LA GRAVITACION COMO FENOMENO CUANTICO

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

RESUMEN

Se encuentra la ley de Gravitación Universal de Newton a partir de un proceso de interferencia de las funciones de onda asignadas a dos atractores extraños de ondas no lineales de acción, que se hallan separados por una distancia R.

ABSTRACT

The Newton gravitational law is found as a consequence of an interference from wave functions assigned to two strange attractors of non linear waves of action which are separated by a distance R.

1. INTRODUCCION

1.1 Relaciones cuánticas fundamentales

Si consideramos una región finita y pequeña en un punto del espacio, por ella atravezarán interacciones que vienen de todas las partes del universo. Ellas pueden ser tomadas como ondas de acción que viajan a la velocidad de la luz. En un intervalo de tiempo finito y pequeño el valor de la acción en el volumen será mayor, y luego menor, o cero; definiendo así un proceso aleatorio. Se demuestra [1] que una acción está descrita por una distribución Gaussiana S:

$$f(S) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} \exp\left(-\frac{S^2}{2\sigma^2}\right) \qquad (1)$$

Con promedio $\overline{S} = 0$ y desviación estándar σ.

Así mismo, puesto que $S = px - Et$, con p cantidad de movimiento, x posición, E energía y t tiempo; expresando (1) en el dominio de Fourier.

$$\exp\left(-\frac{S^2}{2\sigma^2}\right) = \int_{\infty}^{\infty} A(p,E;K,\omega)\, N(Kx-\omega t)\, dk\, d\omega \qquad (2)$$

Que es una ecuación integral en la que:

$$p = \frac{\partial S}{\partial x}, \quad E = -\frac{\partial S}{\partial t} \qquad (3)$$

y que da por solución: $p = \sigma K$, $E = \sigma\omega$

Correspondencia a:
Ing. Douglas Moya A.
P.O. Box 17-01-2759
Escuela Politécnica Nacional
Quito - Ecuador

y que son las mismas expresiones de De Broglie $p = \hbar K$, y de Planck $E = \hbar\omega$, lo que nos dice que:

$$\sigma = \hbar \qquad (4)$$

Siendo éste el sentido físico de la constante de Planck.

Además, se establece que:

$$A_o \int \delta(p-\hbar k)\, \delta(E-\hbar\omega)\, dk\, d\omega = 1 \qquad (5)$$

con A_o una constante dimensional. Usando la representación de Fourier de las distribuciones δ de Dirac (5) se reduce a:

$$\frac{A_o}{\hbar^2 (2\pi\hbar)^2} \int_{P,E} \psi_{p,E}\, \psi^*_{p',E'}\, dp'\, dE'\, dx\, dt = 1 \qquad (6)$$

con:

$$\psi_{p,E} = \exp\left(i\,\frac{px-Et}{\hbar}\right) \qquad (7)$$

$$\psi_{p',E'} = \exp\left(i\,\frac{p'x-E't}{\hbar}\right) \qquad (8)$$

La ecuación (6) la reconocemos inmediatamente como la condición de completitud de Dirac, y (7) y (8) no son sino funciones de onda.

Puesto que $\overline{S} = 0$, el elemento de volumen describe una región del espacio en que se expresan fenómenos que viajan a la velocidad de la luz.

1.2 Ni partículas ni ondas: solitones

Ya es muy conocida la vieja discusión de qué mismo es un electrón, o una partícula cuántica en general. Pensaré que el electrón no es ni partícula ni onda sino un solitón u onda no lineal, la cual sin ser ni la onda lineal ni la partícula, goza de la propiedad de los dos.

