

1º Bach. B

I.E.S. Blás Infante

Biología y Geología.

LOS AGUJEROS NEGROS.

• DEFINICIÓN.

Un agujero negro es un cuerpo celeste de gran masa que posee una gran atracción gravitatoria donde ni siquiera la luz puede escapar de ellos. De ahí que reciba el nombre de agujero negro, ya que no desprende luz.

Son los cuerpos más extraños del universo y estos agujeros constituyen el final de los cuerpos luminosos del cosmos: estrellas gigantes convertidas en supernovas. La explosión de estas estrellas da lugar a un núcleo muy comprimido, por ello poseen una fuerza de atracción tan grande.

El motivo de que los agujeros negros no se vean es porque la luz no llega hasta nosotros.

• Peso y masa de un agujero negro.

La masa de un agujero negro no tiene límites. Por deducción, si el agujero se forma a partir de la muerte de estrellas gigantes, el peso sería mayor que la masa máxima de una estrella gigante.

Antes de calcular su tamaño debemos tener en cuenta el radio de Schwarzschild, que es el radio del horizonte de sucesos que comprende al agujero negro. A partir de este radio la luz y cualquier cuerpo celeste hasta ahora conocido, es absorbido hasta el centro del agujero con una fuerte atracción gravitatoria.

El tamaño se puede calcular en el momento en el que se descubre una estrella en órbita acompañada de un cuerpo invisible. Los astrónomos calculan la masa de la estrella visible por su brillo y su color y, a partir de ahí, pueden calcular el peso de ese cuerpo para saber si es una estrella de neutrones o un agujero negro. Si es inferior a 3 soles, se trata de una estrella de neutrones pero, si por el contrario es superior, nos hemos encontrado con un agujero negro. Para que nos hagamos una idea si el sol tiene un radio de unos 700.000 km, el agujero negro supermasivo tendrá un radio 4 veces mayor.

• ¿Por qué la luz no puede escapar de un agujero negro?

Esto no se podría explicar si nos basamos en la teoría que nos decía que la luz está compuesta por ondas; pero si nos basamos en la teoría que nos dice que la luz se compone por una serie de partículas llamadas fotones.

Hasta que Roemer descubrió que la luz viaja a una velocidad finita, no se podía explicar que la luz fuera absorbida por una fuerza gravitatoria enorme, ya que se pensaba que su velocidad era infinita de tal manera que ningún tipo de gravedad pudiera absorberla.

El agujero negro posee una velocidad altísima de tal forma que la velocidad de escape es muy elevada, incluso mayor que la de la luz, de manera que ningún objeto puede salir de él. La luz no puede salir pero tampoco cae dentro, lo que sucede es que se mantiene girando en el interior.

• Formación de un agujero negro.

Una estrella se forma por la colisión de una serie de gases, principalmente hidrógeno. Los átomos del hidrógeno comienzan a chocar entre sí, haciendo que la estrella se caliente cada vez más, dando lugar, con el paso del tiempo, a la transformación del hidrógeno en helio. El calor que se desprende hace que la estrella brille, y que aumente la presión del gas hasta que es suficientemente fuerte para equilibrar la acción gravitatoria, y evitar que el gas siga contrayéndose.

Durante el periodo de tiempo en que la estrella toma el proceso de contracción de los átomos, sigue acumulando gases y aumenta en tamaño. Este aumento fue estudiado por Chandrasekhar. Descubrió el tamaño límite que puede alcanzar una estrella cuando, una vez haya gastado su combustible, soportar su propia gravedad. Llego a la conclusión siguiente: *cuando la estrella reduce su tamaño, las partículas materiales están muy cerca unas de otras, y así, de acuerdo con el Principio de Exclusión de Pauli, tienen que tener velocidades muy diferentes*. Esto hace que se alejen unas de otras, lo que tiende a expandir a la estrella.

