Descripción de la precesión del perihelio y de la desviación de la luz debido a la gravitación mediante la Ley de Ampere gravitomagnética.

por

M. W. Evans y H. Eckardt
Civil List, AIAS y UPITEC

(www.webarchive.org.uk, , www.aias.us, www.atomicprecision.com, www.upitec.org, www.et3m.net)

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Se calcula el campo gravitomagnético de la teoría ECE2 para la dinámica en general y para una órbita tridimensional. Para la parte plana de esta órbita se utiliza la ley de Ampere gravitomagnética para calcular la desviación de la luz debido a la gravitación y la precesión del perihelio, de manera que ambos fenómenos se expresen en términos del campo gravitomagnético de la masa relevante, por ejemplo el Sol y el planeta Mercurio.

Palabras clave: Teoría ECE2, ley de Ampere gravitomagnética, desviación de la luz por causa gravitacional y precesión del perihelio.

1. Introducción

En recientes documentos de esta serie [1-12] la identidad de Jacobi Cartan Evans (JCE) del documento UFT313 se ha desarrollado en ecuaciones de campo vectoriales del electromagnetismo y la gravitación, y denominados como la teoría ECE2. Estas ecuaciones poseen la misma estructura que las ecuaciones de Maxwell Heaviside (MH), pero las ecuaciones de la teoría ECE2 forman parte de una teoría del campo unificado covariante generalizada, de manera que la teoría ECE2 es una teoría de la relatividad general. La teoría MH del siglo XIX es una teoría de la relatividad restringida y es covariante según Lorentz, no es covariante generalizada. Sin embargo, las estructuras vectoriales y tensoriales de las teorías ECE2 y MH son las mismas, de manera que la covariancia general de la teoría ECE2 puede describirse mediante la transformación de Lorentz. Esta propiedad de la teoría ECE2 se conoce como la covariancia de tipo Lorentz. La covariancia de los tensores de campo de la teoría ECE2 produce la fuerza de Lorentz y la ley de Biot Savart, como en la electrodinámica clásica. Éste fue el tema tratado en el documento inmediatamente precedente. En este documento, la covariancia de tipo Lorentz se aplica para definir la ley gravitomagnética de Biot Savart y la ley de Ampere. Estas leyes del gravitomagnetismo se aplican a la dinámica en general y a órbitas en particular. Se encuentra una descripción con consistencia interna para la desviación de la luz por causa gravitacional y para la precesión del perihelio en términos del campo gravitomagnético. Se utilizó un procedimiento similar con la teoría ECE para describir los resultados de la Sonda Gravity Probe B en el documento UFT117 y para la precesión equinoccial en el documento UFT119 utilizando la ley de Ampere gravitomagnética.

Como es habitual, este documento debiera de leerse junto con sus notas de acompañamiento. La Nota 322(1) define el campo gravitomagnético y la corriente de masa de las órbitas planas. La Nota 322(2) es un cálculo de la corriente de densidad de masa, mientras que la Nota 322(3) es un resumen de la descripción gravitomagnética de las órbitas. La Nota 322(4) es la descripción gravitomagnética de la dinámica en general; la Nota 322(5) es el cálculo de la desviación de la luz debido a la gravitación solar en términos del campo gravitomagnético. La Nota 322(6) es el cálculo de la precesión del perihelio del planeta Mercurio en términos del campo gravitomagnético.

La Sección 2 es un resumen de las principales conclusiones ofrecidas en estas notas.

2. La dinámica a través de la Ley de Ampere gravitomagnética.

Los principales resultados de las notas 322(1) y 322(2) se han utilizado en la Sección 3 del documento UFT320, de manera que esta sección se inicia con un resumen de los mismos. En teoría orbital plana [1-12] es bien sabido que la velocidad angular se define mediante el momento angular L, una constante de movimiento:

$$\underline{\omega} = \frac{L}{mr^2}\underline{k} \qquad (1)$$

donde r es la distancia entre una masa m que orbita alrededor de una masa M y $\underline{k}$ es el vector unitario perpendicular al plano de las órbitas. En este caso, el campo gravitomagnético es:

$$\underline{\Omega} = -\left(\frac{MG}{mc^2}\right)\frac{L}{r^3}\,\underline{k} \tag{2}$$

y la corriente de densidad de masa es:

$$\underline{J}_m = -\frac{3M}{4\pi m}\frac{L}{r^4}\,\underline{e}_\theta \tag{3}$$

Donde los vectores unitarios del sistema de coordenadas polares cilíndricas se definen como:

$$\underline{e}_\theta = -\underline{i}\,\mathrm{sen}\,\theta + \underline{j}\cos\theta \tag{4}$$

$$\underline{e}_r = \underline{i}\cos\theta + \underline{j}\,\mathrm{sen}\,\theta. \tag{5}$$

Si la fuerza de atracción entre m y M es la ley del cuadrado de la inversa central:

$$\underline{F} = -\frac{mMG}{r^2}\,\underline{e}_r \tag{6}$$

entonces

$$L^2 = m^2 MG\alpha \tag{7}$$

donde α es la semi latitud recta de la órbita de la sección cónica:

$$r = \frac{\alpha}{1+\epsilon\cos\theta} \tag{8}$$

y donde ε es su excentricidad. Para una elipse:

$$\alpha = (1-\epsilon^2)\,a \tag{9}$$

y para una hipérbola: $$\alpha = (\epsilon^2-1)\,a \tag{10}$$

donde a es el semieje mayor de la elipse y está bien definido para la hipérbola.

La descripción gravitomagnética de la teoría ECE2 para la dinámica general y para la dinámica orbital en particular, es la ley de Ampere gravitomagnética [UFT117, UFT119]:

$$\underline{\nabla} \times \underline{\Omega} = \frac{4\pi G}{c^2} \underline{J}_m \tag{11}$$

Al igual que en la nota 322(4), la dinámica general y la teoría orbital en particular pueden describirse a través de la Ec. (11). En coordenadas polares cilíndricas, el vector posición es:

$$\underline{r} = r\,\underline{e}_r + Z\,\underline{k} \tag{12}$$

el vector velocidad es:

$$\underline{v} = \dot{r}\,\underline{e}_r + \omega r\,\underline{e}_\theta + \dot{Z}\,\underline{k} \tag{13}$$

y el vector aceleración es:

$$\underline{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\underline{e}_r + \left(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}\right)\underline{e}_\theta + \ddot{Z}\,\underline{k} \tag{14}$$

donde por definición en teoría orbital:

$$\underline{\omega} = \frac{d\theta}{dt}\,\underline{k} \tag{15}$$

El dinámica en general, el campo gravitomagnético es:

$$\underline{\Omega} = -\frac{1}{c^2}\,\underline{v} \times \underline{a} \tag{16}$$

y contiene fuerzas newtonianas y no newtonianas. El lagrangiano para la ley del cuadrado de la inversa (6) es:

$$\mathcal{L} = T - U \tag{17}$$

donde la energía cinética es:

$$T = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m\left(\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2 + \dot{Z}^2\right) \tag{18}$$

y la energía potencial es:

$$U = -\frac{MG}{r} . \tag{19}$$

Las tres ecuaciones de Euler Lagrange son:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\theta}} \tag{20}$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial r} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{r}} \tag{21}$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial r} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial Z} \tag{22}$$

La Ec. (21) da la ecuación de Leibnitz para las órbitas:

$$F(r) = -\frac{\partial U}{\partial r} = m\left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right) \tag{23}$$

y la Ec. (22) da:

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} = 0. \tag{24}$$

La Ec. (20) define el momento angular conservado:

$$L = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\theta}} . \tag{25}$$

En coordenadas polares cilíndricas:

$$\underline{L} = m\underline{r} \times \underline{v} = m\left(\omega r Z \underline{e}_r + r\dot{Z}\underline{e}_\theta + \omega r^2 \underline{k}\right) \tag{26}$$

de manera que *L* no es en general perpendicular al plano de la órbita. Esto se ha señalado en trabajos anteriores referidos a teoría orbital tridimensional utilizando coordenadas polares esféricas. Se deduce a partir de la Ec. (26) que la componente *Z* del momento angular es:

$$L_Z = m r^2 \omega \tag{27}$$

y es una constante de movimiento que se conserva:

$$\frac{dL_Z}{dt} = 0 \tag{28}$$

si se define la velocidad angular como en la Ec. (15). Nótese que el momento angular total definido por:

$$L^2 = L_r^2 + L_\theta^2 + L_Z^2 \tag{29}$$

no se conserva, es decir:

$$\frac{dL}{dt} \neq 0. \tag{30}$$

La conocida ecuación de Binet para las órbitas se define [1-12] mediante las Ecs. (23) y (27):

$$F(r) = -\frac{L_Z^2}{mr^2}\left(\frac{d^2}{d\theta^2}\left(\frac{1}{r}\right) + \frac{1}{r}\right). \tag{31}$$

Esta ecuación da la ley de fuerza para cualquier órbita.

Para órbitas planas puede demostrarse, como en la nota 322(4) que:

$$r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta} = 0 \tag{32}$$

de manera que la velocidad es:

$$\underline{v} = \dot{r}\,\underline{e}_r + \omega r\,\underline{e}_\theta \tag{33}$$

y la aceleración es:

$$\underline{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2\right)\underline{e}_r \tag{34}$$

con el vector posición:

$$\underline{r} = r\underline{e}_r + Z\,\underline{k} \tag{35}$$

y el vector de momento angular:

$$\underline{L} = m\left(Z\left(\omega r\underline{e}_r + \dot{r}\underline{e}_\theta\right) + \omega r^2\underline{k}\right). \tag{36}$$

Nótese cuidadosamente que la órbita plana está inmersa en tres dimensiones definidas por *r*, *θ* y *Z*. En la teoría usual plana de las órbitas en los libros de texto se supone que:

$$Z = 0. \tag{37}$$

Para una mayor claridad, la Ec. (35) puede definirse como:

$$\underline{r}_{total} = r\,\underline{e}_r + Z\,\underline{k} \tag{38}$$

de manera que:

$$r_{total}^2 = r^2 + Z^2 \tag{39}$$

y órbita de sección cónica en coordenadas polares cilíndricas se define en general mediante:

$$r_{total}^2 = \left(\frac{\alpha}{1+\epsilon\cos\theta}\right)^2 + Z^2. \tag{40}$$

En la dinámica más general, el lagrangiano es:

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}m\left(\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2 + \dot{Z}^2\right) - U(r, \theta, Z) \tag{41}$$

y la energía potencial y la fuerza dependen de la orientación y de *Z* así como de *r*. En el modo más general, la velocidad en el marco de referencia del observador es:

$$\underline{v} = \dot{r}\,\underline{e}_r + \underline{\omega} \times \underline{r} \tag{42}$$

y la aceleración en el marco del observador es

$$\underline{a} = \ddot{r}\,\underline{e}_r - \underline{\omega}\times(\underline{\omega}\times\underline{r}) + \frac{d\underline{\omega}}{dt}\times\underline{r} + 2\underline{\omega}\times\frac{dr}{dt}\,\underline{e}_r \tag{43}$$

El campo gravitomagnético depende del producto vectorial o cruzado de $\underline{v}$ proveniente de la Ec. (42) con $\underline{a}$ de la Ec. (43).

Los fenómenos de desviación de la luz por causa gravitatoria y de la precesión del perihelio son fenómenos no newtonianos, los cuales se describen en forma directa en la teoría ECE2 como sigue.

