

Ecuación orbital analítica para la precesión covariante según la teoría ECE2.

por

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

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

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Se obtiene una expresión analítica para la precesión hacia adelante y retrógrada según la teoría ECE2. Esta es la ecuación de Binet covariante según ECE2, válida para todas las leyes de fuerza. Para una ley del cuadrado de la inversa da la órbita a partir de la ecuación relativista de Newton. El sentido de la precesión depende del signo de la conexión de espín, que se origina en la fluctuación cuadrática media del vacío.

Palabras clave: ecuación relativista de Binet, precesión en sentido hacia adelante y retrógrada.

1. Introducción.

Recientemente, en esta serie de más de cuatrocientos documentos y libros [1-41] se ha demostrado que el origen de la precesión orbital es la fluctuación cuadrática media del vacío, de manera que la teoría orbital y de corrimiento de Lamb puede comprenderse dentro de la estructura de las teorías de campo unificado ECE y ECE2. En el documento inmediatamente precedente a éste, el UFT 401, se utiliza la integración analítica de la ecuación de Newton covariante según ECE2 para demostrar que la misma da origen a precesión tanto hacia adelante como en sentido retrógrado, dependiendo del signo de la conexión de espín. Se ha demostrado que ésta última se origina en las fluctuaciones del vacío del tipo empleado en la conocida teoría del corrimiento de Lamb.

En la Sección 2, se transforma la ecuación relativista de Newton en la ecuación relativista de Leibniz y en la ecuación de conservación del momento angular relativista. La primera se transforma aun más, a una ecuación relativista de Binet, que cuando se integra da una órbita relativista para cualquier ley de fuerza. Esto constituye un procedimiento analítico que complementa los procedimientos numéricos de UFT401 y los documentos precedentes. La Sección 3 es una discusión de resultados, con gráficas.

Este documento constituye una breve sinópsis de extensos cálculos contenidos en las Notas de Acompañamiento de UFT402, publicadas en el portal www.aias.us. Estas Notas forman parte intrínseca del documento, y debieran de leerse junto con el documento. La Nota 402(1) analiza el origen de la precesión hacia adelante y hacia atrás en la conexión de espín covariante según ECE2 y las fluctuaciones del vacío isotrópico del tipo utilizado en la teoría del corrimiento de Lamb. Las Notas 402(2) y 402(3) analizan la deducción de la ecuación de fuerza a partir del lagrangiano, definiendo el momento generalizado. La Nota 402(4) es una breve revisión del origen de la precesión orbital en las fluctuaciones del vacío. La Nota 402(5) es la demostración de la conservación del momento angular relativista. La Nota 402(6) es la definición detallada del lagrangiano relativista y un resumen de la dinámica newtoniana, y las Notas 402(7) incluyen todos los detalles de la deducción de la ecuación de Binet relativista de las órbitas, válida para cualquier ley de fuerza.

2. La ecuación de Binet covariante según ECE2.

Consideremos la ecuación de Newton covariante según ECE2 [1-41] de órbitas:

$$\underline{F} = \gamma^3 m \ddot{\underline{r}} = -m M_0 G \frac{\underline{r}}{r^3} \quad (1)$$

en donde un objeto de masa m gira en órbita alrededor de un objeto de masa M , atraído por la ley del cuadrado de la inversa en la Ec. (1). Aquí, \underline{F} es la fuerza, G es la constante de Newton, \underline{r} es el vector posición que une m y M , y

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

donde v es la velocidad orbital y c es la velocidad de la luz. En la teoría ECE2 la fuerza se

define mediante:

$$\underline{F} = -\underline{\nabla}\phi + \underline{\omega}\phi \quad (3)$$

donde

$$\phi = -\frac{uMG}{r} \quad (4)$$

es el potencial gravitacional y $\underline{\omega}$ es la conexión de espín vectorial. Se deduce que:

$$\underline{\omega} = \frac{r}{r^2} \left(\frac{1}{\gamma^3} - 1 \right) \quad (5)$$

con magnitud:

$$\omega = |\underline{\omega}|. \quad (6)$$

En el documento UFT401 se demostró que el sentido de la precesión de la órbita se define mediante el signo de la conexión de espín, un avance fundamental sobre el modelo tradicional de la física.

