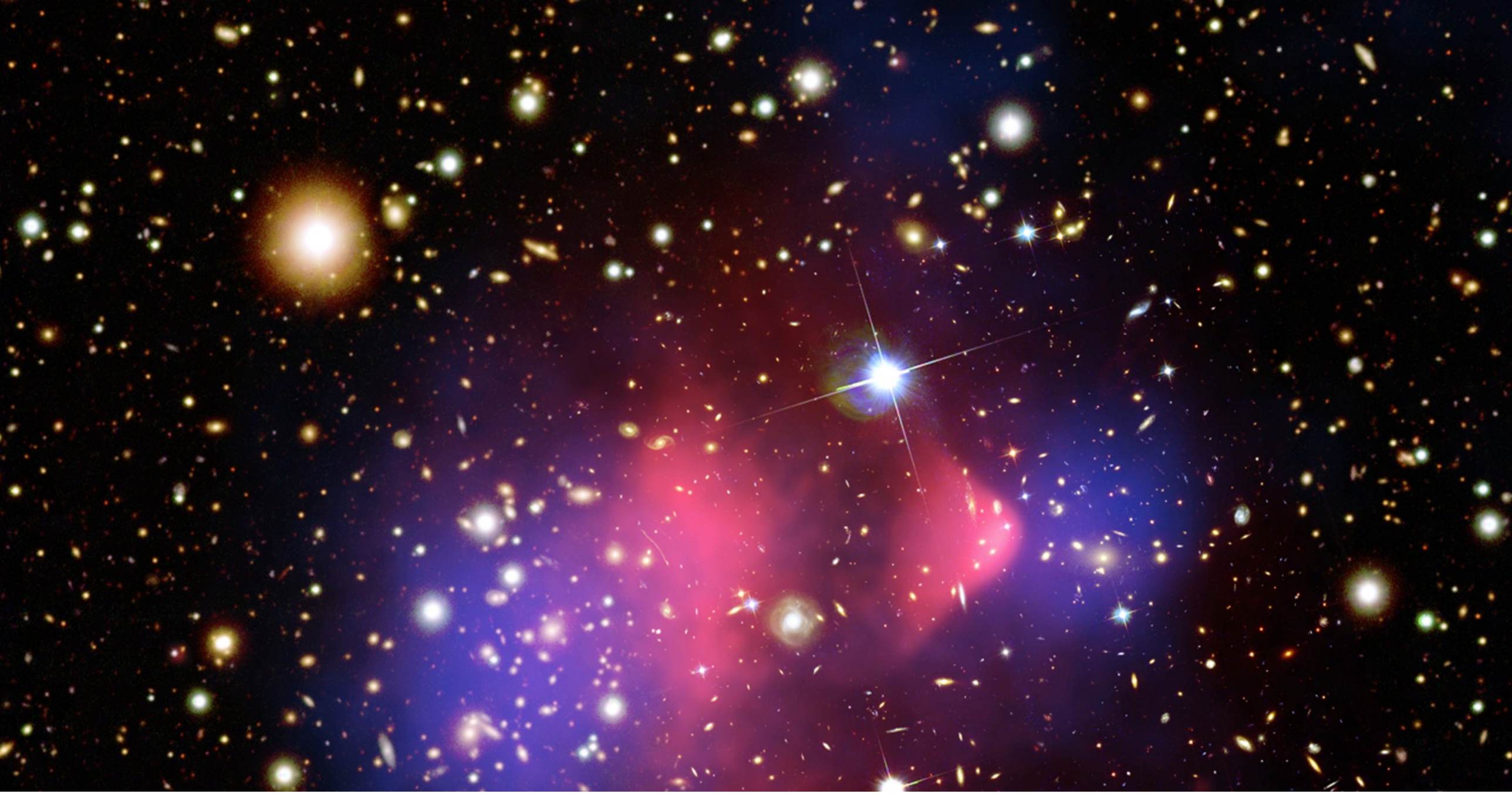


¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS Y DÓNDE VIVIMOS?

Introducción a la Física de Partículas y Cosmología

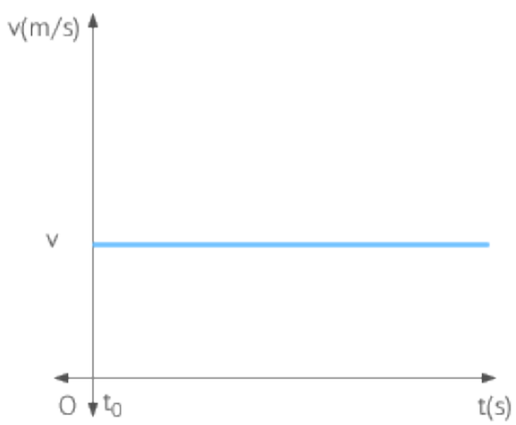
Judit Pérez Romero
IES Villablanca, Madrid

22/01/2020

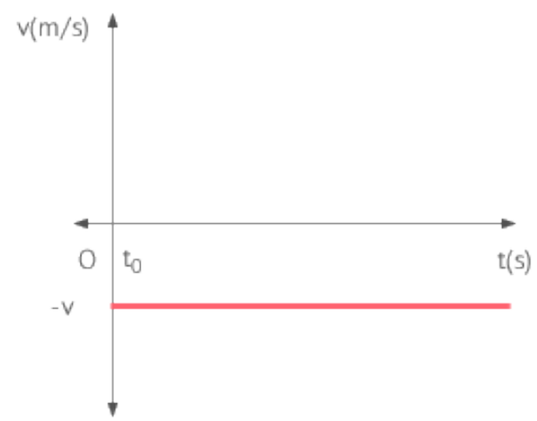
LA FÍSICA CONOCIDA

Cinemática

Gráfica v-t en m.r.u.

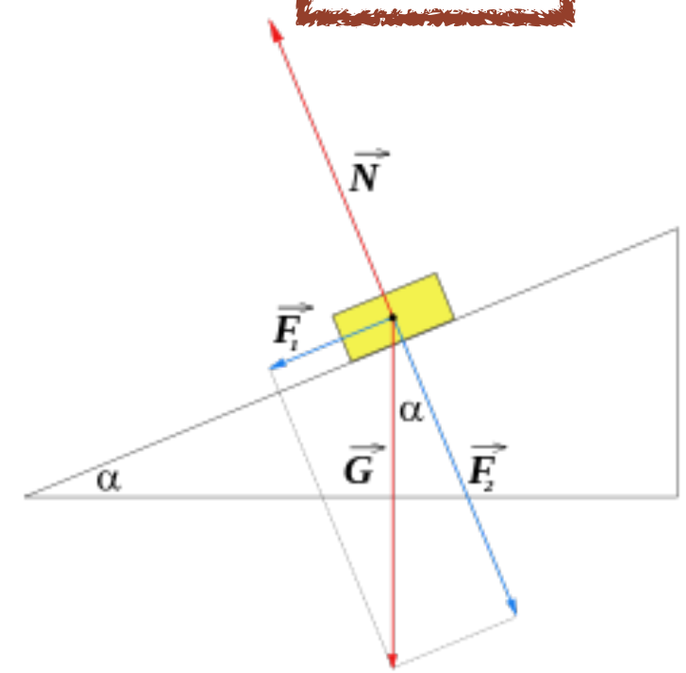


velocidad positiva

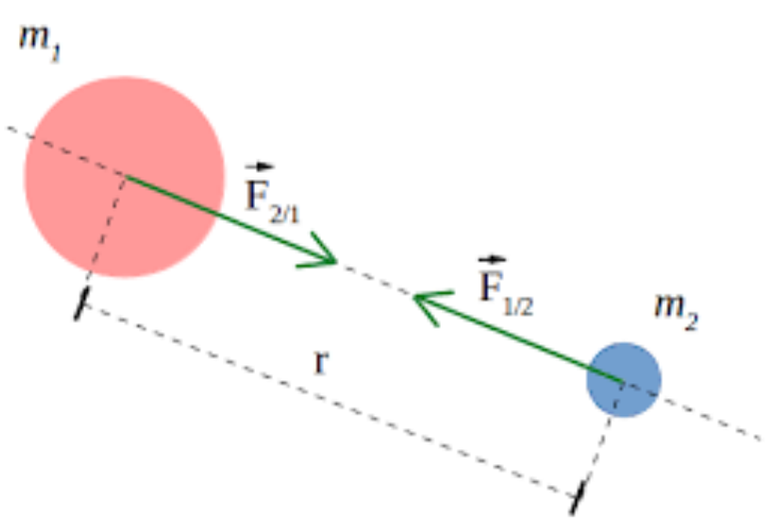


velocidad negativa

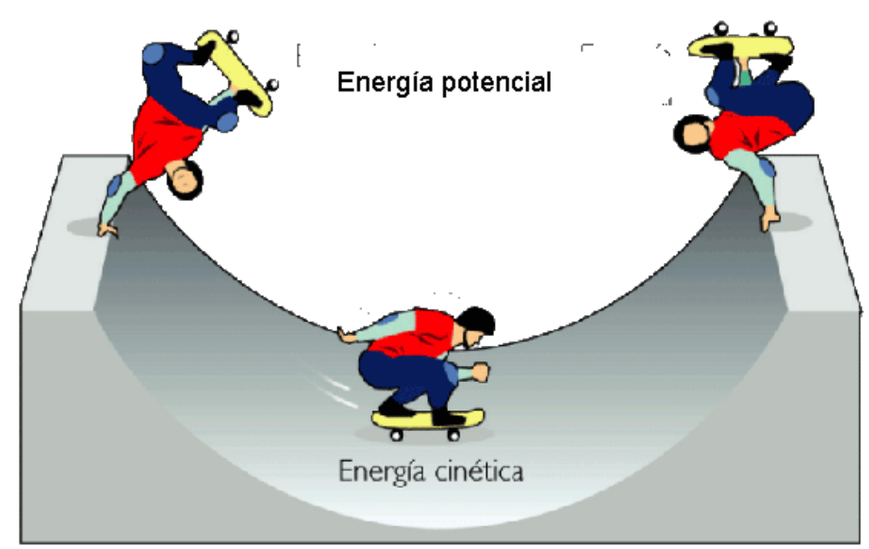
Dinámica



Ley de gravitación universal



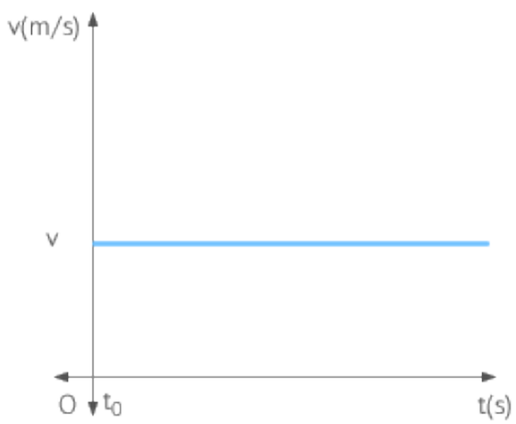
Conservación energía mecánica



LA FÍSICA CONOCIDA

Cinemática

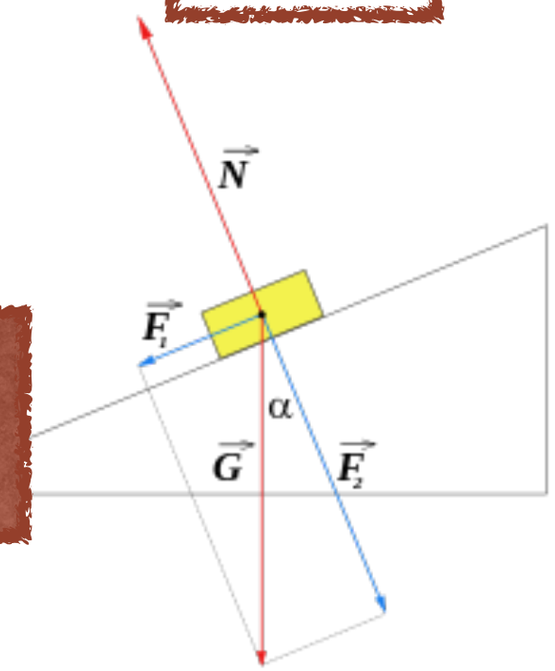
Gráfica v-t en m.r.u.