Las ondas no lineales transportan acción ΔS, y pueden colisionar con otras, variando su acción a ΔS'. Entonces, sea ΔS_j la acción de la onda antes del choque y ΔS_{j+1} después de él, así:

$$\Delta S_{j+1} = f(\Delta S_j) \qquad (9)$$

Que puede escribirse en series de potencias hasta el segundo orden [2], [3]:

$$\Delta S_{j+1} = a + b\Delta S_j + c\Delta S_j^2 \tag{10}$$

En el caso de no producirse choques $\Delta S_{j+1} = \Delta S_j = 0$ y $a = 0$, así:

$$\Delta S_{j+1} = b\Delta S_j + c\Delta S_j^2 \tag{11}$$

La acción ganada en n choques es:

$$S = \sum_{j=0}^{n} \Delta S_{j+1} = b \sum_{j=0}^{n} \Delta S_j + c \sum_{j=0}^{n} \Delta S_j^2 \tag{12}$$

y con la condición de optimalidad

$$\frac{\partial S}{\partial \Delta S_k} = 0 \tag{13}$$

que nos lleva a:

$$c = \frac{1}{\sigma}; \;\; S = -n\sigma \;, \;\; y \;\; \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n} \Delta S_j^2 \tag{14}$$

En promedio, en cada choque se intercambia una acción $\Delta S_k = \bar{h}$ entre las dos ondas, las cuales, al hacerlo cambian su estado de movimiento. Por simetría a cada onda le corresponderá la acción.

$$\Delta S_k^* = \frac{\bar{h}}{2} \tag{15}$$

ΔS_k^* representa, en el espacio de fases, el área de un rectángulo de dimensiones $\Delta p\, \Delta x$; de allí:

$$\Delta p \; \Delta x = \frac{\bar{h}}{2} \tag{16}$$

Pero ΔS_k^* es mínimo en virtud de que $c > 0$. De allí en general:

$$\Delta p \; \Delta x \geq \frac{\bar{h}}{2} \tag{17}$$

y además como entre choque y choque la onda se propaga a la velocidad de la luz:

$$E = p\,C \tag{18}$$

varía su energía $\Delta E = \Delta p\, C$. En cada choque recorre la distancia $\Delta x = C\,\Delta t$, de allí:

$$\Delta p \; \Delta x = \frac{\Delta E}{C} C\, \Delta t = \Delta E \, \Delta t \geq \frac{\bar{h}}{2} \tag{19}$$

(17) y (19) son las relaciones de incertidumbre. No violan la conservación de la energía - impulso pues los choques son elásticos. La relación (12) puede adoptar la forma:

$$\Delta S_{j+1} = r\, \Delta S_j \; (1+\Delta S_j) \tag{20}$$

que es una expresión muy estudiada como proceso de transición de un régimen laminar al caos por bifurcación del período. En ese proceso, las soluciones de ΔS_j se localizan en torno al punto de intersección de las rectas $\Delta S_{j+1} = \Delta S_j$ y la parábola $r\, \Delta S_j\, (1 + \Delta S_j)$. A tal punto que se lo denomina atractor extraño.

1.3 Qué es una partícula material puntual?

De lo anteriormente visto la partícula material puntual no existe como tal. Es tan solo una representación del proceso de colisiones de los solitones de acción en torno a un atractor extraño. En efecto, en ese proceso se intercambia energía-cantidad de movimiento con el resto del universo, creando la imagen de existir una cierta partícula con masa inercial de reposo.

De la segunda de las relaciones (14) y si Δt es el "tiempo de vuelo libre" del solitón, en el tiempo finito t_p habrá sufrido $n = \frac{t_p}{\Delta t}$ colisiones y

$$S = -t_p \frac{\bar{h}}{\Delta t} = -\alpha \; t_p \tag{21}$$

con α una constante. Ahora bien

$$t_p = \int_0^{t_p} dt_p = \int_0^{t} dt \sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}} \tag{22}$$

siendo dt y v el tiempo impropio y la velocidad de un observador relativo al proceso de colisión de solitones de (22), vemos que

$$S = -\int_0^{t} \alpha \sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}\, dt = \int_0^{t} L\, dt \tag{23}$$

Ahora, la acción es un invariante relativista y el lagrangiano L debe ser univocamente determinado. Para el caso en que $v << C$, L debe expresar el lagrangiano clásico y

$$-\alpha \left(1 - \frac{v^2}{2C^2}\right) = \frac{1}{2} m_0\, v^2 - U \tag{24}$$

de donde:

$$\alpha = m_0\, C^2 \;, \;\; y \;\;\; U = m_0\, C^2 \tag{25}$$

Así, al contrario de lo que se piensa, $U = m_o C^2$ es una energía potencial de interacción, debido al proceso de colisión del solitón con el resto del universo. No es un atributo individual a la partícula puntual. Es más, ella misma no es sino expresión de la totalidad.

