

El vacío cuántico es un caballo de Troya (cuántico 🤔)

El vacío clásico

- De normal $\rightarrow \sim 2.6 \cdot 10^{24}$ mol/m³.



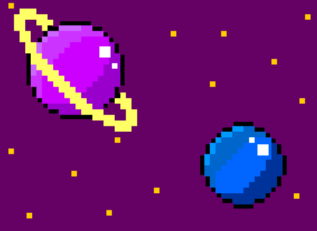
El vacío clásico

- De normal $\rightarrow \sim 2.6 \cdot 10^{24}$ mol/m³.
- El mejor vacío en la tierra $\rightarrow \sim 10^{12}$ mol/m³.



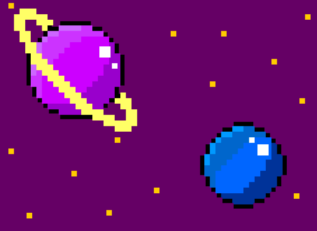
El vacío clásico

- De normal $\rightarrow \sim 2.6 \cdot 10^{24} \text{ mol/m}^3$.
- El mejor vacío en la tierra $\rightarrow \sim 10^{12} \text{ mol/m}^3$.
- Medio interestelar $\rightarrow 5 \cdot 10^5 \text{ mol/m}^3$.



El vacío clásico

- De normal $\rightarrow \sim 2.6 \cdot 10^{24}$ mol/m³.
- El mejor vacío en la tierra $\rightarrow \sim 10^{12}$ mol/m³.
- Medio interestelar $\rightarrow 5 \cdot 10^5$ mol/m³.



- En el universo promedio: ~ 0.25 bariones/m³.

El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.



El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?



El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?

Tres generaciones de la materia (fermiones)

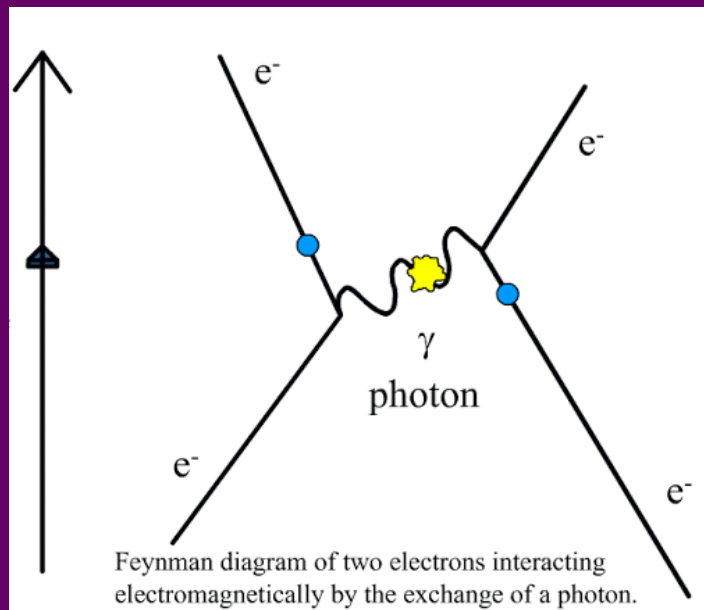
	I	II	III	
masa →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
carga →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
espín →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
nombre →	arriba	encanto	cima	fotón
	u	c	t	γ
Quarks	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	abajo	extraño	fondo	gluón
	d	s	b	g
	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	neutrino electrónico	neutrino muónico	neutrino tauónico	bosón Z
	ν_e	ν_μ	ν_τ	Z⁰
Leptones	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	±1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	electrón	muón	tauón	bosón W
	e	μ	τ	W[±]

Bosones de gauge



El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?



Tres generaciones de la materia (fermiones)

	I	II	III	
masa →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
carga →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
espín →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
nombre →	arriba	encanto	cima	fotón
	u	c	t	γ
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	abajo	extraño	fondo	gluón
	d	s	b	g
	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	neutrino electrónico	neutrino muónico	neutrino tauónico	bosón Z
	ν_e	ν_μ	ν_τ	Z^0
	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	electrón	muón	tauón	bosón W
	e	μ	τ	W^\pm

Quarks

Leptones

Bosones de gauge

El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?
- En un recipiente tapado $\rightarrow 4 \cdot 10^{14}$ fot/m³.