velocidad positiva

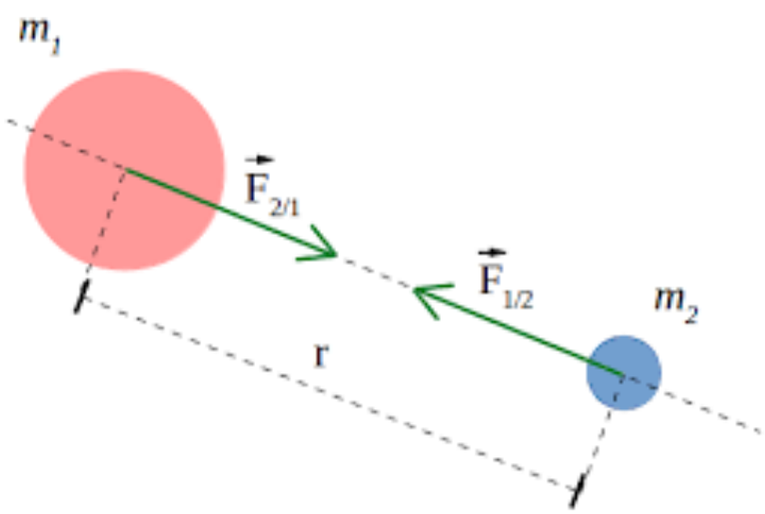
velocidad negativa

Dinámica

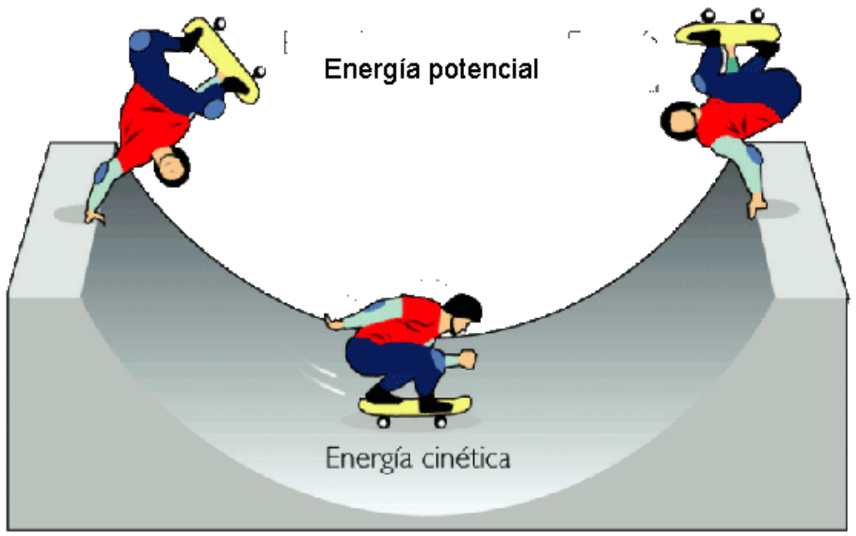


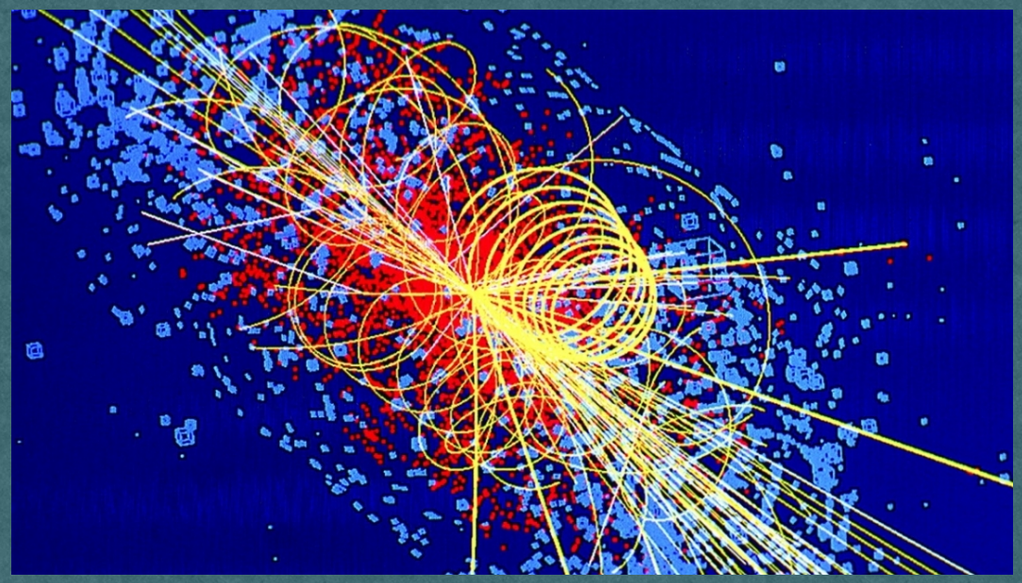
FÍSICA CLÁSICA

Ley de gravitación universal



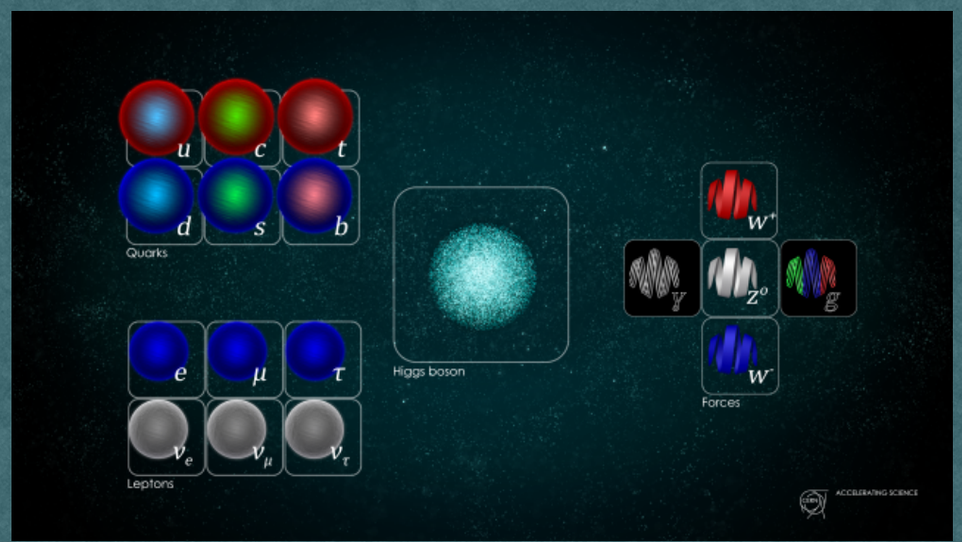
Conservación energía mecánica

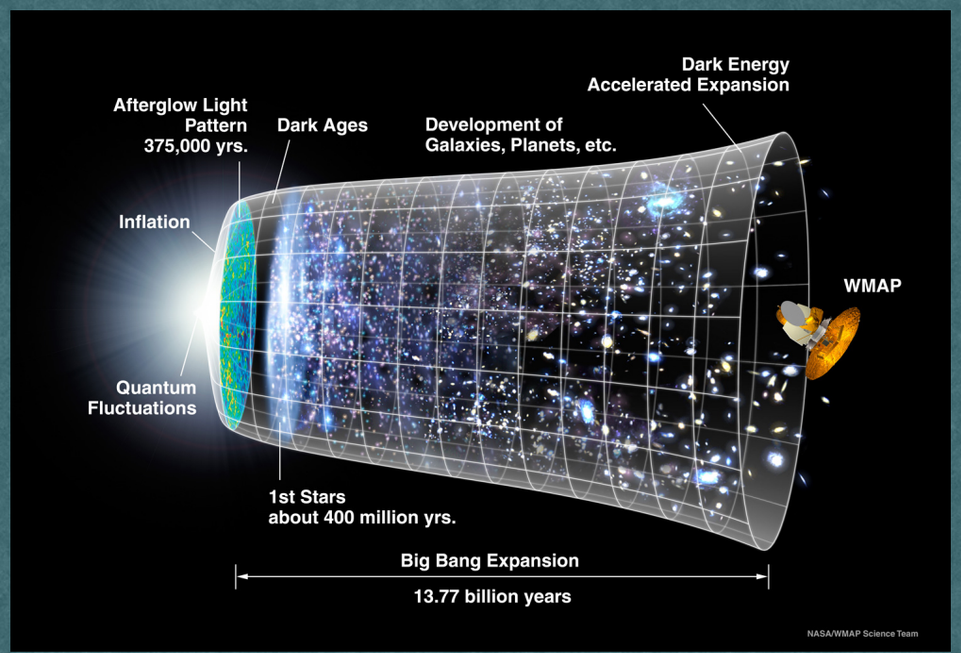




Física de Partículas

Cosmología



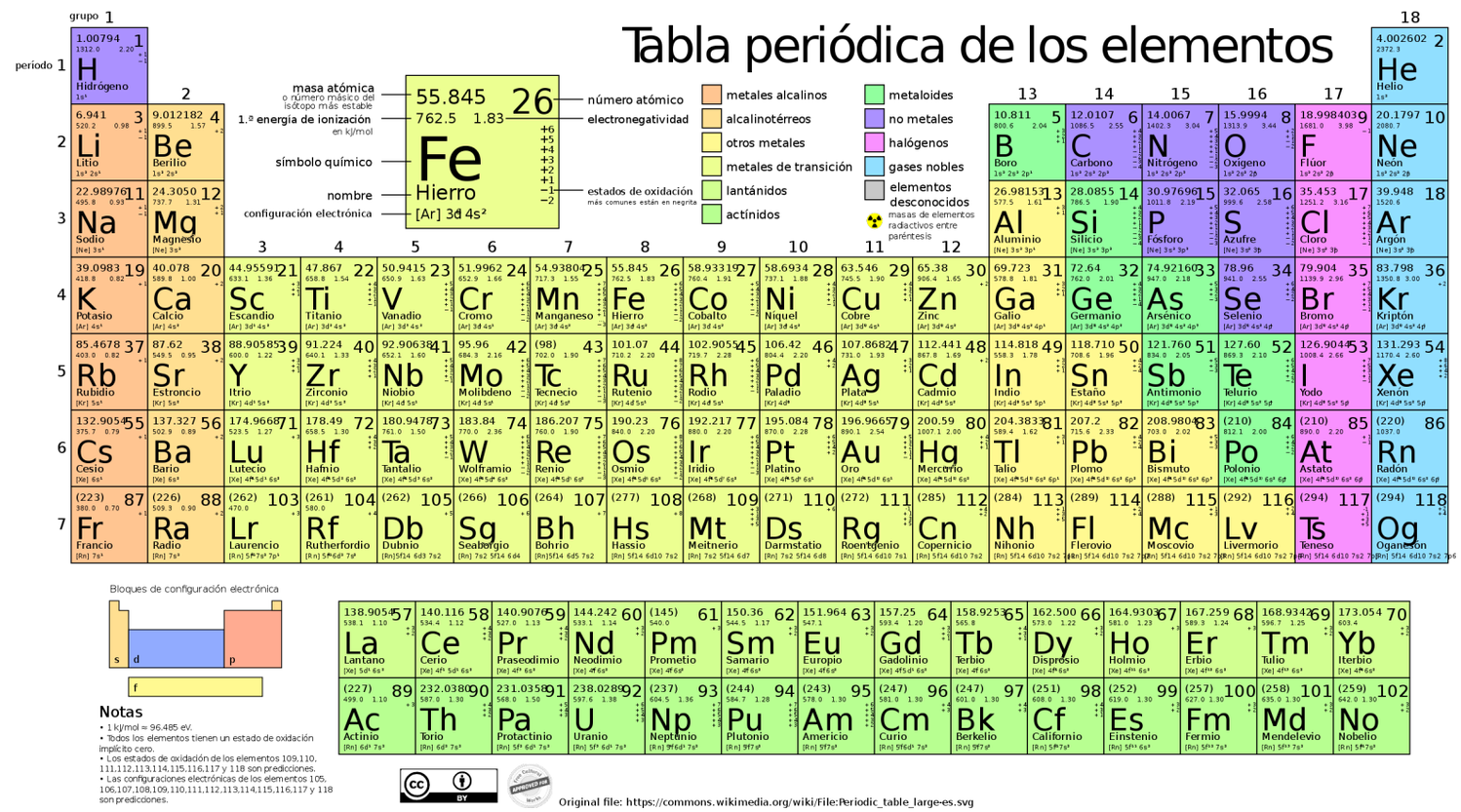


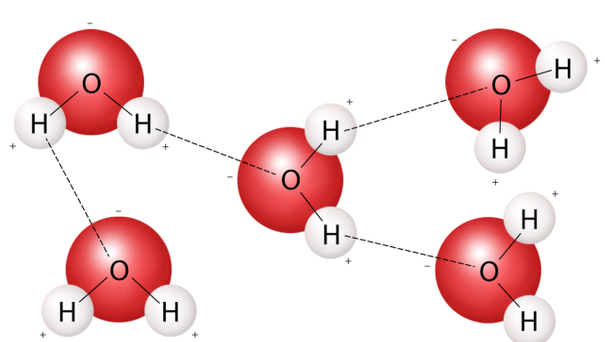
¿DE QUÉ ESTAMOS HECHOS?

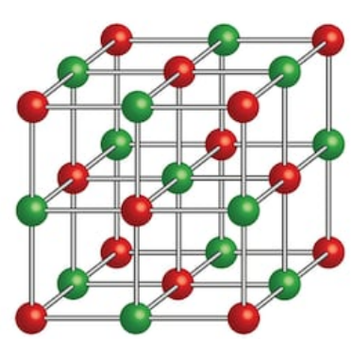
Física de Partículas Elementales

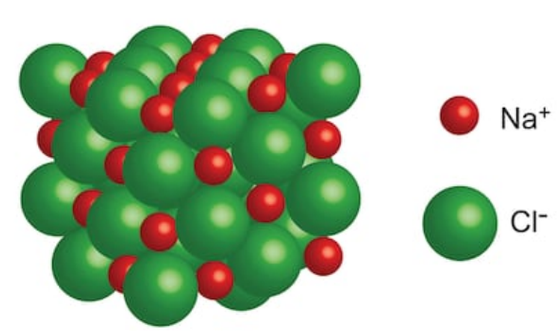
FÍSICA DE PARTÍCULAS

Toda la materia que nos rodea está formada por átomos





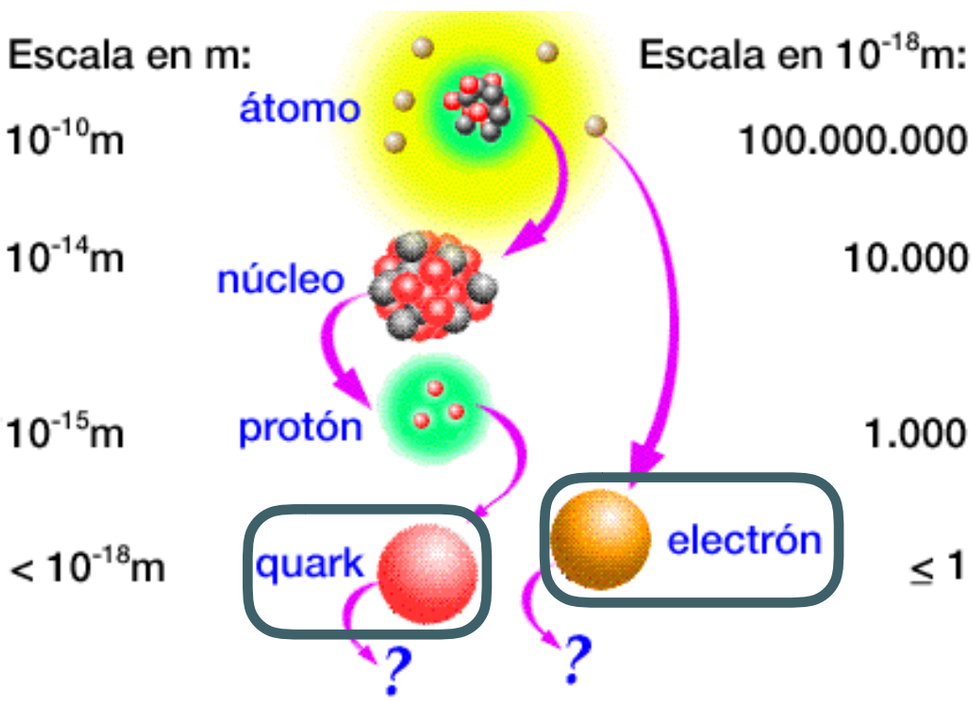




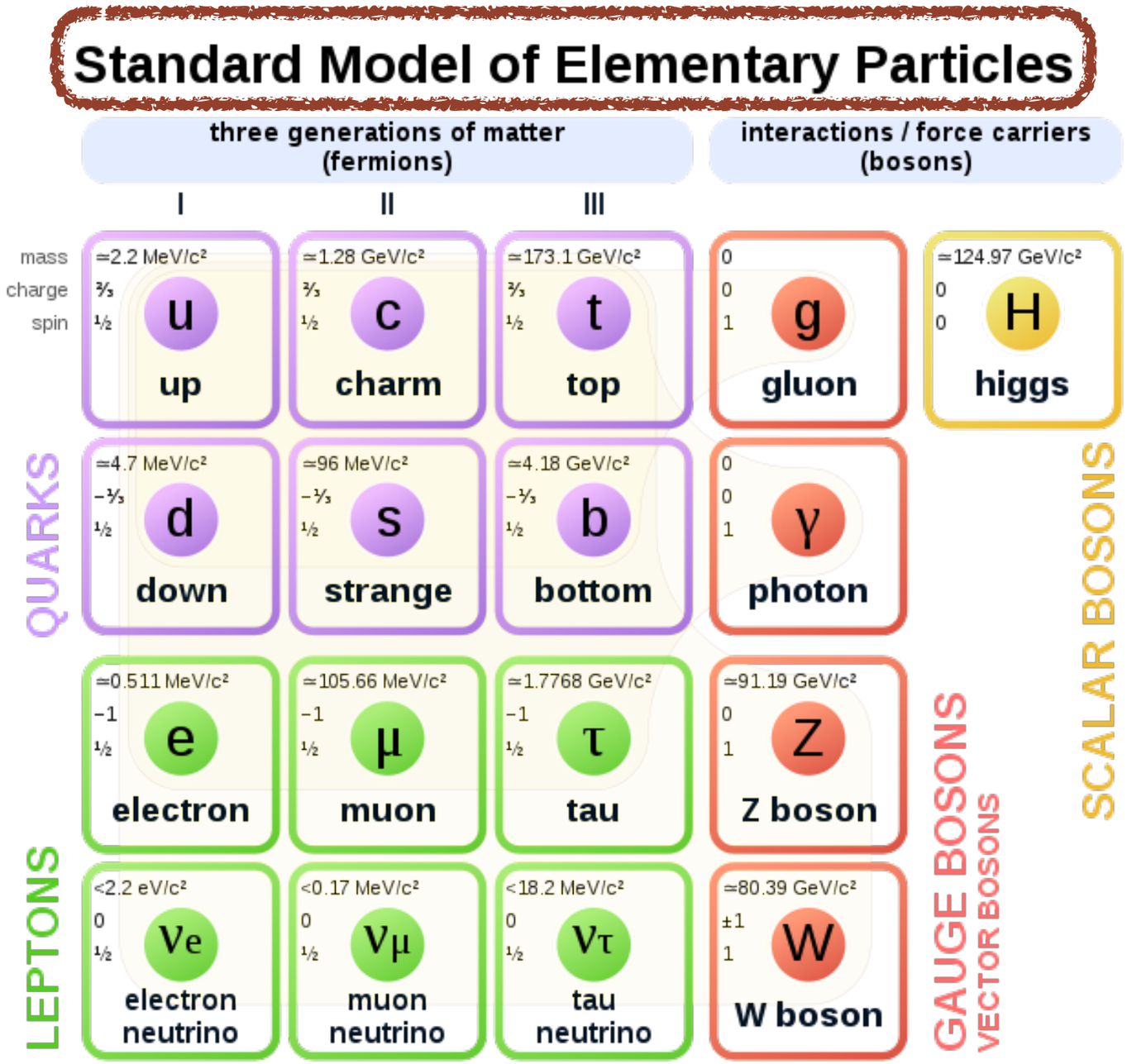
FÍSICA DE PARTÍCULAS

¿De qué están formados los átomos?

- Para ver partículas más pequeñas, necesitamos altas energías



Entramos en el mundo de la física cuántica y la relatividad especial

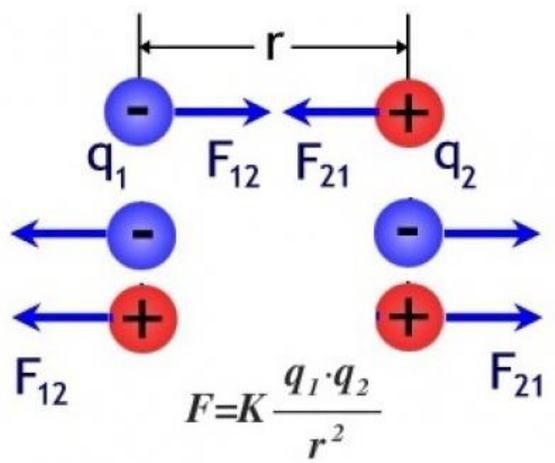


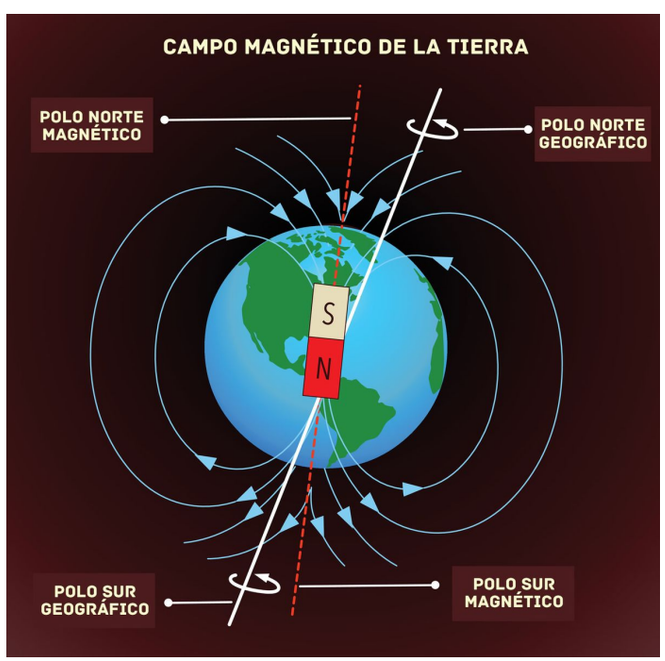
+ correspondientes antipartículas!

FÍSICA DE PARTÍCULAS

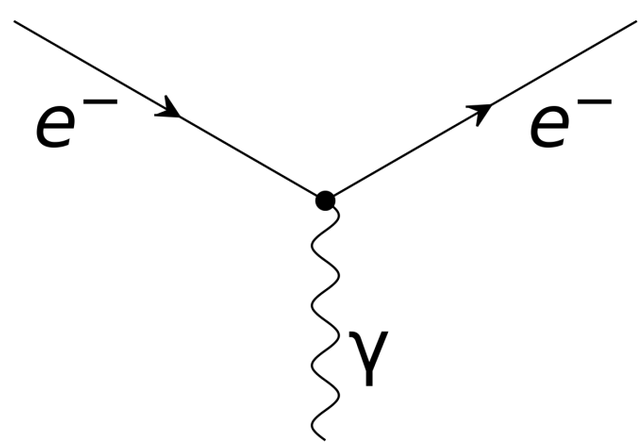
Modelo Estándar de la Física de Partículas

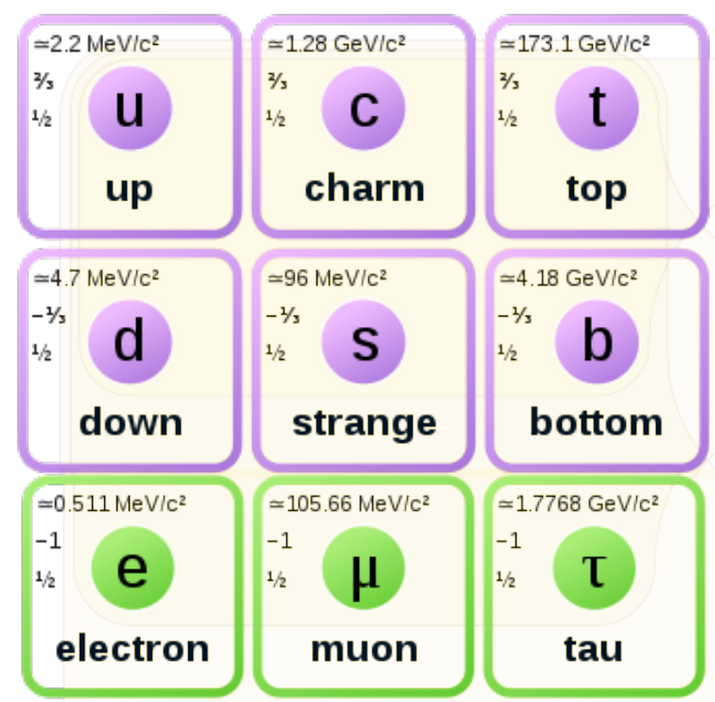
Fuerza Electromagnética → Electrodinámica Cuántica (QED)





- Las partículas que pueden interaccionar a través de ella son:



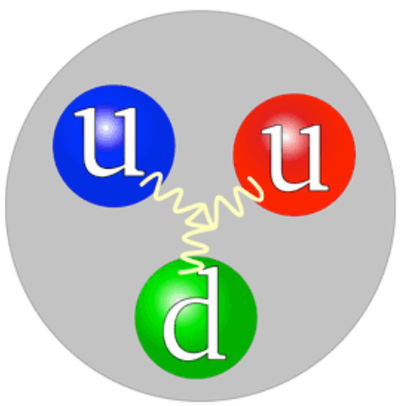


FÍSICA DE PARTÍCULAS

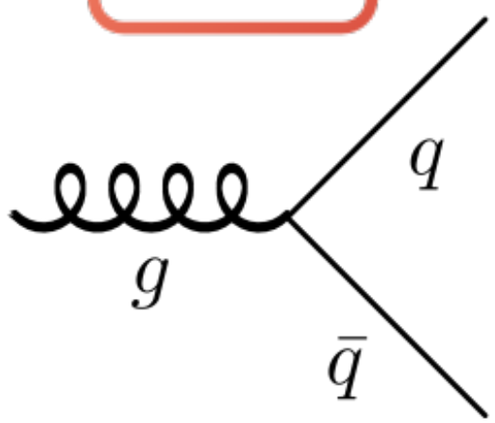
Modelo Estándar de la Física de Partículas

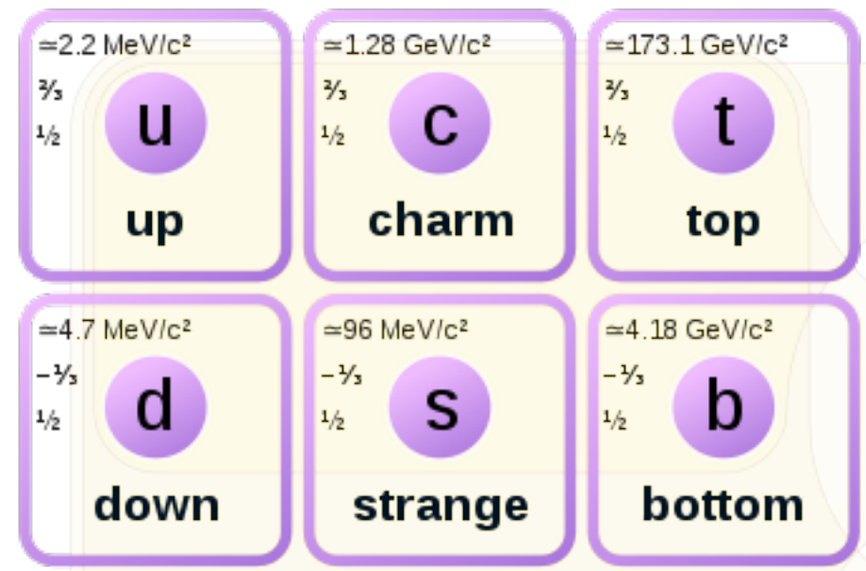
Fuerza Nuclear Fuerte (QCD)

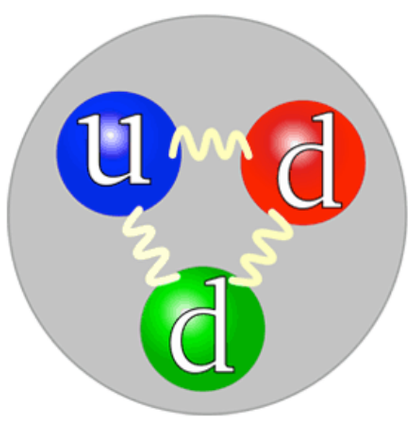
- Las partículas que pueden interaccionar a través de ella son:



Protón

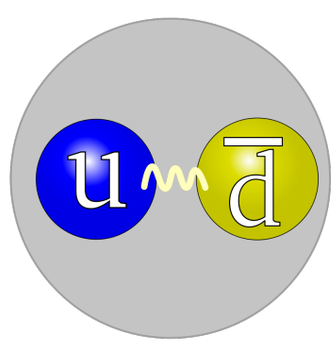




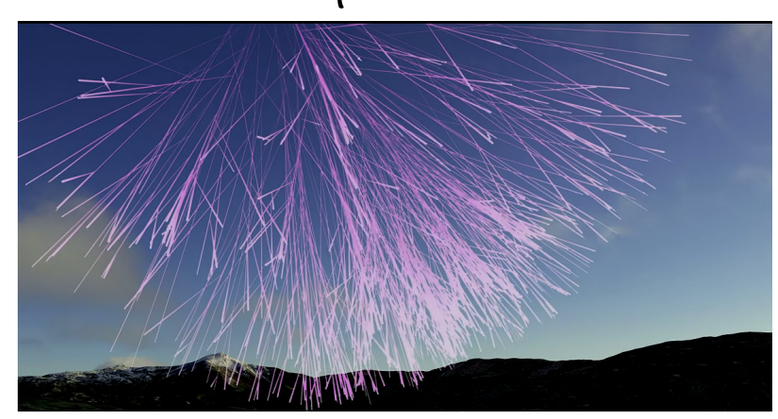


Neutrón

- Los quarks también pueden formar otras partículas:



Mesón π^+

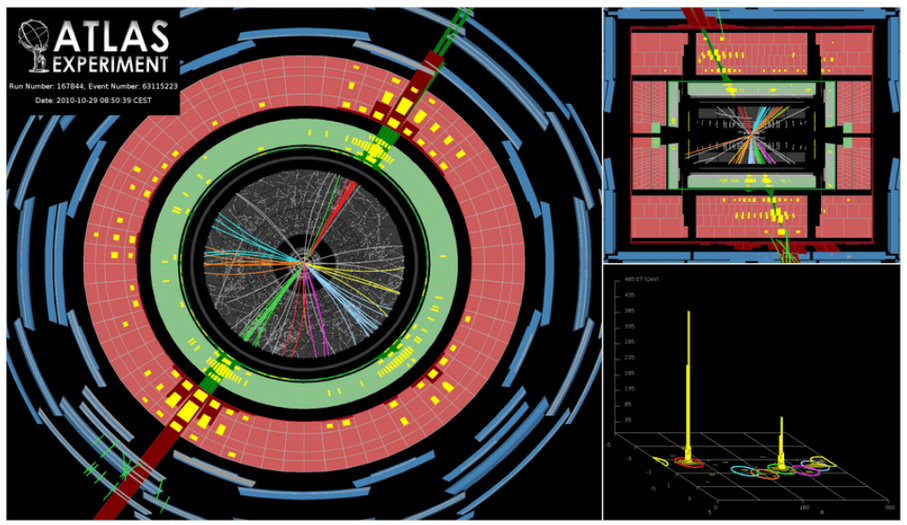


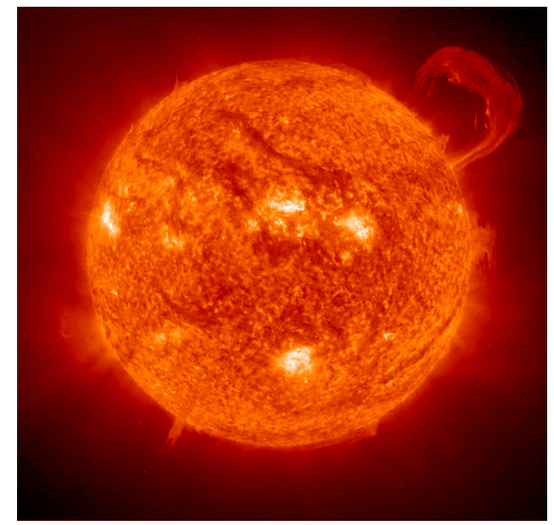
FÍSICA DE PARTÍCULAS

Modelo Estándar de la Física de Partículas

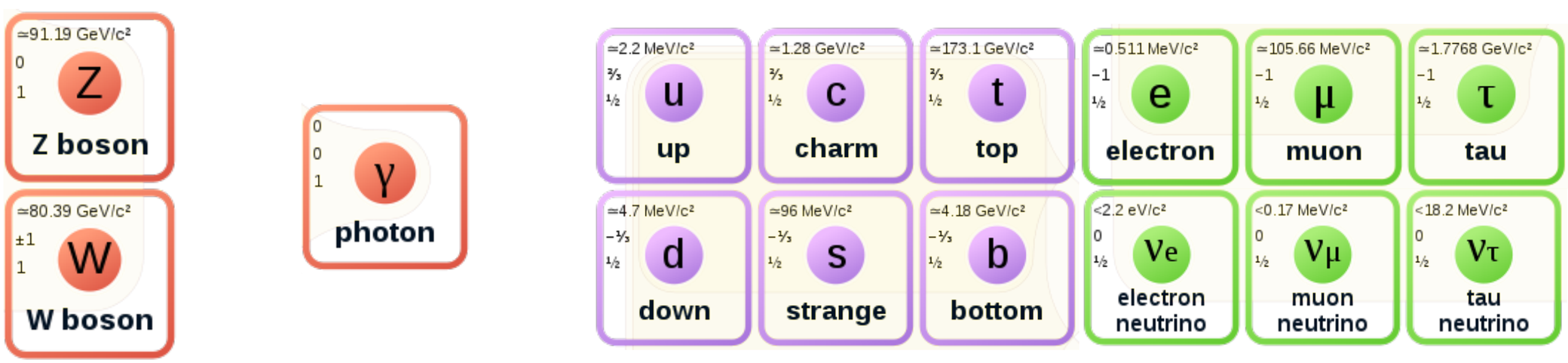
Fuerza Electrodébil (EW)

- A muy altas energías, la fuerza electromagnética y la fuerza nuclear débil se "unifican"





- Las partículas que pueden interaccionar a través de ella son:

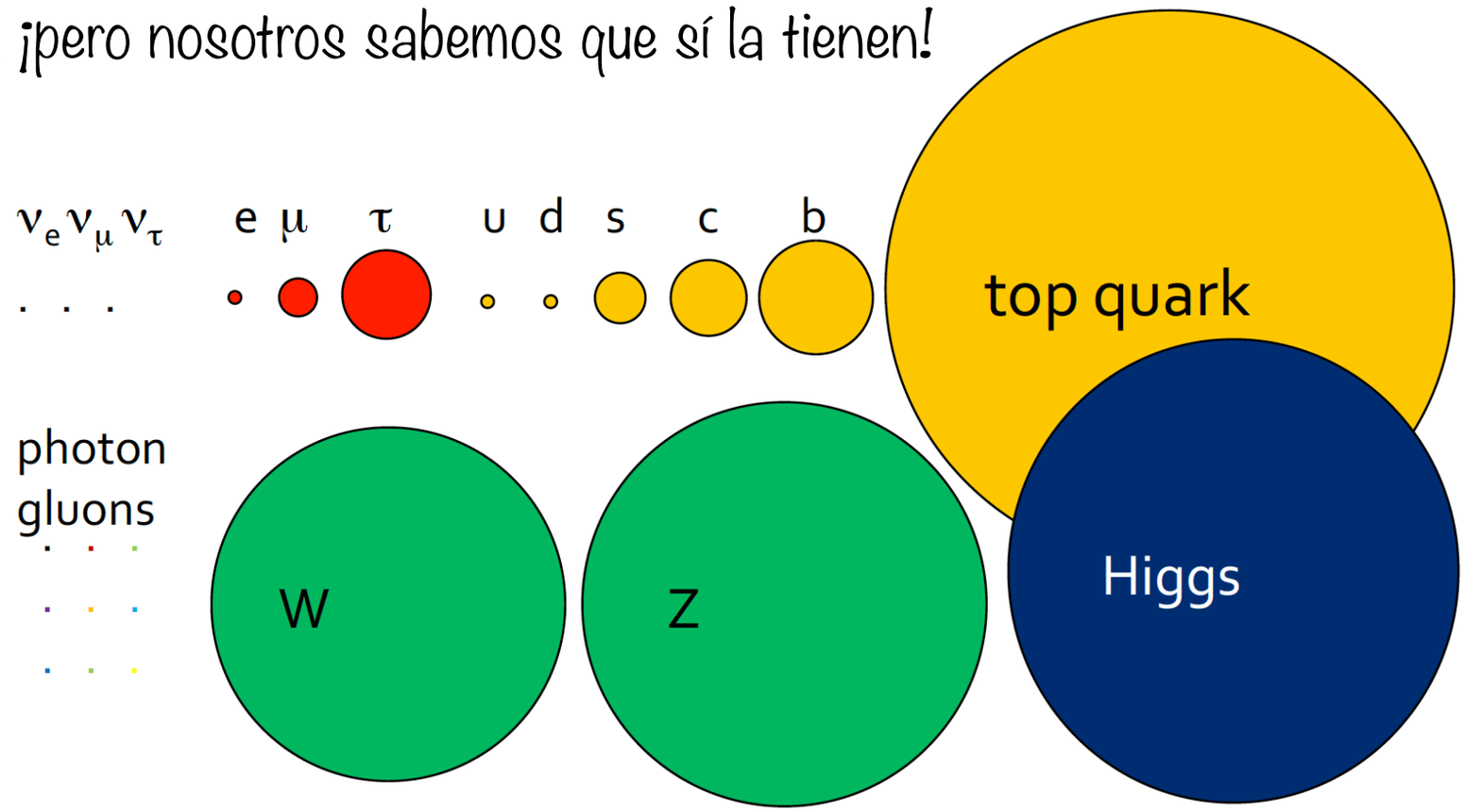


FÍSICA DE PARTÍCULAS

Modelo Estándar de la Física de Partículas

La masa de las partículas

- El modelo estándar está basado en simetrías, en estas teorías de campos estas partículas originalmente no tienen masa, ¡pero nosotros sabemos que sí la tienen!

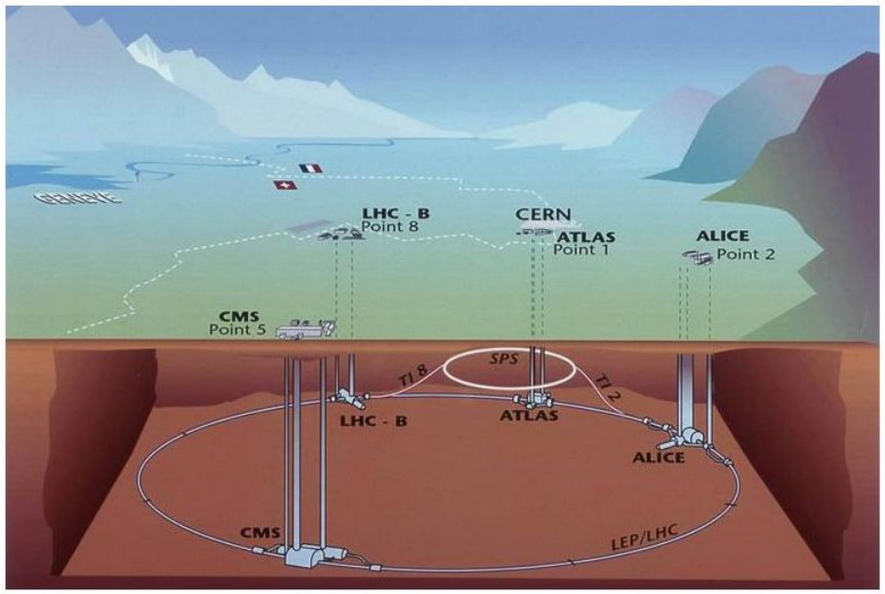


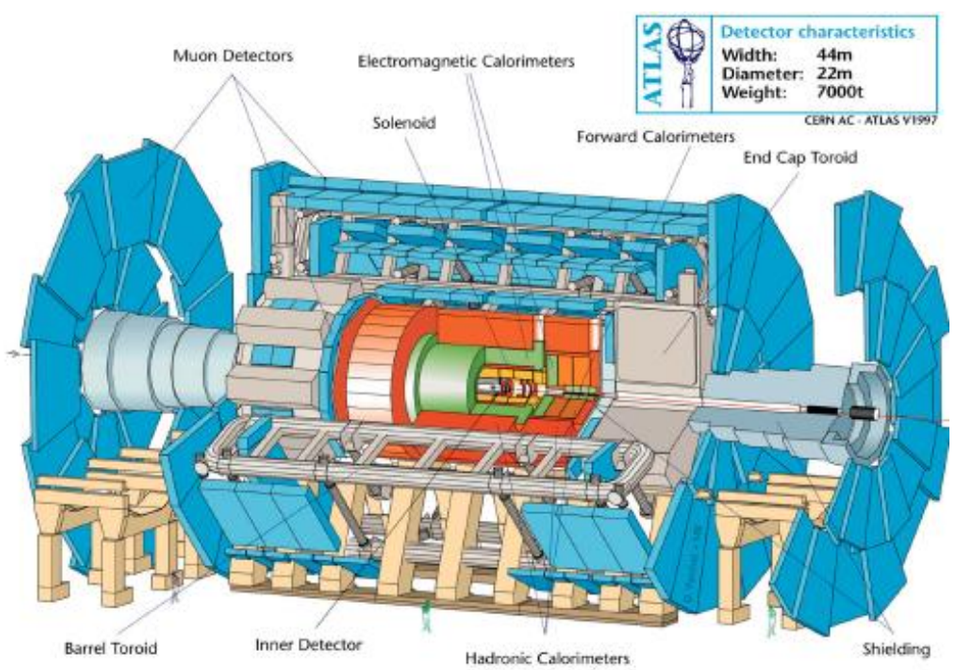
- A partir de cierta energía, se produce una ruptura de esta simetría y las partículas pueden interaccionar con el Higgs y adquirir su masa

FÍSICA DE PARTÍCULAS

Experimentos en Física de Partículas: LHC

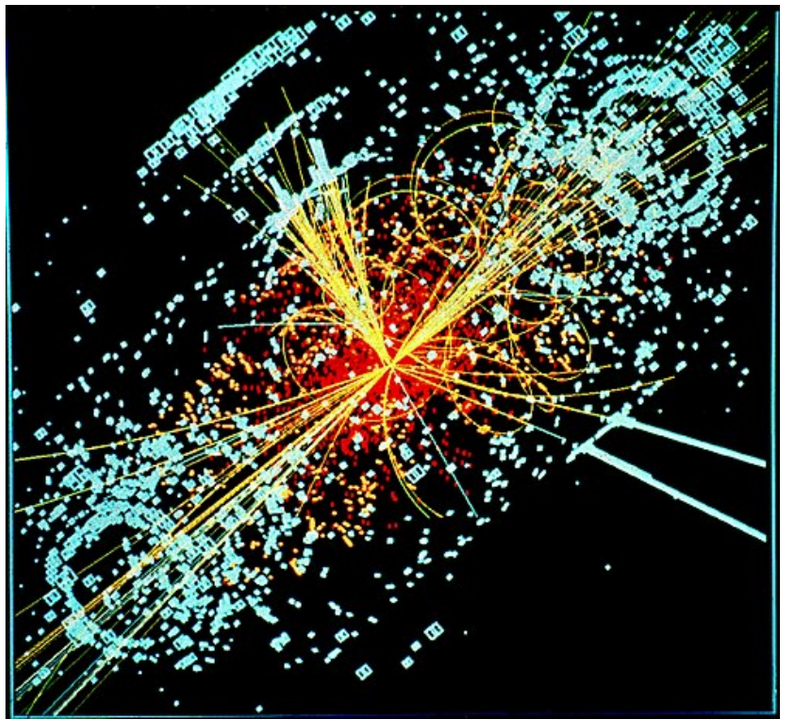
- Está ubicado entre Francia y Suiza, con más de 20 países miembros





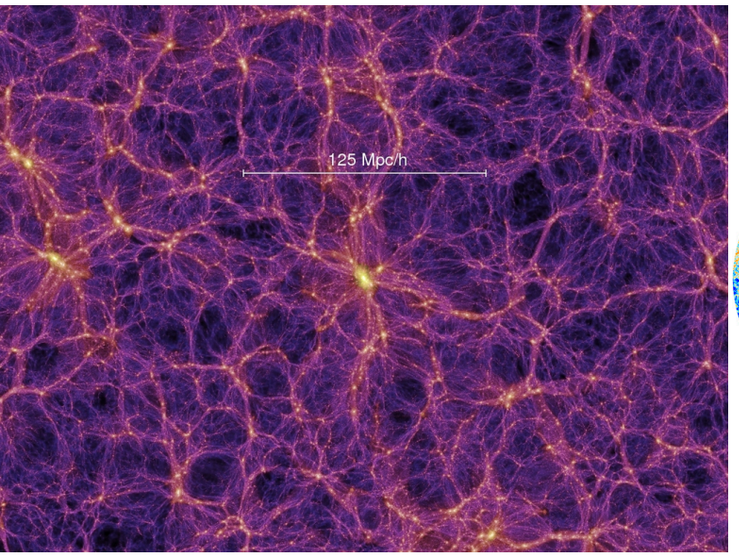
Algunos datos

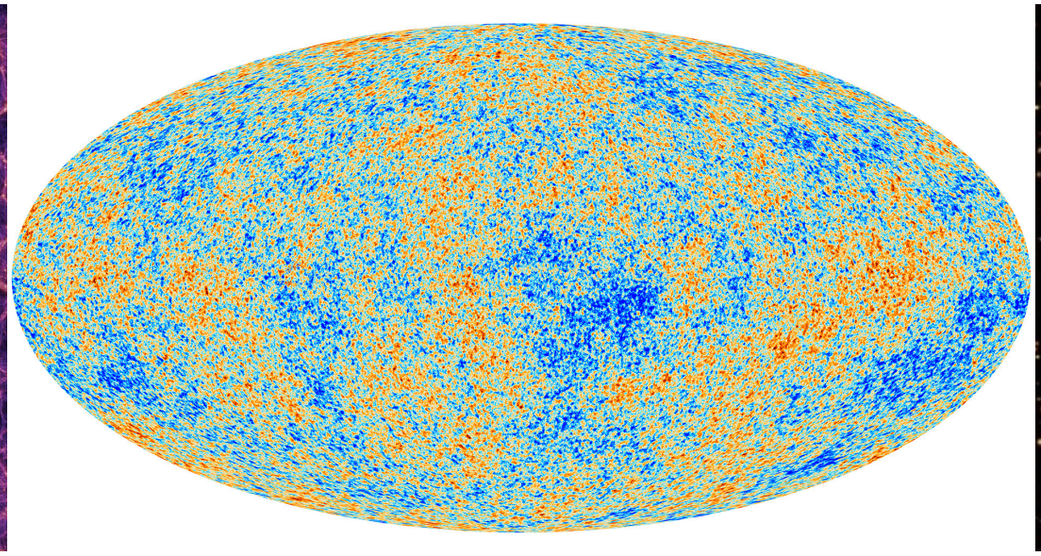
perímetro	26659 m
# protones por paquete	1.1×10^{11}
# vueltas/s	11245
# colisiones/s	600 millones



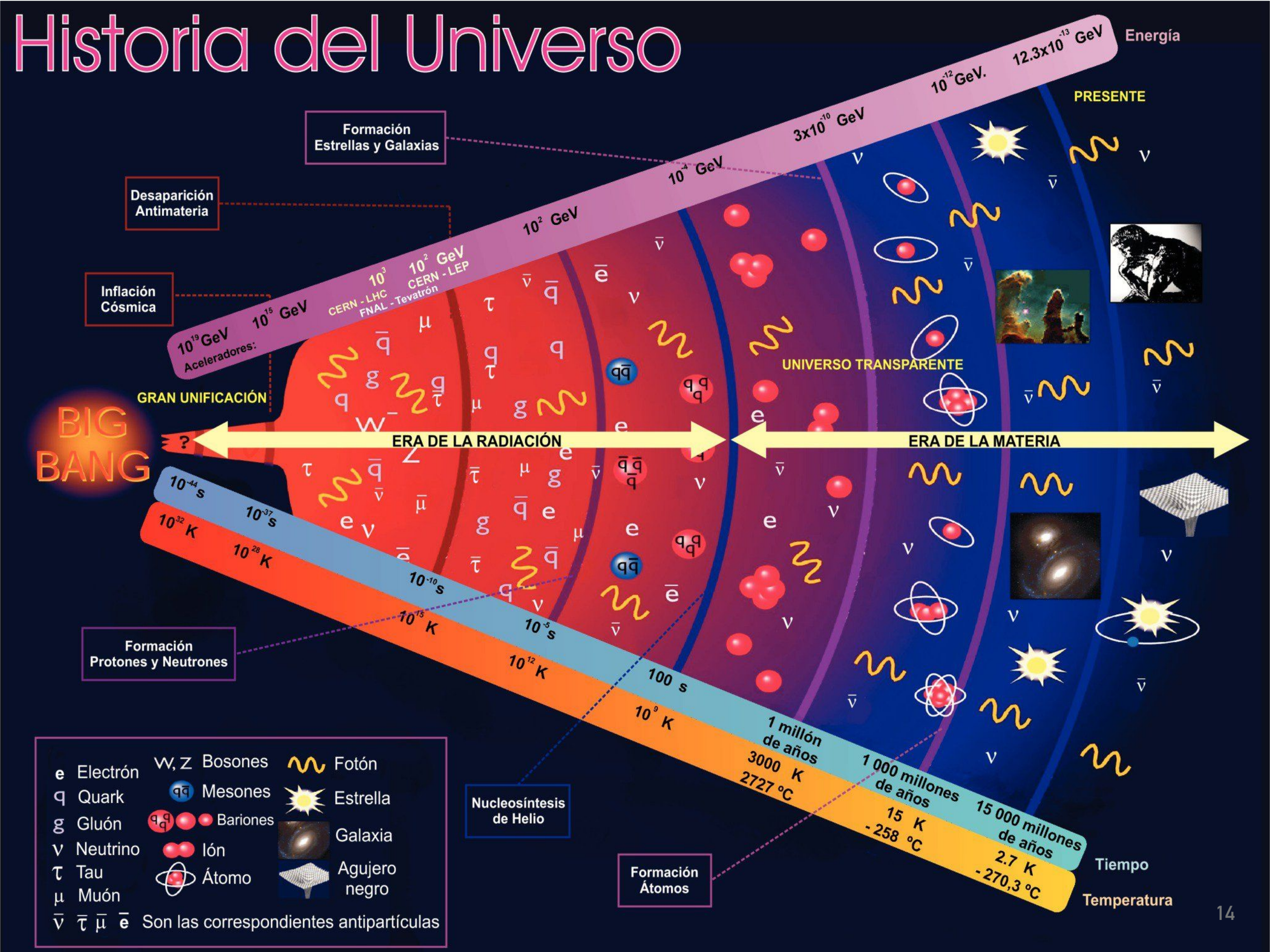
¿DÓNDE VIVIMOS?

