

Title: Perspectiva de la formación estelar. Gravitones como materia oscura

Este texto es de carácter especulativo, con el único objetivo de dar un nuevo enfoque al problema. Se exponen las hipótesis dando pruebas donde ha sido fácil.

Abstract

Se presenta la posibilidad de que los gravitones asuman el papel de los halos de materia oscura que inundan las galaxias. Y una visión acorde a esto de la formación y evolución estelar.

Autor: Enrique Domínguez Pinos. © Todos los derechos reservados.
Ingeniero Industrial.

Email: enrique_pinos@yahoo.es

Málaga, 1 de Octubre de 2022

Table of Contents

Introducción.....	1
Formación del halo de gravitones.....	2
Crecimiento del halo.....	2
Formación de nuevas estrellas.....	3
Anexo I: Test sobre la vía láctea.....	3
Extensión inicial del halo.....	3
Extensión actual en la vía láctea.....	4
Anexo II: perfil de velocidades en el halo.....	4
Referencias.....	6

Introducción

En el modelo MGF^[7] los gravitones son partículas mensajeras (bosones) que viajan a una velocidad inferior a la velocidad de la luz. Por lo tanto, se considera la posibilidad de que sean partículas con masa (de valor desconocido).

De hecho, la inspiración del modelo es que cada partícula mensajera tiene sus propias características. Velocidad y masa por ejemplo. Quitando a la velocidad de la luz su papel central y limitante.

Esta línea de razonamiento permite analizar la posibilidad de que los gravitones sean la materia oscura. Esto también tiene implicaciones en la formación de galaxias a partir de un agujero negro y un conjunto de estrellas que lo orbitan.

Formación del halo de gravitones

Comenzamos con la expresión del radio de Schwarzschild,

$$r = \frac{2GM}{c^2}. \quad (1)$$

Imaginemos un agujero negro esférico que no gira, necesariamente, y es orbitado por un cuerpo masivo de forma estable (no cae al agujero). En estas condiciones, ambos cuerpos emiten ondas gravitacionales. Esto es porque el cuerpo masivo provoca en el agujero negro una pequeña oscilación que lo hace emitir ondas gravitacionales (obviamente, la extracción de energía del agujero negro será mas eficiente cuando mas cuerpos lo orbiten) Inicialmente, no precisamos de su emisión para que el proceso se inicie, pero tendrá su contribución cuando el proceso se desarrolle lo suficiente.

Si en la expresión del radio de Schwarzschild, (1), sustituimos la velocidad de las ondas gravitacionales, al ser una velocidad inferior, define una esfera exterior al horizonte del agujero; una esfera de mayor volumen, que engloba al agujero negro. Esta esfera se convierte en un concentrador de gravitones, ya que ningún gravitón capturado en el volumen entre las dos esferas puede escapar de allí, porque no tiene energía suficiente. Obviamente, los gravitones cuya trayectoria caen en el horizonte del agujero, caen fuera de consideración. La esfera exterior es el halo de gravitones, que comienza su crecimiento.

Crecimiento del halo

Tenemos, pues, un sistema que concentra los gravitones que no han caído al agujero negro. Como la concentración de bosones no tiene límites, estos incrementan la masa del conjunto agujero-halo. Es un proceso extremadamente lento. Como hemos indicado, tanto mas eficiente cuanto mas objetos orbiten el agujero negro.

El halo irá incrementando su masa. Para poder seguir usando la expresión (1) sobre el halo, imaginemos que a la distancia suficiente, el halo se verá como un punto. En estas condiciones, podemos volver a aplicar (1) al nuevo sistema que, trivialmente, nos revela que al tener más masa siendo todo lo demás constante, se incrementa el radio del halo (la cantidad en que se ha incrementado es la suma de los dos radios) Este modo de proceder será el que usaremos para dar un a prueba cuantitativa del razonamiento mas adelante.

Queda establecido que el halo de gravitones seguirá su crecimiento conforme continúe captando mas gravitones (Llegando al punto de capturar al objeto que lo orbita) Supongamos que dicho objeto se encuentra a la distancia adecuada para que no sea absorbido por el agujero negro. Esto será posible porque al incrementarse la masa del halo, el cuerpo reducirá su distancia al mismo. Ello provoca que, por la conservación del momento angular, aumente su velocidad de rotación, suministrando una aceleración centrípeta que termine por compensar el incremento en la fuerza de atracción. Todo evoluciona así hasta que el objeto es capturado por el halo.

Ahora el proceso es más eficiente, porque todos los gravitones emitidos por éste cuerpo son capturados. Cuando el volumen del halo sea lo bastante grande y masivo, los mismos gravitones que son emitidos por el agujero negro serán capturados por el halo, contribuyendo al crecimiento del mismo. Por otro lado, el objeto ejerce un movimiento de arrastre sobre el halo porque, en general, la velocidad angular de ambos no coincide y esta diferencia de velocidades angulares se traducirá en que el momento angular del objeto deje de conservarse.

