La Precesión Orbital como una Ecuación de Fuerza de Lorentz.

por

M. W. Evans y H. Eckardt,

Civil List y AIAS / UPITEC

(www.archive.org, www.webarchive.org.uk, www.aias.us, www.upitec.org, www.atomicprecisison.com y www.et3m.net).

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Utilizando la relatividad ECE2 y la prescripción mínima, se define el hamiltoniano de una partícula es presencia de un potencial vectorial gravitomagnético, con unidades de velocidad. Se calcula el lagrangiano a partir del hamiltoniano, utilizando el momento canónico, y se emplea la ecuación relevante de Euler Lagrange para deducir la ecuación de fuerza gravitomagnética de Lorentz. En ausencia de gravitomagnetismo, esta ecuación se reduce a la ecuación de Newton. La frecuencia de precesión de la ecuación de fuerza de Lorentz es cualquier frecuencia de precesión orbital de cualquier clase.

Palabras clave: Relatividad ECE2, prescripción mínima gravitomagnética, ecuación de fuerza de Lorentz, teoría general de la precesión.

1. Introducción.

En documentos recientes de esta serie [1-12] se ha desarrollado de varias maneras la teoría gravitomagnética de la precesión orbital, produciendo resultados consistentes y exactos. En este documento, se intenta una síntesis de conceptos mediante la deducción de la ecuación de fuerza de Lorentz gravitomagnética a partir de la prescripción mínima. La frecuencia de precesión de la ecuación de fuerza de Lorentz es precesión orbital de cualquier clase. Este método ofrece una teoría general sencilla de precesión en relatividad restringida ECE2, la cual es covariante según Lorentz en un espacio con torsión y curvatura finitas.

Este documento constituye un resumen conciso de cálculos detallados que se encuentran en las Notas de Acompañamiento del documento UFT347, publicado en el portal www.aias.us. La Nota 347(1) define el campo gravitomagnético $\underline{\Omega}_g$ como una vorticidad, el rotacional de una velocidad orbital debida a la precesión $\underline{v}_g$. La velocidad orbital se identifica con el potencial vectorial gravitomagnético de la relatividad ECE2. Para un campo gravitomagnético uniforme, es posible calcular la magnitud v_g, y la nota muestra que para la recesión del perihelio de la Tierra, v_g es aproximadamente de siete órdenes de magnitud más pequeña que la velocidad orbital de la Tierra alrededor del Sol. Desde este punto de vista, cualquier precesión es la vorticidad del espacio-tiempo ECE2. En la Nota 347(2), se calcula la vorticidad de la órbita newtoniana, y se muestra que la precesión incrementa la vorticidad. La Nota 347(3) introduce la prescripción mínima gravitomagnética, y se muestra que conduce a un hamiltoniano que incorpora el campo gravitomagnético. La apreciación observada es la mitad de la magnitud del campo gravitomagnético. La Nota 347(4) desarrolla el hamiltoniano de la Nota 347(3). La Sección 2 de este documento se basa en la Bota 347(5), que da la teoría general de precesión orbital en términos de la ecuación de fuerza de Lorentz gravitomagnética.

La Sección 3 es un análisis numérico y gráfico.

2. Deducción de la Ecuación de Fuerza de Lorentz.

Consideremos la prescripción mínima gravitomagnética:

$$\underline{p} \longrightarrow \underline{p} + m\underline{v}_g \tag{1}$$

en donde el momento lineal de una partícula con masa m se incrementa a través del potencial vectorial gravitomagnético:

$$\underline{W}_g = \underline{v}_g \tag{2}$$

donde $\underline{v}_g$ es la velocidad lineal gravitomagnética. El hamiltoniano de la partícula libre deviene:

$$H = \frac{1}{2m}\left(\underline{p} + m\underline{v}_g\right)\cdot\left(\underline{p} + m\underline{v}_g\right) = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}m v_g^2 + \frac{1}{2}\underline{L}\cdot\underline{\Omega}_g \tag{3}$$

donde el momento angular orbital es:

$$\underline{L} = \underline{p} \times \underline{r} \tag{4}$$

y donde $\underline{r}$ es el vector radial. Aquí, $\underline{\Omega}_g$ es el campo gravitomagnético:

$$\underline{\Omega}_g = \underline{\nabla} \times \underline{v}_g \tag{5}$$

Cualquier frecuencia de precesión orbital observada se define como la mitad en magnitud del campo gravitomagnético:

$$\Omega = \frac{1}{2}\Omega_g \tag{6}$$

Consideremos un objeto con masa m en órbita alrededor de un objeto con masa M. el potencial gravitacional central es:

$$U(r) = -\frac{mMG}{r} \tag{7}$$

donde G es la constante de Newton. En presencia de U, el hamiltoniano es:

$$H = \frac{1}{2m}\left(\underline{p} + m\underline{v}_g\right)\cdot\left(\underline{p} + m\underline{v}_g\right) + U(r) \tag{8}$$

que se reduce al newtoniano:

$$H = \frac{p^2}{2m} + U(r) \tag{9}$$

en ausencia del campo gravitomagnético. Es bien sabido que el Hamiltonian hamiltoniano produce la órbita de sección cónica:

$$r = \frac{\alpha}{1 + \epsilon\cos\theta} \tag{10}$$

en coordenadas polares planas (r, θ). Aquí, α es la semi latitud recta y ϵ es la excentricidad.

El hamiltoniano (8) puede desarrollarse como:

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{1}{2}mv_g^2 + \frac{1}{2}\underline{L}\cdot\underline{\Omega}_g + U(r) \tag{11}$$

Como se muestra en detalle en las Notas de Acompañamiento del documento UFT347. Por lo tanto, la prescripción mínima (1) constituye el origen del campo gravitomagnético que aparece en el hamiltoniano orbital (11). Por lo tanto, la prescripción mínima produce cualquier precesión orbital observada.

El lagrangiano se calcula a partir del hamiltoniano utilizando el conocido momento canónico, donde *q* es una coordenada generalizada:

$$p_q = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{q}} \tag{12}$$

Denotamos

$$\dot{\underline{r}} = \frac{1}{m}\left(\underline{p} + m\,\underline{v}_g\right) \tag{13}$$

entonces:

$$H = \underline{p} \cdot \dot{\underline{r}} - \mathcal{L} . \tag{14}$$

Por lo tanto, el lagrangiano es:

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} m \left(\underline{p} + m\,\underline{v}_g\right) \cdot \left(\underline{p} + m\,\underline{v}_g\right) - U(r) - m\,\dot{\underline{r}} \cdot \underline{v}_g \tag{15}$$

La ecuación relevante de Euler Lagrange es:

$$\underline{\nabla} \mathcal{L} = \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\underline{r}}}\right) . \tag{16}$$

El lado izquierdo de esta ecuación es:

$$\underline{\nabla} \mathcal{L} = \underline{\nabla}\left(\frac{1}{2} m\,\dot{\underline{r}} \cdot \dot{\underline{r}} - U(r)\right) - m\,\underline{\nabla}\left(\dot{\underline{r}} \cdot \underline{v}_g\right) \tag{17}$$

En general:

$$\underline{\nabla}\left(\dot{\underline{r}} \cdot \underline{v}_g\right) = \left(\dot{\underline{r}} \cdot \underline{\nabla}\right)\underline{v}_g + \left(\underline{v}_g \cdot \underline{\nabla}\right)\dot{\underline{r}} + \dot{\underline{r}} \times \left(\underline{\nabla} \times \underline{v}_g\right) + \underline{v}_g \times \left(\underline{\nabla} \times \dot{\underline{r}}\right) \tag{18}$$

y se reduce a:

$$\underline{\nabla}\left(\dot{\underline{r}} \cdot \underline{v}_g\right) = \left(\dot{\underline{r}} \cdot \underline{\nabla}\right)\underline{v}_g + \dot{\underline{r}} \times \left(\underline{\nabla} \times \underline{v}_g\right) \tag{19}$$

si se supone que:

$$(\underline{v}_g \cdot \underline{\nabla})\dot{\underline{r}} = \underline{0} \tag{20}$$

y:

$$\underline{\nabla} \times \dot{\underline{r}} = \underline{0} \tag{21}$$

De manera que

$$\underline{\nabla} \mathcal{L} = -\underline{\nabla} U(r) - m\left((\dot{\underline{r}} \cdot \underline{\nabla})\,\underline{v}_g + \dot{r} \times (\underline{\nabla} \times \underline{v}_g)\right) \tag{22}$$

El lado derecho de la Ec. (16) es:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\underline{r}}}\right) = \frac{d}{dt}\left(m\dot{\underline{r}} - m\,\underline{v}_g\right) \tag{23}$$

Con el objeto de evaluar la derivada total de $\underline{v}_g$, consideramos un componente, por ejemplo

$$\frac{d v_{gx}}{dt} = \frac{\partial v_{gx}}{\partial t} + \left(\frac{\partial x}{dt}\right)\left(\frac{\partial v_{gx}}{\partial x}\right) + \cdots \tag{24}$$

en un primer orden. Por lo tanto, en tres dimensiones:

$$\frac{d\underline{v}_g}{dt} = \frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} + (\dot{\underline{r}} \cdot \underline{\nabla})\,\underline{v}_g \tag{25}$$

y:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\underline{r}}}\right) = m\ddot{\underline{r}} - m\left(\frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} + (\dot{\underline{r}} \cdot \underline{\nabla})\,\underline{v}_g\right) \tag{26}$$

La ecuación de Euler Lagrange es, por lo tanto:

$$-\underline{\nabla} U(r) - m\dot{\underline{r}} \times (\underline{\nabla} \times \underline{v}_g) = m\ddot{\underline{r}} - m\frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} \tag{27}$$

es decir:

$$m\ddot{\underline{r}} = -\underline{\nabla} U(r) + m\frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} - m\dot{\underline{r}} \times (\underline{\nabla} \times \underline{v}_g) \tag{28}$$

Definimos ahora:

$$m\phi_g = -U(r) \tag{29}$$

y:

$$\underline{\Omega}_g = \underline{\nabla} \times \underline{v}_g \tag{30}$$

para encontrar la ecuación de fuerza de Lorentz gravitomagnética:

$$\underline{F} = m\ddot{\underline{r}} = -m\left(\underline{E}_g + \dot{r} \times \underline{\Omega}_g\right) \tag{31}$$

donde:

$$\underline{E}_g = -\underline{\nabla}\phi_g - \frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} \tag{32}$$

es la analogía gravitomagnética de la aceleración por causa gravitacional en la relatividad ECE2.

La precesión de cualquier órbita es, por lo tanto, gobernada por la ley de fuerza de Lorentz gravitomagnética (31) con frecuencia de precesión (6).

A partir de las Ecs. (29) y (7):

$$\phi_g = \frac{MG}{r}. \tag{33}$$

Se deduce que:

$$\underline{\nabla}\phi_g = -\frac{MG}{r^2}\,\underline{e}_r \tag{34}$$

de manera que:

$$\underline{E}_g = \frac{MG}{r^2}\,\underline{e}_r - \frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} \tag{35}$$

La fuerza de Lorentz gravitomagnética es, por lo tanto:

$$\underline{F} = m\ddot{\underline{r}} = \overline{L}\;\frac{mMG}{r^2}\,\underline{e}_r + m\frac{\partial \underline{v}_g}{\partial t} - m\dot{\underline{r}} \times \underline{\Omega}_g \tag{36}$$

donde:

$$\underline{\dot{r}} = \frac{1}{m}\left(\underline{p} + m\underline{v}_g\right). \tag{37}$$

En ausencia de un campo gravitomagnético, la Ec. (36) se reduce a la newtoniana:

$$\underline{F} = m\underline{\ddot{r}} = -\frac{mM}{r^2}\,\underline{e}_r \tag{38}$$