Para la función de onda de este proceso en [4] demuestro que es

$$\psi = \exp\left(i \, \frac{S}{\bar{h}}\right) \tag{25}$$

$$\text{con:} \;\; S = -\int m_0\, C^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{C^2}}\, dt \tag{26}$$

De modo que a cada atractor extraño le corresponde una función Ψ dada por (25).

2. LA LEY DE GRAVITACION DE NEWTON

Cuando se colocan dos atractores extraños uno al lado del otro, los solitones de acción de cada uno de ellos se intercambian originando la fuerza de atracción gravitacional, como demostraré a continuación.

Sean dos atractores extraños separados una distancia R. Cuando uno de los solitones sale del primer atractor, cae en las inmediaciones del segundo y llega nuevamente al primero, hay un intercambio de acción.

$$\Delta S_i = R\Delta P \tag{27}$$

$$y,\ \Delta P = P_2 - P_1 \tag{28}$$

La acción neta ganada para el sistema en su conjunto será:

$$\Delta S = -m_1 C^2 \Delta t_p - m_2 C^2 \Delta t_p + \Delta S_i \tag{29}$$

Siendo Δt_p "tiempo de vuelo libre" entre dos colisiones sucesivas en torno a cada atractor.

Ahora bien,

$$\frac{\Delta S}{\Delta t_p} = -m_1 C^2 - m_2 C^2 + \frac{\Delta S_i}{\Delta t_p} \tag{30}$$

desde la ecuación de Hamilton - Jacobi

$$\frac{\Delta S}{\Delta t_p} = -E\ ,\ \frac{\Delta S_i}{\Delta t_p} = E_i \tag{31}$$

Siendo E la energía total y E_i la de interacción. De allí:

$$E = m_1 C^2 + m_2 C^2 + E_i \tag{32}$$

con $E > 0$. El valor de E_i debe ser tal que

$$m_1 C^2 + m_2 C^2 + E_i \geq \left(\sqrt{m_1}\, C - \sqrt{m_2}\, C\right)^2 \geq 0 \tag{33}$$

de donde $E_i \geq -2\sqrt{m_1 m_2}\, C^2$, y

$$E_i = -2\alpha \sqrt{m_1 m_2}\, C^2 \tag{34}$$

$$\text{con: } 0 \leq \alpha \leq 1 \tag{35}$$

La constante α podría interpretarse como la probabilidad de que el solitón colisione con una onda no lineal del segundo atractor, y se disperse. Se ve que en el proceso la energía ha disminuído por ser E_i negativa.

Desde (31) concluímos que:

$$\Delta S_i = 2\alpha \sqrt{m_1 m_2}\, C^2 \tag{36}$$

Ahora bien, existe una función de onda asignada a cada atractor, llamémoslas Ψ_1 y Ψ_2, de modo que:

$$\Psi = \Psi_1 + \Psi_2 \tag{37}$$

La densidad de probabilidad es:

$$\psi\psi^* = \psi_1\psi_1^* + \psi_2\psi_2^* + \psi_1\psi_2^* + \psi_1^*\psi_2 \tag{38}$$

y definimos

$$iW_B = i\bar{h}\frac{\partial}{\partial t}\psi\psi^* \tag{39}$$

donde W_B es la densidad de energía del sistema.

Ahora bien:

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_1}{\partial t} = E_1\psi_1 \tag{40}$$

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_2}{\partial t} = E_2\psi_2 \tag{41}$$

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_1^*}{\partial t} = -E_1\psi_1^* \tag{42}$$

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_2^*}{\partial t} = -E_2\psi_2^* \tag{43}$$

