

PREGUNTAS 8 DE FEBRERO

Merche Moreno

Esto es lo que se llama Teoría M? Si no es así, en qué tiene que ver con ella?

La teoría M es un marco especulativo que unifica todas las teorías de cuerdas. Lo que he contado es toda física establecida con respaldo en experimentos realizados. En todo caso, la teoría M se puede considerar una generalización de estas ideas cuánticas y relativistas.

Laura Hernandez

al salirse del cono de luz no hay problemas con la conectividad del espacio tiempo ??

El cono de luz no es algo sólido. La conectividad a la que se refiere es la "conectividad causal". Separa aquellos sucesos que pueden recibir información de un punto o enviarla a ese punto desde el pasado, de aquellos que no pueden.

Valentín

Y ¿por qué las antipartículas tienen precisamente la carga eléctrica contraria y lo que tienen contrario no es cualquier otra propiedad?

Tienen opuesta cualquier tipo de "carga" similar a la carga eléctrica que se conserve en las interacciones y que no dependa de la velocidad de la partícula. Por ejemplo las cargas de "color" de las interacciones fuertes, etc. No así la energía, que sí depende de la velocidad de la partícula. En la suma de las flechitas que determina el promedio cuántico, una partícula viajando al pasado se comporta como si tuviera energía negativa. Precisamente, al reinterpretar su historia como la de una antipartícula viajando hacia el futuro, la energía de la antipartícula es positiva de nuevo.

Javier Gijon

¿Las partículas elementales tienen dimensión de longitud? ¿Tiene sentido preguntar cuánto mide un electrón?

No conocemos estructura interna para el electrón, así que su "tamaño estructural" es más pequeño que nuestra resolución experimental, pero sí se puede asignar un "tamaño" efectivo a la región del espacio en la que fluctúa significativamente su posición. Este tamaño cuántico es inversamente proporcional a la masa de la partícula. Cuando uno intenta localizar un electrón por debajo de este tamaño cuántico efectivo, se encuentra que, con alta probabilidad, uno tiene un electrón junto con un número indefinido de pares electrón-positrón. Así que, al intentar localizar una sola partícula, uno acaba "localizando" un número indefinido de partículas proporcional a la energía necesaria para efectuar esa localización. Esto es lo que pasa en la zona de colisión de un acelerador de partículas.

Juan Moreno Escalada

Me gustaría saber su opinión de la Gravedad Cuántica a Loops como teoría unificadora

No es realmente una teoría unificadora porque solo se refiere a la gravedad, sin integrar las demás fuerzas. Mi opinión es que se origina en ideas interesantes pero la verdad es que no ha progresado mucho en tres décadas. Personalmente soy escéptico.

Josefa

Las flechitas que sumAMOS, ¿CUÁNTAS DIMENSIONES SE CONTEMPLAN?

Son números complejos. Así que los puedes representar por flechitas en el plano de dos dimensiones.

Manolo

¿La suma de las flechas podría dar un valor superior al 100%?

No, suponiendo que has hecho bien la suma. Esto requiere escoger adecuadamente la longitud de las flechitas elementales. Para simplificar la discusión omití un detalle: hay que dividir por la suma para todos los estados finales posibles para que la probabilidad esté bien normalizada. En el ejemplo de la charla, esto supondría considerar todas las posibles posiciones del "detector" (el ojo).

Alfredo

Porque las flechitas son tan diferentes cuando la historia es "extraña" y no para las "esperadas"

Las flechitas individuales no cambian mucho. Es al sumarlas cuando se refuerzan las que corresponden a historias casi clásicas, y se cancelan las que corresponden a historias "extrañas". Se dice que unas interfieren constructivamente y otras interfieren destructivamente.

Josefa

Cuando los alumnos hacen los cálculos de probabilidad, ¿se utilizan ordenadores? Supongo que no se harán manualmente

Sí. Se usan ordenadores con frecuencia. También se pueden hacer cálculos analíticos usando técnicas matemáticas avanzadas, pero cada vez más, se usan ordenadores.

Sara Roca

¿Es el microcosmos (partículas fundamentales) análogo al Macrocosmos (universo)? ¿Es importante comprender el Big Bang para entender las interacciones iniciales a gran energía? ¿o para qué?

