



## Agujero negro en rotación: una fuente de energía cósmica

### Description

La energía de un agujero negro en rotación es un fenómeno de la astrofísica. Su masa y densidad extremas generan un campo gravitatorio inmenso, influyendo en el espacio-tiempo circundante. La rotación crea la ergosfera, una región donde el agujero negro arrastra el espacio-tiempo.

### CONTENIDOS

## ¿Qué es un agujero negro en rotación?

Un agujero negro es un objeto celeste que tiene una masa tan grande y una densidad tan alta que ni siquiera la luz puede escapar de su atracción gravitatoria. Los agujeros negros pueden formarse cuando una estrella muy masiva colapsa al final de su vida, o cuando dos objetos compactos, como estrellas de neutrones o agujeros negros, se fusionan.

Algunos agujeros negros pueden tener un movimiento de rotación, es decir, girar sobre su propio eje, debido a la conservación del momento angular. La rotación de un agujero negro afecta al espacio-tiempo que lo rodea, creando una región llamada ergosfera, donde el espacio-tiempo es arrastrado por el movimiento del agujero negro. La ergosfera se extiende desde el horizonte de sucesos, que es la frontera a partir de la cual nada puede salir del agujero negro, hasta una distancia mayor en el ecuador del agujero negro. Dentro de la ergosfera, los objetos y la luz se ven obligados a moverse en el sentido de la rotación del agujero negro.

## Extracción de energía de un agujero negro: el proceso de Penrose

Esta energía no está confinada dentro del horizonte de sucesos, sino que se encuentra en la ergosfera. Por lo tanto, existe la posibilidad de extraer parte de esa energía mediante diferentes mecanismos. Uno de ellos es el proceso de Penrose, propuesto por el matemático británico Roger Penrose en 1971. Este proceso consiste en enviar un objeto hacia la ergosfera y hacer que se divida en dos partes. Una de las partes cae dentro del horizonte de sucesos, con una energía negativa, y la otra sale de la ergosfera, con una energía mayor que la del objeto original. De esta manera, se reduce la velocidad de rotación del agujero negro y se obtiene energía neta. El proceso de Penrose puede extraer hasta un 20,7% de la energía de masa del objeto.



Un hipotético artefacto podría extraer energía de un agujero negro, aunque esto es por el momento ciencia ficción, se estudian las alternativas que puedan explicar muchos fenómenos asociados a la energía de los agujeros negros.

## Mecanismos alternativos para obtener energía de un agujero negro

Además del proceso de Penrose, hay otros mecanismos que pueden aprovechar la energía de un agujero negro en rotación. Uno de ellos es la [radiación de Hawking](#), que se basa en los efectos de la mecánica cuántica cerca del horizonte de sucesos. Según esta teoría, el agujero negro emite partículas y radiación que se crean a partir de las fluctuaciones del vacío. Estas partículas y radiación tienen una energía positiva, que se extrae de la masa y la

---

rotación del agujero negro.

## El campo magnético y el proceso de Blandford-Znajek en un agujero negro con energía

Otro mecanismo es el [proceso de Blandford-Znajek](#), que utiliza el [campo magnético](#) que rodea al agujero negro. Este campo magnético se genera por el material que se acumula alrededor del agujero negro, formando un disco de acreción. El agujero negro actúa como un conductor que gira en un campo magnético, induciendo una diferencia de potencial entre los polos y el ecuador. Esto produce un flujo de partículas cargadas y radiación electromagnética que se alejan de este objeto, llevándose parte de su energía rotacional.

Te Puede Interesar:

## Los riesgos asociados con la extracción de energía de un agujero negro

Extraer energía de un agujero negro en rotación no es una tarea fácil ni segura. Para esto, se necesita encontrar un agujero negro que tenga una rotación suficientemente rápida y que esté lo suficientemente cerca como para poder acceder a él. Además, se necesita diseñar y construir una tecnología capaz de enviar y recibir objetos, partículas o radiación al agujero negro, sin que se pierdan o se destruyan por el camino. Por otra parte, se necesita controlar y regular el proceso de extracción de energía, para evitar que se produzcan efectos indeseados o peligrosos. Así mismo, si se extrae demasiada energía, se podría alterar la estabilidad de este objeto del disco de acreción, provocando explosiones o emisiones de alta energía que podrían dañar el entorno.

Por lo dicho, si se extrae energía de forma desequilibrada, se podría generar un efecto de bomba de agujero negro, que consiste en una amplificación descontrolada de la energía que se obtiene, debido a un bucle de retroalimentación positiva entre el campo magnético y las partículas que se aceleran.

## La complejidad de la extracción de energía

La extracción de energía de un agujero negro en rotación es un proceso complejo que requiere una tecnología avanzada. Se necesita diseñar y construir una tecnología capaz de enviar y recibir objetos, partículas o radiación al agujero negro, sin que se pierdan o se destruyan por el camino. Además, se necesita controlar y regular el proceso de extracción de energía, para evitar que se produzcan efectos indeseados o peligrosos.

## Para seguir pensando

Si se extrae energía de forma desequilibrada, se podría generar un fenómeno conocido como bomba de agujero negro. Este fenómeno consiste en una amplificación descontrolada de la energía que se obtiene, debido a un bucle de retroalimentación positiva entre el campo magnético y las partículas que se aceleran. Este fenómeno extremo ilustra la importancia de un manejo cuidadoso de la energía de estos objetos celestes en rotación.

La energía de un agujero negro en rotación es un fenómeno único. La rotación genera una ergosfera, afectando el espacio-tiempo a su alrededor. La extracción de energía, técnicamente posible, implica complejas tecnologías y precauciones para evitar riesgos.