Usando las relaciones anteriores para calcular (39), llegamos a

$$iW_B = (E_1 - E_2)(\psi_2^*\psi_1 - \psi_2\psi_1^*) \tag{44}$$

La densidad volumétrica de fuerza se calcula por:

$$f = -\frac{\partial W_B}{\partial x} \tag{45}$$

y como:

$$-i\bar{h}\frac{\partial\psi_1}{\partial x} = p_1\psi_1 \tag{46}$$

$$-i\bar{h}\frac{\partial\psi_2}{\partial x} = p_2\psi_2 \tag{47}$$

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_1^*}{\partial x} = p_1\psi_1^* \tag{48}$$

$$i\bar{h}\frac{\partial\psi_2^*}{\partial x} = p_2\psi_2^* \tag{49}$$

llegamos a:

$$f = -\frac{1}{\bar{h}}(E_1 - E_2)(P_1 - P_2)(\psi_1\psi_2^* + \psi_1^*\psi_2) \tag{50}$$

Dado que entre choque y choque las ondas se propagan a la velocidad de la luz:

$$E_1 = P_1 C \qquad (51)$$

$$E_2 = P_2 C \qquad (52)$$

y la fuerza por unidad de volumen es:

$$f = -\frac{1}{\hbar}(P_1 - P_2)^2\, C\, (\psi_1\psi_2^* + \psi_1^*\psi_2) \qquad (53)$$

La fuerza que se ejerce entre los dos atractores extraños es la integral de volumen en torno a uno de ellos, así que de la última expresión:

$$F = -\frac{1}{\hbar}(P_1 - P_2)^2\, C \int_v (\psi_1\psi_2^* + \psi_1^*\psi_2)\, d^3x \qquad (54)$$

Si la integral de la derecha es un cierto número a, y usando (27) y (28).

$$F = -\frac{-aC}{\hbar}\,\frac{\Delta S_i^2}{R^2} \qquad (55)$$

y empleando (36)

$$F = -\frac{4aC^5}{\hbar}\,\Delta t_p^2\, \alpha^2\, \frac{m_1\, m_2}{R^2} \qquad (56)$$

Δt_p es una constante que depende de la dinámica de las colisiones, α es la probabilidad de una colisión, y puesto que existe una relación inversamente proporcional entre estas dos cantidades, el producto $\Delta t_p \alpha$ es constante, de modo que el coeficiente izquierdo de (56) es otra constante, a la que llamaremos G. Finalmente,

$$F = -G\,\frac{m_1\, m_2}{R^2} \qquad (57)$$

Que es la Ley de Gravitación Universal de Newton.

3. CONCLUSIONES

1. La fuerza gravitacional tiene su origen en el proceso del compartir solitones de acción entre los atractores extraños, dando origen a la interferencia de las funciones de onda de cada atractor. Por lo tanto, su origen es cuántico.

2. Es posible que las geodésicas del espacio-tiempo sean los valores de posición esperados de estados cuánticos estacionarios.

3. Si se demuestra 2, se demostraría que una partícula cargada que se mueve en un campo gravitacional lo hará sin emitir radiación electromagnética.

4. El campo gravitacional existe por el proceso de "generación" de masa mediado por el intercambio de energía-cantidad de movimiento de los choques de los solitones en torno a los atractores extraños.

5. Se borra con este trabajo la separación entre campo y materia. Todo se reduce al campo en el marco de procesos holísticos. Las partículas materiales son vértices de solitones de acción. Por lo tanto, tienen momentum angular intrínseco. Este es el origen del Spin?

BIBLIOGRAFIA

1. Moya Douglas, "El Campo de Acción: Una Nueva Interpretación de la Mecánica Cuántica", Cap. IV. Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador, 1993.

2. Moya Douglas, "Un Modelo Simple del Proceso de Colisiones de Ondas de Acción No Lineales", *Revista Politécnica*, Vol. XVIII, No. 4, Escuela Politécnica Nacional, 1993.

3. Moya Douglas, "Una Nueva Interpretación al Principio de Incertidumbre", *Revista Politécnica*, Vol. XVIII, No. 4, Escuela Politécnica Nacional, 1993.

4. Moya Douglas, "Origen Físico de la Masa Inercial", *Revista Politécnica*, Vol. XVIII, No. 4, Escuela Politécnica Nacional, 1993.

BIOGRAFIA

Ing. Douglas Moya Alvarez, Nació en Quito-Ecuador el 2 de noviembre de 1951. Obtuvo el título de Ingeniero Electrónico en la EPN en 1973. Ha seguido cursos de postgrado en física en la U.N. de Bogotá-Colombia en 1976; en Teoría de Comunicaciones en el 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.