LA TRANSMISIÓN DE LA FUERZA GRAVITATORIA

Jesús Sánchez

jsanchezre@yahoo.es

INDICE

jsanchezre@yahoo.es

1. Introducción

Esta teoría propone que el espacio vacío está compuesto por fotones. La mayor o menor presencia de fotones en una región aumenta o disminuye la cantidad de espacio, y por tanto las distancias, en esa región. La distribución desigual de fotones en las diferentes regiones provoca la curvatura del espacio y por lo tanto la fuerza gravitatoria.

El gran problema de que los fotones sean los causantes de la fuerza gravitatoria radica en que en ese caso el número de fotones emitidos por una partícula debería ser proporcional a la masa de la partícula. Este problema se estudia en el artículo siguiente.

2. La frecuencia de los fotones transmisores del campo electromagnético

2.1. Introducción

2.1.1. La frecuencia de los fotones virtuales emitidos por las partículas cargadas para producir el campo electromagnético es desconocida. No está relacionada con el espectro atómico, como se muestra en la nota[1].

2.1.2. Lo único que sabemos de los fotones virtuales emitidos por las partículas cargadas es lo siguiente: Si E_{f0} es la energía de los fotones emitidos por la partícula cuando está en reposo, la energía de los fotones cuando ésta posee una velocidad v será:

$$E_f = E_{f0}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

[1]Los fotones emitidos por el átomo (el espectro) son los fotones emitidos por los electrones al pasar de un estado de energía a otro. La energía de estos fotones es la diferencia entre la energía que poseía el electrón entre ambos estados. Los estados posibles de energía del electrón dependen de características inherentes a él mismo (como por ejemplo la masa del electrón) y que pueden ser completamente ajenos al protón. Sabemos los estados de energía de la partícula dependen entre otros puntos de su masa, según la ecuación de Schrödinger:

$$E\psi = -\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\psi$$

Si en lugar de un electrón ponemos una partícula más pesada por ej. el muón (partícula que tiene una masa 206,77 veces mayor a la del electrón) , las energías de esta partícula cambian y por tanto la frecuencia/energía de los fotones del espectro cambian.

Es decir si la energía de los fotones del espectro estuviera relacionada con los fotones enviados por el protón, estos últimos dependerían de características inherentes a la partícula que le rodea (el electrón o el muón).¿Fotones, de qué energía/frecuencia emite un protón libre sin ningún electrón u otra partícula a su alrededor? Es desconocida. Y al igual que con el protón, no se conoce de hecho para ninguna partícula cargada. Se desconoce la energía de los fotones virtuales emitidos por las partículas con carga para producir el campo electromagnético. Un protón alejado atrae un electrón desde una distancia infinita –fuera de la corteza atómica- pero la energía/frecuencia de estos fotones es desconocida.

Se demuestra en la nota[2].

2.2. Hipótesis de partida

2.2.1. Se postula:

En una teoría que propone que la fuerza gravitatoria está transmitida por fotones y como sabemos ésta es proporcional a la masa que la provoca, tendremos que el número medio de fotones emitidos por una partícula por unidad de tiempo será proporcional a su masa:

$$N = k_1 m$$

también sabemos que para una partícula en movimiento la ecuación será:

$N = k_1 \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$ siendo m_0 la masa de la partícula cuando ésta está en reposo.

2.2.2. También se postula que la energía total de todos los fotones emitidos por una masa por unidad de tiempo sea constante.

El campo electromagnético creado por la masa se transmite por los fotones (y depende de la energía total de todos los fotones emitidos, es decir, tanto del número de fotones como de la energía de cada uno). Al ser la carga de una partícula constante e independiente de su velocidad, la energía total de todos los fotones emitidos (por unidad de tiempo) será constante.

$$E_{tot} = NE_f = k_2$$

---

[2] Para una partícula en movimiento (con velocidad v) el tiempo transcurre según la ecuación de Einstein:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

siendo t_0 el tiempo medido desde un observador en reposo (que ve a la partícula a velocidad v). Por tanto, si una partícula en reposo emite fotones de período T_0 , cuando la partícula tiene una velocidad v. Emitirá fotones de período T :

$T = \dfrac{T_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}$ Sabiendo que la frecuencia $f = \dfrac{1}{2\pi T}$ tenemos $f = f_0\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}$

siendo f_0 la frecuencia del fotón cuando la partícula que lo emite está en reposo. De la misma manera llamando E_{f0} la energía del fotón cuando la partícula está en reposo y sabiendo que $E_f = hf$ tenemos:

$E_f = E_{f0}\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}$ como queríamos demostrar.

Además al tener todas las partículas elementales la misma carga (±1) la energía total de todos los fotones emitidos (por unidad de tiempo) por una partícula elemental será siempre la misma independientemente de la partícula y de su velocidad. Es decir k_2 es igual y constante cualquiera que sea la partícula (y su velocidad) que emite los fotones.