En el ‘Anexo II: perfil de velocidades en el halo’, se muestra el cambio en el perfil de velocidades que experimenta el objeto cuando es inundado por el halo. En particular, se mostrará que el perfil pasa a ser lineal.^[6]

Formación de nuevas estrellas

Parte de los gravitones en el interior del halo, sufrirán un decaimiento en partículas fermiónicas que evolucionarán a protones y electrones. Se formarán las nubes de gas en el seno del halo. Estas nubes formarán nuevas estrellas, que en caso de quedar capturadas en una órbita estable por el halo, repiten el proceso anterior para continuar el crecimiento del mismo.

Ahora se combinan el proceso de crecimiento del halo y la formación estelar. Ambos procesos se apoyan mutuamente.

Anexo I: Test sobre la vía láctea

Extensión inicial del halo

Tomando los valores de las constantes,

Constante	Valor
Gravitatoria: G	6.67e-11
velocidad fotones: c	299,792 km/s
velocidad gravitones: cm	3,966 km/s

Calculamos la relación entre los radios (de Schwarzschild) del halo y del horizonte del agujero negro,

$$\frac{r_{mo}}{r} = \frac{c^2}{cm^2} \approx \frac{3e5}{4e3} = 75 ,$$

Por lo que el radio del halo empieza siendo del orden de 75 veces el radio del horizonte del agujero negro.

Extensión actual en la vía láctea

Como hemos indicado, suponemos que observamos la galaxia a la distancia suficiente como para que se pueda considerar toda la galaxia como un objeto puntual, con el fin de poder aplicar (1) sobre este punto material, luego sumaremos los radios para obtener la extensión final.

Para la vía láctea,

Constante	Valor
Masa de la vía láctea ^[1]	189 e10 masas solares
Radio de la vía láctea ^[1]	13.4kpc
Masa del sol ^[2]	1.9891e30 Kg
1 pársec ^[3]	3.086e16 m

El radio del halo quedaría,

$$r_m = \frac{2 \cdot 6.674 e^{-11} \cdot (189 e^{10} \cdot 1.9891 e^{30})}{(3966 e^3)^2} = 319.03 e^{17} \text{ m},$$

Expresado en kiloparsecs,

$$r_m = \frac{319.03 e^{17}}{3.086 e^{16}} = 1.03 \text{ kpc},$$

A este radio hay que sumarle el radio de la vía láctea para calcular su extensión total, por lo que resulta, $r=14.4\text{kpc}$. Según la referencia [6], el valor sería $12.5 \pm 0.9\text{kpc}$.

Anexo II: perfil de velocidades en el halo

Partimos del lagrangiano del sistema en coordenadas polares,

$$L = \frac{1}{2} m r^2 \dot{\theta}^2 + \frac{GMm}{r},$$

Con $M=M(t)$, esto es, distribución uniforme.

Y aplicamos la ecuación de Euler-Lagrange,

$$\frac{\partial L}{\partial q} - \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) = 0, q \in \{r, \theta\}$$

que nos da el par de ecuaciones,

$$r \dot{\theta}^2 - \frac{GM}{r^2} = 0,$$
$$\frac{d}{dt} (r^2 \dot{\theta}) = 0,$$

La segunda es la ecuación de conservación del momento angular.

Vamos a despejar el perfil de velocidades de la primera, recordando que,

$$v = r\dot{\theta},$$

queda,

$$v = \frac{GM}{r},$$

dicho de otro modo,

$$v \propto \frac{1}{r},$$

que es el perfil esperado fuera del halo.

Repitamos lo mismo para cuando el halo ha inundado el objeto que orbita al agujero negro. En este caso el lagrangiano es^[4],

$$L = \frac{1}{2} m r^2 \dot{\theta}^2 - \frac{GMm r^2}{2 R^3},$$

Siendo R el radio del halo, con $R > r$, y $R = R(t)$. Introduciendo en la expresión de Euler-Lagrange, obtenemos para el movimiento el par de ecuaciones,

$$\dot{\theta}^2 - \frac{GM}{R^3} = 0,$$

$$\frac{d}{dt}(r^2 \dot{\theta}) = 0,$$

Donde el momento angular se conserva al no haber considerado la influencia de la diferencia de velocidad angular entre el objeto y el halo.

Despejamos de nuevo el perfil de velocidad de la primera,

$$v^2 = \frac{GM r^2}{R^3},$$

O,

$$v = r \sqrt{\frac{GM}{R^3}},$$

dicho de otro modo,

$$v \propto r,$$

que es lo que se espera^{[5],[6]} en el interior del halo.

Nótese que la conservación del momento angular debe violarse para que esto se cumpla. Suponemos que el objeto al ser engullido por el halo dota al mismo de un movimiento de arrastre que hace que el momento angular deje de conservarse.

Referencias

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Milky_Way
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Sun>
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/Parsec>
- [4] <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/gravedad/gravedad.htm>
- [5] Density and Radius of Dark Matter Halo in the Milky Way Galaxy from a Large-Scale Rotation Curve. Yoshiaki Sofue et al. 2011. Astronomical Society of Japan.
- [6] arXiv:1110.4431v4 [astro-ph.GA]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1110.4431>
- [7] Mass wave model and speed propagation estimation. <https://vixra.org/abs/2211.0020>