

# Bosón

En física de partículas, un **bosón** es uno de los dos tipos básicos de partículas elementales de la naturaleza (el otro tipo son los fermiones).<sup>1</sup>

La denominación «bosón» fue acuñada por Paul Dirac<sup>2</sup> para conmemorar la contribución del físico indio Satyendra Nath Bose,<sup>3</sup> <sup>4</sup> junto con Einstein, en el desarrollo de la Estadística de Bose-Einstein la cual teoriza las características de las partículas elementales.<sup>5</sup>

Entre los ejemplos de bosones se incluyen partículas fundamentales como fotones, gluones, bosones W y Z (los cuatro bosones de gauge, portadores de fuerza del modelo estándar), el bosón de Higgs, y el gravitón<sup>6</sup> de gravedad cuántica; partículas compuestas (por ej.: mesones y núcleos estables de número de masa par como el deuterio (con un protón y un neutrón, número másico = 2), helio-4 o plomo-208; y algunas cuasipartículas (pares de Cooper, plasmones, y fonones).<sup>7</sup>

Los bosones se caracterizan por:

1. Tienen un espín entero (0,1,2,...).
2. No cumplen el principio de exclusión de Pauli y siguen la estadística de Bose-Einstein. Esto hace que presenten un fenómeno llamado condensación de Bose-Einstein (el desarrollo de máseres y láseres fue posible puesto que los fotones de la luz son bosones).
3. La función de onda cuántica que describe sistemas de bosones es simétrica respecto al intercambio de partículas.

Por el teorema espín-estadística sabemos que la segunda y tercera característica son consecuencia necesaria de la primera.

Las tres generaciones de la Materia (Fermiones)

	I	II	III	
masa→	3 MeV	1.24 GeV	172.5 GeV	0
carga→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
nombre→	<b>u</b> up	<b>c</b> charm	<b>t</b> top	<b>γ</b> photon
	<b>d</b> down	<b>s</b> strange	<b>b</b> bottom	<b>g</b> gluon
	<b>ν<sub>e</sub></b> electron neutrino	<b>ν<sub>μ</sub></b> muon neutrino	<b>ν<sub>τ</sub></b> tau neutrino	<b>Z<sup>0</sup></b> fuerza débil
	<b>e</b> electron	<b>μ</b> muon	<b>τ</b> tau	<b>W<sup>±</sup></b> fuerza débil

Nombre y carga eléctrica de los componentes de la materia.



Distinción entre fermiones y bosones.

Algunos bosones, aunque se comportan como bosones, de hecho están compuestos de otras partículas. Por ejemplo, los núcleos de átomos de helio, bajo ciertas condiciones, se comportan como bosones aun cuando están compuestos por cuatro fermiones que, a su vez, no son elementales cuando son examinados en experimentos de muy alta energía.

## Ejemplos de bosones

---

### Bosones compuestos

- El núcleo de deuterio, un isótopo del hidrógeno.
- Núcleos de helio-4 o partículas alfa.
- En definitiva, cualquier núcleo con espín entero.

### Bosones de gauge simples

Véase también Anexo:Tabla de partículas#Bosones

Todas las partículas elementales observadas son bosones (con espín entero) o fermiones (con espín medio entero impar).<sup>8</sup> Mientras que las partículas elementales que componen la materia ordinaria (leptones y quarks) son fermiones, los bosones elementales ocupan un papel especial en la física de partículas. Actúan como portadores de fuerza que dan lugar a fuerzas entre otras partículas, o en un caso dan lugar al fenómeno de masa.

Según el Modelo Estándar de Física de Partículas hay cinco bosones elementales:

- Un bosón escalar (espín=0)
  - $H^0$  Bosón de Higgs – la partícula que da lugar al fenómeno de masa a través del mecanismo de Higgs
- Cuatro bosones vectoriales (espín=1) que actúan como portadores de fuerza. Estos son los bosones de gauge:
  - $\gamma$  Fotones – el portador de fuerza del campo electromagnético
  - $g$  Gluones (ocho tipos diferentes): portadores de fuerza que median en la fuerza fuerte
  - $Z$  Bosón débil neutral – el portador de fuerza que media la fuerza débil
  - $W^\pm$  Bosones débiles cargados (dos tipos): también portadores de fuerza que median en la fuerza débil

Un bosón tensor (espín=2) llamado gravitón (G) ha sido planteado como el portador de fuerza para la gravedad, pero hasta ahora todos los intentos de incorporar la gravedad en el modelo estándar han fallado.<sup>a</sup>

### Otros

- Fonones.



Fotografía de Satyendra Nath Bose.

- Bosón X.

## Discusión

---

Todas las partículas elementales son bosones o fermiones, dependiendo de si su espín es entero o semientero. En física de altas energías y de partículas se dice que los bosones son los mediadores de fuerza o partículas portadoras de las interacciones fundamentales, puesto que los campos electromagnético, electrodébil, fuerte y presumiblemente el gravitatorio están asociados a partículas de espín entero. De hecho, la descripción cuántica de las interacciones fundamentales mencionadas consiste en el intercambio de una partícula que será siempre un bosón virtual. Así la interacción de dichos bosones virtuales con fermiones reales es lo que da lugar a dichas interacciones o fuerzas fundamentales. El alcance de dicha interacción en general viene dado por la masa de la partícula intercambiada.

