GRAVITACION CUANTICA RELATIVISTA

Ing. Douglas Moya A.
Departamento de Física
Escuela Politécnica Nacional

ABSTRACT

Einstein's Gravitational field equation is deduced from the hipothesis of background field Action of stochastic nature.

RESUMEN

Se deduce la ecuación de campo gravitacional de Einstein de la Relatividad general desde la hipótesis de la existencia de un campo de acción de fondo de carácter estocástico.

Key Words: Teoría Cuántica de Campos. Gravitación

1 INTRODUCCION

En [1] se demuestra que de existir un campo estocástico de acción de fondo, éste estaría descrito por la función de distribución

$$F(S)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}}\exp(-\frac{S^2}{2\sigma^2}) \tag{1}$$

con

$$S=px-Et \tag{2}$$

p es la cantidad de movimiento y E la energía de los procesos que en un elemento de volumen del espacio existen para la generación de alguna partícula. Además, al expresar la distribución en el dominio de Fourier por medio de la ecuación integral

$$\exp(-\frac{S^2}{2\sigma^2})=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}A(p,E;k,\omega)g(kx-\omega t)dkd\omega \tag{3}$$

se encuentra que

$$E=\sigma\omega$$

$$y \tag{4}$$

$$p=\sigma.k$$

dando significado físico a la constante de Planck, pues

$$\sigma=\hbar \tag{5}$$

Las ecuaciones (4) y (5) se cumplen si existe una función compleja

$$\psi=\exp(i\frac{px-Et}{\hbar}) \tag{6}$$

tal que el cuadrado de su módulo represente la densidad de probabilidad de hallar a la partícula en un elemento de volumen, y que cumple la condición de completitud de Dirac

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\psi^{*}\psi dkd\omega dxdt=1 \tag{7}$$

En [2] se demuestra que de existir ondas no lineales de acción que obedezcan a la relación de dispersión

$$S_{j+1}=f(S_j) \tag{8}$$

donde j es la colisión anterior y j + 1 la posterior, (8) da soluciones de carácter caótico que se localizan en torno a un atractor, generando procesos de intercambio de acción, y por lo tanto de cantidad de movimiento y de energía, tales que producen la existencia de una masa inercial.

En [3] se demuestra que la relación de incertidumbre existe para cuando se cumple (8) y el principio de mínima acción, y que ésta no viola la conservación de la cantidad de movimiento ni la de la energía.

En [4] se encuentra la ley de gravitación de Newton para dos atractores separados una cierta distancia, como resultado del intercambio de solitones de acción.

Me propongo demostrar ahora que ésta teoría es compatible con la relatividad general, pues desde ella es posible deducir la ecuación de campo gravitacional de Einstein.

2 LA ECUACION DE CAMPO GRAVITACIONAL

La fase de la función de onda $\psi.es..S/\hbar$ que es lo mismo

$$\phi = \frac{S}{\hbar}$$

En los artículos anteriores se trabajó por sencillez con un modelo unidimensional. Ahora lo haré en el cuadri espacio - tiempo. Para ello

$$S = \hbar\phi(x^i) \tag{9}$$

Si $\sqrt{-g}d\Omega$ es un elemento de volumen del cuadri espacio - tiempo,

$$\frac{1}{\sqrt{-g}}\frac{dS}{d\Omega} = \frac{\hbar}{\sqrt{-g}}\frac{d\phi}{d\Omega} \tag{10}$$

pero

$$\frac{\hbar}{\sqrt{-g}}.\frac{d\phi}{d\Omega} = f(R) \tag{11}$$

puesto que (10) es invariante y donde f(R) es una función de la curvatura de la hiper-superficie definida por $\phi..(x^i) = const$. Esto se justifica pues en cada punto de tal hipersuperficie se define un único tensor de Riemann, y por lo tanto una única curvatura. De allí

$$\frac{1}{\sqrt{-g}}\frac{dS}{d\Omega} = f(R) \tag{12}$$

Que nos lleva, bajo la hipótesis de que f(R) es analítica expandirla en series
en torno a $R = 0$

$$f(R) = f(0) + \left.\frac{df}{dR}\right|_0 R + \frac{1}{2!}\left.\frac{d^2 f}{dR^2}\right|_0 R^2 + \ldots \tag{13}$$

f(0) representa f evaluada en curvatura cero; es decir, una onda plana que no encuentra centro alguno de dispersión, por lo tanto no existirá intercambio de solitones de acción, lo que por [4] se señalará la no existencia de interacción gravitacional, por lo que

$$f(0) = 0 \tag{14}$$

Para campos gravitacionales débiles que los definiremos por

$$0\langle|R|\langle\langle\left|\frac{2f'}{f''}\right| \tag{15}$$

la ecuación (13) puede expresarse como una función lineal

$$f(R) = \alpha.R \tag{16}$$

con, $\alpha \equiv \left.\frac{df}{dR}\right|_0$ constante.