El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?
- En un recipiente tapado $\rightarrow 4 \cdot 10^{14}$ fot/m³.
- En cualquier punto del universo promedio $\rightarrow 4 \cdot 10^8$ fot/m³.



El vacío cuántico

- El vacío cuántico es el espacio sin partículas elementales.
 - ¿Qué es una partícula elemental?
- En un recipiente tapado $\rightarrow 4 \cdot 10^{14}$ fot/m³.
- En cualquier punto del universo promedio $\rightarrow 4 \cdot 10^8$ fot/m³.
- Y si hablamos de los neutrinos ya...



PARENTESIS: Teoría cuántica de campos (QFT)

- ¿Qué es un campo?
- ¿Requiere medio? Clásicamente sí.
 - Velocidad de transmisión.
 - Velocidad del sonido.
 - Velocidad de la luz.
 - ¿Eter?

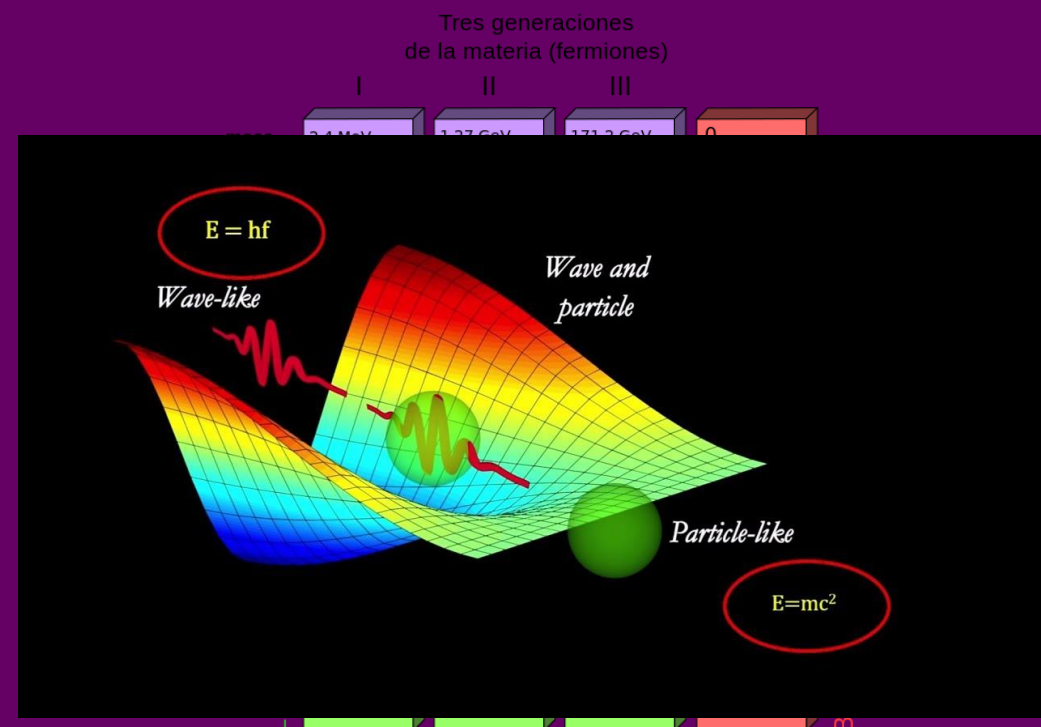
Tres generaciones de la materia (fermiones)

	I	II	III	
masa →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
carga →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
espín →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
nombre →	u arriba	c encanto	t cima	γ fotón
	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
Quarks	d abajo	s extraño	b fondo	g gluón
	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	ν_e neutrino electrónico	ν_μ neutrino muónico	ν_τ neutrino tauónico	Z^0 bosón Z
Leptones	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	e electrón	μ muón	τ tauón	W^\pm bosón W
				Bosones de gauge



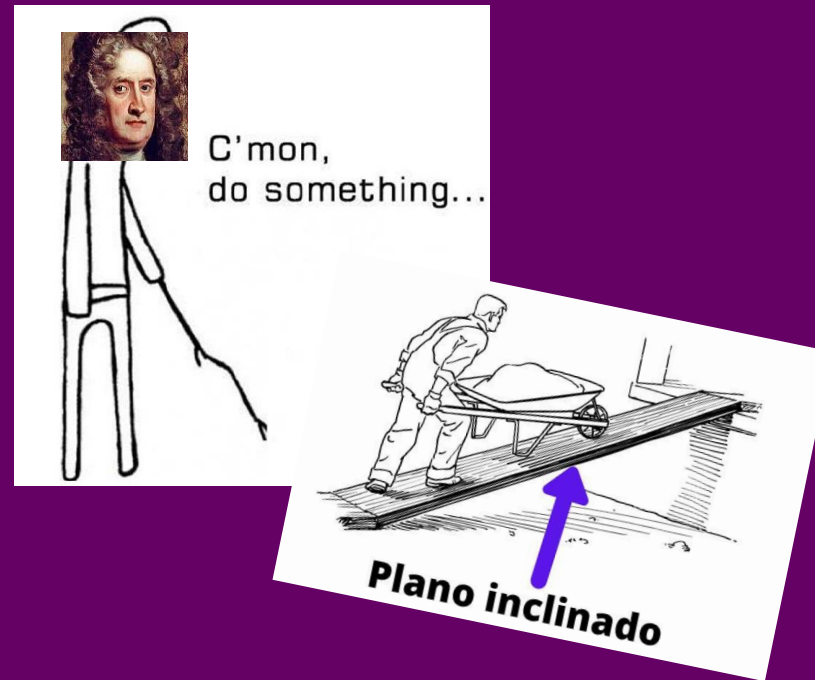
PARENTESIS: Teoría cuántica de campos (QFT)

- ¿Qué es un campo?
- ¿Requiere medio? Clásicamente sí.
 - Velocidad de transmisión.
 - Velocidad del sonido.
 - Velocidad de la luz.
- ¿Eter?



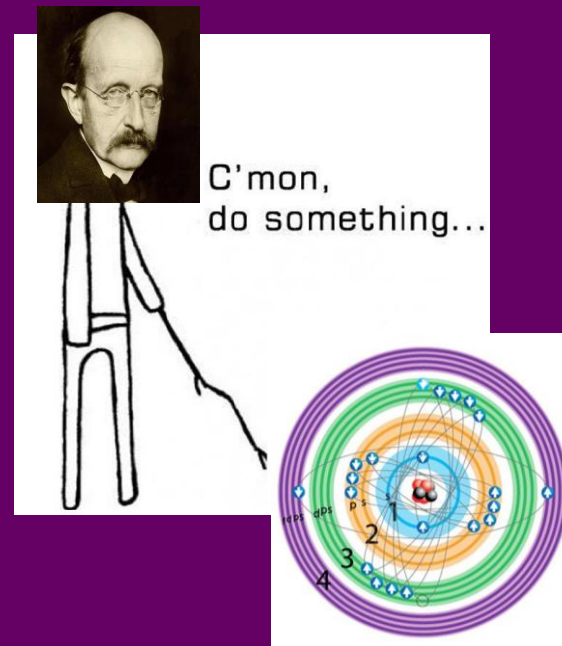
El exotismo cuántico

- Clásicamente, la energía que hay que darle a un sistema para que haga cosas es continua y se define por la suma de la energía potencial y la cinética.



El exotismo cuántico

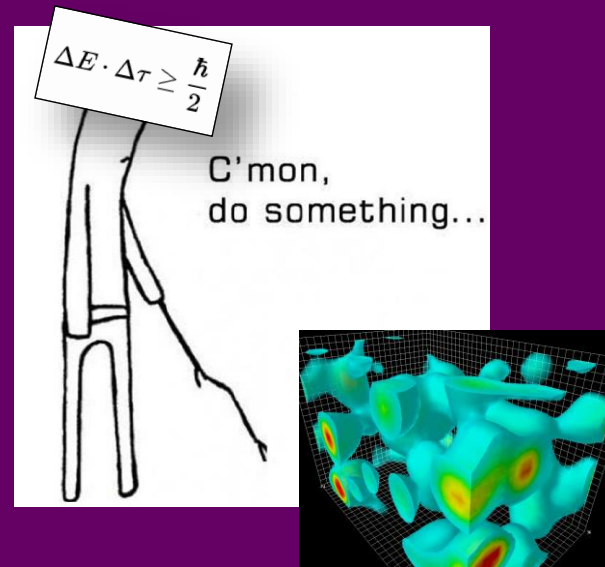
- Clásicamente, la energía que hay que darle a un sistema para que haga cosas es continua y se define por la suma de la energía potencial y la cinética.



- Estados cuantizados.

El exotismo cuántico

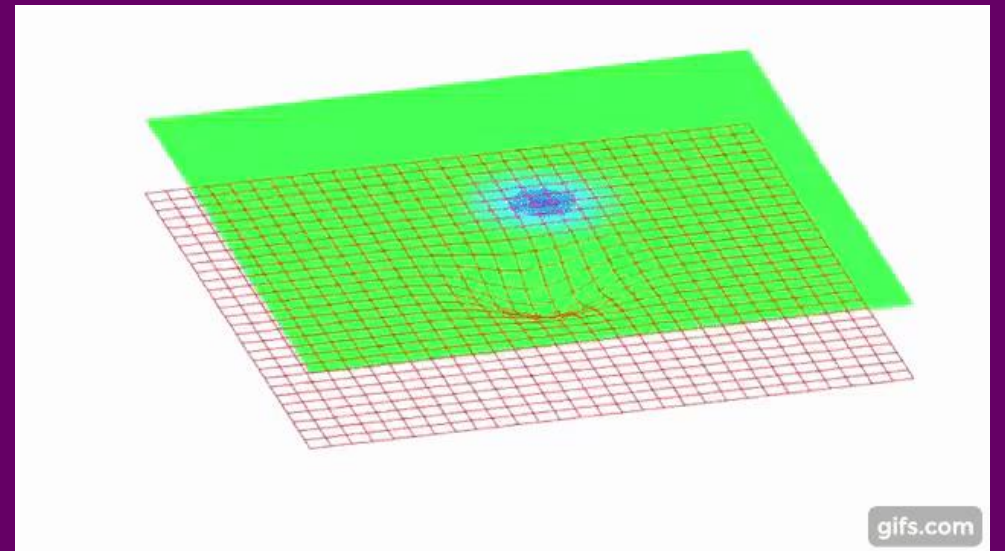
- Clásicamente, la energía que hay que darle a un sistema para que haga cosas es continua y se define por la suma de la energía potencial y la cinética.



- Estados cuantizados.
- Principio de incertidumbre.

La catástrofe del vacío cuántico

- Vacío teórico:
 - $\sim 10^{110} \text{ J/m}^3$



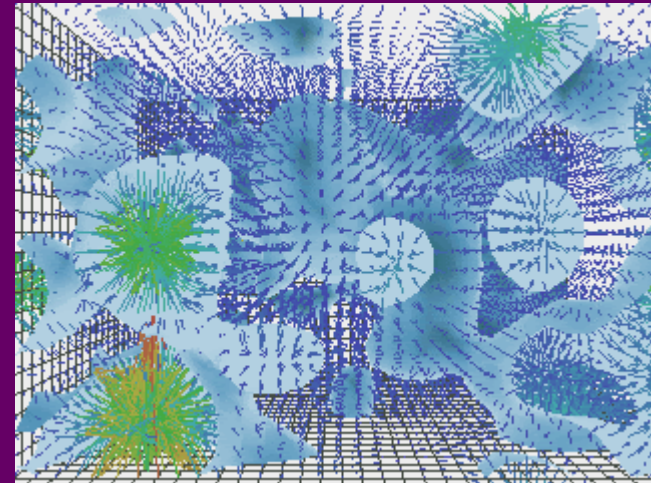
La catástrofe del vacío cuántico

- Vacío teórico:
 - $\sim 10^{110} \text{ J/m}^3$
 - Energía de expansión U : $\sim 10^{-10} \text{ J/m}^3$