Para una órbita plana, es bien sabido [1-12] que:

$$\underline{v} = \underline{\dot{r}} = \frac{d\underline{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(r\,\underline{e}_r\right) = \dot{r}\,\underline{e}_r + r\dot{\theta}\,\underline{e}_\theta \tag{39}$$

en ausencia de un campo gravitomagnético. La aceleración en ausencia de un campo gravitomagnético es:

$$\underline{a} = \underline{\ddot{r}} = \frac{d\underline{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\dot{r}\,\underline{e}_r + r\dot{\theta}\,\underline{e}_\theta\right), \tag{40}$$

una expresión que da origen [1-12] a las conocidas fuerzas de Coriolis y centrípeta, tal como se desarrollaron en detalle en documentos previos de la serie UFT. De manera que los términos de la fuerza gravitomagnética ocurren además de estas conocidas fuerzas. Los términos de fuerza gravitomagnética resultan en una órbita con precesión, en tanto que las fuerzas centrípeta y de Coriolis describen una órbita sin precesión.

El campo gravitomagnético $\underline{\Omega}_g$ se ve gobernado por el equivalente gravitacional de la ley de Ampere de la electrodinámica ECE2:

$$\underline{\nabla} \times \underline{\Omega}_g = \frac{4\pi G}{c^2}\,\underline{J}_g \tag{41}$$

donde $\underline{J}_g$ es una densidad de masa de corriente localizada, análoga a la densidad de corriente eléctrica en la electrodinámica. La permeabilidad gravitomagnética es:

$$\mu_{0g} = \frac{4\pi G}{c^2} \tag{42}$$

y el 4-potencial gravitomagnético es:

$$W_g^\mu = \left(\phi_g, c\,\underline{W}_g\right). \tag{43}$$

En el documento UFT328 se demostró que la solución simultánea del hamiltoniano y del lagrangiano de la teoría ECE2 conduce a la precesión orbital. Este documento confirma ese hallazgo en el sentido que se utiliza la misma estructura subyacente: la relatividad ECE2.

Agradecimientos.

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

Referencias bibliográficas.

[1] M. W. Evans, H. Eckardt, D. W. Lindstrom y S. J. Crothers, "The Principles of ECE Theory" (UFT281 - UFT288, PECE preimpresión y archivo comprimido en el portal www.aias.us, New Generation, Londres, en prep.)
[2] M. W. Evans, "Collected Scientometrics" (UFT307 y sección de estadísticas filtradas del portal www.aias.us, New Generation, Londres 2015)
[3] M .W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, "Criticisms of the Einstein Field Equation" (UFT301 y Cambridge International 2010, (CISP)).
[4] L. Felker, "The Evans Equations of Unified Field Theory" (UFT302 y Abramis Academic 2007, traducción al castellano por Alex Hill en el portal www.aias.us).
[5] H. Eckardt, "ECE Engineering Model" (UFT303 en el portal www.aias.us).
[6] M .W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis 2005 a 2011 en siete volúmenes, y documentos relevantes de la serie UFT).
[7] M . W. Evans, Ed., *J. Found. Phys. Chem* y documentos UFT relevantes.
[8] M. W. Evans, Ed., "Definitive Refutations of the Einsteinian General Relativity" (CISP 2012 y material relevante en el portal www.aias.us).
[9] M .W. Evans y L. B. Crowell, "Classical and Quantum Electrodynamics and the B(3) Field" (World Scientific 2001).
[10] M. W. Evans y S. Kielich, Eds. "Modern Nonlinear Optics" (Wiley Interscience, Nueva York, 1992, 1993, 1997 y 2001) en dos ediciones y seis volúmenes.
[11] M. W. Evans y J. - P. Vigier, "The Enigmatic Photon" (Kluwer, Dordrecht, 1994 a 2002) en cinco volúmenes cada uno, con encuadernación dura o blanda.
[12] M .W. Evans y A. A. Hasanein, "The Photomagneton in Quantum Field Theory" (World Scientific, 1994).