

Curso de Cosmología Básica

Unidad nro 7 (continuación): Lección nro 12

CONCEPTOS BÁSICOS

Teoría relativista del campo cuántico

Aborda matemáticamente el mundo de partículas cuánticas. Esta teoría proporciona la estructura conceptual precisa para concebir las interacciones de partículas cuánticas, lo mismo que la física newtoniana proporciona la estructura conceptual precisa para pensar en el movimiento de los planetas. Los físicos teóricos inventaron la teoría relativista del campo cuántico en los años veinte. Lo hicieron cuando intentaban compaginar la nueva teoría cuántica con la teoría de la relatividad especial de Einstein. Conseguirlo resultó bastante más difícil de lo que se había supuesto.

Concepto de Simetría: Simetría de gauge

En la expresión **simetría de gauge**, la palabra 'gauge' significa 'medida', y simetría significa que algo 'se mantiene igual' al cambiar alguna condición externa.

La simetría de gauge es un principio de simetría que subyace a descripción mecánico-cuántica de las tres fuerzas no gravitatorias (fuerza electromagnética, fuerza nuclear débil y fuerza nuclear fuerte). Esta simetría incluye la invariancia de un sistema físico al ser sometido a diversas modificaciones en los valores de las cargas de fuerza, modificaciones que pueden cambiar de un lugar a otro y de un momento a otro.

La Geometría es el estudio de las propiedades de un objeto que no cambian ante la influencia del movimiento. Un objeto es simétrico si al aplicársele algún tipo de movimiento, sigue mostrándose igual, como por ejemplo, al rotar horizontalmente un triángulo equilátero. Muchas propiedades físicas se mantienen invariables bajo los efectos de la traslación o la rotación. Por ello, los resultados de un experimento no dependen de dónde ha sido colocado el dispositivo experimental, o hacia dónde mira.

La Gravedad es una teoría gauge (teoría de medida) porque las predicciones que se pueden hacer de ella son las mismas si se las toma desde diferentes perspectivas. Por ejemplo, una pelota en la cima de una escalera tiene una energía gravitacional potencial. Si se la coloca un escalón más abajo, la pérdida de energía depende solamente de la densidad del campo gravitacional y de la altura que ha descendido. Si se mide su energía gravitacional potencial desde cualquier punto (la superficie de la tierra, otro escalón, Alpha Centauri...) las diferencias de energía entre los dos ubicaciones de la pelota 'se mantienen iguales'. Esta invariante global en el procedimiento de medición hace de la gravedad una teoría gauge (teoría de medida).

Concepto de campo

Diremos que en una región del espacio existe un **campo** creado por una magnitud física si es posible asignar en cada instante un valor a dicha magnitud para todos los puntos de dicha región.

Ej: Si tenemos un vaso que contiene agua con hielo, donde no se ha alcanzado el equilibrio térmico y medimos la T° cada punto tendrá una T° distinta. Existe un campo de T° .

Si estudiamos la velocidad con la que se desplaza un fluido por una tubería vemos que depende del rozamiento de las paredes y la viscosidad, por tanto a cada pto de la tubería le corresponde una velocidad. Esto es un campo de velocidades.

Si la magnitud que define al campo es un escalar decimos que es un **campo escalar** (T°) y si es vectorial que es un **campo vectorial** (velocidad).

Decimos que un campo es **estacionario** si no depende del tiempo.

Si la magnitud que define al campo permanece cte el campo es **uniforme**.

Un campo escalar se puede representar mediante superficies isoescalares, por ejemplo las superficies isobaras, que miden la presión atmosférica. El corte de estas superficies con planos paralelos a la superficie de la tierra definen las líneas isobaras.

Un campo vectorial se define mediante líneas de campo, que son líneas tangentes en cada punto a la magnitud vectorial que define el campo.

Cuando la magnitud que define el campo es una fuerza, se llaman **campos de fuerzas**.

Propiedades de las líneas de campo:

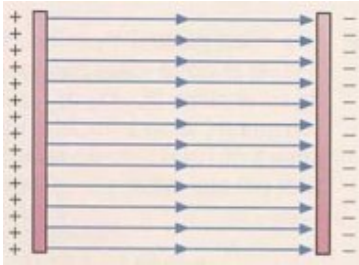
- Su sentido de recorrido y el vector que representa el campo coinciden en cada punto.
- Pueden ser cerradas (campo magnético) o abiertas (campo gravitatorio y eléctrico)
- En cada punto de la línea el campo solo puede tener una dirección por lo que las líneas de campo no se pueden cortar.
- Parten de manantiales o fuentes y llegan o convergen en sumideros.
- Si el campo es uniforme, las líneas de campo son rectas paralelas.
- En los puntos o zonas donde las líneas están más juntas o tienden a converger el campo es más intenso.