Si una estrella una masa menor de la del límite de Chandrasekhar, puede dejar de contraerse y convertirse en una **enana blanca**. También puede darse el caso de que la enana blanca se convierta en otra estrella más pequeña aún, en una **estrella de neutrones**. Las cuales se mantienen gracias a la repulsión debido al principio de exclusión entre neutrones y protones, y no de electrones como ocurre en las enanas blancas.

Las estrellas de masa mayor a la del límite de Chandrasekhar, cuando se les acaba el combustible pueden o bien explotar o desprenden la suficiente materia como para reducir su peso y evitar una explosión. Esta estrella poseería un campo gravitatorio tan grande que los rayos de luz se inclinarían hacia la superficie de la estrella de la cual son desprendidos. Cuando la estrella un cierto radio el campo gravitatorio será tan grande que la luz quedará atrapada en ella. De esta manera se forman los agujeros negros.

- Detección de un agujero negro.

Las fuerzas de marea gravitatoria enormes en las proximidades del agujero. De esta forma, un agujero negro pequeño es más fácil de detectar que agujeros de gran tamaño.

*** RAYOS X.**

Los agujeros pueden ser detectados por rayos X. Si una estrella normal se encuentra cerca de un agujero negro, la fuerza gravitatoria de éste atrae materia hacia su interior desarrollando energía cinética que al calentarse por las fuerzas de mareas gravitatorias, ioniza los átomos que están siendo atrapados, y éstos cuando alcanzan unos cuantos millones de grados Kelvin, emiten rayos X.

Si observamos el brillo que está distanciado del punto verde (centro de la galaxia M82) en la zona central izquierda de la foto, a 600 años luz, podemos ver que se trata de un agujero negro, al observar el patrón de variabilidad de emisión de rayos X por parte de la fuente.

Un posible candidato a ser agujero negro es Cygnus X-1, descubierto en 1962 por las radiaciones X que emitía. Los rayos X observados podrían provenir de la formación de un disco de acreción, una corriente de gas arrancado a su compañera supergigante que formaría un remolino de materia extremadamente caliente en torno al agujero negro.

*** RAYOS GAMMA.**

Otra manera es por la emisión de los **RAYOS GAMMA**.

Hawking predijo que podían existir, en el principio del universo, algunos **AGUJEROS NEGROS ATÓMICOS**. Estos diminutos agujeros sólo pudieron formarse a partir de las enormes densidades de materia existentes una fracción de segundo después del Big-Bang. Estos agujeros pueden emitir radiaciones gamma

de alta energía que podían ser captadas por satélites.

Existen algunas especulaciones que dicen que pueden existir agujeros negros que pesan el equivalente a millones o miles de Soles. Estos cuerpos gigantes se sitúan en el centro de las galaxias. No se formaron a partir de supernovas (explosiones de las estrellas de gran tamaño, cuando van a morir) sino por el colapso de enormes nubes de gas en tiempos pasados de las galaxias.

*** RADIACIÓN DE HAWKING.**

Hawking planteó la manera por la que un objeto podría superar la gravedad de un agujero negro. Aplicando la teoría cuántica, descubrió que las partículas podrían escaparse gradualmente del horizonte de sucesos. Esta teoría predice la aparición en lugares insospechados de materia y antimateria, que rápidamente se aniquilan una a la otra. La enorme intensidad de la gravedad en un agujero negro podría producir estos pares de partículas en las afueras de su horizonte de sucesos dándose el caso que una de ellas se quedara atrapada y la otra se escapara. Esto da lugar a que el agujero, poco a poco, fuera perdiendo energía gravitatoria, y podría acabar estallando. Este proceso necesitaría alrededor de 10 millones de años para completarse y es posible que en este momento se puedan estar produciendo este tipo de explosiones cósmicas en el espacio.

Estas radiaciones pueden ser detectadas por satélites en órbita y luego, los telescopios de la Tierra estudian esa zona.

AGUJEROS NEGROS DESCUBIERTOS POR EMISIÓN DE RAYOS.

GALAXIA	CONSTELACIÓN	MASA
Cyg X-1	El Cisne	7ms
GRO J0422	El Cangrejo	8ms
A062000		
LMC X-3	Gran nube de Magallanes	8ms

• CURVATURA EN EL ESPACIO-TIEMPO.