Más bien al revés. Es importante comprender las partículas para entender el Big Bang, porque el Big Bang fue muy caliente. Inmediatamente después del Big Bang se cree que todo era una sopa de partículas colisionando a muy alta energía, así que en el interior de los detectores del LHC se podría decir que intentamos recrear, siquiera por un instante, las condiciones del Big Bang.

Alfredo

en todo esto ¿la carga eléctrica que es? combinación de partículas? interacciones? se puede separar por ejemplo la carga de un electrón de su masa?

La carga eléctrica es un número que determina la intensidad con la que una partícula interactúa con el fotón. A priori, podría haber partículas con carga eléctrica y masa cero, aunque no conocemos ninguna así en la lista del modelo estándar. Que todas las cargas eléctricas sean múltiplos de una fundamental también parece ser cierto pero no estamos

seguros de por qué ocurre. La carga se conserva más allá de las partículas específicas que la “transportan”: Cuando el muon se desintegra en un electron y dos neutrinos, la carga eléctrica inicial, que tenía el muón, se la lleva el electrón, que es una partícula con menos masa que el muón.

José Eugenio

La curvatura que plantea como propiedad del vacío, se justifica como consecuencia de la energía que éste posea ¿?¿?

La curvatura se puede definir para cualquier espacio geométrico. Es lo de los triángulos. Luego llega Einstein y dice que esa curvatura está relacionada con el contenido en energía mediante una fórmula concreta. La curvatura podría ser una propiedad intrínseca dada a priori, pero lo que nos dice Einstein es que está determinada a priori sino que depende del contenido energético, así que es dinámica.

David Pamos Ortega 05:48 PM

La gravedad, ¿es geometría o una fuerza transmitida por partículas? Si existe el gravitón como partícula mediadora de la gravedad cuántica, ¿se puede decir que la geometría está cuantizada?

Se puede ver de ambas formas. La versión cuántica, en la que está transmitida por el gravitón, no está comprobada pero se cree que es correcta. Efectivamente, un gravitón es como una mini-onda gravitacional cuántica. Igual que un fotón es una onda electromagnética “mínima”. Efectivamente, se puede decir que los gravitones son los “paquetes mínimos” de la deformación de curvatura.

José Eugenio

Por unir lo que explicó en la anterior clase, esa descripción geométrica de la gravitación en la que las masas modifican la geometría del espacio tiempo

Sí

José Eugenio

Otra cosa más, esa energía que el vacío posee, se debe a que si consideramos períodos de tiempo muy definidos, ello implica una gran variabilidad en la cantidad de energía para ese momento (según el principio de incertidumbre). Luego, cuando habla de energía del vacío se está refiriendo a la que tiene este por dicha razón?

Está relacionada, aunque no es exactamente lo mismo. Una es la energía media y otra es la energía de una fluctuación concreta. La fluctuación local de la energía siempre existe aunque la energía media fuera cero. Lo que creemos es que el vacío tiene una densidad media de energía (una vez promediadas las fluctuaciones) de aproximadamente un protón por metro cúbico.

Alfredo

de partículas y antipartículas se habla....hay antienergía?

No hay evidencia de que existan partículas con masa negativa. Si existieran sería problemático, porque el vacío podría tal vez desintegrarse en pares de partículas con

masas opuestas. La energía puede ser negativa localmente, pero la energía total tiene que estar acotada por abajo. De lo contrario tienes el problema de la inestabilidad del vacío.

Manolo

El hecho de llamarlo física de partículas, ¿es desmerecer la dualidad onda-partícula? ¿Qué importancia tiene la teoría ondulatoria en la física de partículas? ¿Se reduce a la ecuación de onda de Schrödinger?

Es mejor llamarlas “partículas cuánticas”. Son partículas en el sentido de que siempre se detectan en “clicks”. No son ondas en ningún sentido estricto porque para ello deberían depositar su energía de forma continua. Lo que pasa es que uno usa una ecuación de ondas (la de Schrodinger) para calcular la probabilidad de que estén aquí o allá.

Moral

En el símil qué papel o sentido tiene reducir los fragmentos de espejo a una longitud de onda?

Es para que las flechitas correspondientes a los caminos contiguos difieran en un signo +1 o -1. Es una forma de considerar caminos para los que la contribución difiere mucho. Así las propiedades extrañas del experimento se ven mejor. Digamos que es para exagerar los efectos cuánticos por razones pedagógicas.

Juan Francisco

Que es la gravedad, una fuerza o una deformación espacio temporal?

Ambos lenguajes se pueden usar. El de la deformación espaciotemporal es más conveniente cuando la gravitación es fuertemente relativista.

Al explicar cómo el campo de higgs da masa a las partículas con la analogía de la burbuja en el líquido y la fricción, resulta que la fricción implica pérdida de energía, y aquí no la hay ¿no?

No. No hay pérdida de energía. Por eso no me gusta mucho el símil de la fricción. Es mejor imaginar una bola en un pinball que está rebotando constantemente y si la miras de lejos ves como le cuesta avanzar.

Yo tenía una pregunta de la primera conferencia, que ha dicho que para ir para atrás en el tiempo han de ser antipartículas. Esto podría explicar la diferencia entre materia y antimateria? La antimateria en el Big bang ha ido hacia el tiempo negativo?

No exactamente. Dije que una partícula viajando hacia el pasado se puede reinterpretar como una antipartícula viajando hacia adelante en el tiempo. Ahora bien, lo del Big Bang parece una idea interesante... ;-)

Merche Moreno

Si el Higgs no da la masa a las materia, ya que se debe a la creación y aniquilación de quarks y gluones, ¿cuál es el papel del Higgs más concretamente?

El Higgs da masa a los quarks y los leptones y también a los W y los Z. Pero es cierto que si los quarks no tuvieran nada de masa el protón y el neutrón seguirían pesando casi lo mismo. Pero bueno, no habría átomos porque los núcleos no podrían aguantar a un electrón en órbita si éste fuera de masa cero.

¿Me puede decir porqué el contorno de un agujero negro es brillante (esto es, tiene luz propia) y porqué emite radiación dicho contorno?

Solo es brillante cuando hay materia en caída que se calienta antes de entrar. Lo que brilla es la atmósfera caliente, compuesta por el gas en caída hacia el agujero.

Coincido con José Barbón en la importancia de que la velocidad de la luz sea absoluta, lo que tiene como consecuencia la relatividad del espacio y el tiempo. ¿Podría formularse la mecánica cuántica sin utilizar los conceptos de espacio y tiempo?

Se puede formular la mecánica cuántica sin el concepto de espacio. Hacerlo sin el concepto de tiempo me parece más difícil...

Bien, pero demasiado extenso y no dejo tiempo para preguntas

Sí, intento mejorar en eso, pero me cuesta...;-)

Se crea espacio. ¿Se alejan, por tanto, las galaxias debido a esa creación de espacio? ¿Se alejan los objetos del sistema solar entre sí? ¿Se alejan las partículas elementales que forman los átomos entre sí, debido a esa creación de espacio? ¿Qué restricción hay, si la hay, para dicha creación de espacio?

Las galaxias que están a más de unas decenas de millones de años luz se alejan. Todos los demás sistemas que se citan no. La razón es que todos estos sistemas tienen tamaños determinados por fuerzas más intensas que el "arrastre" del espacio. Hay que tener en cuenta que el arrastre del espacio a escala atómica es muy pequeño: duplicaría el tamaño del átomo después de 10000 millones de años. La fuerza electromagnética no tiene ningún problema es ganarle a ese pequeño empuje para mantener el átomo estable en su tamaño. Las galaxias suficientemente alejadas se atraen gravitacionalmente, pero ya tan débilmente que no pueden evitar el arrastre.

Existe una velocidad máxima (c). ¿Existe también una velocidad mínima distinta de cero? ¿o no hay límite para lo "lento" que se puede ir?

Pues no lo parece. Se puede estar parado sin mucho esfuerzo ;-). Aunque en la teoría cuántica esto hay que cualificarlo, por el principio de incertidumbre. Estar absolutamente parado implica que no sabemos dónde estamos ;-). Si queremos decir que minimizamos la energía, a veces las interacciones fuerzan a que ese estado de mínima energía tenga, en promedio, un poco de velocidad "mínima". Esto pasa por ejemplo si fuerzas a una partícula cuántica a estar encerrada en una caja de tamaño finito. Entonces tiene una velocidad mínima inversamente proporcional al tamaño de la caja.

En relación a la expansión del Universo, ¿podría entenderse la misma en lugar de como una expansión, como una variación de las constantes del Universo o hay algo más?

La expansión es el fenómeno que se observa, en el sentido de que las galaxias se alejan unas de otras a un cierto ritmo. Lo de la variación de las constantes podría ser una hipótesis para explicar el fenómeno. En este caso particular, la evidencia es que las constantes fundamentales no han cambiado casi nada en los últimos 10000 millones de años.

¿Qué experimentos se han realizado en el CERN relacionados con el espacio-tiempo?

Por ejemplo, cada vez que se miden las propiedades de una partícula elemental a alta energía, se están comprobando las fórmulas de la relatividad especial, y por tanto la fórmula de la geometría del espaciotiempo.

He leído que debido a la expansión acelerada del universo hay (o puede haber) zona tan alejadas de nosotros que la velocidad se mayor que la de la luz, ¿es posible esto (superar la velocidad de la luz)?, en esas partes, ¿se cumplirán las leyes de la física que conocemos y aplicamos? o ¿serán otras diferentes? Si es cierto que se supera la velocidad de la luz en esas galaxias, ¿existirá materia en ellas o únicamente habrá luz ($E=m \cdot c^2$)? o si qui¿zás las leyes física sean otras diferentes, si pueda existir materia?
x000D

Sí, aunque es mejor no usar ese lenguaje porque lleva a confusiones. No se puede superar la velocidad de la luz en el sentido de que, si le echas una carrera a un fotón, siempre pierdes. Pero no hay límite a la velocidad a la que se puede “dilatar” el espacio. Se puede pensar en el bizcocho que se dilata con hormigas dentro en vez de pasas. Las hormigas siguen teniendo una velocidad máxima de propulsión “propia” pero el bizcocho se puede dilatar a cualquier velocidad. Sobre lo que hay en zonas remotas del universo y si las leyes de la física pueden diferir, solo podemos especular, y de hecho se habla mucho de la posibilidad de que las constantes fundamentales (las intensidades de las fuerzas) sean distintas en diferentes dominios del llamado “multiverso”.

Tengo la siguiente curiosidad: emulando la cuestión que Einstein se planteó de joven, ¿cómo vería un observador que se cae en un agujero negro a un rayo de luz que lanza hacia el exterior con su linterna? ¿También para él la velocidad de la luz seguiría siendo c ? Si es así, la razón de que el haz de luz no escapase del agujero negro, ¿podría explicarse imaginando que la enorme curvatura que provoca sobre el espacio-tiempo lo impide? Esto último me lo imagino como si dicha curvatura fuese la superficie de una esfera y la luz se viese obligada a viajar sobre ella. ¿Sería correcto?_x000D_

Más o menos... pero es mejor imaginar un túnel que se alarga detrás de ti, de forma que la entrada se aleja porque se crea espacio muy rápido. Ni un fotón puede alcanzar la salida porque recede demasiado rápido. A la vez el túnel colapsa todo el interior (derrumbamiento). La velocidad de la luz siempre es c , medida localmente, entre dos puntos arbitrariamente próximos.

¿Cómo se determinó que la velocidad de luz es una velocidad límite?

Al principio, más bien se determinó que la velocidad de la luz es absoluta. Lo de límite se deducía de las fórmulas. Luego, con los aceleradores, se pudo comprobar directamente que por más energía que metas las partículas nunca superan la velocidad de la luz.

¿Qué aporta la relatividad al momento actual y que supuso en el pasado?

Hoy sigue siendo uno de los pilares de la física. En el pasado supuso una revolución que afectó a la física, la filosofía, el arte...un shock cultural de primera.

¿Podría la energía oscura tener relación con la creación del espacio que aleja a las galaxias?

