

NOTA

SOBRE LA VELOCIDAD DE LA GRAVITACIÓN

P. Kittl⁽¹⁾ y G. Díaz⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile

⁽²⁾Departamento de Ciencia de los Materiales, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Casilla 2777, Santiago, Chile.

E-mail: gediaz@ing.uchile.cl

RESUMEN

Se discuten los diferentes enfoques que se adoptan sobre la velocidad de propagación de la gravedad. El enfoque de la relatividad general es que debe ser la velocidad de la luz. Desde un punto de vista más clásico, de la mecánica celeste, la velocidad es infinita o mucho mayor que la de la luz. La cosmogonía apoya esta idea.

LOS CLÁSICOS

La primera teoría de gravitación se debe a Newton [1], aunque no explícitamente, en toda su teoría la propagación es instantánea. Esto fue discutido por Laplace [2,3] quien dice “es natural pensar que la velocidad de un cuerpo debe sustraerlo en parte a la influencia del peso. Esta idea, muy creíble en sí misma, será irrefutable, si la causa de esta fuerza proviene de la impulsión de un fluido cualquiera. Considero el peso de una molécula de materia como producido por la impulsión de un corpúsculo infinitamente más pequeño que ella, y dirigido hacia el centro de la tierra con una velocidad cualquiera. La suposición ordinaria según la cual el peso se produce de la misma manera sobre los cuerpos en reposo y en movimiento, implica hacer esta velocidad infinita, la supondré indefinida y trataré de determinarla por la observación” Andoyer [3]. “Por un razonamiento semejante al que se tiene el hábito de usar para explicar la aberración de la luz, se ve que la hipótesis de Laplace implica esto: es necesario sumar a la fuerza de gravitación ordinaria una resistencia dirigida en sentido contrario al movimiento e igual a esta fuerza multiplicada por la relación de la velocidad del cuerpo a la del corpúsculo. Se obtiene así que la longitud media de un planeta debe ser afectada de una ecuación secular proporcional al cuadrado del tiempo. Laplace vio allí un medio de explicar la aceleración de la longitud de la Luna, revelado por la observación de los antiguos eclipses, según d’Alambert y Lagrange, de atribuir a la acción perturbadora del sol o de los planetas, y todavía de la figura no esférica de la Tierra y la Luna. Teniendo en cuenta el hecho de que habrá también una aceleración secular en el movimiento de la Tierra, Laplace [3] obtiene que la velocidad del corpúsculo es 6.4×10^6 veces mayor que la de la luz. Laplace estudia otro tipo de hipótesis para explicar la aceleración secular de la Luna y finalmente puede explicar por la mecánica de la gravitación universal, éste y otros fenómenos similares en otros planetas”.

Aquí vale una digresión sobre la velocidad de la luz. Esta es obtenible a partir de que la luz puede ser reflejada e interrumpida. Hay pantallas para la luz y desde antiguo fue determinada su velocidad por Roemer (1675) en base a los eclipses de los satélites de Júpiter y por Bradley (1727) en base a la aberración de la luz, luego por Fizeau (1849)

en base a la rueda dentada ideado básicamente por Galileo [4]. Se da a continuación los resultados obtenidos por diferentes métodos [5].

Métodos Ópticos		Métodos Eléctricos	
Roemer	299	Ayrton – Perry	298
Bradley	298	Stoletow	299
Fizeau	313	J.J. Thomson	296
Cornu	300	J. Clemencic	302
Perrotin	300	Himsted	301
Foucault	298	H. Abraham	299
Michelson – Newcomb	300	Hurmuzescu	300
Michelson	300	Rosa – Dorsey	300

La velocidad está dada en 10^8 cms^{-1} .

