

FUERZAS Y PARTICULAS

1. Fuerzas. Partículas materiales y partículas portadoras de interacciones
2. Clasificación por la estructura
3. Clasificación por el spin.
4. Las partículas materiales.
5. Las partículas portadoras.
6. Documentación.

1. Fuerzas. Partículas materiales y partículas portadoras de interacciones:

Las fuerzas que en la naturaleza conforman el Universo descubiertas a la fecha, son cuatro:

La fuerza gravitatoria:

Esta fuerza es siempre atractiva (por lo que sabemos a la fecha no hay antigravedad) y es responsable de la atracción universal entre los cuerpos. Es responsable de la cohesión de los cuerpos celestes (planetas y estrellas, galaxias, ...) y regula sus movimientos (como por ejemplo el movimiento de los planetas en el sistema solar). Es la más débil de las cuatro fuerzas pero siendo siempre atractiva su efecto es dominante cuando se trata de cuerpos muy masivos (como son planetas, estrellas, galaxias,...). Su descripción fue dada originalmente por Isaac Newton y mejorada por Albert Einstein en su teoría de la Relatividad General a principios de este siglo. En la teoría de Newton la fuerza F entre dos cuerpos de masas M_1 y M_2 separados por una distancia R es dada por:

$$F = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{R^2}$$

dónde $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ es la constante de la gravedad

La fuerza nuclear débil:

Esta es la segunda interacción más débil después de la gravedad. Solamente puede actuar entre partículas a distancias del orden de 10^{-15} metros y es la fuerza principalmente responsable de la radioactividad natural. Fue descrita inicialmente en los años 30 por Wolfgang Pauli e Enrico Fermi. En los años 60 se desarrolló la descripción actualmente usada de esta interacción en la cual además se unifica la interacción débil con la interacción electro-magnética en una interacción electro-débil. Los autores de esta unificación, Sheldon L. Glashow, Abdus Salam y Steven Weinberg, recibieron el Premio Nobel de Física 1979 por su trabajo.

La fuerza electromagnética:

Esta interacción ve a las fuerzas eléctricas, descritas anteriormente por Coulomb, y magnéticas, descritas anteriormente por Ampère y Faraday, como dos aspectos del mismo fenómeno en una teoría desarrollada en los años 1860 por James C. Maxwell. Solamente partículas con carga eléctrica y el fotón son sujetas a esta interacción.

La fuerza nuclear fuerte:

Es la más fuerte de las cuatro interacciones. Como la interacción débil sólo actúa a distancias del orden de 10^{-15} metros. Actúa directamente entre quarks, y los leptones (partículas materiales fundamentales) son insensibles a ella. Tiene la propiedad extraña de que su intensidad disminuye a muy cortas distancias (lo que se llama libertad asintótica) pero se vuelve constante a grandes distancias. Como consecuencia de este comportamiento los quarks no pueden vivir aislados y siempre se agrupan, un hecho conocido como confinamiento de los quarks. Los dos tipos de agrupamientos de quarks conocidos actualmente consisten en un triplete de quarks ó un doblete quark-antiquark. Así los quarks no se pueden observar directamente y su existencia solo ha sido demostrada indirectamente. Las partículas observadas son las formadas de tres quarks (llamadas bariones) y de quark-antiquark (llamadas mesones). En general, las partículas formadas de quarks y/ó antiquarks se llaman hadrones (del griego 'fuerte') La teoría describiendo la interacción fuerte fue desarrollada a mitad de los años 70 y se llama cromodinámica cuántica y a la fuerza entre los quarks se la llama fuerza de color.

Así, pues, la **interacción gravitacional** y la **electromagnética** actúan en el macrocosmos, mientras que las **interacciones débiles** y **fuertes** existen solamente en el ámbito del microcosmos, en el ámbito subatómico.

La actuación de estas fuerzas tiene lugar sobre **partículas materiales**, transportadas por otras partículas que llamaremos **partículas portadoras**.

Las partículas materiales sufren en mayor o menor grado las fuerzas de interacción según un atributo que poseen, que llamaremos **carga**. Hay una carga especial para la interacción con cada una de las fuerzas:

Carga gravitatoria, o masa, que es la cantidad numérica que determina la intensidad con que la partícula participa de las interacciones gravitatorias.

Carga de sabor, que es la cantidad numérica que determina la intensidad con que la partícula participa de las interacciones nucleares débiles.

Carga electromagnética, que es la cantidad numérica que determina la intensidad con que la partícula participa de las interacciones electromagnéticas.

Carga de color, que es la cantidad numérica que determina la intensidad con que la partícula participa de las interacciones nucleares fuertes.

Las partículas portadoras de interacciones son:

Los **gravitones** (no detectados experimentalmente, a la fecha), portadoras de la interacción gravitacional.

Los **bosones Z, W-, W+**, portadoras de la interacción débil.

Los **fotones**, portadoras de la interacción electromagnética.

Los **gluones**, portadoras de la interacción fuerte.

2. Clasificación por la estructura:

Se pueden clasificar también según su estructura, en partículas fundamentales (que no están compuestas de otras partículas), y partículas no fundamentales (que están constituidas por otras partículas)

Las partículas materiales podemos desglosarlas en dos grandes familias: las que son fundamentales y las que son no fundamentales:

- **quarks**, partículas materiales fundamentales
- **leptones** partículas materiales fundamentales
- **hadrones** (partículas materiales no fundamentales, compuestas de quarks), pueden ser **bariones** (formados por tres quarks), o **mesones** (formados por un par quark-antiquark, o, en algunos casos, por dos quarks). A su vez, los bariones se dividen en **nucleones** (protones, neutrones, ...) e **hiperones** (partículas inestables).

En cuanto a las partículas portadoras, todas ellas son fundamentales:

- **gravitones** (no detectados experimentalmente, a la fecha), portadoras de la interacción gravitacional.
- **bosones Z, W-, W+**, portadoras de la interacción débil.
- **fotones**, portadoras de la interacción electromagnética.
- **gluones**, portadoras de la interacción fuerte.

3. Clasificación por el spin:

Aparte de la carga, las partículas, tanto materiales como portadoras, poseen una magnitud importante que sirve para clasificarlas: el momento angular intrínseco o spin.

Las partículas cuyo spin es un número semientero ($1/2, 3/2, \dots$) obedecen al Principio de exclusión de Pauli y siguen la **estadística de Fermi-Dirac**, por lo que se ha dado en llamarlos **fermiones**, y las partículas cuyo spin es entero ($0, 1, 2, \dots$), que siguen la **estadística de Bose-Einstein**, y son los llamados **bosones**.

Los **fermiones**, que como ya hemos dicho, obedecen al llamado Principio de Exclusión de Pauli, resultan ser:

- **bariones**, partículas materiales no fundamentales, una de las dos subfamilias de los hadrones.
- **leptones**, partículas materiales fundamentales.
- **quarks**, partículas materiales fundamentales, componentes de los hadrones.

Los **bosones** son:

- **mesones**, partículas materiales no fundamentales, una de las dos subfamilias de los hadrones.
- **gravitones** (con la debida reserva, puesto que no se han detectado), serían las partículas portadoras de la interacción gravitatoria.
- **bosones Z, W-, W+**, portadoras de la interacción débil. Los W- y W+ intervienen en interacciones débiles donde hay intercambio de carga eléctrica. El bosón Z interviene portando interacciones débiles donde no hay intercambio de carga de sabor.
- **fotones**, portadores de la interacción electromagnética.
- **gluones**, son ocho. Portadores de la interacción nuclear fuerte.

4. Las partículas materiales:

a) Los quarks:

Sabor	Masa (GeV/c ²)	Carga Eléctrica
u up	0.005	+2/3
d down	0.01	-1/3
c charm	1.5	+2/3
s strange	0.2	-1/3
t top	180	+2/3
b bottom	4.7	-1/3

b) Los leptones:

Leptones	carga eléctrica	masa (GeV/c ²)
e electrón	-1	0.511
m muón	-1	105
T Tau	-1	1784
n neutrino	0	----
nm neutrino del muon	0	----
nt neutrino del tau	0	----

c) Los hadrones:

c.1) Bariones:

Bariones = qq _q	quarks	carga eléctrica	masa (GeV/c ²)	spin
p protón	uud	+1	0.938	1/2
p- antiprotón	u-u-d-	-1	0.938	1/2
n neutrón	udd	0	0.940	1/2
L lambda	uds	0	1.116	1/2
O omega	sss	-1	1.672	3/2
S sigma-c	uuc	+2	2.455	1/2
...

c.2) Mesones:

Mesones = q q-	quarks	carga eléctrica	masa (GeV/c ²)	spin
pi pión	ud-	+1	0.140	0
k- kaón	su-	-1	0.494	0
ko kaón	ds-	0	0.498	0
r+ rho	ud-	0	0.770	1
d+ D	cd-	+1	1.869	0
Ec eta-c	uuc	0	2.980	0

5. Las partículas portadoras:

a) Los gravitones: Se sospecha su existencia como partículas fundamentales portadoras de la interacción gravitatoria, pero, realmente, no existe evidencia experimental de su existencia.

b) Los bosones portadores:

Bosón	Masa (GeV/c ²)	Carga Eléctrica
g gamma	0	0
W+ bosón W+	80	+1
W- bosón W-	80	-1
Zo bosón Z	91	0

c) Los fotones: cantidad mínima de energía de la luz u otra radiación electromagnética. Max Planck y Albert Einstein obtuvieron el Premio Nobel de Física por su descubrimiento de que la luz, que muchas veces se comporta como una onda, a veces se comporta como si estuviera compuesta por un haz de pequeñas partículas o cuantos de energía. La energía E de un fotón se expresa mediante la ecuación $E = h u$, donde h es una constante universal (la constante de Planck) y u es la frecuencia (número de oscilaciones por segundo) de la luz.

d) Los gluones: Se llama **gluón** a cada uno de los ocho portadores de la fuerza fuerte. Son partículas sin masa que, al igual que los quarks, están confinadas en el interior del protón, del neutrón o de los mesones. Fueron postuladas a principios de los 70 y desde mediados de los 80 existe evidencia observacional de su existencia.

6. Documentación:

1. Diaz Pazos, Patricio. "Algo sobre quarks". Comunicación a la lista de ASTRO-ES, febr, 2000
2. Diaz Pazos, Patricio. "A horcajadas en un fotón" (libro virtual, en <http://www.educar.org/h-foton/h-foton.htm>)
3. Pérez Mercader, Juan. "¿Qué sabemos del Universo?". Editorial Temas de Debate, marzo 1997
4. Enciclopedia Encarta 99
5. Web: La aventura de las partículas. <http://ParticleAdventure.org/spanish/>
6. Web: Partículas elementales. <http://www.astroscu.unam.mx/hipercurso/hipercurso.html>