Esa es la idea

Quizá verías en mis preguntas del Chat, que me gustaría saber si trabajas (o sabes) sobre posibles micro-agujeros negros creados en el LHC.

No exactamente. Pero trabajo en diversos temas de gravedad cuántica, así que hay una cierta relación.

Cuando ha comentado que la luz se curva por efecto de la gravedad y este hecho se observa a distancias grandes, entiendo que el efecto de la aceleración de la gravedad se produce sobre la magnitud de una masa. Mi duda reside en el hecho de considerar o no que los fotones tienen masa. Es así?

Los fotones no tienen masa pero tienen una especie de "masa efectiva" igual a E/c^2 , con E su energía, que ayuda a entender de forma intuitiva cómo pueden "caer" en un campo gravitacional. Esa discusión no es rigurosa, pero es lo que se puede decir sin descender a tecnicismos.

Buenas tardes : Después de la estupenda, amena y muy didáctica charla de D. Jose Luis Fdez Barbón, al final no se si entendí del todo lo que nos quiso transmitir o me perdí un poco...Entendí que "...medidas de la curvatura espacio-tiempo es muy pequeña, casi despreciable, porque la curvatura debida a las masas "se compensa" con un "estiramiento" del espacio-tiempo debido a ese "motor" que puede ser la energía oscura... ¿Es esto así? ¿Entendí bien? Si es así, ¿Se ha comprobado? ¿Es una conjetura?

La curvatura es pequeña en la Tierra. Cerca de un agujero negro es muy grande. A escalas cosmológicas la curvatura espacial es pequeña, pero se percibe claramente la aceleración de la expansión. A veces la curvatura se refiere solo al espacio, otras veces también afecta al tiempo. Se puede imaginar el espacio como elástico. La curvatura espacial es su grado de deformación instantáneo. La curvatura temporal está relacionada con el ritmo al que cambia esa deformación en el tiempo.

La constancia de la velocidad de la luz en todos los S.I. exige que las leyes del Electromagnetismo sea las mismas (parece claro ya que c incluye a cte dielectrica y permeabilidad), pero, y en general, ¿que la Física sea la misma?_x000D_

El electromagnetismo de Maxwell-Faraday tiene esa propiedad. Lo que se ha visto a lo largo del siglo XX es que toda la física tiene esa propiedad. Por eso lo expresamos como

una propiedad de la "geometría" del espaciotiempo y por tanto la debe obedecer cualquier sistema alojado en ese espaciotiempo.

¿Hay alguna relación entre la evolución de una galaxia y la formación de un agujero negro?

Si se trata del agujero negro supergigante que tienen todas en el centro, seguramente sí. Pero no sabemos si se formaron al mismo tiempo, o el agujero negro fue antes o la galaxia fue antes.

¿La teoría relativista implica que la velocidad de las ondas gravitacionales sea la misma que la velocidad de la luz?

Sí.

Cuales consideran deben ser las bases conceptuales para lograr un acercamiento y aprendizaje de la relatividad especial en estudiantes de la básica secundaria.

Las paradojas como la de los gemelos generan sorpresa e interés en los jóvenes. Además son temas que suenan en el cine y la literatura de ciencia ficción, así que existe una referencia cultural externa. La ventaja de la relatividad especial es que las matemáticas necesarias son las de tercero de la ESO, así que es técnicamente factible entenderlo y es fascinante, así que seguramente proporciona la mejor forma de generar interés en los jóvenes por la física.

Felicidades José Luis porque me ha parecido genial tu exposición. No tengo formación suficiente para estar a la altura en este tema y sin embargo has conseguido cautivarme con tus explicaciones. Te quería preguntar algo básico para ti pero no tanto para mí... simplemente ENERGÍA OSCURA Y MATERIA OSCURA... Quería que me dieras 3 o 4 razones más para creer en ellas. Algo concreto que les pueda decir a los alumnos para que esto no parezca algo esotérico y mágico para cubrir nuestra ignorancia al respecto. ¿Que es lo que sabemos científicamente probado que nos invita a pensar en que pueda haber materia que no somos capaces de detectar o energía que fuerza a expandir las galaxias cada vez más lejos y más rápido.