Para el caso de la gravedad el problema es más difícil, no hay pantalla para la gravitación. Esto es fácil verlo, si hubiera una pantalla tendríamos una zona donde un cuerpo no pesara sobre la Tierra, esa zona se extiende desde el centro de gravedad de la Tierra hasta el infinito, la influencia de otros cuerpos es despreciable. En esa zona se puede levantar un cuerpo sin gasto de energía, sacándolo de esa zona por un desplazamiento horizontal que no ocupa trabajo, desde allí hasta dejarlo libre para que se produzca un trabajo, sin que fuera necesario entregárselo. Sería una máquina de movimiento continuo, contradiciendo un principio básico de la Física y de la termodinámica, el principio de la conservación de la energía, no puede sacarse energía de la nada.

LOS MODERNOS Y LOS CONTEMPORÁNEOS

En 1920, Eddington [6], puso de manifiesto una consecuencia de la velocidad finita de la gravitación en contradicción con el principio de la conservación del momento angular “Si el Sol atrae a Júpiter hacia su posición actual S, y Júpiter atrae al Sol hacia su posición previa S', y Júpiter atrae al Sol hacia su posición previa J', cuando la fuerza de atracción comienza a cruzar la distancia entre los dos, las dos fuerzas producen una cupla. Esta cupla debe tender a aumentar el momento angular del sistema, y, actuando acumulativamente, debe rápidamente producir un apreciable cambio del periodo, lo que no está de acuerdo con las observaciones si la velocidad de la gravitación es comparable con la de la luz [6, 1920, pp. 98]. A la misma conclusión llega Danby [7].

Una paradoja que aparece es a través de los agujeros negros, a través de los cuales pasa la gravedad a otros agujeros negros (binarios) o a cualquier otra masa. No hay que confundir la radiación gravitatoria producida en las binarias pulsantes PSR 1913 + 16 y PSR B 1534 + 12, con la gravedad transportada, según se cree, por los gravitones. La radiación gravitatoria no hay duda de que se transmite a la velocidad de la luz.

Con respecto a las pruebas reales con que se mide la velocidad de la gravitación debemos mencionar la experiencia tipo Cavendish [8]. Esta experiencia no es estática sino dinámica con resultados bastante complejos, según los autores, para la velocidad de la gravitación v_g $(1,03 \pm 0,04)c$ y $(2,02 \pm 0,09) \times 10^{12} \text{ c}$, para espacios planos y un espacio – tiempo deformado. Esta experiencia debe ser más discutida. Para rebatir un artículo de Flander [9] quien entre otras cosas es favorable a una $v_g \gg c$, citaba Carlip [10] la falta de aberración de la gravitación.

De estos autores y muchos otros se puede obtener datos en uno y otro sentido, de la Wikipedia.

PUNTO DE VISTA DE LA COSMOGONÍA

En un trabajo reciente hemos resumido un formalismo que describe bien el Universo en su desarrollo, su edad, tamaño y densidad media actual [11]. Brevemente, si $m_0=5,46 \times 10^{-5} \text{g}$ y $l_0=4,04 \times 10^{-33} \text{cm}$ son la masa y la longitud de la celda elemental de Planck, la energía de masa es $m_0 c^2$ y la potencial, con su signo, $(-m_0^2 f / l_0)$. Con f la constante universal de gravitación de Newton, $f=6,67 \times 10^{-8} \text{cm}^3 \text{g}^{-1} \text{s}^{-2}$ y $c=3 \times 10^{10} \text{cms}^{-1}$ la velocidad de la luz. El principio de la conservación de la energía es:

$$\frac{m_0^2 f}{l_0} - m_0 c^2 = 0 \quad (1)$$

La (1) puede generalizarse así:

$$\frac{M^2 f}{R} - M c^2 = 0 \quad (2)$$

Donde M es la masa total del universo, R el radio de curvatura de una esfera en el espacio de cuatro dimensiones. M está uniformemente repartida en la superficie de la esfera y \dot{R} la velocidad en el sentido de aumento de R :

$$M = 2\pi^2 R^3 \rho = \frac{2\pi^2 R^3 \rho_0}{\sqrt{1 - \frac{\dot{R}^2}{c^2}}} \quad (3)$$

