

Física de Fuerzas y Partículas

Las fuerzas que determinan la estructura del Universo son las siguientes:

- Fuerza Fuerte. Es determinante para entender la estabilidad de los núcleos atómicos
- Fuerza Electromagnética. Determina las propiedades químicas de los elementos.
- Fuerza débil. Interviene en el decaimiento radiactivo de los núcleos atómicos
- Fuerza Gravitacional. Determina la estructura y evolución del Universo a gran escala.

A comienzos del Siglo XX, se desarrolló una de las teorías más profundas: La Mecánica Cuántica. Con ella se han comprendido la Química, la Física Atómica y la Física Nuclear. Ha transformado nuestras vidas porque hizo posible la invención del transistor y de los computadores modernos.

Cuando se estudian las fuerzas de la naturaleza, usando la Mecánica Cuántica, se descubre una ley fundamental

Asociada a cada fuerza de la naturaleza, se encuentra una partícula

El alcance de una fuerza está dado por

$$r \sim \frac{\hbar}{mc}$$

donde $\hbar = 1 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s}$ es la constante de Planck (dividida por 2π), $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ es la velocidad de la luz en el vacío y m es la masa en reposo de la partícula que transmite la fuerza.

De esta manera se obtiene la tabla siguiente

Interacciones descritas por el Modelo Estándar junto con los grupos gauge y los bosones asociados a cada una de ellas. En la columna de la izquierda se representan las constantes fundamentales que indican la fuerza relativa de cada interacción.

Interacción	Grupo gauge	Bosón	Símbolo	Fuerza relativa
Electromagnética	U(1)	fotón	g	$a_{\text{em}} = 1/137$
Débil	SU(2)	bosones intermedios	W^\pm, Z^0	$a_{\text{weak}} = 1,02 \times 10^{-5}$
Fuerte	SU(3)	gluones (8 tipos)	g	$a_s(M_Z) = 0,121$

Partículas de materia

Según el modelo estándar toda la materia conocida está constituida de partículas que tienen una propiedad intrínseca llamada **espín** cuyo valor es $1/2$. En los términos del modelo estándar todas las partículas de materia son **fermiones**. Por esta razón, siguen el **principio de exclusión de Pauli** de acuerdo con el **teorema de la estadística del espín**, y es lo que causa su calidad de *materia*. Aparte de sus **antipartículas** asociadas, el modelo estándar explica un total de doce tipos diversos de partículas de materia. Seis de éstos se clasifican como **quarks** (up, down, strange, charm, top y bottom), y los otros seis como **leptones** (**electrón**, **muón**, **tau**, y sus **neutrinos** correspondientes).

Partículas fundamentales del Modelo Estándar

	Leptones		Quarks	
Familias	Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo
1ª	electrón	e	up	u
	neutrino e	ν_e	down	d
2ª	muón	μ	charm	c
	neutrino muón	ν_μ	strange	s
3ª	tau	τ	top	t
	neutrino tau	ν_τ	bottom	b

Three Generations
of Matter (Fermions)

	I	II	III	
mass	1 MeV	1.24 GeV	172.5 GeV	0
charge	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	6 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ d down	95 MeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ s strange	4.2 GeV $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{2}$ b bottom	0 0 1 g gluon
	<2 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_e electron neutrino	<0.19 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ muon neutrino	<18.2 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ tau neutrino	90.2 GeV 0 1 Z ⁰ weak force
	3.511 MeV -1 $\frac{1}{2}$ e electron	106 MeV -1 $\frac{1}{2}$ μ muon	1.78 GeV -1 $\frac{1}{2}$ τ tau	80.4 GeV ± 1 1 W [±] weak force
Leptons				Bosons (Forces)