Solución de la ecuación de fuerza de Lorentz según la teoría ECE2: las ecuaciones relativistas de Binet y aplicaciones a la curva de velocidad de una galaxia en espiral y a la desviación de la luz por causa de la gravitación.

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 resuelve la recientemente obtenida ecuación de fuerza de Lorentz de la teoría ECE2 mediante el empleo de la ecuación de Binet relativista para la fuerza, y su forma integral para el hamiltoniano. La ecuación relativista de Binet se obtiene a partir del hamiltoniano de Sommerfeld y se calcula en forma directa la velocidad orbital relativista. Se utiliza la ecuación para la velocidad orbital para obtener la curva de velocidad observada en una galaxia en espiral y la desviación, observada con precision de la luz o de radiación electromagnética por causa gravitacional. Estos constituyen grandes avances en comprensión que superan la obsoleta relatividad einsteiniana.

Palabras clave: ECE2, ecuaciones de Binet relativistas, curva de velocidad de una galaxia en espiral, desviación de la luz por causa gravitacional.

1. Introducción.

En recientes documentos de esta serie [1-12] se ha deducido la ecuación de fuerza de Lorentz para la teoría ECE2 mediante una transformación de Lorentz del tensor de campo gravitomagnético y algunos cálculos provenientes del campo gravitomagnético. La teoría ECE2 es una teoría del campo unificado covariante generalizada que transforma según la transformación de Lorentz. Esta propiedad clave se debe a la estructura matemática de las ecuaciones de campo de la teoría ECE2, una estructura idéntica a la de las ecuaciones de campo de Maxwell Heaviside (MH) de la relatividad restringida. De manera que la teoría ECE2 y los tensores de campo de MH se transforman de la misma manera - bajo la transformación de Lorentz. Sin embargo, ECE2 es una teoría de relatividad general tanto con torsión como con curvatura distintos de cero, en tanto que MH es una teoría desarrollada en el espacio tiempo plano de Minkowski. Los conceptos de torsión y de curvatura no existen en la teoría MH.

Utilizando esta propiedad, las ecuaciones conocidas e ideas de relatividad restringida pueden utilizarse en teoría orbital. En este documento se muestra que la transformación de Lorentz resulta suficiente para producir la curva de velocidad observada en una galaxia en espiral, y el célebre resultado de la desviación de la luz por causa de la gravitación. Por lo tanto, estos fenómenos se explican de una forma directa a partir de la teoría ECE2.

Como es habitual, este documento debiera de leerse junto con sus notas de acompañamiento, publicadas con el mismo en la sección UFT del portal www.aias.us. El documento constituye un breve resumen del detallado material incluido en las notas, especialmente las notas finales en las que se han cristalizado nuevas ideas. Se utiliza álgebra computacional para eliminar el error humano, y para evaluar y representar gráficamente ecuaciones inevitablemente complicadas. Las notas 324(1) y 324(2) comienzan la evaluación de las ecuaciones relativistas de Binet, las cuales se deducen a partir del conocido lagrangiano de la relatividad restringida. La ecuación de fuerza de Binet relativista es equivalente a la ecuación de fuerza de Lorentz relativista de la teoría ECE2. En las notas 324 (3) y 324(4) se efectúa la novedosa y original inferencia de una forma integral de la ecuación de fuerza de Binet. La forma integral permite la evaluación del hamiltoniano para cualquier órbita, mientras que la ecuación de fuerza de Binet permite la evaluación de la fuerza central y potencial gravitacional de cualquier órbita. En este documento, se ejemplifica la órbita mediante el empleo de coordenadas polares planas, es decir que la órbita es una órbita plana. Sin embargo, este método puede aplicarse a órbitas no planas [1-12] y en la dinámica general. En la nota 324(5) se ejemplifica mediante su aplicación a una órbita con precesión. La nota 324(6) evalúa la velocidad lineal orbital relativista, y da la solución de la ecuación de fuerza de Lorentz en términos de la ecuación de Binet. La nota 324(7) muestra que la curva de velocidad de una galaxia en espiral se describe en forma precisa y directa a partir de la velocidad orbital relativista de la teoría ECE2, mientras que la nota 324(8) muestra que la desviación de la luz por causa de la gravitación se describe en forma precisa a partir de la misma velocidad orbital relativista.

La Sección 2 es un resumen de los principales desarrollos llevados a cabo en las notas, y la Sección 3 es un análisis numérico y gráfico.

2. Soluciones de la ecuación de fuerza de Lorentz para la teoría ECE2 y aplicaciones.

Se muestra en esta sección que la solución de la ecuación de fuerza de Lorentz para la teoría ECE2 para una órbita plana es:

$$\underline{F} = m\left(\gamma\left(\ddot{\underline{r}} + \underline{v}_\Omega \times \underline{\Omega}\right) - \frac{\gamma^2}{1+\gamma}\frac{v_\Omega}{c}\left(\frac{\underline{v}_\Omega}{c}\cdot\underline{g}\right)\right)$$
$$= \frac{\partial}{\partial r}\left((\gamma - 1)mc^2\right)\underline{e}_r . \quad (1)$$

En estas ecuaciones, una masa *m* gira en órbita alrededor de una masa *M*, describiendo una órbita que es en general una órbita relativista. La ecuación de fuerza de Binet relativista para una órbita plana es:

$$\underline{F} = \frac{\partial}{\partial r}\left((\gamma - 1)mc^2\right)\underline{e}_r \quad (2)$$

donde el factor de Lorentz se define mediante:

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} . \quad (3)$$

La velocidad del factor de Lorentz se define a partir de la métrica de Minkowski como:

$$v^2 = \dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2 . \quad (4)$$

En la ecuación de fuerza de Lorentz, $\underline{v}_\Omega$ es la velocidad de un marco de referencia con respecto a otro y $\underline{\Omega}$ es el campo gravitomagnético.

Las ecuaciones de Binet relativistas se deducen a partir del conocido lagrangiano de la relatividad restringida:

$$\mathcal{L} = -\frac{mc^2}{\gamma} - U(r) \quad (5)$$

donde *U* (*r*) es un potencial central. El hamiltoniano de relatividad restringida puede deducirse a partir de este lagrangiano y es:

$$H = E + U(r) \quad (6)$$

donde la energía relativista total es:

$$E = \gamma mc^2. \tag{7}$$

E$ hamiltoniano (6) puede re-expresarse como el hamiltoniano de Sommerfeld:

$$H(\text{Sommerfeld}) = H - mc^2 = (\gamma - 1)mc^2 + U(r) \tag{8}$$

donde:

$$T = (\gamma - 1)mc^2 \tag{9}$$

es la energía cinética relativista. En el límite no relativista:

$$T \to \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} - 1\right)mc^2 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}. \tag{10}$$

Las ecuaciones de Euler Lagrange para el sistema son

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{\theta}} \tag{11}$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial r} = \frac{d}{dt}\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \dot{r}} \tag{12}$$

para un potencial central que depende sólo de r, y no de θ, producen los resultados:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta} = \gamma m r^2 \dot{\theta} \tag{13}$$

y:

$$\frac{d}{dt}(\gamma m \dot{r}) - \gamma m r \dot{\theta}^2 = -\frac{\partial U}{\partial r} = F(r) \tag{14}$$

La Ec. (13) define el momento alguna relativista:

$$L = \gamma m r^2 \dot{\theta} \qquad (15)$$

el cual es una constante del movimiento:

$$\frac{dL}{dt} = 0. \qquad (16)$$

La Ec. (14) define la ecuación de fuerza relativista de la órbita:

$$F(r) = \frac{d}{dt}(\gamma m \dot{r}) - \gamma m r \dot{\theta}^2 \qquad (17)$$

en la que:

$$m \frac{d}{dt}(\gamma \dot{r}) = m\left(\dot{r}\frac{d\gamma}{dt} + \gamma \ddot{r}\right) \qquad (18)$$

Aquí:

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{d\gamma}{dv}\frac{dv}{dt} \qquad (19)$$

por lo tanto:

$$\frac{d}{dt}(\gamma m \dot{r}) = m\left(\dot{r}\,\frac{\gamma^3 v}{c^2}\frac{dv}{dt} + \gamma \ddot{r}\right) \qquad (20)$$

donde:

$$v = \left(\dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2\right)^{1/2} \qquad (21)$$

En general, esta es una expresión complicada que debe desarrollarse mediante álgebra computacional.

Las ecuaciones de Binet se obtienen al efectuar un cambio de variable [1-12]:

$$\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right) = -\frac{1}{r^2}\frac{dr}{d\theta} = -\frac{1}{r^2}\frac{dr}{dt}\frac{dt}{d\theta} \qquad (22)$$

donde

$$\frac{dt}{d\theta} = \frac{\gamma m r^2}{L} \tag{23}$$

a partir de la Ec. (15). Se deduce entonces que:

$$\dot{\theta} = \frac{L}{\gamma m r^2} \tag{24}$$

y

$$\dot{r} = -\frac{L}{\gamma m}\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right) \tag{25}$$

Por lo tanto, la velocidad orbital es:

$$v_N^2 = \dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2 = \frac{L^2}{\gamma^2 m^2}\left(\left(\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right)\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right)$$

$$= \frac{L^2}{m^2}\left(1 - \frac{v_N^2}{c^2}\right)\left(\left(\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right)\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right) \tag{26}$$

y la forma integral de la ecuación de Binet relativista se encuentra directamente a partir de hamiltoniano de Sommerfeld:

$$H - mc^2 = \left(\left(1 - \frac{v_N^2}{c^2}\right)^{-1/2} - 1\right)mc^2 - \frac{mMG}{r} \tag{27}$$

en donde:

$$v_N^2 = \dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2. \tag{28}$$

$$L = \gamma m r^2 \dot{\theta} := \gamma L_0 \tag{28a}$$

De manera que la velocidad orbital relativista es:

$$v_N^2 = \frac{\frac{L^2}{m^2}\left(\left(\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right)\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right)}{1 + \frac{L^2}{m^2c^2}\left(\left(\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right)\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right)} \quad (29)$$

Nótese cuidadosamente que:

$$H - mc^2 = H(\text{Sommerfeld}) \quad (30)$$

es una constante de movimiento, de manera que la ecuación de fuerza de Binet relativista es:

$$F = \frac{\partial}{\partial r}\left((\gamma - 1)mc^2\right) \quad (31)$$

que es la solución requerida de la ecuación de fuerza de Lorentz según la teoría ECE2, QED.

En el límite no relativista, la forma integral de la ecuación de Binet es:

$$U = H - \frac{L^2}{2m}\left(\left(\frac{d}{d\theta}\left(\frac{1}{r}\right)\right)^2 + \frac{1}{r^2}\right) \quad (32)$$

y la ecuación de fuerza de Binet es la conocida [1-12]:

$$F(r) = -\frac{L^2}{mr^2}\left(\frac{d^2}{d\theta^2}\left(\frac{1}{r}\right) + \frac{1}{r}\right) \quad (33)$$

Utilizando estas dos ecuaciones, *F*, *U* y *H* pueden calcularse para cualquier órbita plana en el límite no relativista. Se incluyen en las notas algunos ejemplos, por ejemplo una órbita con precesión y una órbita en espiral hiperbólica. Para una sección cónica con precesión [1-12]:

$$r = \frac{\alpha}{1 + \epsilon\cos(x\theta)} \quad (34)$$

donde α es la semi latitud recta, ε es la excentricidad y x es la constante de precesión. Para esta órbita (nota 324(5)), la fuerzas central es:

$$F = -\frac{\partial U}{\partial r} = -\frac{x^2 L^2}{m r^2 \alpha} + \frac{(x^2-1) L^2}{m r^3} \tag{35}$$

y el potencial gravitacional es:

$$U = -\frac{x^2 L}{m \alpha r} + \frac{1}{2}\left(x^2 - 1\right)\frac{L^2}{m r^2} \tag{36}$$

El hamiltoniano es:

$$H = \frac{x^2 L^2}{2m}\left(\frac{\epsilon^2 - 1}{\alpha^2}\right). \tag{37}$$

En el límite newtoniano, cuando x es igual a la unidad, los resultados se vuelven los conocidos:

$$F = -\frac{mMG}{r^2}, \quad U = -\frac{mMG}{r}, \quad |E| = \frac{mMG}{2a} \tag{38}$$

donde a es el semieje mayor.

Se concluye entonces que la teoría de Einstein no es necesaria para describir una órbita con precesión. Puede describirse en forma clásica, como se ha demostrado más arriba. Nótese cuidadosamente que la ecuación de campo de Einstein produce una ley de fuerza incorrecta [1-12] la cual es una suma de términos que incluyen el cuadrado de la inversa de r y la cuarta potencia de la inversa de r. La expresión correcta se incluye en la Ec. (35).

Tal como se describió en detalle en la nota 324(7), la velocidad orbital relativista (29) da el resultado experimental correcto para la curva de velocidad de una galaxia en espiral, utilizando la órbita en espiral hiperbólica de una estrella que se mueve hacia la periferia desde el centro de la galaxia:

$$\frac{1}{r} = \frac{\theta}{r_0} \tag{39}$$

A partir de las Ecs. (29) y (39) la curva de velocidad para la galaxia en espiral es:

$$v^2 = \frac{L_0^2}{m^2}\left(\frac{1}{r_0^2} + \frac{1}{r^2}\right)\left(1 + \frac{L_0^2}{m^2 c^2}\left(\frac{1}{r_0^2} + \frac{1}{r^2}\right)\right)^{-1} \tag{40}$$

de manera que se dirige a la meseta con valor constante observada en la práctica:

$$v \xrightarrow[r \to \infty]{} \frac{L}{m r_0} \left(1 + \frac{L^2}{m^2 c^2 r_0^2} \right)^{-1/2} \tag{41}$$

Esto constituye una fuerte indicación de que la presente teoría es tanto correcta como preferida por la regla de la navaja de Ockham, en comparación con teorías que se basan, por ejemplo, en "materia oscura". En contraste, se sabe que la curva de velocidad newtoniana es [1-12]:

$$v^2(\text{Newton}) = MG\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) \tag{42}$$

de manera que:

$$v^2 = \frac{MG}{r} \left(2 + \frac{(\epsilon^2 - 1)}{1 + \epsilon \cos\theta} \right) \xrightarrow[r \to \infty]{} 0 \tag{43}$$

y la teoría de newtoniana se colapsa por completo en una galaxia espiral. Se proclama que la órbita einsteiniana es:

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

de manera que la curva de velocidad einsteiniana es:

$$v^2(\text{Einstein}) = \frac{MG}{r} \left(2 + \frac{(\epsilon^2 - 1)}{1 + \epsilon \cos(x\theta)} \right) \xrightarrow[r \to \infty]{} 0, \tag{45}$$

y la relatividad general einsteiniana también fracasa por completo en una galaxia en espiral.

De manera que la teoría ECE2 se prefiere claramente frente a las teorías de Newton y Einstein como una teoría de cosmología y la teoría del campo unificado. Newton es clásico, mientras que Einstein no es una teoría del campo unificado.

Finalmente se muestra que la velocidad orbital relativista (29) da con precisión el resultado experimental para radiación electromagnética desviada por la gravitación. La velocidad orbital relativista, a partir de la Ec. (29) es:

$$v_N^2 = \frac{v^2}{1 + \frac{v^2}{c^2}} \tag{46}$$

donde v_N^2 es la velocidad orbital no relativista:

$$v_N^2 = \dot{r}^2 + \dot{\theta}^2 r^2 \tag{47}$$

En la desviación de la luz por causa gravitacional, el rayo de luz viaja a una velocidad cercana a c, de manera que:

$$v \sim c \tag{48}$$

Se deduce que la velocidad no relativista se define mediante:

$$v_N = \frac{c}{2}. \tag{49}$$

La órbita de la luz es una hipérbola:

$$r = \frac{\alpha}{1+\epsilon\cos\theta} \tag{50}$$

en la que la excentricidad es muy grande, de manera que la órbita se desvía por sólo unos pocos segundos de arco a partir de una línea recta.

La velocidad orbital no relativista es la newtoniana:

$$v_N^2 = MG\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right) \tag{51}$$

donde el semieje mayor es:

$$a = \frac{\alpha}{1-\epsilon^2} \tag{52}$$

En la máxima aproximación:

$$R_0 = \frac{\alpha}{1+\epsilon} \tag{53}$$

Se deduce que:

$$v_N^2 = \frac{MG}{R_0}\left(2 + \frac{\epsilon^2-1}{\epsilon+1}\right) = \frac{MG}{R_0}(1+\epsilon) \tag{54}$$

y para una gran excentricidad:

$$\epsilon \sim \frac{R_0 v_N^2}{MG} \tag{55}$$

El ángulo de desviación es:

$$\Delta\theta = \frac{2}{\epsilon} = \frac{2MG}{R_0 v_N^2} \tag{56}$$

que es el resultado newtoniano.

Sin embargo, la velocidad no relativista v para v_0 aproximándose a c es como más arriba:

$$v_N^2 = \frac{c^2}{2} \tag{57}$$

de manera que el ángulo de desviación es:

$$\Delta\theta = \frac{4MG}{R_0 c^2} \tag{58}$$

el cual es, precisamente, el resultado experimental, Q. E. D., un resultado conocido con gran precisión. Esto constituye evidencia abrumadora de que la teoría ECE2, resuelta mediante la ecuación de Binet, es la teoría correcta para todas las órbitas.

Agradecimientos.

Se agradece al Jefe de Estado y al Gobierno Británico por la Pensión Civil Vitalicia, y al grupo técnico de AIAS y otros por muchas discusiones interesantes. Se agradece a Dave Burleigh por las publicaciones en red, mantenimiento del portal y 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, "The Principles of ECE Theory" (UFT281 - UFT288 y New Generation Publishing, Londres, en prensa).
[2] M. W. Evans, "Collected Scientometrics" (UFT307, Filtered Statistics y New Generation, 2015).
[3] M .W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, "Criticisms of the Einstein Field Equation" (UFT301 y Cambridge International 2010).
[4] L. Felker, "The Evans Equations of Unified Field Theory" (UFT302 y Abramis 2007). Existe traducción al idioma castellano por Alex Hill, de libre acceso en el portal www.aias.us.
[5] H. Eckardt, "El Modelo de Ingeniería de la Teoría ECE" (UFT303).
[6] M .W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis 2005 a 2011 y de libre acceso en la sección UFT) en siete volúmenes.
[7] M .W. Evans, Ed., "Definitive Refutations of the Einsteinian General Relativity" (de libre acceso en el portal www.aias.us y Cambridge International 2012).
[8] M .W. Evans, Ed. J. Found. Phys. Chem., (Cambridge 2011 y de libre acceso 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 y de libre acceso en la sección de Omnia Opera).
[10] M. W. Evans y S. Kielich, "Modern Nonlinear Optics" (Wiley Interscience, Nueva York, 1992, 1993, 1997, 2001), en dos ediciones y seis volúmenes.
[11] M. W. Evans y J.- P. Vigier, "The Enigmatic Photon" (Kluwer 1994 a 2002 y de libre acceso en la sección de Omnia Opera) en cinco volúmenes con encuadernación dura y blanda.
[12] M. W. Evans y A. A. Hasanein, "The Photomagneton in Quantum Field Theory" (World Scientific, 1994).