En (3) ρ es la densidad. Introduciendo en la celda temperatura, tiempo y electricidad y tomando $R=1,3 \times 10^{28} \text{cm}$, $\rho=2 \times 10^{-29} \text{gcm}^{-3}$, teniendo en cuenta $H_0=2,10 \times 10^{-18} \text{s}^{-1}$ la constante de Hubble, se tiene $\dot{R}=0,91c$, $\rho_0=8,29 \times 10^{-30} \text{gcm}^{-3}$, $R_m=2 \times 10^{28} \text{cm}$. Donde ρ_0 es la densidad mínima del universo cuando tiene su radio máximo R_m . La edad actual es de 14.400×10^6 años y el periodo es $T=27.700 \times 10^6$ año. El universo es oscilante. Se obtiene la aceleración del universo observada últimamente. La fórmula (2) implica que en este universo las dimensiones se transmiten en forma instantánea a todo el universo. Suponemos que esta información se transmite a través de gravitones cuya masa es variable, y se puede obtener suponiendo que es una onda cuántica desde el centro de curvatura hasta el borde de la esfera.

$$c = \frac{R}{t} = Rv \quad ; \quad hv = \mu_0 c^2 \quad (4)$$

$$\mu_0 = \frac{h}{Rc} \approx 10^{-65} \text{g}$$

La (4) coincide prácticamente con la obtenida por de Broglie. Se puede observar así la concordancia de la teoría desarrollada en base a una velocidad muy grande de los gravitones que transportan la información y que de acuerdo al principio de incerteza pueden estar en cualquier lugar de R con los datos experimentales. Los gravitones no podrán ser detectados porque circulan por dentro de la esfera. La concordancia de la fenomenología basada en $v_g \gg c$ y los datos experimentales nos llevan a pensar que $v_g \gg c$.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Newton, I., *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, Londres 1686; *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, translated by A. Motte, revised by F. Cajori, *Encyclopedia Britannica*, 1952. Book Three, System of the World (in Mathematical Treatment) Proposition 1.
- 2.- Laplace, P. S., *Traité de Mécanique Celeste*, Paris, 1798 .1825, *A Treatise in Celestias Mechanics*, traducción de N. Bowditch, Boston 1829 – 1839. Reimpresión de Chelsea, New York, 1966, pp. 642-45.
- 3.- Andoyer, H., *L'ouvre scientifique de Laplace*, Payot, Paris, 1922, pp. 49-50.
- 4.- Galilei, G., *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, traducido por José San Roman Villasante, de “*Discorsi e Demosntrazioni Matematiche ...*”, Leiden, 1638, Librería del Colegio, Buenos Aires, 1945. Jornada primera, pp. 69-70.
- 5.- Borel, E., *Space & Time*, traducido del Francés, de la edición original de 1922 por A. S. Rappoport y J. D. Dougall, Dover, New York, 1960.
- 6.- Eddington, A. E., *Space, Time and Gravitation*, primera edición 1920, reimpresso en Cambridge, Univ. Press., Cambridge 1987, pp. 98.
- 7.- Danby, J. M. A., *Fundamental of Celestial Mechanics*, William Bell, Richmond, VA 1988, p. 327.
- 8.- Cardone, F. and Mignani, R., *Deformed Spacetime. The speed of gravity*. *Fundamental Theories of Physics*, 2007, Volume 157, 3, 221 – 233.
- 9.- Van Flandern, T., *Phys. Lett. A* 250 (1998)1.
- 10.- Carlip, S., *Phys. Lett. A* 267 (2000)81-87.
- 11.- Kittl, P. y Díaz, G., *Sobre la celda de Planck, la relación cosmológica de Einstein y la cosmología*. *Revista electrónica Ingenews*, mayo 2012., 25 p.
- 12.- de Broglie, L., *Théorie Général des Partícules a spin (Methode de Fusion)*, Gauthier – Villars, Paris (1943).