Cosmología



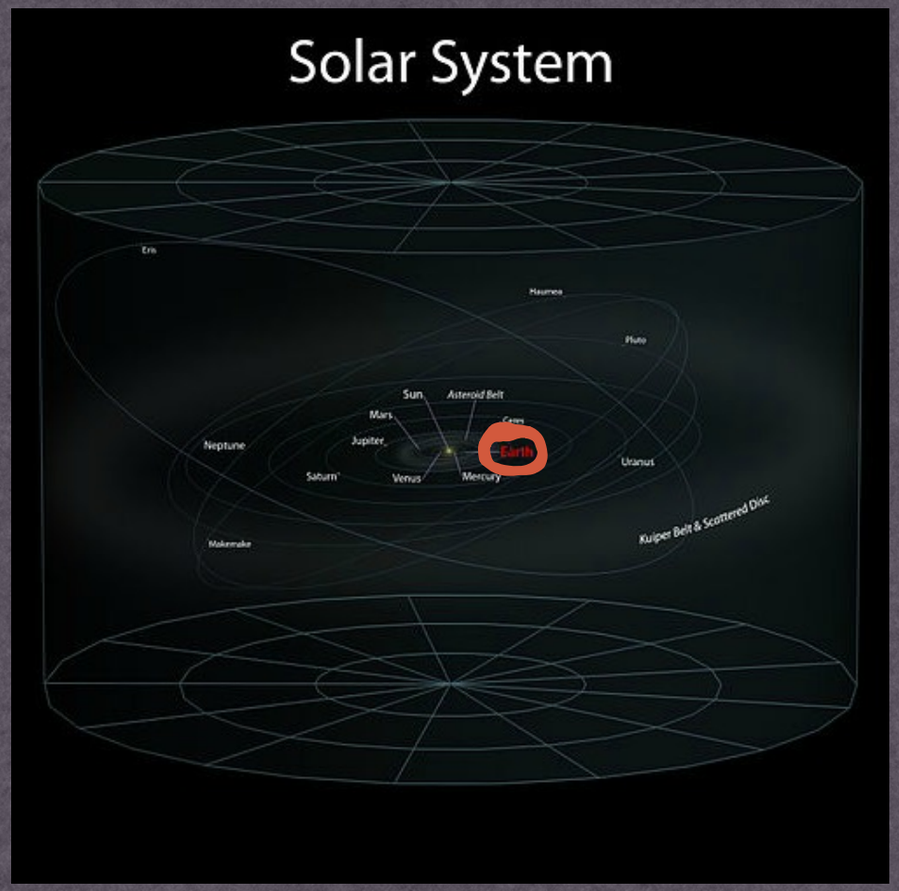


Historia del Universo



COSMOLOGÍA

Nuestro sitio en el Universo



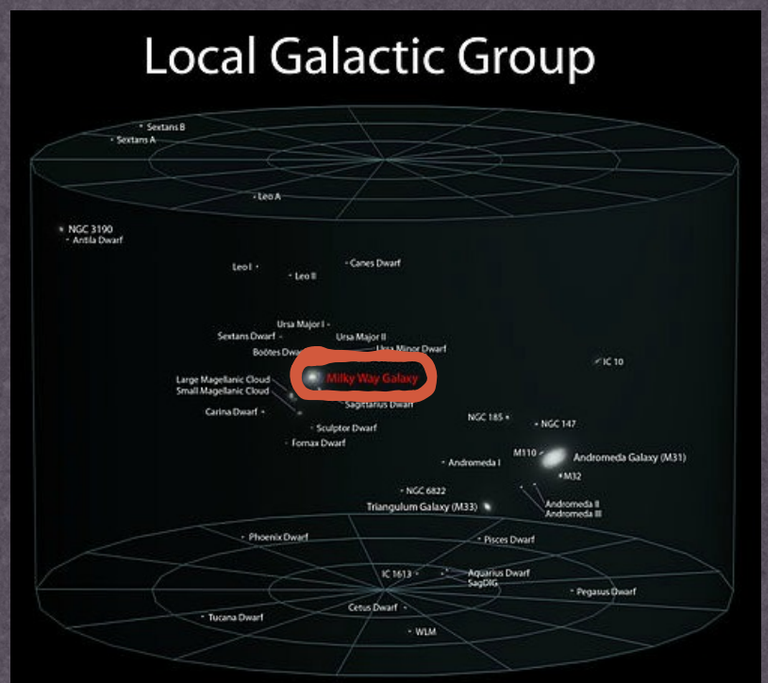
Radio terrestre
6.38×10^3 km

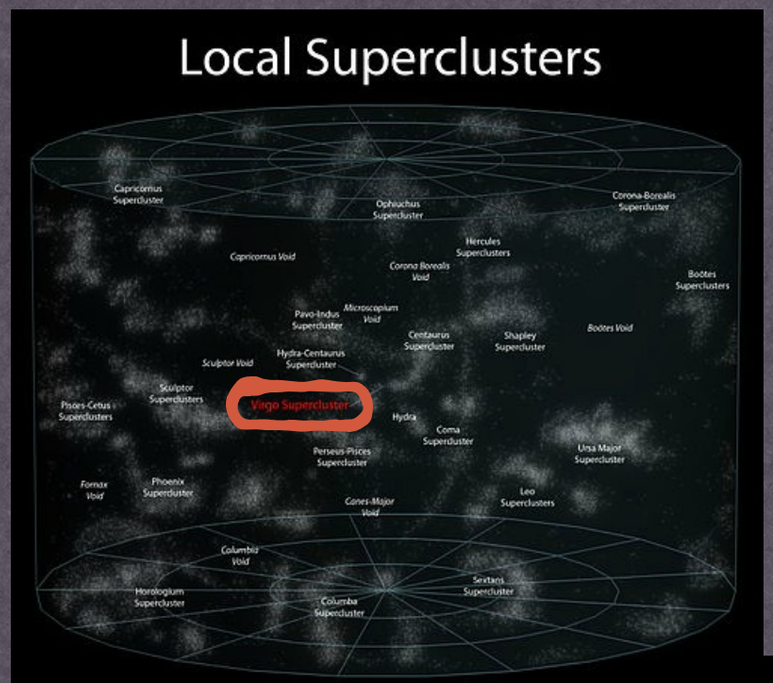
Distancia Tierra - Sol
1.50×10^8 km

Distancia Sol - Centro galáctico
2.47×10^{17} km

COSMOLOGÍA

Nuestro sitio en el Universo



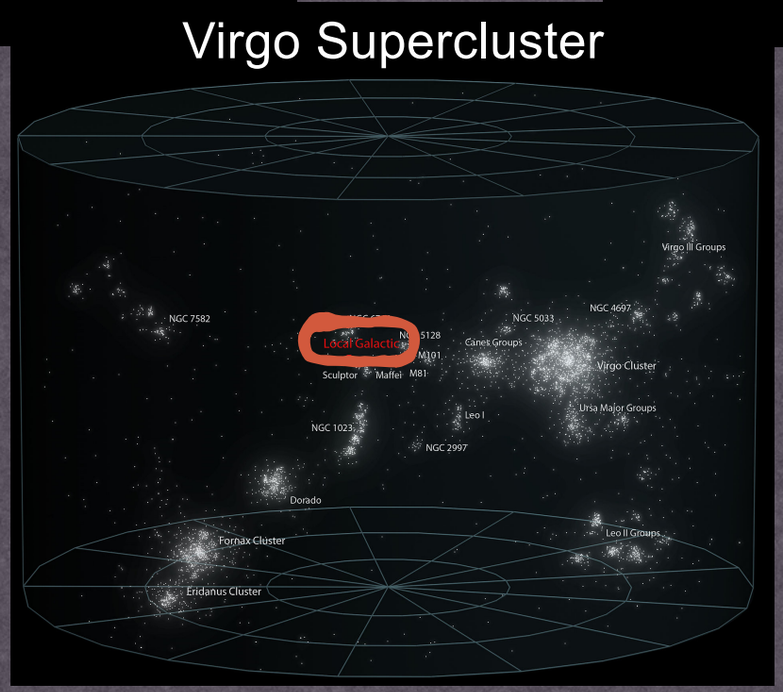


Diámetro del grupo local

9.26×10^{19} km

Diámetro Virgo

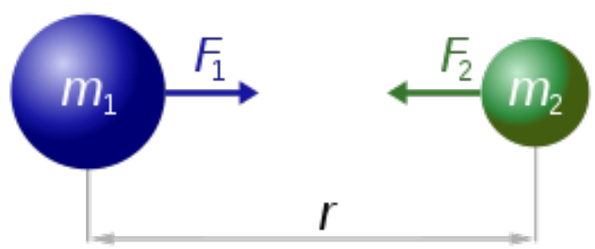
1.02×10^{21} km



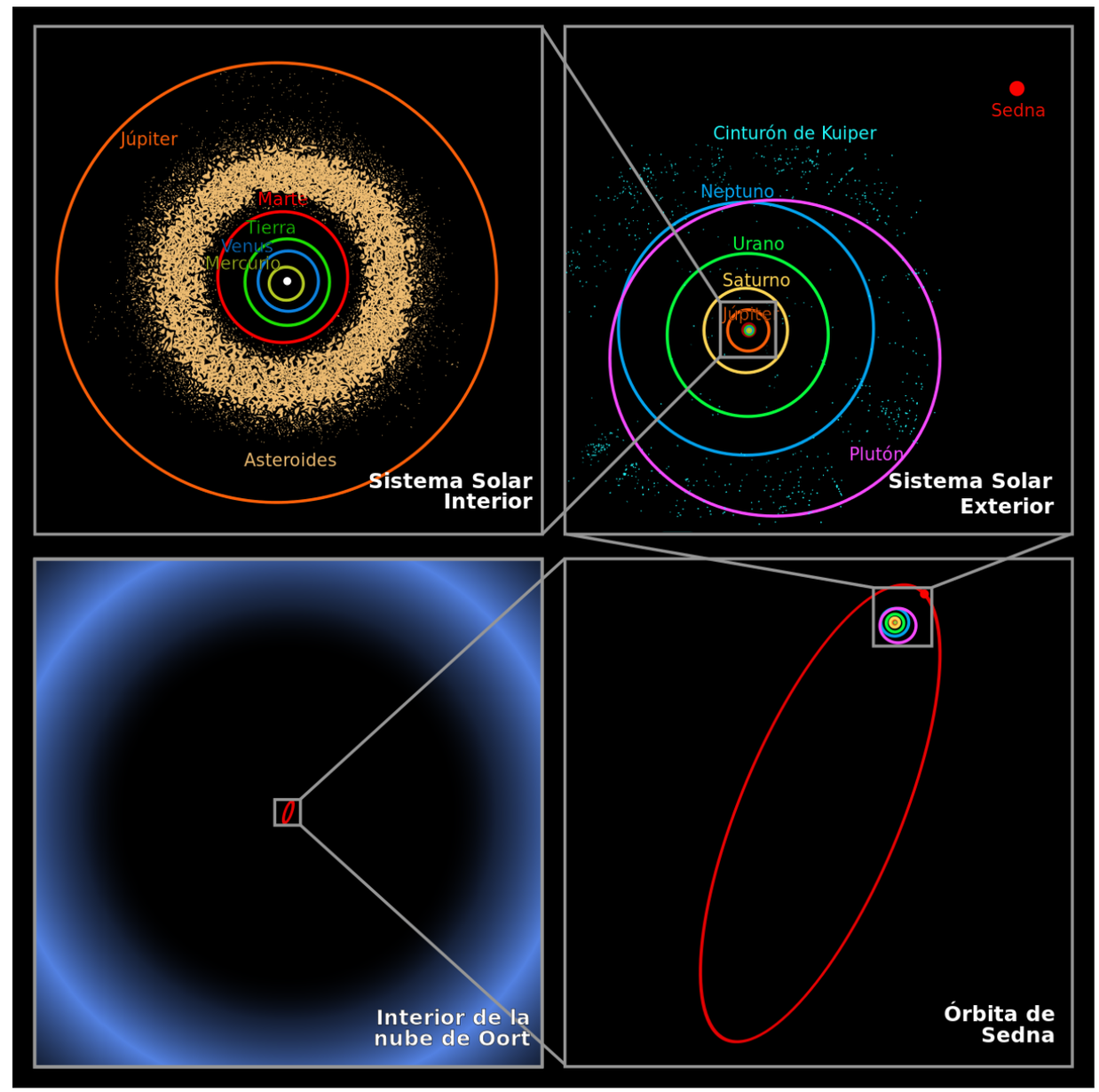
COSMOLOGÍA

La interacción gravitatoria: la gravedad clásica

- Todas las partículas con masa interccionan gravitacionalmente



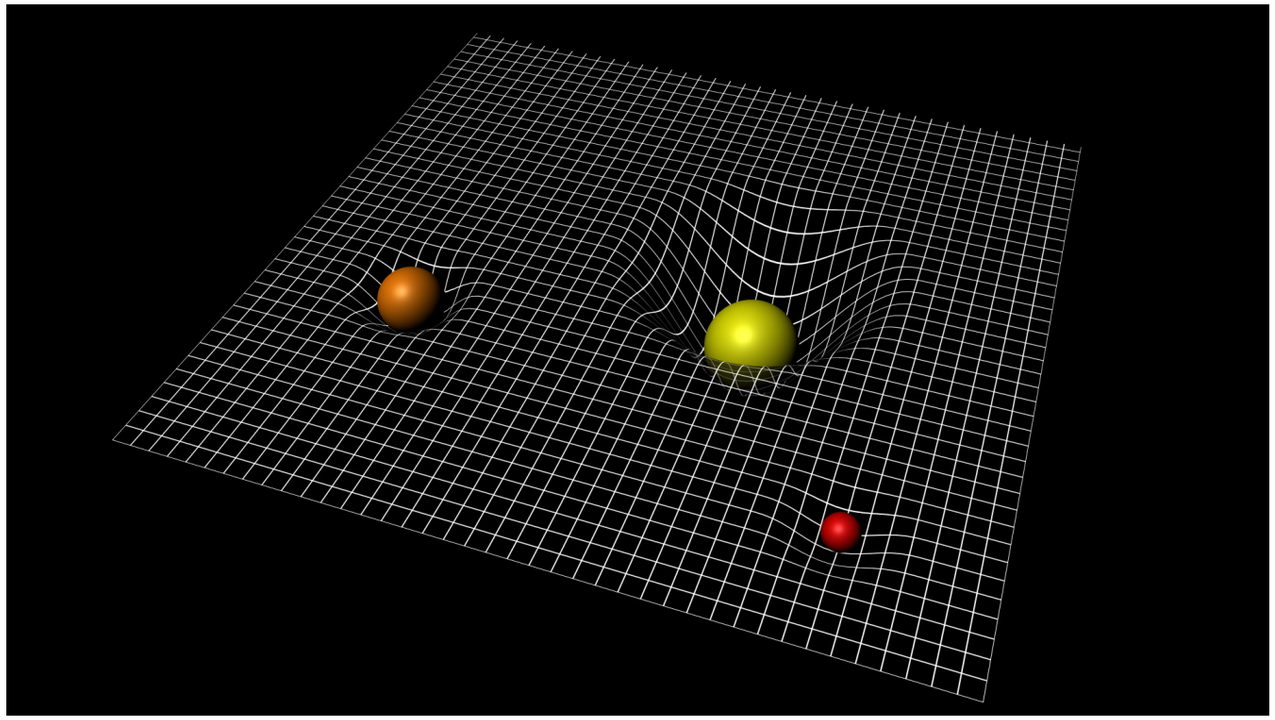
$$F_1 = F_2 = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



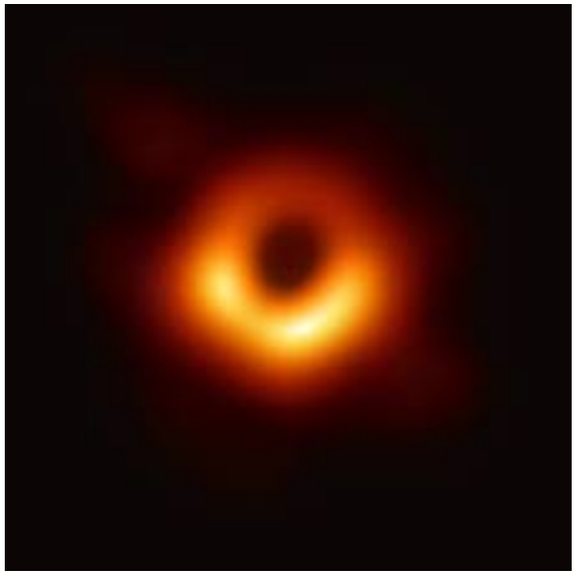
COSMOLOGÍA

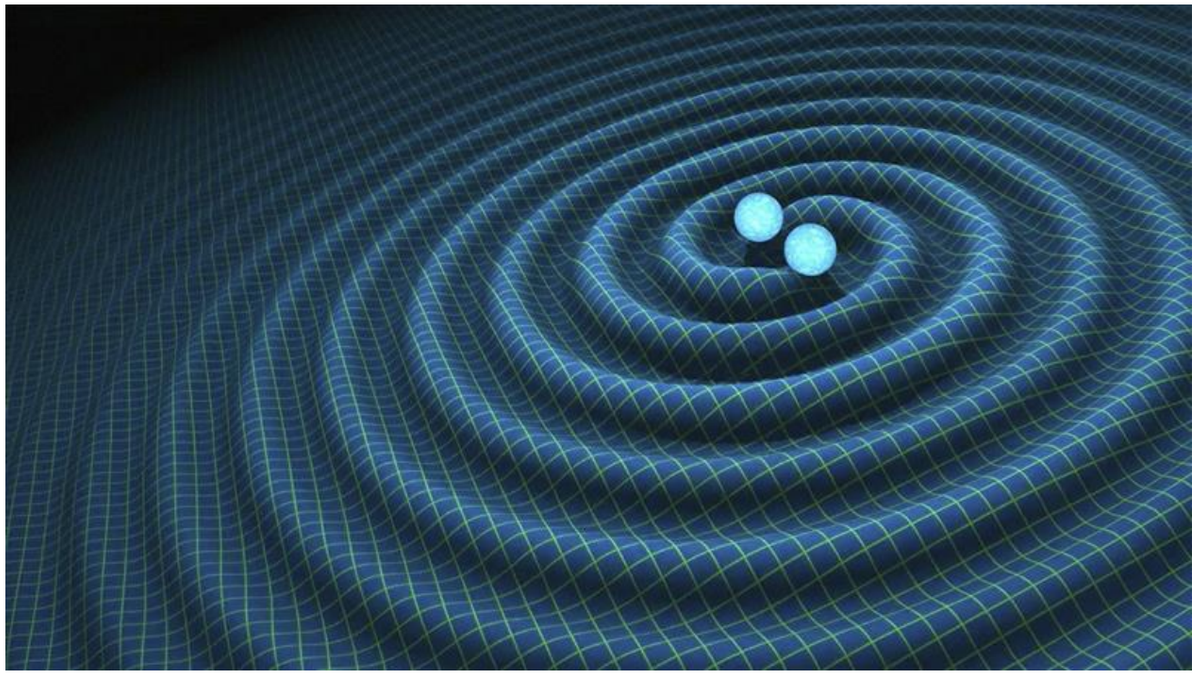
La interacción gravitatoria 2.0: Teoría de la relatividad general