La catástrofe del vacío cuántico

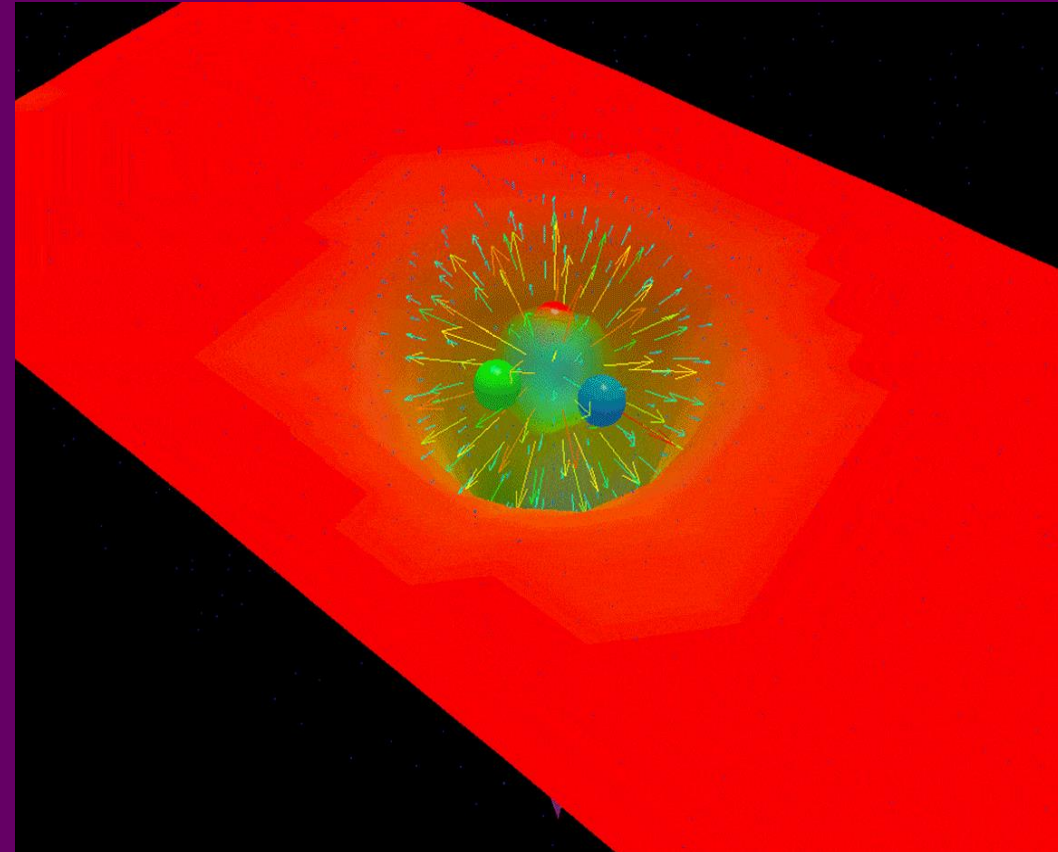
- Vacío teórico:
 - $\sim 10^{110}$ J/m³
 - Energía de expansión U: $\sim 10^{-10}$ J/m³



La catástrofe del vacío cuántico

- Vacío teórico:
 - $\sim 10^{110}$ J/m³
 - Energía de expansión U: $\sim 10^{-10}$ J/m³

- Otras cuestiones como:
 - ¿Polarización del vacío?
 - ¿Anti-apantallamiento? ¿Confinamiento?
 - ¿Interacción débil?
 - ¿Higgs metaestable?



Vídeos adicionales y fuentes:

- IFT:

- <https://www.youtube.com/watch?v=GOcb63tlkVg>
- https://www.youtube.com/watch?v=6fe_GK7-2RA
- <https://www.youtube.com/watch?v=s6mvrjrsLBQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hWYGtrCn-Pg>

- PBS-Spacetime:

- <https://www.youtube.com/watch?v=X5rAGfjPSWE>
- <https://www.youtube.com/watch?v=n6jAOV7bZ3Y>



Muchas gracias

$$(\Delta_{\text{información}} \cdot \Delta_{\text{confusión}} \geq \hbar/2)$$