En un agujero negro la curvatura del espacio-tiempo es infinita. Si utilizamos luz de estrellas lejanas nos damos cuenta que el espacio real no es plano cuando éste se encuentra cerca de cuerpos masivos, como el Sol. La curvatura del espacio y su influencia en el movimiento de las partículas de los rayos es la gravedad.

• Anatomía de un agujero negro.

– Todos los agujeros negros poseen la misma estructura básica. La singularidad se encuentra en el horizonte de sucesos.

– Como ya hemos visto anteriormente un agujero negro distorsionan tanto el tiempo como el espacio, y las leyes físicas dejan de tener fundamento. Los matemáticos pueden saber cómo son por dentro utilizando la relatividad general de Einstein. Se sabe que en el borde y en el interior

de estos extraños cuerpos, se

producen fenómenos raros,

donde la materia se colapsa en
un punto infinitamente
pequeño de densidad infinita.

Existen cálculos que dicen
que los agujeros negros
podrían ser puertas a otros
universos.

- **Los pozos gravitatorios.**

Según la teoría de la relatividad de Einstein,
la gravedad es la distorsión del espacio. Imaginó al
espacio como delgada lámina de goma, a la cual, si
se le depositara una bola con gran masa, provocaría
una hendidura, formando un pozo gravitatorio.

Esto es lo que sucede con los cuerpos universo.

- **Alargamiento.**

Los objetos que caen en el interior de
un agujero negro se alargan.

Supongamos que una persona entra de pie en el interior de uno de ellos. Esta persona será succionada por un tubo y sufrirá mayor fuerza gravitatoria en los pies que en la cabeza, y comenzará a ser estirada.

El efecto es mayor en los agujeros negros más pequeños porque al ser más densos, producen pozos más profundos.

6. visiones espaciales.

Gracias a los grandes telescopios que posee el hombre sabemos a ciencia cierta que los agujeros negros existen realmente.

El HST realizó un estudio en 27 galaxias. Se observó que existían un sinnúmero de estrellas que desaparecían y otras que seguían la misma trayectoria.

Algunos de los satélites que han descubierto agujeros negros son los siguientes: Hubble, IUE y el Sigma. Este último detectó en 1990 el gran aniquilador, nombrado así por su gran magnitud.

Esta foto muestra como se vería un agujero negro. Es una foto realizada en la constelación de Orión por el

Hubble. En la primera, podemos ver un normal grupo de estrellas, mientras que en la segunda se puede observar ese mismo grupo con un agujero negro en el centro.

Esta foto es de la galaxia M87 en el cúmulo de virgo. Es una galaxia muy nítida con un núcleo muy activo, el cuál, es posible que tenga un agujero negro de unos 2000 millones de masas solares.

7. ¿LOS AGUJEROS NEGROS SE COMERÁN EL UNIVERSO?

La respuesta es no, ya que el horizonte de sucesos, situado en el radio de Schwarzschild. Este radio en los agujeros negros que se conocen, no son tan grandes como el universo. Los agujeros pueden absorber a grandes cuerpos pero no a todos los objetos del universo. Para ello sería necesario que un buen porcentaje de la materia del universo se convirtiera en agujeros negros, y eso es improbable.

Existen multitud de especulaciones de las cuales la mayoría son disparatadas. Lo único cierto que se conoce es que un agujero negro posee un límite en su radio de acción.

En esta fotografía podemos observar como una estrella es absorbida poco a poco por un agujero negro. La distancia es considerable, y el agujero no puede atraer a objetos que estuvieran a una distancia más grande.

8. ¿qué efectos tienen sobre la tierra?

Hasta ahora no hay mucho de qué preocuparnos, ya que el agujero negro más cercano, hasta ahora conocido, está bastante lejos de la Tierra.

9. ¿Y QUÉ PASA CON NUESTRO SOL?

Nuestro sol es demasiado pequeño como para convertirse en un agujero negro; necesitaría 1.5 veces las dimensiones que tiene ahora, según el factor limitante de Chadrsekhar. Además el sol tiene 5.000.000 años de vida.

Se dice que en el centro de nuestro sistema solar existe un agujero negro que provoca los movimientos y la forma de la Vía Láctea, pero los efectos sobre nuestro sistema solar y sobre la Tierra son nulos. También se han encontrado hechos que demuestran que existen agujeros fuera del centro de las galaxias.

Es una imagen difamada para mostrar con mayor claridad, la emisión de los rayos X de una agrupación de nubes que se está calentando a temperaturas muy altas y que están rodeando a un posible agujero negro(Sagitario A). Se encuentra a unos 10 millones de años luz del centro de nuestra galaxia.

Estas imágenes fueron captadas por el telescopio espacial Hubble. La primera muestra un punto que emite una cantidad enorme de rayos X. La segunda muestra una galaxia en espiral asociada a una fuente de rayos X.

10. contraorden: los agujeros negros son rosas.

Lo afirman astrónomos australianos basándose en ciertas observaciones sobre su comportamiento. Las palabras de Paul Francis, de la Universidad Nacional Australiana, dice: **pensamos que el violento movimiento de los gases circundantes al agujero negro podría funcionar como un acelerador natural de partículas. Se generan así un haz intenso de partículas subatómicas que, de algún modo, produce un a luz rosa intensa. Es posible que sobras de material estelar y de nubes gaseosas sean las que, arremolinadas en la vorágine negra, emitan esa luz rosa.** Los agujeros negros son muy densos, de tal forma que si la Tierra fuera igual de densa tendría el tamaño de un alfiler. **para identificar los agujeros rosas, a una distancia suerior a 1000**

millones de años luz explica Paul ha sido necesario unir la potencia de 4 telescopios australianos, ya que su luminosidad es 100.000 veces más débil que la mínima que puede percibir el ojo humano.

Agujeros blancos y

Agujeros de gusano.

- Viajes a través de agujeros negros.

Los tipos de agujeros negros que harían posible un viaje a través de ellos son:

- **Los agujeros blancos.**

Aunque aún no se han encontrado, se piensa que lo opuesto a un agujero negro es uno blanco. Por ello se dice que existen cuerpos que, en oposición a los negros, no absorben sino que, no dejan que entre ningún tipo de materia a su interior. Por esta razón se piensan que son luminosos. Se entiende que todo lo que esté dentro del horizonte de sucesos será repelido hacia el exterior con una fuerza violenta y casi infinita. Es simétricamente opuesta a un agujero negro, lo cual implica que sea un proceso inverso en el tiempo, algo así como ver una película al revés o que el reloj funcionase hacia atrás.

Los agujeros blancos, al igual que los negros, están descritos por la teoría General de la Relatividad de Einstein.

Que los agujeros blancos sean la solución a una ecuación matemática, no quiere decir que realmente existan. Se han descubierto agujeros negros pero ninguno blanco.

Muchos de los teóricos sostienen que debe haber "parejas" de agujeros negros y blancos en el universo, de forma que la materia absorbida por un agujero negro podría aparecer en cualquier otro punto de este universo o de un universo paralelo emergiendo de un agujero blanco.

- **Los agujeros de gusano.**

Es un agujero negro supermasivo en rotación con bajo nivel de alargamiento y con una gravedad mucho más grande. Se produce cuando un agujero negro interactúa con un blanco, y que podrían servir de atajo para llegar a otros universos o incluso otros tiempos. Si cayéramos en uno de ellos no chocando con él ya que entraríamos por un agujero negro unido, en su interior, con un agujero blanco formando un camino por el que se entra en un agujero negro y se sale por uno blanco. Suponiendo que realmente existan y suponiendo que son un tipo de agujero negro, no servirían como medio de transporte.

Pero si no son un tipo de agujero negro, la cosa cambia. Pero de todas maneras no sirve de nada hacerse este tipo de preguntas ya que aún no se sabe si realmente existen.