- La materia y el espacio-tiempo interaccionan, moldeándose uno al otro



- Se comprueba con observaciones y no con experimentos

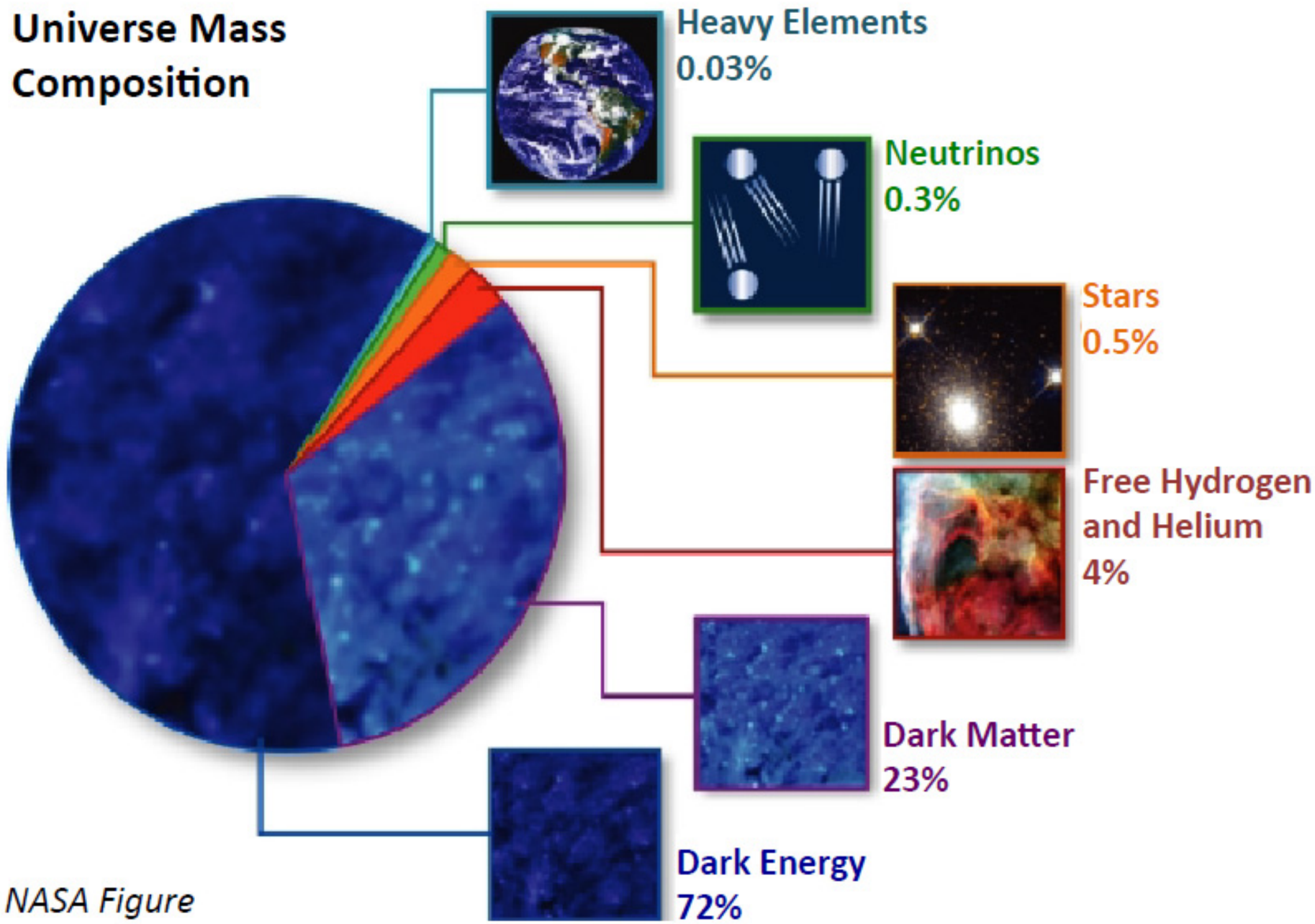




- Está fuera del Modelo Estándar de Física de Partículas

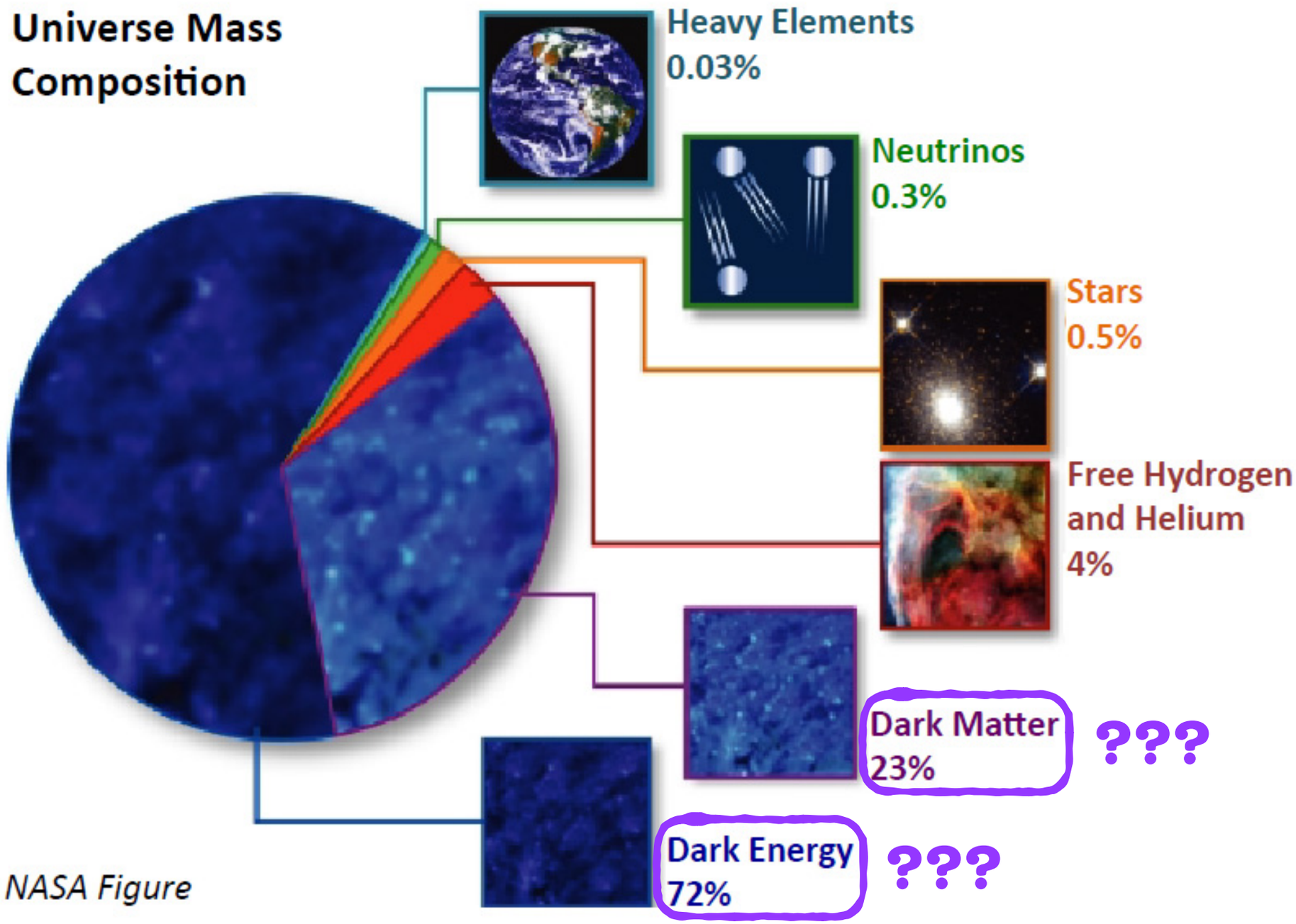
COSMOLOGÍA

Composición del Universo



COSMOLOGÍA

Composición del Universo

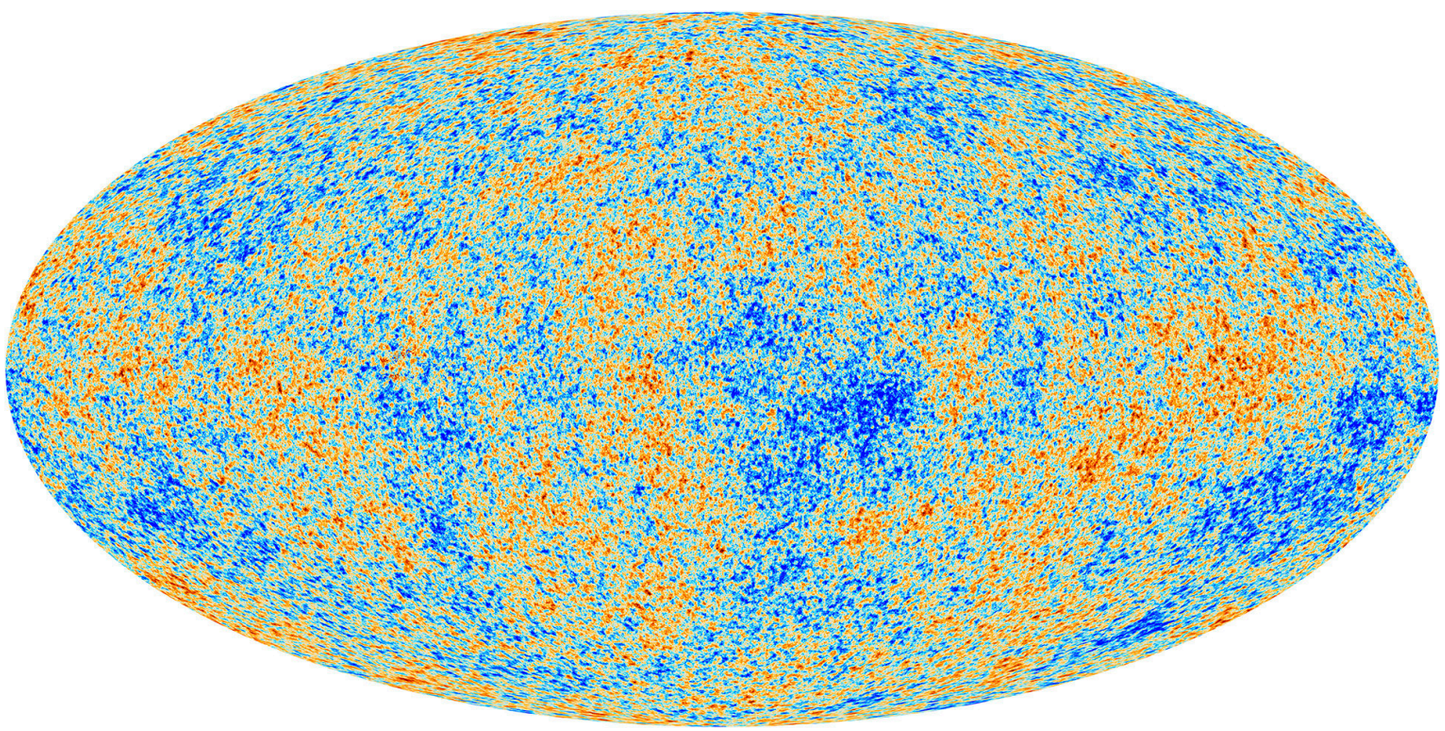


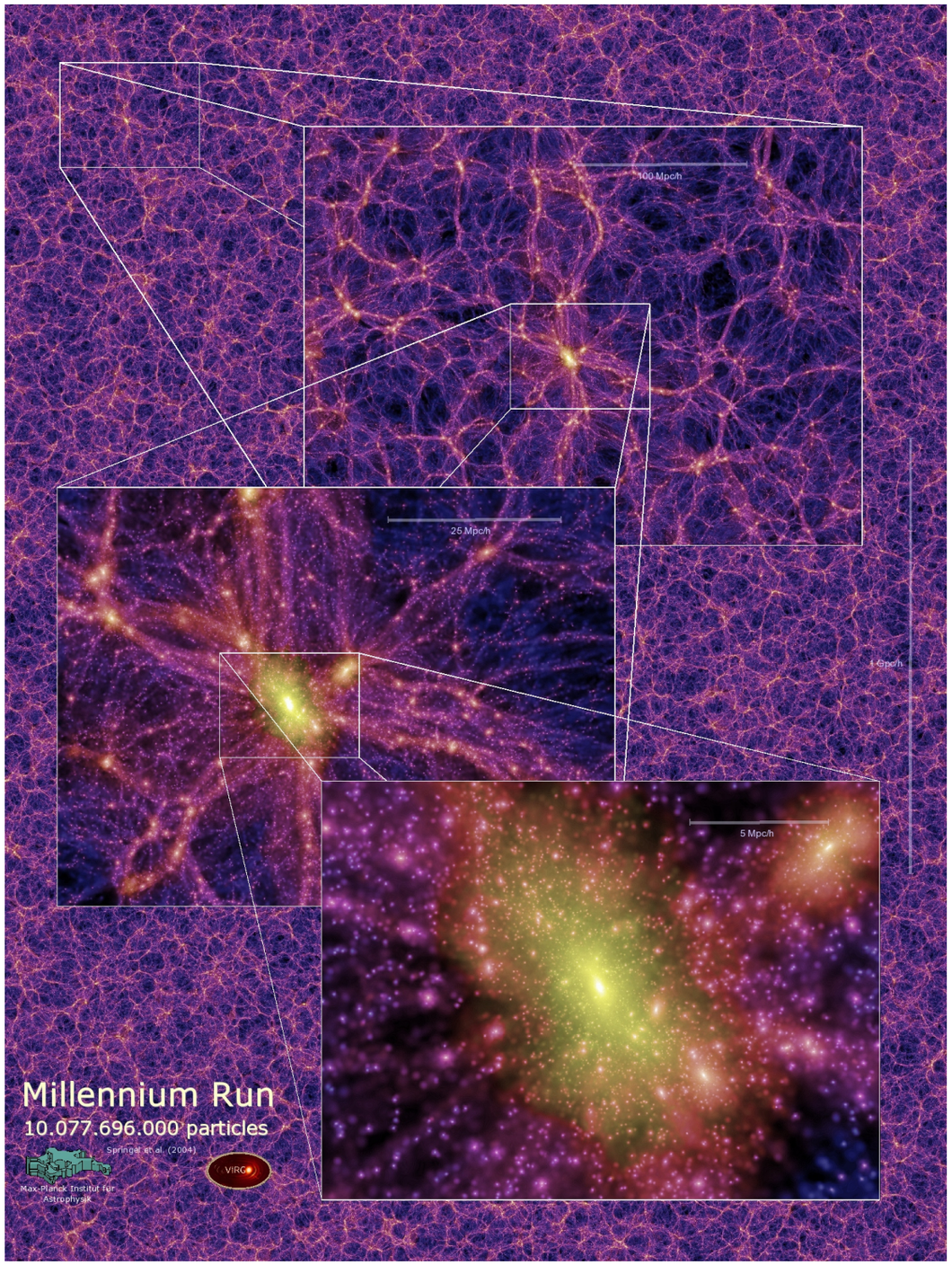
NASA Figure

COSMOLOGÍA

Modelo Cosmológico: ΛCDM

- Reproduce la formación de estructuras
- Reproduce los distintos periodos que se han sucedido
- Reproduce la expansión acelerada de la actualidad

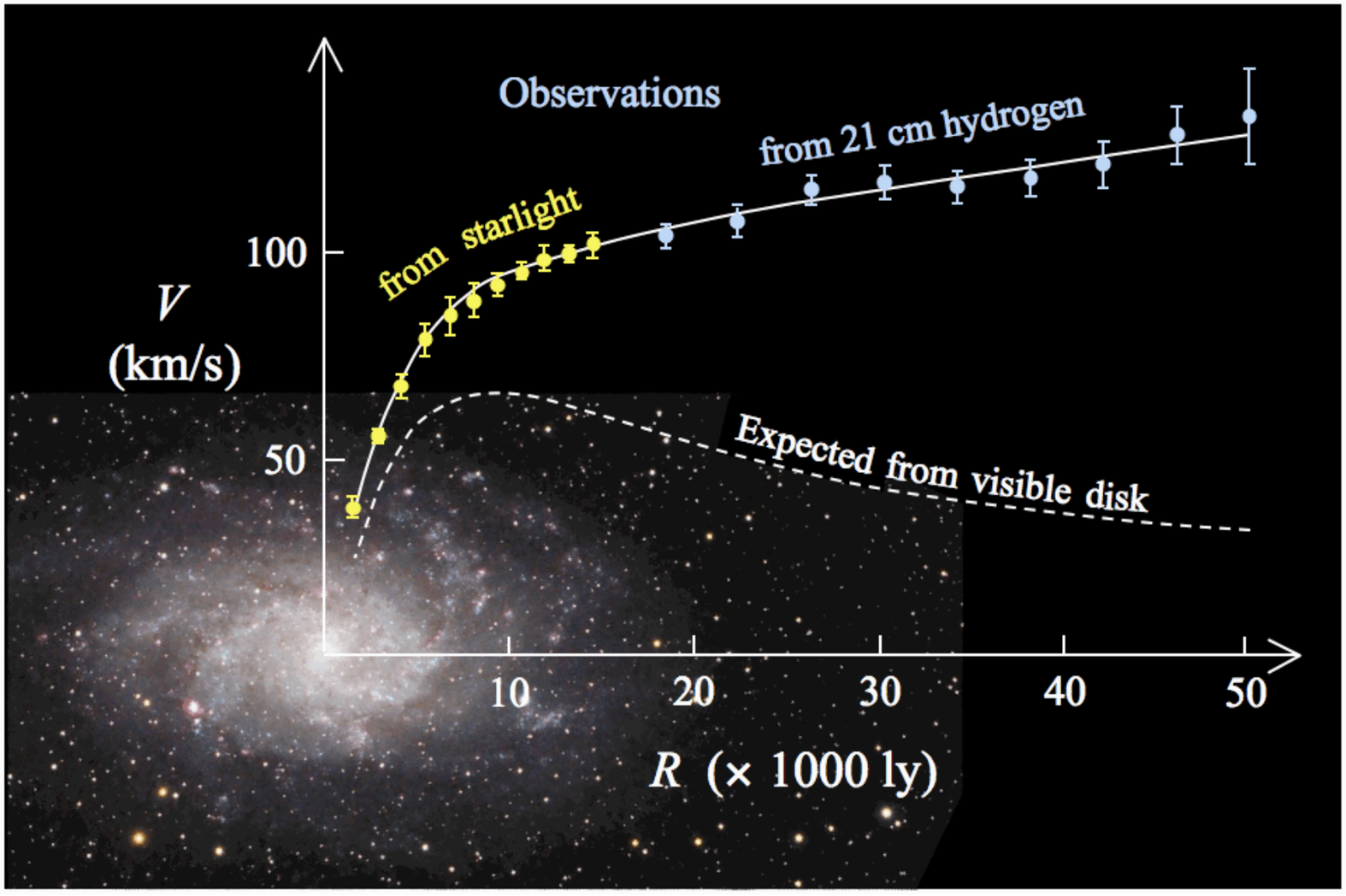




COSMOLOGÍA

Cold Dark Matter (CDM) : Materia Oscura

- Uno de los primeros indicios fueron las curvas de rotación de las galaxias



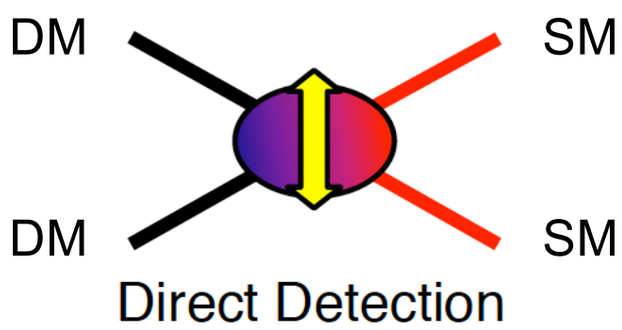
- No emite en el espectro electromagnético: **Oscura**
- No interacciona a penas con el resto de partículas ni consigo misma: **Fría**
- Tiene masa: **Materia**

¡Las galaxias están sentadas en halos de materia oscura!