Una órbita con precesión se describe [1-12] mediante:

$$r = \frac{\alpha}{1+\epsilon\cos(x\theta)} \tag{44}$$

donde la órbita avanza por:

$$\Delta\theta = (x-1)\theta . \tag{45}$$

En el sistema solar, x se aproxima mucho a la unidad para una excelente grado de aproximación.

$$L^2 = m^2 MG\alpha \tag{46}$$

A partir de las Ecs. (31) y (44) la fuerza responsable para una órbita con precesión es: :

$$\underline{F} = mMG\left(-\frac{x^2}{r^2} + \frac{(x^2-1)\alpha}{r^3}\right)\underline{e}_r . \tag{47}$$

Para luz que roza la superficie solar, la órbita es una hipérbola con una semi latitud recta:

$$\alpha = a(\epsilon^2 - 1) \tag{48}$$

donde a es la distancia de máximo acercamiento:

$$a = R_0 \tag{49}$$

El ángulo de desviación es:

$$\Delta\phi = \frac{2}{\epsilon} \tag{50}$$

y el campo gravitomagnético es:

$$\underline{\Omega} = \frac{MGL}{mc^2}\left(-\frac{x^2}{r^3} + \frac{(x^2-1)\alpha}{r^4}\right)\underline{k} \tag{51}$$

Si se supone que la órbita hiperbólica del rayo de luz que roza la superficie solar no tiene precesión, entonces:

$$x \sim 1 \tag{52}$$

de manera que, para un excelente grado de aproximación:

$$\Omega_Z^2 = \frac{(MG)^3}{c^4 r^6}\,\alpha\left(\epsilon^2 - 1\right) \tag{53}$$

En el máximo grado de acercamiento:

$$r = a = R_0 \tag{54}$$

de manera que:

$$\Omega_Z^2 = \frac{(MG)^3\left(\epsilon^2 - 1\right)}{c^4 R_0^5} \tag{55}$$

En la desviación de la luz por el sol, la trayectoria del rayo de luz es casi una línea recta con una gran excentricidad [1-12], de manera que con un excelente grado de aproximación:

$$\Omega_Z^2 = \frac{(MG)^3}{c^4 R_0^5}\,\epsilon^2. \tag{56}$$

El ángulo de desviación es, entonces:

$$\Delta\phi = \frac{2}{\epsilon} = \frac{2}{\Omega_Z c^2}\left(\frac{(MG)^3}{R_0^5}\right)^{1/2} \tag{57}$$

Por lo tanto, la desviación de la luz por causa gravitacional se expresa en términos de cantidades conocidas y se debe al campo gravitomagnético de la relatividad general. A partir de la Ec. (57) el campo gravitomagnético para una desviación de la luz $\Delta\zeta$ puede calcularse a partir de cantidades conocidas experimentalmente, y este método puede extenderse a todos los fenómenos con precesión tales como aquellos medidos por la sonda Gravity Probe B (UFT117).

Para luz desviada por el Sol:
$$\Omega_Z = \frac{2}{\Delta\zeta c^2}\left(\frac{(MG)^3}{R_0^5}\right)^{1/2} \tag{58}$$

y como en el documento UFT150:

$$\begin{aligned}\Delta &= 8.4848 \times 10^{-6} \text{ radianes}\\ R_0 &= 6.955 \times 10^{8} \text{ m}\\ M &= 1.9891 \times 10^{30} \text{ kg}\\ G &= 6.67428 \times 10\text{-}11 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}\\ c &= 2.9979 \times 10^{8} \text{ ms}^{-1}\end{aligned} \tag{59}$$