Bueno, no es que haya que buscar razones para creer... ;-) La energía y materia oscuras son unas hipótesis para explicar ciertos fenómenos que se observan. Pero podrían ser malas hipótesis! Por ejemplo, cuando Le Verrier predijo la existencia de Neptuno, estaba interpretándolo como "materia oscura" (no lo hemos visto, pero debería estar ahí porque explica los movimientos raros de Urano). Mercurio también tenía anomalías y Le Verrier se empeñó en que debería existir Vulcano para explicarlas, pero ahí se equivocó... lo que estaba mal en ese caso era la ley de gravitación de Newton. Lo de la materia oscura ahora es parecido. Lo que se ve es que todas las cosas en el cosmos tienden a moverse algo más rápido de lo que debieran según la ley de gravitación. Eso ocurre al nivel de las galaxias, los cúmulos de galaxias y la estructura en gran escala del universo. Hay dos salidas: suponer que hay materia oscura que no emite luz pero está ahí gravitando para mantener las estructuras cohesionadas, siguiendo la táctica de Le Verrier con Neptuno, o suponer que la ley de gravitación está mal, esta vez a grandes distancias, como hizo Einstein para explicar las anomalías de Mercurio. El 90% de los expertos creen que la

solución es la primera, como resultado del estudio detallado de modelos y cada vez más datos... pero... la cuestión seguirá abierta hasta que se descubra en detalle qué es la materia oscura. En cierto modo, el problema con la materia oscura es que hay muchos candidatos posibles, y hay que seguir muchas estrategias de búsqueda simultáneamente.

Cómo explicar la teoría de la relatividad en el aula a alumnado de educación primaria si no hay conectividad con las competencias científico-tecnológicas

En primaria yo creo que es prematuro. Bastaría empezar en secundaria. En primaria deberían simplemente acostumbrarse a la existencia de explicaciones racionales de los fenómenos de la vida cotidiana.

Cómo verificar, de una manera sencilla, las ondas gravitacionales en nuestra cotidianidad

Imposible, son demasiado tenues para afectar nada de la vida cotidiana. Incluso si una colisión de agujeros negros ocurriera a una distancia de nosotros como la del Sol, las ondas gravitacionales generadas tardarían 8 minutos en llegar, pasarían a través de nosotros y no notaríamos ni un ligero cosquilleo.

¿Tienen programas, seminarios, cursos, etc en línea de este tipo en el CERN?

Tenemos un canal de YouTube en el IFT con mucho material: <https://www.youtube.com/user/IFTMadrid>

¿Conoces estrategias para relacionar la relatividad con el contexto cotidiano? algunas herramientas que puedas sugerir?

Difícil. El contexto cotidiano no es relativista. Pero pedagógicamente se puede uno imaginar cómo sería el mundo si la velocidad de la luz fuera de unos metros por segundo... es un buen ejercicio para los estudiantes.

Porque es tan difícil cuantizar la gravedad?

Porque ninguna de las técnicas que funcionan para las otras fuerzas funcionan completamente para ésta. A distancias de 0,00000000000000000000000000000001 cm parece que el espaciotiempo tiene fluctuaciones cuánticas caracterizadas por los gravitones son tan fuertes que nadie sabe cómo hacer la suma de las flechitas. Entonces hay dos actitudes: o bien hay que trabajar muy duro para hacer la suma de los gravitones, o bien el graviton deja de tener sentido a esas distancias, porque por ejemplo está "compuesto". Esta segunda es la hipótesis de la teoría de cuerdas. Si supones que el graviton es una pequeña cuerda cerrada de energía, la suma de las flechitas se puede hacer, al menos aproximadamente. El problema es que necesitaríamos un acelerador muchísimo más potente que el LHC para comprobar si la fórmula resultante es correcta o no.

¿Qué es la gravedad, una fuerza o una deformación espacio temporal?

Ambas imágenes son útiles. La segunda es más fundamental porque se aplica a más situaciones que la primera.

¿Se puede decir que gravedad cuántica es geometría cuántica?

Sí

De nuevo se alargó. Debe medir el tiempo de su intervención para dejar lugar para las preguntas

Ya lo creo...