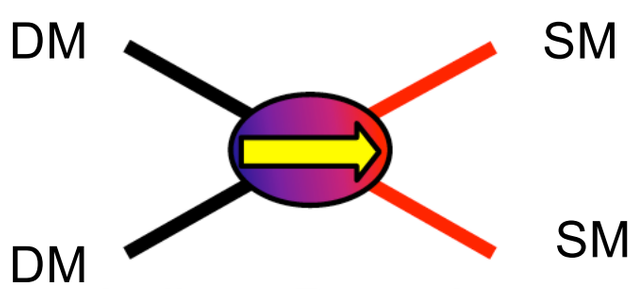
COSMOLOGÍA

Búsqueda de Materia Oscura

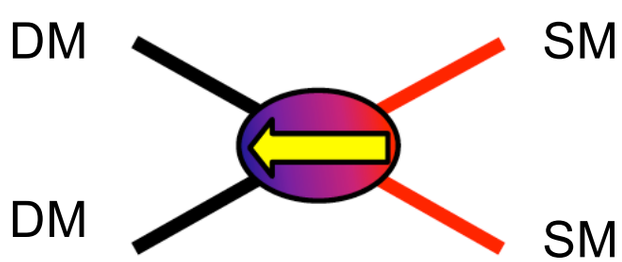
- Muchos modelos asumen que es una nueva partícula



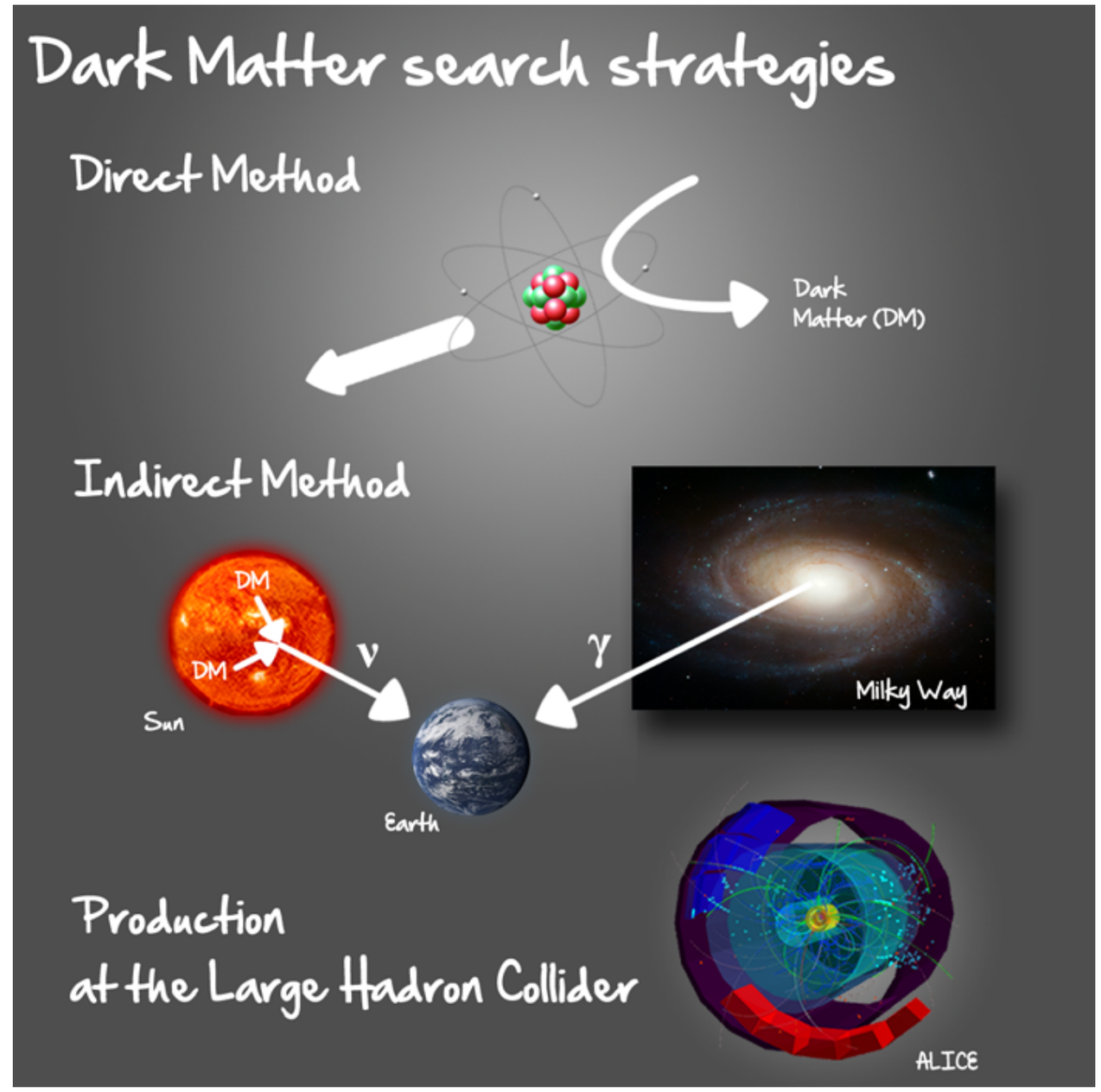
Direct Detection



Indirect Detection



Collider Production



COSMOLOGÍA

Λ: Energía Oscura

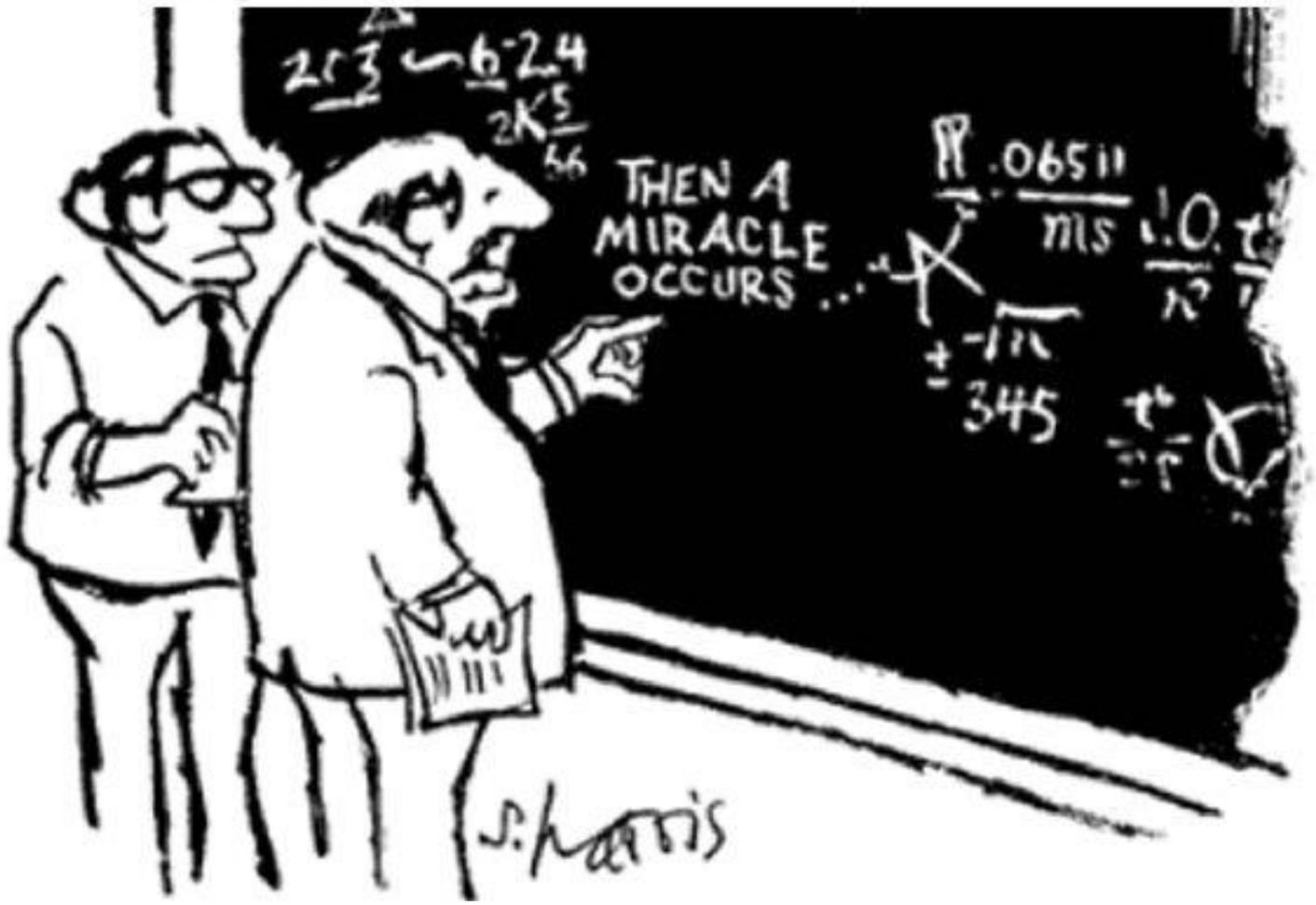
- El Universo se expande aceleradamente

- Para explicar esta expansión acelerada, introducimos la energía oscura

PROBLEMAS ABIERTOS DE LA FÍSICA

- ¿Por qué la jerarquía de masas de las partículas? ¿Cuál es el origen de las tres familias de partículas?
- ¿Puede que a más altas energías de las alcanzadas con el LHC haya más partículas?
- Determinación de la masa de los neutrinos y su jerarquía
- ¿Como es que estamos formados por materia y no por antimateria?
- ¿Puede haber simetrías que aparecen en el Modelo Estándar que estén rotas?
- Origen y naturaleza de la materia oscura: ¿Es una partícula? ¿Interacciona con las demás?
- Origen y naturaleza de la energía oscura: ¿Qué es? ¿Porqué es exclusivamente repulsiva?

"I think you should be more explicit here in step two."



PROBLEMAS ABIERTOS DE LA FÍSICA

Centros de Investigación en Física Teórica en España

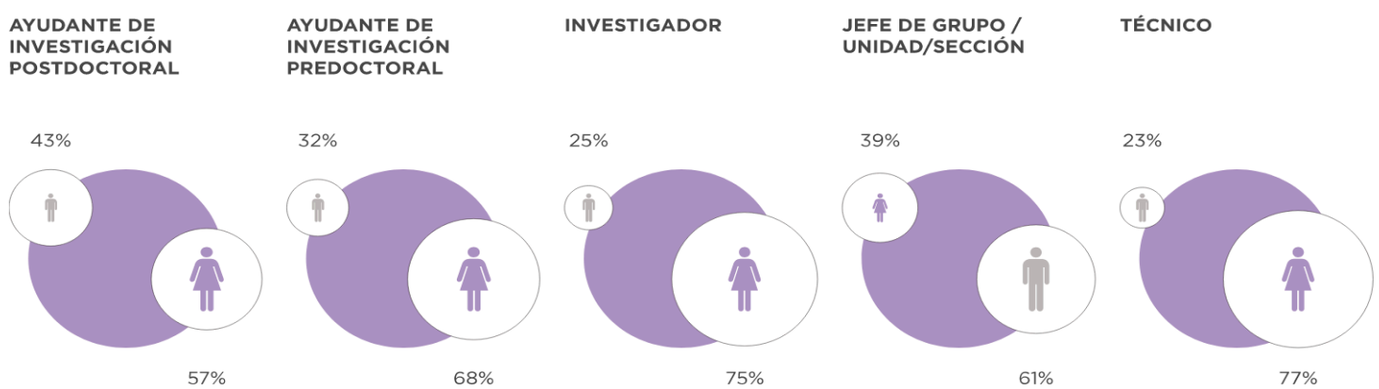
- Instituto de Física Teórica (IFT): de 114 investigadores, 14 mujeres (12.28%)
- Instituto de Física Corpuscular (IFIC-teórica): de 104 investigadores, 18 mujeres (17.31%)
- Instituto de Física de Altas Energías (IFAE): de 122 investigadores, 27 mujeres (22.13%)

Centros de Investigación en Física en España

- Instituto de Micro y Nano Tecnología (IMN): de 52 investigadores, 18 mujeres (34.62%)
- Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-teórica): de 115 investigadores, 27 mujeres (23.48%)

Centros de Investigación en España

- Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO):



Reto #YoFísica

https://www.youtube.com/watch?v=XWamBI24QpM

https://yofisicaift.wixsite.com/mysite

¡Hasta el 31 de enero!

¿Y por qué no? Para normalizar a cuantas nos gusta la física