A los bosones involucrados en dichas interacciones se les denomina bosones gauge. Estos son los bosones W y Z para la interacción débil, los gluones para la interacción fuerte, los fotones para la interacción electromagnética y el hipotético gravitón para la interacción gravitatoria.

Las partículas compuestas por otras partículas, como los protones, los neutrones o los núcleos atómicos, pueden ser bosones o fermiones dependiendo de su espín total. De ahí que muchos núcleos sean, de hecho, bosones. Basta que el número de fermiones que componga esa partícula sea par para que el sistema compuesto sea un bosón. Así, la mayoría de los elementos tiene isótopos que serán fermiones, es el caso del helio-3, o bosones, como el helio-4. El deuterio es también bosón; sin embargo, sus vecinos protio y tritio son fermiones.

Mientras que los fermiones están obligados a cumplir el principio de exclusión de Pauli: "*no puede haber más de una partícula ocupando un mismo estado cuántico*", no existe dicha exclusión para los bosones, ellos pueden ocupar estados cuánticos idénticos. El resultado de esto es que el espectro de un gas de fotones a cierta temperatura de equilibrio posee un espectro de Planck (ejemplos de ello son la radiación del cuerpo negro o la radiación del fondo cósmico de microondas, testigo que nos remonta al universo temprano). El trabajo con láseres, las propiedades de superfluido del helio-4 y la reciente formación del condensado de Bose-Einstein son todos consecuencia de la estadística de los bosones.

Las diferencias entre las estadísticas bosónica y fermiónica es solo apreciable en grandes densidades, cuando las funciones de onda se superponen. A bajas densidades, ambos tipos de estadísticas se aproximan a la estadística de Maxwell-Boltzmann, donde ambos tipos de partículas se comportan clásicamente.

## Notas

---

1. A pesar de ser el portador de la fuerza gravitacional que interactúa con la masa, se cree que el gravitón no tenga masa.

## Referencias

---

1. Carroll, Sean (2007). «Guidebook Part 2». *Dark Matter, Dark Energy: The Dark Side of the Universe*. The Teaching Company. ISBN 1598033506. «página 43».
2. Notes on Dirac's lecture *Developments in Atomic Theory* at Le Palais de la Découverte, 6 December 1945, UKNATARCHI Dirac Papers BW83/2/257889. See note 64 to p. 331 in "The Strangest Man" by Graham Farmelo
3. Bal, Hartosh Singh. «The Bose in the Boson» (<https://web.archive.org/web/20120922024310/http://latitude.blogs.nytimes.com/2012/09/19/indians-clamor-for-credit-for-the-bose-in-boson/>). *New York Times blog*. Archivado desde el original (<http://latitude.blogs.nytimes.com/2012/09/19/indians-clamor-for-credit-for-the-bose-in-boson/>). Consultado el 19 de septiembre de 2012.

- [2/09/19/indians-clamor-for-credit-for-the-bose-in-boson/](#)) el 22 de septiembre de 2012. Consultado el 21 de Septiembre 2012.
4. Daigle, Katy (10 de julio de 2012). «India: Enough about Higgs, let's discuss the boson» (<http://apnews.excite.com/article/20120710/D9VU1DRG0.html>). *AP News*. Consultado el 10 de julio de 2012.
  5. «Higgs boson: The poetry of subatomic particles» (<https://www.bbc.co.uk/news/magazine-18708741>). *BBC News*. 4 de julio de 2012. Consultado el 6 de julio de 2012.
  6. *La partícula divina: Si el universo es la respuesta, ¿cuál es la pregunta?*, pág 12 en Google libros ([https://books.google.es/books?id=-\\_i-1tUPVSEC&pg=PA12&dq=todav%C3%ADa+te%C3%B3rico+gravit%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewjd0qX7p\\_DKAhWEVhQKHezbChwQ6AEINjAF#v=onepage&q=todav%C3%ADa%20te%C3%B3rico%20gravit%C3%B3n&f=false](https://books.google.es/books?id=-_i-1tUPVSEC&pg=PA12&dq=todav%C3%ADa+te%C3%B3rico+gravit%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewjd0qX7p_DKAhWEVhQKHezbChwQ6AEINjAF#v=onepage&q=todav%C3%ADa%20te%C3%B3rico%20gravit%C3%B3n&f=false))
  7. Charles P. Poole, Jr. *Encyclopedic Dictionary of Condensed Matter Physics* (<http://books.google.com/books?id=CXwrqM2hU0EC>). 11 March 2004. Academic Press. ISBN 978-0-08-054523-3. Consultado el 17 de marzo de 2015. «página 130 ».
  8. Carroll, Sean (2007). *Guidebook*. Dark Matter, Dark Energy: The dark side of the universe. The Teaching Company. Part 2, p. 43. ISBN 978-1598033502. «... boson: A force-carrying particle, as opposed to a matter particle (fermion). Bosons can be piled on top of each other without limit. Examples are photons, gluons, gravitons, weak bosons, and the Higgs boson. The spin of a boson is always an integer: 0, 1, 2, and so on ... »

## Enlaces externos

---

-  Wikcionario tiene definiciones y otra información sobre **bosón**.
- 

Obtenido de «<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bosón&oldid=155253160>»

-