La fuerza debido al vacío es:

$$\underline{F}(\text{vac}) = \underline{\omega}\phi = -\frac{uMG}{r} \underline{\omega} \quad (7)$$

y como se demostró en el documento UFT401, la magnitud de la conexión de espín se define mediante:

$$\langle \underline{\delta r} \cdot \underline{\delta r} \rangle = \frac{3}{2} r^3 \omega = \frac{3}{2} r^2 \left(1 - \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2} \right) \quad (8)$$

donde $\langle \underline{\delta r} \cdot \underline{\delta r} \rangle$ es el cuadrado del promedio isotrópico de la fluctuación del vacío $\underline{\delta r}$ en el vector posición. La conocida teoría del corrimiento de Lamb utiliza el mismo concepto $\underline{\delta r}$. En la primera aproximación (para pequeñas precesiones) la velocidad orbital newtoniana:

$$v^2 = MG \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) \quad (9)$$

puede utilizarse. Aquí, a es el semieje mayor:

$$a = \frac{\alpha}{1 - \epsilon^2} \quad (10)$$

donde α y ϵ son, respectivamente, la semi latitud recta y la excentricidad, medidas astronómicamente y tabuladas para cualquier órbita. Por lo tanto, la fluctuación cuadrática media puede deducirse para cualquier órbita. En sentido inverso, una dada fluctuación cuadrática media resulta en una órbita particular.

Análogamente, la frecuencia angular de la fluctuación del vacío viene dada en UFT401 como:

$$\Omega_0^2 = \frac{2}{3} \frac{MG}{r^4} \left\langle \delta \underline{r} \cdot \delta \underline{r} \right\rangle^{1/2} = \left(\frac{2}{3} \right)^{1/2} \frac{MG}{r^3} \left(1 - \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2} \right)^{1/2} \quad (11)$$

y puede calcularse para cualquier α y ϵ .

Consideremos la conocida velocidad relativista:

$$\underline{v} = \gamma \frac{d\underline{r}}{dt} \quad (12)$$

Se deduce que la aceleración relativista es:

$$\underline{a} = \frac{d}{dt} (\gamma \dot{\underline{r}}) = \gamma \ddot{\underline{r}} + \dot{\underline{r}} \frac{d\gamma}{dt} \quad (13)$$

y que la ecuación de fuerza relativista (1) puede expresarse como:

$$\underline{F} = m \left(\gamma \ddot{\underline{r}} + \dot{\underline{r}} \frac{d\gamma}{dt} \right) = - \frac{m M_0 G}{r^3} \underline{r} \quad (14)$$

En coordenadas polares planas r y ϕ :

$$\ddot{\underline{r}} = (\ddot{r} - r\dot{\phi}^2) \underline{e}_r + (r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi}) \underline{e}_\phi \quad (15)$$

y

$$\dot{\underline{r}} = \dot{r} \underline{e}_r + r\dot{\phi} \underline{e}_\phi \quad (16)$$

de manera que la Ec. (14) da la ecuación de Leibniz relativista:

$$\gamma (\ddot{r} + r\dot{\phi}^2) + \frac{d\gamma}{dt} \dot{r} = - \frac{M_0 G}{r^2} \quad (17)$$

y la ecuación:

$$\gamma(r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi}) + r\dot{\phi}\frac{d\gamma}{dt} = 0 \quad (18)$$

A partir de un análisis lagrangiano dado en documentos UFT previos, el momento angular relativista se define como:

$$L = \gamma m r^2 \dot{\phi} \quad (19)$$

y es una constante de movimiento en una teoría covariante según ECE2, es decir una cantidad conservada:

$$\frac{dL}{dt} = 0. \quad (20)$$

Se deduce que:

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt}(\gamma m r^2 \dot{\phi}) \\ &= \gamma(r^2\ddot{\phi} + \frac{dr^2}{dt}\dot{\phi}) + r^2\dot{\phi}\frac{d\gamma}{dt} = 0 \end{aligned} \quad (21)$$

Ahora utilizamos:

$$\frac{dr^2}{dt} = \frac{dr^2}{dr} \frac{dr}{dt} = 2\dot{r}r \quad (22)$$

y la Ec. (21) deviene:

$$\gamma(r\ddot{\phi} + 2\dot{r}\dot{\phi}) + r\dot{\phi}\frac{d\gamma}{dt} = 0 \quad (23)$$

que es la Ec. (18), Q. E. D.

Por lo tanto, la ecuación de fuerza covariante en ECE2 (14) conserva rigurosamente el momento angular relativista. El hamiltoniano de la teoría es:

$$H = \gamma m c^2 - \frac{u M G}{r^2} \quad (24)$$

y también es una constante conservada de movimiento:

$$\frac{dH}{dt} = 0. \quad (25)$$

El lagrangiano de la teoría es:

$$L = -\frac{mc^2}{\gamma} + \frac{mMG}{r^2} \quad (26)$$

en donde la velocidad se define como:

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = \dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2 \quad (27)$$

La ecuación de Euler Lagrange:

$$\frac{\partial L}{\partial r} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{r}} \right) \quad (28)$$

da la ecuación relativista de Leibniz (17), y la ecuación de Euler Lagrange:

$$\frac{\partial L}{\partial \phi} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\phi}} \right) \quad (29)$$

da:

$$\frac{dL}{dt} = 0, \quad L = \frac{\partial L}{\partial \dot{\phi}} = \gamma m r^2 \dot{\phi} \quad (30)$$

El momento generalizado:

$$p = \frac{\partial L}{\partial \dot{r}} = \gamma m \dot{r} \quad (31)$$

es el momento lineal relativista. El momento generalizado:

$$L = \frac{\partial L}{\partial \dot{\phi}} = \gamma m r^2 \dot{\phi} \quad (32)$$

es el momento angular relativista.

Para el cálculo analítico de órbitas resulta una ventaja transformar la ecuación de Leibniz en la conocida ecuación de Binet [1-41]:

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

los detalles de esta transformación se incluyen en la Nota 402(7) y en muchos libros de texto. En el nivel no relativista, la transformación utiliza el cambio de variable:

$$u = \frac{1}{r} \quad (34)$$

y el momento angular:

$$L = mr^2 \frac{d\phi}{dt} \quad (35)$$

La ecuación de Binet (33) resulta válida para cualquier ley de fuerza:

$$F(r) = - \frac{\partial U(r)}{\partial r} \quad (36)$$

Para la ley del cuadrado de la inversa, de atracción entre m y M:

$$F(r) = - \frac{mMG}{r^2} \quad (37)$$

la ecuación no relativista de Binet es:

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{1}{\alpha} \quad (38)$$

donde:

$$\alpha = \frac{L^2}{m^2 M G} \quad (39)$$

es la semi latitud recta. Se observa por inspección que la sección cónica:

$$r = \frac{\alpha}{1 + \epsilon \cos \phi} \quad (40)$$

es una solución de la ecuación de Binet, Q. E. D.

Consideremos ahora la ecuación relativista de Leibniz (17):

$$\gamma(\ddot{r} - r\dot{\phi}^2) + \dot{r} \frac{d\gamma}{dt} = -\frac{M_0 G}{r^2} \quad (41)$$

y notemos que:

$$\frac{d}{dt}(\gamma \dot{r}) = \gamma \ddot{r} + \dot{r} \frac{d\gamma}{dt} \quad (42)$$

A partir de la Ec. (19):

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{L}{\gamma m r^2} \quad (43)$$

de manera que:

$$\frac{dv}{d\phi} = -\frac{L}{r^2} \frac{dr}{dt} \frac{dt}{d\phi} = -\gamma \frac{m}{L} \dot{r} \quad (44)$$