De manera que el campo gravitomagnético para la desviación de la luz por el Sol es:

$$\Omega_Z = 0.000314 \text{ radianes por segundo} \tag{60}$$

La precesión del perihelio para el planeta Mercurio se define por el componente *Z* del campo gravitomagnético, como sigue:

$$\Omega_Z = \frac{MGL}{mc^2}\left(-\frac{x^2}{r^3} + \frac{(x^2-1)\alpha}{r^4}\right) \tag{61}$$

donde:

$$\alpha = b(1-\epsilon^2)^{1/2} \tag{62}$$

y donde *b* es el perihelio. Por lo tanto, en el perihelio:

$$\Omega_Z = -\frac{(MG)^{3/2}(1-\epsilon^2)^{1/4}x^2}{c^2 b^{5/2}}. \tag{63}$$

y:

$$\Delta\theta = (x-1)\frac{\pi}{2}. \tag{64}$$

La precesión observada para el perihelio del planeta Mercurio es:

$\Delta\theta = 43.11$ " por siglo (65)

$= 7.9673 \times 10^{-7}$ radianes por año

y en el perihelio:

$\theta = \pi / 2$ (66)

De manera que el factor x es:

$x = 1 + 1.268 \times 10^{-7}$ (67)

De manera que, con un excelente grado de aproximación:

$x^2 - 1 = 0$ (68)

justificando así la Ec. (63). Los datos experimentales requeridos son:

$M = 3.285 \times 10^{23}$ kg

$b = 4.60012 \times 10^{10}$ m (69)

$\varepsilon = 0.205630$

De manera que el campo gravitomagnético responsable de la precesión del perihelio del planeta Mercurio es

$\Omega_Z = - 2.489 \times 10^{-24}$ radianes^{-1} (70)

Agradecimientos.

Se agradece al Gobierno Británico por la Pensión Civil Vitalicia, y al equipo técnico de AIAS por muchas discusiones interesantes. Se agradece a Dave Burleigh por las publicaciones en red, el mantenimiento al portal y la codificación de programas de retroalimentación, a Alex Hill por las traducciones y grabaciones en idioma castellano, y a Robert Cheshire por las grabaciones en idioma inglés.

Referencias bibliográficas.

[1] M. W. Evans, H. Eckardt, D. W. Lindstrom y S. J. Crothers, "Principles of ECE Theory" (documentos UFT281 a UFT288 en el portal www.aias.us, y en New Generation, Londres, en prep.).

[2] M. W. Evans, "Collected Scientometrics" (UFT307 y New Generation, Londres, 2015).

[3] H. Eckardt, "The ECE Engineering Model" (UFT303).

[4] M .W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, "Criticisms of the Einstein Field Equation" (documento UFT301, publicada inicialmente por Cambridge International Science Publishing, CISP, 2010).

[5] L. Felker, "The Evans Equations of Unified Field Theory" (UFT302, Abramis 2007). Hay traducción al idioma castellano por Alex Hill en el portal www.aias.us.

[6] M. W. Evans, Ed., "Definitive Refutations of Einsteinian General Relativity" (www.aias.us y CISP, 2012).

[7] M .W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis 2005 a 2011 y de libre acceso en el portal www.aias.us) en cinco volúmenes.

[8] M. W. Evans y L. B. Crowell, "Classical and Quantum Electrodynamics and the B(3) Field" (World Scientific, 2001 y en la sección Omnia Opera el portal www.aias.us).

[9] M .W. Evans y S. Kielich, eds., "Modern Nonlinear Optics" (Wiley Interscience, Nueva York, 1992, 1993, 1997, 2001) en dos ediciones y seis volúmenes.

[10] M. W. Evans y J. - P. Vigier, "The Enigmatic Photon" (Kluwer, Dordrecht, 1994 a 2002) en cinco volúmenes, tanto con encuadernación dura como planta, y en el portal www.aias.us . en la sección Omnia Opera.

[11] M. W. Evans, ed., J. Found. Phys. Chem., (en línea en el portal www.aias.us , publicada inicialmente por CISP en 2011).

[12] M. W. Evans y A. A. Hasanein, "The Photomagneton in Quantum Field Theory" (World Scientific, 1994).