2.3. Deducciones

Del punto anterior podemos deducir:

2.3.1. $NE_f = k_2$

$$E_f = \frac{k_2}{N} = \frac{k_2}{k_1 m} = \frac{k_3}{m}$$

Obtenemos que la energía de los fotones emitidos es inversamente proporcional a la masa de la partícula que los emite (esto es posible ahora que sabemos que la frecuencia y la energía de los fotones emitidos por partículas libres es desconocida)[3].

2.3.2. Además obtenemos que para una partícula en movimiento con velocidad v tenemos:

$$NE_f = k_2$$

$$E_f = \frac{k_3}{m} = \frac{k_3}{\dfrac{m_0}{\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}} = \frac{k_3\sqrt{1-\dfrac{v^2}{c^2}}}{m_0}$$

llamando a $\frac{k_3}{m_0}$, E_{f0}, es decir la energía de los fotones emitidos por la misma masa en reposo, tenemos:

$$E_f = E_{f0}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

que es lo que ya se había demostrado en el punto 2.1.2. Ahora sin la necesidad de aplicar la ecuación del tiempo de una partícula en movimiento (directamente relacionado con la frecuencia) sino usando la ecuación de la masa de una partícula en

[3] En realidad esto no quiere decir que todos los fotones emitidos por la partícula tengan una energía E_f, sino que E_f sería la media ponderada de las energías de los fotones emitidos por la partícula –al igual que N es el número medio de fotones emitidos por unidad de tiempo-.

movimiento y la ecuación propuesta del número de fotones emitidos, no relacionadas en principio con el tiempo o la frecuencia.

Es decir, la ecuación propuesta del número de fotones emitidos es compatible con la disminución de la frecuencia de los fotones emitidos por una partícula en movimiento, así como con el mantenimiento de la carga de una partícula en movimiento. Además explica en parte la razón por la que la masa de una partícula en movimiento aumenta exactamente en la misma proporción en la que disminuye la energía de los fotones emitidos (magnitudes en principio no relacionadas en manera alguna).

3. La ecuación de Schwarzschild

3.1. Introducción

3.1.1. Vamos a demostrar que en una teoría en la que el espacio esté formado por ciertas partículas las distancias aumentan con la presencia de estas partículas de igual manera que en la ecuación de Schwarzschild. Para una masa puntual que emita partículas de manera homogénea (de manera esférica e igualmente distribuida) la ecuación que se obtiene es similar a la de Schwarzschild.

3.1.2. La ecuación de Schwarzschild es como sigue:

$$ds^2 = -\left(1-\frac{2m}{r}\right)dt^2 + \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1} dr^2 + r^2\left(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2\right)$$

expresión desarrollada para unidades normalizadas en las que $c = 1$ y siendo $m = \frac{GM}{c^2}$.

Para un mismo instante de tiempo y a lo largo de una recta radial $\left(dt = d\theta = d\phi = 0\right)$ obtenemos:

$$ds = \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}} dr \quad \text{y obtenemos la relación} \frac{ds}{dr},$$

$$\frac{ds}{dr} = \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}$$

Aproximando en serie obtenemos

$$\frac{ds}{dr} = \left(1 + \frac{m}{r} + \frac{3}{2}\frac{m^2}{r^2} + \frac{5}{2}\frac{m^3}{r^3} + \ldots\right)$$

Para valores de $m << r$ se podrían despreciar los términos a partir del segundo grado y tomar aproximadamente:

$$\frac{ds}{dr} = 1 + \frac{m}{r}$$

3.2. Hipótesis de partida

3.2.1. Para un instante de tiempo dado $(dt = 0)$ se define la función distribución de fotones en el espacio (f_f), como la función número de fotones por unidad de volumen en cada punto.

3.2.2. Para un instante dado $(dt = 0)$ y a lo largo de una recta dada x, definimos la relación $\frac{ds}{dx}$ en un punto, como la relación entre el intervalo infinitesimal (en la dirección x) y la unidad de longitud infinitesimal en (la misma dirección) en ese punto dado.

3.2.3. Con estos antecedentes, partimos de la siguiente hipótesis de partida:

La variación de $\frac{ds}{dx}$ por unidad de intervalo infinitesimal en un punto dado será proporcional al número de fotones por unidad de volumen en ese punto dado (proporcional a la función distribución de fotones aplicada en ese punto).

$$\frac{d\left(\frac{ds}{dx}\right)}{ds} = k_4 f_f$$

$d\left(\frac{ds}{dx}\right) = k_4 f_f ds$ Dividiendo entre dx ,obtenemos:

$$\frac{d\left(\frac{ds}{dx}\right)}{dx} = k_4 f_f \frac{ds}{dx}$$

$$\frac{d^2 s}{dx^2} = k_4 f_f \frac{ds}{dx}$$

3.3. Deducciones

3.3.1. Suponemos una masa puntual que emite fotones de manera homogénea (esférica y uniformemente distribuida). En una distribución de fotones homogénea y esférica, la función de distribución de fotones será del tipo $\sim \frac{1}{r^2}$ siendo r la distancia a la partícula.
Para una simetría esférica, en un mismo instante de tiempo y a lo largo de una recta radial $(dt = d\theta = d\phi = 0)$ la ecuación 3.2.3 se particularizaría de la siguiente manera:

$$\frac{d^2 s}{dr^2} = k_4 f_f \frac{ds}{dr}$$

y en este caso sabemos que $f_f \sim \frac{1}{r^2}$ y por tanto,

$$\frac{d^2 s}{dr^2} = \frac{k}{r^2}\frac{ds}{dr}$$

3.3.2, Para resolver tomamos $y = \frac{ds}{dr}$

$$\frac{dy}{dr} = \frac{k}{r^2} y$$

$$Ln[y] = -\frac{k}{r} + C$$

$$y = e^{c - \frac{k}{r}}$$

$$\frac{ds}{dr} = e^{c - \frac{k}{r}}$$

Sabemos que para $r = \infty$ el efecto gravitatorio desaparece ($ds = dr; \frac{ds}{dr} = 1$) luego $C = 0$.

$$\frac{ds}{dr} = e^{-\frac{k}{r}}$$

Sabemos que la ecuación $\frac{ds}{dr}$ tiene esta forma pero desconocemos k. Como condición de contorno para hallarla tomamos que la ecuación ha de converger con la ecuación de Schwarzschild para valores de r grandes $(r >> k)$, es decir igualarlas despreciando los términos mayores de segundo grado.

Aproximando en serie tenemos:

$$\frac{ds}{dr} = \left(1 - \frac{k}{r} + \frac{k^2}{r^2} - \frac{k^3}{r^3} + \ldots\right)$$

Despreciando los términos de segundo grado en adelante e igualando a la ecuación de Schwarzschild resulta:

$$\frac{ds}{dr} = 1 - \frac{k}{r} = 1 + \frac{m}{r}$$

Obtenemos el resultado $k = -m$. Es decir:

$$\frac{ds}{dr} = e^{\frac{m}{r}}$$

$$\frac{ds}{dr} = \left(1 + \frac{m}{r} + \frac{m^2}{r^2} + \frac{m^3}{r^3} + \ldots\right)$$

Como vemos muy similar a la ecuación de Schwarzschild. Sabemos que $m << r$ para casi todos los fenómenos[4] y en ese caso los términos a partir del segundo grado serían despreciables.

3.3.3. De hecho la ecuación de Schwarzschild y la hallada tienen una diferencia inapreciable para $m << r$ como se muestra este cuadro.

$\frac{r}{m}$	$\left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}$	$e^{\frac{m}{r}}$	**Porcentaje de Diferencia**[5]
1.000.000	1,00000100	1,00000100	0,000000%
100.000	1,00001000	1,00001000	0,000000%
10.000	1,00010002	1,00010001	0,000001%
1.000	1,00100150	1,00100050	0,000100%
100	1,01015254	1,01005017	0,010135%
10	1,11803399	1,10517092	1,150508%
5	1,29099445	1,22140276	5,390549%
4	1,41421356	1,28402542	9,205692%
3	1,73205081	1,39561243	19,424279%
2,5	2,23606798	1,49182470	33,283571%
2,2	3,31662479	1,57545710	52,498181%
2	-	1,64872127	-
1	-	2,71828183	-

[4]Para todas las masas que encontramos en el mundo real $m << r$ siendo r el radio de la propia masa, por ejemplo (recordando $m = \frac{GM}{c^2}$):

$$M_{protón} \approx 10^{-24}\, g \rightarrow m_{protón} \approx 1\times10^{-52}\, cm << r_{protón} \approx 10^{-13}\, cm$$
$$M_{Tierra} \approx 6\times10^{27}\, g \rightarrow m_{Tierra} \approx 0{,}5 cm << r_{Tierra} \approx 6\times10^{8}\, cm$$
$$M_{Ssl} \approx 2\times10^{33}\, g \rightarrow m_{Sol} \approx 1{,}5\times10^{5}\, cm << r_{Sol} \approx 7\times10^{10}\, cm$$

[5] Porcentaje de Diferencia se ha tomado como: $\dfrac{\left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}} - e^{\frac{m}{r}}}{\left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}} \times 100$

que a pesar de tener unos resultados similares para $m << r$ tiene unas consecuencias muy diferentes cuando r se aproxima a m de las que tradicionalmente se han supuesto.

Extrapolando los resultados a la ecuación general de Schwarzschild tendríamos:

$$ds^2 = -e^{-\frac{2m}{r}} dt^2 + e^{\frac{2m}{r}} dr^2 + r^2 \left(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2 \right)$$

que como se ha comentado tiene unos resultados similares para $m << r$ y unas consecuencias muy diferentes cuando r se aproxima a m de las que tradicionalmente se han supuesto, siendo la principal que desaparece la singularidad para $r = 2m$ pero las consecuencias de esto son tema de otro artículo.

Para consultas, comentarios... diríjanse a:

Jesús Sánchez

jsanchezre@yahoo.es

Para más información pueden acceder a:

www.geocities.com/jsanchezre