Dos ejemplos de campos de fuerza son:

Campos uniformes

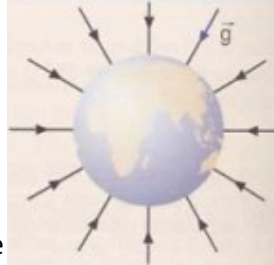
Campos centrales

En ellos los vectores fuerza tienen el mismo módulo, dirección y sentido en todos los puntos del espacio.



Ejemplo: el campo eléctrico que existe entre las placas de un condensador plano.

En ellos las direcciones de todos los vectores fuerza convergen en un mismo punto, llamado centro del campo. El módulo del vector fuerza depende únicamente de la distancia del punto considerado al centro del campo.



Ejemplo: el campo gravitatorio de la Tierra.

Campos conservativos. Energía potencial

Un campo de fuerzas es conservativo si el trabajo que realizan las fuerzas del campo para trasladar una partícula de un punto A a uno B depende del punto inicial y final y no del camino seguido.

Cuanto

En física, un **cuanto** o **cuantío** (del latín **Quantum**, plural *Quanta*). Max Plank, 1900, dijo que la luz siempre viaja en pequeños paquetes llamados "quanta". Denotaba en la física cuántica primitiva tanto el valor mínimo que puede tomar una determinada magnitud en un sistema físico, como la mínima variación posible de este parámetro al pasar de un estado discreto a otro. Se hablaba de que una determinada magnitud estaba cuantizada según el valor de cuanto. O sea que cuanto es una proporción hecha por la magnitud dada.

Un ejemplo del modo en que algunas cantidades relevantes de un sistema físico están cuantizadas lo encontramos en el caso de la carga eléctrica de un cuerpo, que sólo puede tomar un valor que sea un múltiplo entero de la carga del electrón. En la moderna teoría cuántica aunque se sigue hablando de cuantización el término **cuanto** ha caído en desuso. El hecho de que las magnitudes estén cuantizadas se considera ahora un hecho secundario y menos definitorio de las características esenciales de la teoría.

En informática, un **cuanto de tiempo** es un pequeño intervalo de tiempo que se asigna a un proceso para que ejecute sus instrucciones. El cuanto es determinado por el planificador de procesos utilizando algún algoritmo de planificación.

Historia

El ejemplo clásico de un cuanto procede de la descripción de la naturaleza de la luz, como la energía de la luz está cuantizada, la mínima cantidad posible de energía que puede transportar la luz sería la que proporciona un fotón (nunca se podrá transportar medio fotón). Esta fue una conclusión fundamental obtenida por Max Planck y Albert Einstein en sus descripciones de la ley de emisión de un cuerpo negro y del efecto fotoeléctrico. Otra magnitud cuantizada en física es la carga eléctrica, cuya unidad mínima es la carga del electrón, aunque por ser tan pequeña normalmente se use como una magnitud continua. La teoría de la física que describe los sistemas cuantizados se denomina mecánica cuántica. Otras magnitudes menos intuitivas también aparecen cuantizadas como el momento angular de un electrón o el espín de una partícula subatómica

Antipartícula: Antimateria

A cada una de las partículas de la naturaleza le corresponde una **antipartícula** que posee la misma masa, el mismo spin, pero distinta carga eléctrica. Algunas partículas son idénticas a su antipartícula, como por ejemplo el fotón, que no tiene carga. Pero no todas las partículas de carga neutra son idénticas a su antipartícula. Siempre hemos tenido la impresión de que las leyes de la naturaleza parecían haber sido diseñadas para que todo fuese simétrico entre partículas y antipartículas hasta que los experimentos de la llamada violación CP (violación carga-paridad) encontraron que la simetría temporal se violaba en ciertos sucesos de la naturaleza. El exceso observado de bariones con respecto a los anti-bariones, en el universo es uno de los principales problemas sin respuesta de la cosmología.

Los pares partícula-antipartícula pueden aniquilarse entre ellos si se encuentran en el estado cuántico apropiado. Estos estados pueden producirse en varios procesos. Estos procesos se usan en los aceleradores de partículas para crear nuevas partículas y probar las teorías de la física de partículas. Los procesos de altas energías en la naturaleza pueden crear antipartículas, y éstos son visibles debido a los rayos cósmicos y en ciertas reacciones nucleares. La palabra antimateria se refiere a las antipartículas elementales, los compuestos de antipartículas hechos con estas (como el antihidrógeno) y formaciones mayores que pueden hacerse con ellos.

Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá
Presidente LIADA
Coordinador de los Cursos LIADA