Si entendemos las interacciones como intercambios de partículas, ¿un protón y un electrón sólo se atraen cuando ese intercambio se produce? ¿Qué ocurre entre un intercambio y otro, durante dicha atracción? ¿Nada, continúan moviéndose por inercia hasta que vuelven a intercambiar otra partícula? ¿Es tan corto el tiempo entre intercambios que para nosotros, a nivel macroscópico, dicha interacción se muestra como continua?

Bueno, uno tiene que sumar sobre todos los intercambios a todos los tiempos. La suma es continua, una integral. Los diagramas de Feynman son representaciones pictóricas de unas integrales que calculan la suma de las flechitas. Luego se elevan al cuadrado y eso te da la probabilidad de que algo ocurra. Hay que distinguir sutilmente entre el fenómeno medido (un número de clicks aleatorios en el detector) y el procedimiento matemático para calcular la probabilidad de esos clicks.

¿Se está llevando a cabo en el CERN algún experimento para medir efectos del colapso de la función de onda?

Cada vez que se hace una medida de un objeto cuántico, como una partícula, se puede decir que se está colapsando su función de onda. En realidad, todos los experimentos cuánticos que se han hecho a lo largo de la historia han estado colapsando funciones de ondas sin parar. Hay que recordar que la función de onda no es una cosa directamente física. Es simplemente la suma de las flechitas cuyo cuadrado calcula la probabilidad de un click. El colapso de la función de onda no es más que una forma pedante de decir que, como las probabilidades son una medida de tu ignorancia, al medir algo y por tanto disminuir tu ignorancia, debes cambiar las probabilidades incorporando el conocimiento que has adquirido.

Cuando Sr. Barbón presenta el símil del espejo, supone que el espejo en que se reflejan los fotones se toma dividido en fragmentos de tamaño igual a 1 longitud de onda. No entiendo esta suposición. Y admito la conexión con la medida cuántica para su explicación. Una explicación rigurosa podría entenderla, el problema es la conexión de los postulados con esta analogía. Gracias.

Esto es para exagerar los efectos de interferencia considerando unos pocos caminos. Una charla de este tipo no es una explicación técnica. La fórmula completa para la contribución de un camino individual arbitrario también la cito luego, cuando digo que es $\exp(iA)$ donde A es la acción en unidades de la constante de Planck.

Es la Teoría cuántica de campos el candidato mas fuerte a teoría del todo?

No, la teoría cuántica de campos no es realmente un “candidato”. Es el marco teórico más fundamental de la física. Está establecido y funciona. Pero cuando uno habla de teoría del Todo se refiere a fenómenos que aun no hemos podido estudiar experimentalmente, como distancias del orden de la distancia de Planck, el big bang, la singularidad de un agujero negro... En todas esas circunstancias creemos que la teoría cuántica de campos no será suficiente.

Mercedes Martín Mata

¿Por qué no se han detectado aún los gravitones? En relación con la partícula mensajera
¿Cómo se “manifestaría” en un campo gravitacional?
¡Muchas gracias y enhorabuena por su charla!

No se ha detectado porque un gravitón individual interactúa tan débilmente que no tenemos detectores capaces de verlo. Incluso con ensamblajes de un número de Avogadro de gravitones, que se supone que son las ondas gravitacionales, se tardó 100 años en alcanzar la precisión para detectarlas. Los gravitones se manifestarían como una componente fluctuante errática en el campo gravitacional.

¿Estamos lejos de descubrir el gravitón?

Sí, yo diría que muy lejos.

Sabemos localizar protones, quarks, electrones, neutrones, dentro del átomo, pero ¿cuál es la localización del resto de partículas?

Están en los rayos cósmicos que nos llueven constantemente. También están fluctuando en el vacío, y los aceleradores las sacan del vacío por un instante antes de que se desintegren.

Si hay partículas con mayor masa de las clásicas conocidas (protón, neutrón y electrón) por qué tardaron en descubrirse?

Porque se desintegran a toda velocidad, así que para detectarlas hay que fabricarlas. Cuanto más pesadas son, más difíciles son de fabricar en aceleradores.

El principio de exclusión, ¿tiene cabida en el modelo estándar?

Sí, es un elemento fundamental.