Se deduce que:

$$\frac{d^2 v}{d\phi^2} = -\frac{m}{L} \frac{d}{d\phi}(\gamma \dot{r}) = -\frac{m}{L} \frac{dt}{d\phi} \frac{d}{dt}(\gamma \dot{r}) = -\gamma \frac{m^2 r^2}{L^2} \frac{d}{dt}(\gamma \dot{r}) \quad (45)$$

Por lo tanto:

$$\frac{d}{dt}(\gamma \dot{r}) = -\frac{L^2}{\gamma m^2 r^2} \frac{d^2 v}{d\phi^2} \quad (46)$$

y:

$$\gamma r \dot{\phi}^2 = -\frac{L^2}{\gamma m^2 r^3} \quad (47)$$

y la ecuación relativista de Leibniz (41) deviene la ecuación relativista de Binet para las órbitas

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = -\gamma \frac{m r^2}{L^2} F(r) \quad (48)$$

Esta es la ecuación covariante según ECE2 de las órbitas, Q. E. D. Resulta válida para cualquier ley de fuerza, y para la ley del cuadrado de la inversa deviene:

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{\gamma}{\alpha} \quad (49)$$

Estos resultados confirman otras deducciones dadas en documentos UFT previos, mostrando completa y rigurosa consistencia interna general de las teorías ECE y ECE2.

El factor de Lorentz en la Ec. (49) se define mediante:

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2} \quad (50)$$

en un espacio con torsión y curvatura finitas, el espacio matemático de la relatividad ECE2. Nótese cuidadosamente que el factor de Lorentz de la relatividad restringida, de aspecto similar, se define en un espacio con torsión y curvatura iguales a cero. En coordenadas polares planas la velocidad del factor de Lorentz es:

$$v^2 = \dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2 \quad (51)$$

A partir de la Ec. (44):

$$\dot{r} = - \frac{L}{m\gamma} \frac{d}{d\phi} \left(\frac{1}{r} \right) \quad (52)$$

y a partir de la Ec. (43):

$$\dot{\phi} = \frac{L}{\gamma m r^2} \quad (53)$$

de manera que:

$$v^2 = \frac{L^2}{\gamma^2 m^2} \left(\frac{1}{r^2} + \left(\frac{d}{d\phi} \left(\frac{1}{r} \right) \right)^2 \right) \quad (54)$$

Se deduce que:

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{L^2}{m^2 c^2} \left(\frac{1}{r^2} + \left(\frac{d}{d\phi} \left(\frac{1}{r} \right) \right)^2 \right) \quad (55)$$

A partir de las Ecs. (49) y (55)

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{1}{\alpha} \left(1 - \frac{L^2}{m^2 c^2} \left(\frac{1}{r^2} + \left(\frac{d}{d\phi} \left(\frac{1}{r} \right) \right)^2 \right)^{-1/2} \right) \quad (56)$$

que es la ecuación covariante según ECE2 de órbitas con una ley de atracción del cuadrado de la inversa, Q. E. D.

La Ec. (56) es una ecuación analítica precisa para la órbita y se deduce por primera vez en este documento.

Es una ecuación diferencial no lineal de segundo orden, del tipo:

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{1}{\alpha} (1 - x)^{-1/2} \quad (57)$$

donde:

$$x = \frac{L^2}{m^2 c^2} \left(\frac{1}{r^2} + \left(\frac{d}{d\phi} \left(\frac{1}{r} \right) \right)^2 \right) \quad (58)$$

puede utilizarse álgebra computacional para hallar si tiene o no una solución analítica. Si no la tiene, puede integrarse numéricamente. A partir de UFT401 debe de dar precesión orbital, un gran avance en la comprensión de la física. Si:

$$x \ll 1 \quad (59)$$

se reduce a:

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{1}{\alpha} \left(1 + \frac{x}{2} \right) \quad (60)$$

y puede utilizarse nuevamente álgebra computacional para evaluar si la Ec. (60) posee una solución analítica.

La elipse estática viene dada por:

$$\frac{d^2}{d\phi^2} \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{r} = \frac{1}{\alpha} \quad (61)$$

de manera que la precesión viene dada por el término adicional del lado derecho de la Ec. (60).

3. Gráficas y cálculos analíticos.

Incluimos algunos ejemplos de efectos orbitales relativistas. Para un cálculo analítico, requerimos primero una órbita $r(\phi)$, para lo cual utilizamos la órbita elíptica no relativista

$$r(\phi) = \frac{\alpha}{1 + \epsilon \cos(\phi)} \quad (62)$$

donde α es la semi latitud recta, mientras que el semi eje mayor es

$$a = \frac{\alpha}{1 + \epsilon^2} \quad (63)$$

con una excentricidad ϵ . La correspondiente velocidad de la masa en órbita es

$$v^2 = MG \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right). \quad (64)$$

De acuerdo con las Ecs. (2-11) en la Sección 2, el factor gamma relativista es

$$\gamma = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2} \quad (65)$$

y el módulo de la conexión de espín es

$$\omega = \frac{1}{r} \left(1 - \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{3/2} \right). \quad (66)$$

Esto se relaciona con el cuadrado isotrópico de las fluctuaciones del vacío mediante

$$\langle \delta \mathbf{r} \cdot \delta \mathbf{r} \rangle = \frac{3}{2} r^3 \omega \quad (67)$$

cuyo módulo puede definirse mediante

$$\langle \delta r \rangle = \sqrt{\langle \delta \mathbf{r} \cdot \delta \mathbf{r} \rangle} = \sqrt{\frac{3}{2} r^3 \omega}. \quad (68)$$

Finalmente, el cuadrado de la frecuencia angular en la fluctuación del vacío es

$$\Omega_0^2 = \frac{2}{3} \frac{MG}{r^4} \langle \delta r \rangle. \quad (69)$$

Estas cantidades se han representado gráficamente en las Figs. 1-3. Todos los parámetros se han establecido como iguales a la unidad, excepto la velocidad de la luz, $c = 2$ y la excentricidad $\epsilon = 0.3$. Tal como puede observarse a partir de la Fig. 1, para esta excentricidad, el radio varía aproximadamente entre 0.7 y 1.4 unidades. Se han restringido las Figs. 2 y 3 a este rango de valores. La razón v/c (Fig. 2) es altamente relativista, y este rango se ha seleccionado a fin de poder apreciar claramente los efectos gráficos, aun cuando la verdadera velocidad tendrá desviaciones significativas respecto de la aproximación no relativista empleada aquí. Correspondientemente, el factor γ crece hasta un valor de 1.4 en el perihelio.

La conexión de espín ω (Fig. 3) asume su máximo valor en el perihelio, lo cual resulta plausible. La frecuencia de fluctuación Ω_0 asume valores paralelos a la conexión de espín de un modo muy preciso. El radio de fluctuación medio $\langle \delta r \rangle$ sólo varía ligeramente. En total, puede observarse que la masa central distorsiona el espacio a su alrededor.

La ecuación relativista de Binet (60) no puede resolverse analíticamente con valores de x dados por la Ec. (58). Suponiendo un valor constante de x conduce a un cambio efectivo de la semi latitud recta α . Esto provoca un cambio en las dimensiones de la elipse pero no provoca precesión. La variable x debe de tener una dependencia respecto de las coordenadas a fin de generar dicho efecto.

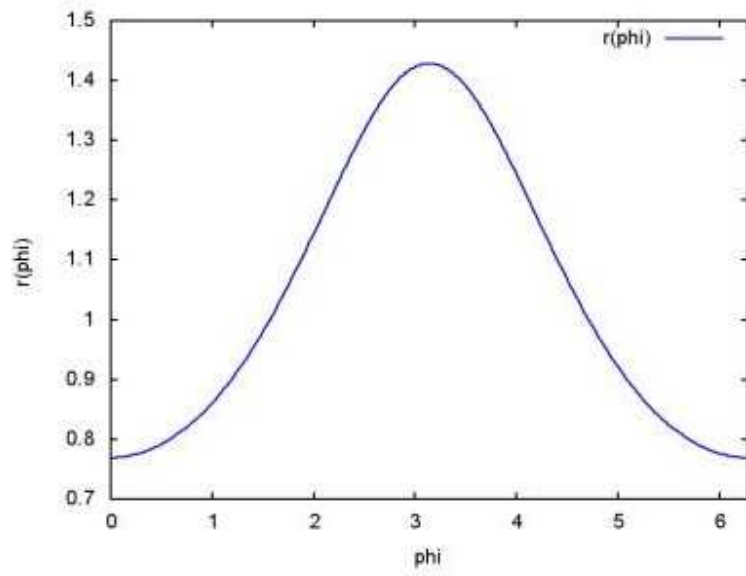


Figura 1: Órbita elíptica $r(\varphi)$ para una masa en órbita.

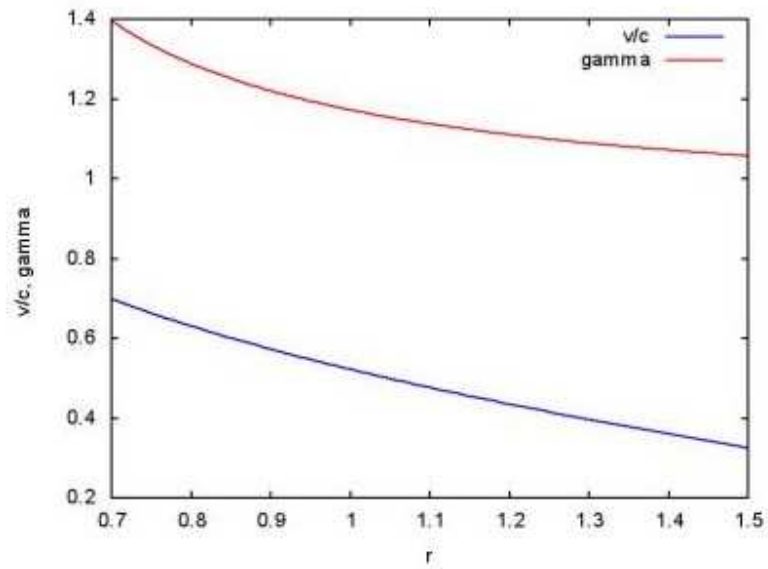


Figura 2: Razón v/c y factor gamma relativista.

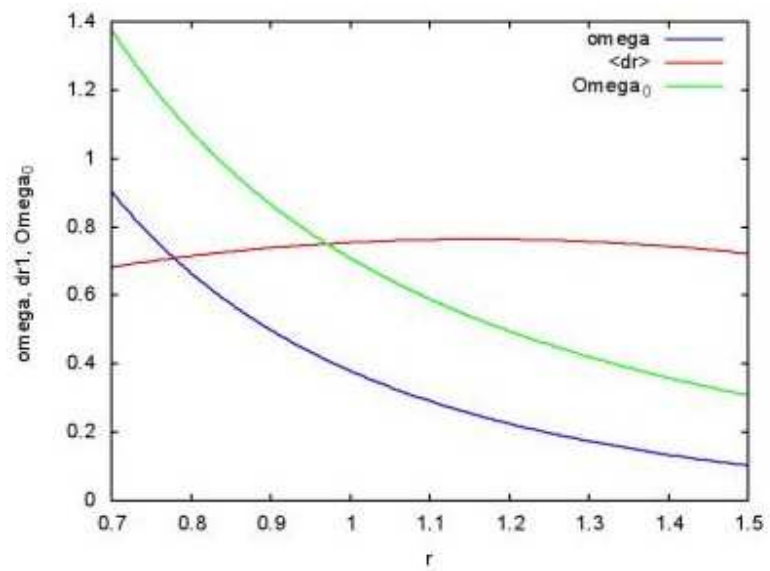


Figura 3: Conexión de espín ω , radio de fluctuación promediado $\langle \delta r \rangle$ y frecuencia de fluctuación Ω_0 .

Agradecimientos.

Se agradece al Gobierno Británico por la Pensión Civil Vitalicia y al equipo técnico de AIAS y otros por muchas discusiones interesantes. Se agradece a Dave Burleigh, CEO de Annexa Inc., por la publicación voluntaria, mantenimiento del portal y del programa de retroalimentación de visitas al mismo. Se agradece a Alex Hill por muchas traducciones y lecturas en idioma castellano, y a Robert Cheshire y Michael Jackson por lecturas y preparación de videos en idioma inglés.

Referencias bibliográficas.

- [1] M. W. Evans, H. Eckardt, D. W. Lindstrom, D. J. Crothers y U. E. Bruchholtz, “Principios de la Teoría ECE, Volumen Dos” (ePubli, Berlín 2017).
- [2] M. W. Evans, H. Eckardt, D. W. Lindstrom y S. J. Crothers, “Principios de la Teoría ECE, Volumen Uno” (New Generation, Londres 2016, ePubli Berlín 2017).
- [3] M. W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, “Criticisms of the Einstein Field Equation” (UFT301 en www.aias.us y Cambridge International 2010).
- [4] M. W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom “Generally Covariant Unified Field Theory” (Abramis 2005 - 2011, en siete volúmenes con encuadernación blanda, de libre acceso en varios docs. UFT, portales combinados www.aias.us y www.upitec.org).
- [5] L. Felker, “Las Ecuaciones de Evans de la Teoría del Campo Unificado” (Abramis 2007, de libre acceso como UFT302, traducción castellana por Alex Hill).
- [6] H. Eckardt, “El Modelo de Ingeniería ECE” (de libre acceso como UFT203, ecuaciones reunidas).
- [7] M. W. Evans, “Collected Scientometrics” (de libre acceso como UFT307, New Generation, Londres, 2015).
- [8] M. W. Evans y L. B. Crowell, “Classical and Quantum Electrodynamics and the $B^{(3)}$ Field” (World Scientific 2001, de libre acceso en la sección Omnia Opera del portal www.aias.us).
- [9] M. W. Evans y S. Kielich, Eds., “Modern Nonlinear Optics” (Wiley Interscience, Nueva York, 1992, 1993, 1997 y 2001) en dos secciones y seis volúmenes, enc. dura y blanda y como libro electrónico.
- [10] M. W. Evans y J. - P. Vigié, “The Enigmatic Photon” (Kluwer, Dordrecht, 1994 a 1999) en cinco volúmenes, enc. dura y blanda, de libre acceso en la sección Omnia Opera del portal www.aias.us).
- [11] M. W. Evans, Ed. “Definitive Refutations of the Einsteinian General Relativity” (Cambridge International Science Publishing, 2012, de libre acceso en los portales).
- [12] M. W. Evans, Ed., J. Foundations of Physics and Chemistry (Cambridge International Science Publishing).
- [13] M. W. Evans y A. A. Hasanein, “The Photomagneton in Quantum Field Theory (World Scientific 1974).
- [14] G. W. Robinson, S. Singh, S. B. Zhu y M. W. Evans, “Water in Biology, Chemistry and Physics” (World Scientific 1996).
- [15] W. T. Coffey, M. W. Evans, y P. Grigolini, “Molecular Diffusion and Spectra” (Wiley Interscience 1984).
- [16] M. W. Evans, G. J. Evans, W. T. Coffey y P. Grigolini”, “Molecular Dynamics and the Theory of Broad Band Spectroscopy (Wiley Interscience 1982).
- [17] M. W. Evans, “The Elementary Static Magnetic Field of the Photon”, *Physica B*, 182(3), 227-236 (1992).
- [18] M. W. Evans, “The Photon’s Magnetic Field: Optical NMR Spectroscopy” (World Scientific 1993).
- [19] M. W. Evans, “On the Experimental Measurement of the Photon’s Fundamental Static Magnetic Field Operator, $B^{(3)}$: the Optical Zeeman Effect in Atoms”, *Physica B*, 182(3), 237 - 143 (1982).
- [20] M. W. Evans, “Molecular Dynamics Simulation of Induced Anisotropy: I Equilibrium Properties”, *J. Chem. Phys.*, 76, 5473 - 5479 (1982).

- [21] M. W. Evans, "A Generally Covariant Wave Equation for Grand Unified Theory" *Found. Phys. Lett.*, 16, 513 - 547 (2003).
- [22] M. W. Evans, P. Grigolini y P. Pastori-Parravicini, Eds., "Memory Function Approaches to Stochastic Problems in Condensed Matter" (Wiley Interscience, reimpresso 2009).
- [23] M. W. Evans, "New Phenomenon of the Molecular Liquid State: Interaction of Rotation and Translation", *Phys. Rev. Lett.*, 50, 371, (1983).
- [24] M. W. Evans, "Optical Phase Conjugation in Nuclear Magnetic Resonance: Laser NMR Spectroscopy", *J. Phys. Chem.*, 95, 2256-2260 (1991).
- [25] M. W. Evans, "New Field induced Axial and Circular Birefringence Effects" *Phys. Rev. Lett.*, 64, 2909 (1990).
- [26] M. W. Evans, J. - P. Vigiér, S. Roy y S. Jeffers, "Non Abelian Electrodynamics", "Enigmatic Photon Volume 5" (Kluwer, 1999)
- [27] M. W. Evans, replica a L. D. Barron "Charge Conjugation and the Non Existence of the Photon's Static Magnetic Field" , *Physica B*, 190, 310-313 (1993).
- [28] M. W. Evans, "A Generally Covariant Field Equation for Gravitation and Electromagnetism" *Found. Phys. Lett.*, 16, 369 - 378 (2003).
- [29] M. W. Evans y D. M. Heyes, "Combined Shear and Elongational Flow by Non Equilibrium Electrodynamics", *Mol. Phys.*, 69, 241 - 263 (1988).
- [30] Ref. (22), impression de 1985.
- [31] M. W. Evans y D. M. Heyes, "Correlation Functions in Couette Flow from Group Theory and Molecular Dynamics", *Mol. Phys.*, 65, 1441 - 1453 (1988).
- [32] M. W. Evans, M. Davies y I. Larkin, Molecular Motion and Molecular Interaction in the Nematic and Isotropic Phases of a Liquid Crystal Compound", *J. Chem. Soc. Faraday II*, 69, 1011-1022 (1973).
- [33] M. W. Evans y H. Eckardt, "Spin Connection Resonance in Magnetic Motors", *Physica B*, 400, 175 - 179 (2007).
- [34] M. W. Evans, "Three Principles of Group Theoretical Statistical Mechanics", *Phys. Lett. A*, 134, 409 - 412 (1989).
- [35] M. W. Evans, "On the Symmetry and Molecular Dynamical Origin of Magneto Chiral Dichroism: "Spin Chiral Dichroism in Absolute Asymmetric Synthesis" *Chem. Phys. Lett.*, 152, 33 - 38 (1988).
- [36] M. W. Evans, "Spin Connection Resonance in Gravitational General Relativity", *Acta Physica Polonica*, 38, 2211 (2007).
- [37] M. W. Evans, "Computer Simulation of Liquid Anisotropy, III. Dispersion of the Induced Birefringence with a Strong Alternating Field", *J. Chem. Phys.*, 77, 4632-4635 (1982).
- [38] M. W. Evans, "The Objective Laws of Classical Electrodynamics, the Effect of Gravitation on Electromagnetism" *J. New Energy Special Issue* (2006).
- [39] M. W. Evans, G. C. Lie y E. Clementi, "Molecular Dynamics Simulation of Water from 10 K to 1273 K", *J. Chem. Phys.*, 88, 5157 (1988).
- [40] M. W. Evans, "The Interaction of Three Fields in ECE Theory: the Inverse Faraday Effect" *Physica B*, 403, 517 (2008).
- [41] M. W. Evans, "Principles of Group Theoretical Statistical Mechanics", *Phys. Rev.*, 39, 6041 (1989).