En la descripción clásica de campos hay una densidad Lagrangiana definida por [5]

$$\frac{dS}{d\Omega} = \frac{1}{C}\sqrt{-g}\Lambda \tag{17}$$

Así que por (13), (17), y, (18)

$$\frac{1}{C}\sqrt{-g}\Lambda = \alpha\sqrt{-g}R \tag{18}$$

De modo que integrando sobre el hiper-volumen

$$\frac{1}{C}\int\sqrt{-g}\Lambda d\Omega - \alpha\int\sqrt{-g}R d\Omega = 0 \tag{19}$$

Definiendo (que es lo mismo que escoger unidades dimensionales adecuadas):

$$\alpha \equiv \frac{C^3}{16\pi.k} \tag{20}$$

llegamos a

$$\frac{1}{C}\int\sqrt{-g}\Lambda d\Omega - \frac{C^3}{16\pi.k}\int\sqrt{-g}R d\Omega = 0 \tag{21}$$

tomando el variacional a las dos integrales y considerando que

$$\delta\int R\sqrt{-g}d\Omega = \int(R_{ik} - \tfrac{1}{2}g_{ik}R)\delta.g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega \tag{22}$$

y

$$\delta\int R\sqrt{-g}d\Omega = \frac{1}{2}\int T_{ik}\delta.g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega \tag{23}$$

Con R_{ik} el tensor de Ricci, y el tensor energía impulso de la materia. Así (22) puede escribirse como

$$\frac{C^3}{16\pi.k}\int(R_{ik} - \tfrac{1}{2}g_{ik}R - \frac{8\pi.k}{C^4}T_{ik})\delta.g^{ik}\sqrt{-g}d\Omega = 0$$

de donde, dada la arbitrariedad de las $\delta.g^{ik}$

$$R_{ik} - \tfrac{1}{2} g_{ik} R = \frac{8\pi.k}{C^4} T_{ik}$$

que son las ecuaciones del campo gravitatorio llamadas de Einstein.

3 CONCLUSIONES

1.- El campo gravitatorio tiene su origen en la densidad del campo de acción que es la rapidez con la que varía el ángulo de fase de la función de onda de una partícula libre en el contínuo espacio-tiempo.

2.- La Ecuación Gravitacional de Einstein es tan solo una aproximación linealizada en términos de la curvatura. Para campos muy intensos en las que no se cumpla (15) es necesario considerar los otros términos de la serie (13).

BIBLIOGRAFIA

1.- Douglas Moya, ``El Campo de Acción", Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 200 pág., 1992.

2.- Douglas Moya, ``Un Modelo Simple de Dispersión de Ondas de Acción no Lineales" Revista Politécnica, Volumen 18 No. 4, 1993.

3.- Douglas Moya, ``Una Nueva Interpretación del Principio de Incertidumbre", Revista Politécnica, Volumen 18 No. 4, 1993.

4.- Douglas Moya, ``La Gravitación es un Fenómeno Cuántico", Revista Politécnica, Volumen 18, No. 4, 1993.

5.- Landau-Lifshitz, ``Teoría Clásica de los Campos", Física Teórica, Volumen 2, 2da. edición, Edit. Reverté S.A.

BIOGRAFIA

Ing. Douglas Moya Alvarez,

Nació en Quito-Ecuado el 2 de noviembre de 1951. Obtuvo el título de Ingeniero Electrónico en la EPN en 1973. Ha seguido cursos de Postgrado en la U.N. de Bogotá-Colombia en 1976; en Teoría de Comunicaciones en I.N.T. de Francia en 1981. Ha trabajado en Física del Sólido, en Electrónica, en Electrodinámica Clásica, en Fundamentos de Mecánica Cuántica y en Historia y Filosofía de la Ciencia. Actualmente trabaja como profesor principal del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional.