

Desarrollo de la Teoría m, Parte 2: La órbita de S2, desviación de la luz por causa gravitacional y curva de velocidad de una galaxia en espiral.

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.

La teoría m de la física y astronomía se aplica a la órbita de la estrella S2 para demostrar que su precesión es un centenar de veces más pequeña que aquella predicha por la relatividad general einsteiniana. La teoría m se utiliza para describir la curva de velocidad de una galaxia en espiral, donde las teorías de Einstein y Newton fracasan por completo. Se demuestra que la teoría m brinda una descripción precisa de la desviación de la radiación electromagnética por gravitación, y una descripción precisa del corrimiento al rojo gravitacional.

Palabras clave: Teoría de campo unificado ECE2, teoría m, la órbita de S2, desviación de la luz por gravitación, la curva de velocidad de una galaxia en espiral.

1. Introducción.

En documentos recientes de esta serie [1-41] se ha desarrollado una teoría de campo unificado covariante generalizada de la física y astronomía en el espacio-tiempo más general con simetría esférica, y denominada “teoría m”. Se ha demostrado en documentos inmediatamente precedentes que la teoría m posee una rigurosa consistencia interna y que obedece rigurosamente las leyes de conservación. Es capaz de producir precesiones orbitales hacia adelante y en retroceso, órbitas en expansión y en retracción, propagación supra-lumínica y energía potencial infinita a partir del espacio m (sinónimo de “espacio-tiempo” o “vacío”). En la Sección 2 de este documento se aplica la teoría m a la órbita de la estrella S2, la desviación de la radiación electromagnética por gravitación y la curva de velocidad de una galaxia en espiral. Se demuestra que la relatividad general einsteiniana (RGE) fracasa por un factor de dos órdenes de magnitud en describir la precesión observada de la estrella S2, mientras que la teoría m ofrece una descripción exacta. Análogamente, las teorías de Einstein y Newton fracasan completamente en la descripción de la curva de velocidad de una galaxia en espiral, mientras que la teoría m logra dicho propósito. Finalmente, se demuestra que la teoría m brinda una descripción precisa de la desviación de la radiación electromagnética por efectos gravitacionales de un modo mucho más sencillo que la RGE. Ésta última predice una precesión hacia adelante de 0.218 grados por órbita de S2, pero esta precesión no es la observada.

Este documento constituye una breve sinopsis de extensos cálculos en las Notas de Acompañamiento de UFT419 en el portal www.aias.us. En la Nota 419(1) se demuestra que la órbita S2 se aproxima mucho a ser newtoniana, una elipse estática con una muy pequeña precesión. La pequeña diferencia se explica mediante una función m estática que ofrece una precesión hacia adelante de 0.0033 grados por órbita. Este hallazgo refuta por completo la RGE, la cual da una precesión hacia adelante de 0.218 grados por órbita de S2. En la Nota 419(2) se aplica la teoría m a la desviación de la luz por causas gravitacionales, explicando el resultado experimental de una manera que resulta mucho más sencilla que con la RGE, y preferida al aplicar la Navaja de Ockham, o principio de simplicidad. Toda pequeña desviación que pueda hallarse por astronomía de precisión se explica a través de una teoría m. La Nota 419(3) describe inconsistencias internas en el análisis del modelo establecido de la física de S2. La Nota 419(4) desarrolla las tres leyes de Kepler en la teoría m, y la Nota 419(5) desarrolla la teoría m de la curva de velocidad de galaxias en espiral, mostrando que diferentes estructuras galácticas pueden explicarse mediante diferentes funciones m.

2. Aplicación de la Teoría m.

La órbita de la estrella S2 alrededor de una gran masa central ha sido estudiada durante muchos años por parte de varios laboratorios. El 18 de mayo de 2018 alcanzó su máxima aproximación con los siguientes parámetros, dados por un artículo publicado en la red por Wikipedia:

$$\begin{aligned}r &= 1.7952 \times 10^{13} \text{ m} \\v &= 7.650 \times 10^6 \text{ ms}^{-1} \\a &= 1.451 \times 10^{14} \text{ m} \\M &= 8.572 \times 10^{36} \text{ kg} \\G &= 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3\text{s}^{-2}\text{kg}^{-1}\end{aligned}$$

$$\epsilon = 0.88466$$

$$T = 16.0518 \text{ años terrestres}$$

Aquí, r es la distancia de máxima aproximación, v es la velocidad orbital a la máxima aproximación, a es el semieje mayor de la órbita S2, M es la masa central estimada, y ϵ es la excentricidad, T es el período de una órbita de S2, y G es la constante gravitacional. La órbita S2, a partir de muchas observaciones efectuadas a lo largo de un cuarto de siglo, se ha supuesto a menudo en la literatura sobre astronomía como una elipse, de manera que es newtoniana o kepleriana. De ser así, la velocidad orbital newtoniana debe de ser:

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

Sin embargo, los datos de más arriba provenientes de Wikipedia dan:

$$v^2 = 5.852 \times 10^{13} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \quad (2)$$

$$MG \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) = 5.977 \times 10^{13} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \quad (3)$$

de manera que existe una discrepancia significativa. Ésta última puede explicarse mediante una teoría m con $m(r)$ constante, en donde:

$$v^2 = m(r)^{3/2} MG \left(\frac{2m(r)^{1/2}}{r} - \frac{1}{a} \right). \quad (4)$$

Tal como se describe en la Sección 3, la órbita S2 recibe la mejor explicación mediante la teoría m si la precesión por órbita de S2 es:

$$\Delta\phi = + 0.0033^\circ. \quad (5)$$

Al así hacerse, se encontró que los datos de Wikipedia son inconsistentes y deben de modificarse. Por otro lado, la RGE da la conocida precesión hacia adelante:

$$\Delta\phi(\text{RGE}) = \frac{6\pi MG}{a(1-\epsilon^2)c^2} \quad (6)$$

que para los datos de más arriba es de 0.218 grados por órbita. Este valor es aproximadamente dos órdenes de magnitud demasiado grande, de manera que la RGE queda completamente refutada por la órbita de S2.

La masa central alrededor de la cual orbita S2 se deduce mediante un rutinario análisis newtoniano:

$$M = \frac{v^2}{G \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)} \quad (7)$$

utilizando valores conocidos para v , r , y a . Nada en este análisis implica la existencia de un "agujero negro supermasivo", sino que se trata de un análisis newtoniano clásico, que da como resultado una gran masa. La teoría de agujeros negros se basa en la ecuación de campo de Einstein, la cual se sabe es errónea debido a la ausencia de torsión, y que ha sido refutada en casi un centenar de maneras distintas en la serie UFT publicada en el portal www.aias.us.

La órbita de RGE se calcula a partir del elemento lineal infinitesimal en coordenadas polares planas en un espacio-tiempo con máxima simetría esférica [1-41].

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = w(r) c^2 dt^2 - \frac{dr^2}{w(r)} - r^2 d\phi^2 \quad (8)$$

donde m es una función de r , τ es el tiempo propio, y (r, ϕ) es el sistema de coordenadas polares planas. La ecuación de campo de Einstein limita $m(r)$ a una función:

$$w(r) = 1 - \frac{r_0}{r} \quad (9)$$

donde:

$$r_0 = \frac{2MG}{c^2} \quad (10)$$

es el así llamado radio de "Schwarzschild". A partir de la Ec. (8) la órbita de RGE es:

$$\frac{dr}{d\phi} = r^2 \left(\frac{1}{b^2} - w(r) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2} \right) \right)^{1/2} \quad (11)$$

donde a y b son constantes.

La Ec. (11) fracasa completamente en S2, así como en las galaxias en espiral, en donde tanto Einstein como Newton predicen una velocidad igual a cero para un valor infinito de r . La velocidad galáctica observada alcanza una meseta para un valor infinito de r . No existe manera alguna en que la RGE pueda considerarse como una teoría precisa, ya que fracasa completamente a partir de los datos de S2 y galácticos.

La órbita de S2 en la teoría m se obtiene mediante solución simultánea de:

$$\frac{dH}{dt} = 0 \quad (12)$$

y

$$\frac{dL}{dt} = 0 \quad (13)$$

dadas las condiciones iniciales. Aquí:

$$H = w(r) \gamma m c^2 - w(r)^{1/2} \frac{mMG}{r} \quad (14)$$

es el hamiltoniano de la teoría m, y

$$L = \frac{\gamma m r^2 \dot{\phi}}{m(r)} \quad (15)$$

es su momento angular. Ambos son constantes de movimiento descritos por las Ecs. (12) y (13). El factor de Lorentz generalizado de la teoría m es:

$$\gamma = \left(m(r) - \frac{\dot{r}^2 + r^2 \dot{\phi}^2}{m(r)c^2} \right)^{-1/2} \quad (16)$$

Por lo tanto, la teoría m utiliza una energía potencial:

$$U = -m(r)^{1/2} \frac{mMG}{r} \quad (17)$$

mientras que la Ec. (11) de la RGE no emplea el concepto de energía potencial, como es bien sabido.

El álgebra computacional nos muestra que las Ecs. (12) a (17) dan:

$$\begin{aligned} \ddot{r} - r\dot{\phi}^2 &= \frac{dm(r)}{dr} \left(c^2 m(r) + \frac{MG}{2\gamma^3 r m(r)^{1/2}} - \frac{3c^2}{2\gamma^2} \right) \\ &\quad - \frac{1}{m(r)} \frac{dm(r)}{dr} \dot{\phi}^2 r^2 \left(2 - \frac{MG}{2\gamma c^2 m(r)^{1/2}} \right) - MG \left(\frac{m(r)^{1/2}}{\gamma^3 r^2} + \frac{\dot{\phi}^2}{\gamma c^2 m(r)^{1/2}} \right) \end{aligned} \quad (18)$$

y:

$$\begin{aligned} r\ddot{\phi} + 2\dot{\phi}\dot{r} &= r\dot{\phi}\dot{r} \left(\frac{1}{m(r)} \frac{dm(r)}{dr} \left(2 - \frac{MG}{2\gamma c^2 r m(r)^{1/2}} \right) \right. \\ &\quad \left. + \frac{MG}{\gamma c^2 r m(r)^{1/2}} \right) \end{aligned} \quad (19)$$

La órbita S2 se calcula mediante la integración de las Ecs. (18) y (19) en forma numérica. El límite newtoniano de las Ecs. (18) y (19) se describe mediante:

$$\ddot{r} - r\dot{\phi}^2 = -\frac{MG}{r^2} \quad (20)$$

y

$$r\ddot{\phi} + 2\dot{\phi}\dot{r} = 0 \quad (21)$$

y da una órbita elíptica. Las Ecs. (18) y (19) dan una variedad de órbitas, tal como se describe en documentos UFT inmediatamente precedentes, publicados en los portales www.aias.us y www.upitec.org.

El argumento anterior muestra que la RGE es obsoleta y que en física y astronomía debe de reemplazarse mediante la teoría m.

Tal como se mostró en la Nota 419(2), la teoría newtoniana de la desviación de la luz por efectos gravitacionales produce:

$$\Delta\psi = \frac{z}{E} = \frac{zMG}{R_0 v_N^2} \quad (22)$$

donde R_0 es la distancia de máximo acercamiento de un objeto de masa m que gira en órbita alrededor de un objeto de masa M , y v_N es la velocidad orbital newtoniana en un máximo acercamiento. Sin embargo, la desviación experimental de la luz o la radiación electromagnética que roza una masa M es:

$$\Delta\psi = \frac{4MG}{R_0 c^2} \quad (23)$$

Se afirma que el resultado experimental es muy preciso, y que es el resultado de astronomía de precisión contemporánea. El resultado experimental se obtiene en forma directa, como en la Nota 419(2) utiizando

$$w(r) = 1 \quad (24)$$

de manera que:

$$\gamma = \left(1 - \frac{v_N^2}{c^2}\right)^{-1/2} \quad (25)$$

La velocidad relativista observada v se define mediante:

$$v = \gamma v_N \quad (26)$$

donde v_N es la velocidad newtoniana. Se deduce entonces que:

$$v_N^2 = \frac{v^2}{1 + \frac{v^2}{c^2}} \quad (27)$$

y que:

$$\Delta\psi = \frac{zMG}{R_0 \left(1 + \frac{v^2}{c^2}\right)} \quad (28)$$

de manera que, a medida que v se aproxima a c :

$$\Delta\psi \xrightarrow{v \rightarrow c} \frac{4MG}{R_0 c^2}, \quad (29)$$

Este es, exactamente, el resultado experimental, obtenido con un valor constante de $m(r)$ igual a la unidad.

El elaborado método de Einstein para obtener la Ec. (23) se mostró en los documentos UFT150 a UFT155 como muy oscuro y erróneo debido al desprecio de la torsión.

Tal como se demostró en documentos inmediatamente precedentes, la velocidad orbital newtoniana (1) se modifica bajo aproximaciones bien definidas en la teoría m a:

$$v_N^2 = m(r)^{3/2} MG \left(\frac{2m(r)^{1/2}}{r} - \frac{1}{a} \right) \quad (30)$$

Suponiendo que en la máxima aproximación:

$$\frac{1}{a} = \frac{1 - \epsilon}{R_0} \quad (31)$$

la desviación de la luz en la teoría m deviene

$$\Delta\psi = m(r)^{3/2} \left(\frac{2MG}{R_0 v_N^2} \right) \quad (32)$$

bajo las aproximaciones dadas. En teoría m :

$$v_N^2 = \frac{v^2}{\gamma^2} = v^2 m(r) \left(1 - \frac{v_N^2}{m(r) c^2} \right) \quad (33)$$

y se deduce, como en la Nota 419(2), que:

$$\Delta\psi \xrightarrow{v \rightarrow c} \left(\frac{1 + m(r)}{m(r)^{1/2}} \right) \left(\frac{2MG}{R_0 c^2} \right) \quad (34)$$

Toda desviación respecto del resultado experimental afirmado (23) puede explicarse a partir de la teoría m . Estas desviaciones podrían volverse aparentes en el futuro, a partir de una astronomía más precisa.

Tal como se muestra en la Nota 419(4), las tres leyes de Kepler se modifican a través de la teoría m , como también sucede en toda la física y la astronomía.

La primera ley de Kepler afirma que una órbita es una elipse. Esto cambia por completo en la teoría m , donde se describe la órbita mediante las Ecs. (12) y (13). La segunda ley de Kepler, de 1609, es que la velocidad de área cubierta en una órbita, dA / dt , es una constante:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{L}{2m} = \text{constante} \quad (35)$$

En la teoría m , la segunda ley de Kepler deviene:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{1}{2} \frac{w(r)}{\gamma} \frac{L}{m} \quad (36)$$

donde L es el momento angular constante (15) y γ es el factor de Lorentz generalizado (16). La tercera ley de Kepler es una integración de la segunda ley a lo largo de una órbita completa. Expresando la segunda ley como:

$$dt = \frac{2m}{L} dA \quad (37)$$

se integran ambos lados como sigue:

$$T = \int_0^t dt = \frac{2m}{L} \int_0^A dA \quad (38)$$

para dar:

$$T = \frac{2m}{L} A. \quad (39)$$

El tiempo T requerido para recorrer una órbita completa es proporcional al área de la órbita A . Para la elipse newtoniana, la tercera ley de Kepler puede expresarse como:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{MG} a^3. \quad (40)$$

De manera que cualquier serie de datos consistente proveniente del campo de la astronomía para una órbita newtoniana deberá cumplir simultáneamente las Ecs. (1) y (40). En la Sección 3 se muestra que los datos de Wikipedia no cumplen y resultan sin consistencia interna. Esto resulta típico de Wikipedia, mucho de lo cual es obsoleto.

En la teoría m , la tercera ley de Kepler deviene:

$$T = \frac{2\pi m}{L} \int_0^A \frac{Y}{m(r)} dA \quad (41)$$

y podría desviarse considerablemente de la tercera ley original de Kepler. La Ec. (41) se desarrolla en la Nota 419(4).

Tal como se muestra en detalle en la Nota 419(5), la velocidad lineal orbital de la teoría m es:

$$v^2 = \frac{L^2 m(r)}{Y^2 m^2} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^4} \left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 \right) \quad (42)$$

en coordenadas polares planas (r, ϕ) . En una galaxia en espiral, los brazos de la espiral pueden modelarse de una manera muy sencilla mediante:

$$\frac{1}{r} = \frac{\phi}{r_0} \quad (43)$$

de manera que:

$$v^2 \xrightarrow{r \rightarrow \infty} \frac{L^2 m(r)}{Y^2 m^2 r_0^2} \quad (44)$$

Tal como se demostró en la Nota 419(5) esto es constante si

$$m(r)^2 = A \left(1 + \frac{L^2}{m^2 r_0^2 c^2} \right) \quad (45)$$

donde A es una constante.

En general:

$$v^2 = \frac{L^2 m(r)}{Y^2 m^2} \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r^4} \left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 \right) \quad (46)$$

donde:

$$\frac{1}{Y^2} = m(r) - \frac{v^2}{m(r)c^2} \quad (47)$$

de manera que v puede calcularse en términos de cualquier $m(r)$ y cualquier $dr/d\phi$.

Por ejemplo, si se supone que:

$$\frac{1}{r} = \frac{\phi}{r_0} \quad (48)$$

se deduce en teoría m que si v es una constante para un valor infinito de r , tal como se observa, entonces:

$$m(r)^2 \xrightarrow{r \rightarrow \infty} \text{constante.} \quad (49)$$

A partir de la Ec. (46), utilizando:

$$\frac{1}{r^2} \xrightarrow{r \rightarrow \infty} 0 \quad (50)$$

se deduce que:

$$v^2 \xrightarrow{r \rightarrow \infty} \frac{L^2 m(r)}{\gamma^2 m^2 r^4} \left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 \quad (51)$$

Utilizando el resultado observado experimentalmente:

$$v^2 \xrightarrow{r \rightarrow \infty} \text{constante} := A \quad (52)$$

la órbita debe de ser:

$$\left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 = \frac{m^2 r^4 A}{m(r) L} \left(m(r) - \frac{v^2}{m(r) c^2} \right) \quad (53)$$

Éste es el tipo de órbita más general que da lugar a un valor constante de v para un valor infinito de r . Determina la forma de cualquier galaxia en espiral.

En la aproximación:

$$v \ll c \quad (54)$$

se deduce que:

$$\gamma^2 \approx \frac{1}{m(r)} \quad (55)$$

de manera que:

$$\frac{d\phi}{dr} = \frac{L m(r)}{m r^2 A^{1/2}} \quad (56)$$

y:

$$\phi = \frac{L}{m A^{1/2}} \int \frac{m(r) dr}{r^2} \quad (57)$$

En el límite:

$$m(r) \rightarrow 1 \quad (58)$$

esto genera la espiral:

$$\phi = - \frac{L}{m A^{1/2}} \frac{1}{r}, \quad (59)$$

En forma más general:

$$\left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 = \frac{m^2 r^4 A}{m(r)} \left(m(r) - \frac{v^2}{m(r)c^2} \right)^{-1} \quad (60)$$

que se ha deducido en el límite:

$$v^2 \rightarrow A = \text{constante} \quad (61)$$

de manera que:

$$\left(\frac{dr}{d\phi} \right)^2 = \frac{m^2 r^4 A}{m(r)} \left(m(r) - \frac{A}{m(r)c^2} \right)^{-1} \quad (62)$$

y la órbita es:

$$\phi = \frac{1}{m} \int \left(\frac{m(r)}{A r^4} \left(m(r) - \frac{A}{m(r)c^2} \right) \right)^{1/2} dr \quad (63)$$

Esta ecuación describe diferentes estructuras galácticas, definidas mediante una elección de $m(r)$. De manera que en la teoría m las galaxias son mapas de espacio-tiempo esférico.

3. Análisis de consistencia interna, cálculo y gráficas.

3.1 S2: variación de la masa central.

Las ecuaciones relativistas de movimiento para coordenadas polares planas (r, ϕ) en la teoría m vienen dadas por las Ecs. (18, 19), y éstas se analizaron en el documento UFT 416. Para la solución numérica empleamos condiciones iniciales experimentales dadas al principio de la Sección 2, donde $r = r_{\min}$ es el radio de máxima aproximación de la estrella S2 al centro de la galaxia, y $v = v_{\min}$ es la velocidad correspondiente. Los datos experimentales relevantes se presentan en la primera línea de datos de la Tabla 1. No se midió hasta ahora un ángulo de precesión de la órbita elíptica, y pareciera ser bastante pequeño. Empleando los valores experimentales iniciales en el cálculo conduce a los resultados indicados en la segunda línea de la Tabla 1. Hay desviaciones bastante grandes en el período orbital y el radio máximo. Las corridas de prueba mostraron que los resultados dependen sensiblemente del valor de la masa central M . Este valor no se conoce con mucha precisión. Por lo tanto, variamos este valor en una serie de cálculos, todos ellos con $m(r) = 1$. Las variaciones halladas para T , ϵ , r_{\max} y $\Delta\phi$ se representaron gráficamente en las Figs. 1-4.

Con respecto a T , el valor experimental de T se representó como un triángulo rojo en el sitio del valor experimental de M (Fig. 1). Fue necesario desplazar a T significativamente a un valor menor de M para lograr una coincidencia con la curva. En otras palabras, el conjunto de datos no es ni kepleriano ni newtoniano. La excentricidad (Fig. 2) disminuye linealmente con M , lo cual resulta bastante sorprendente. Debe de desplazarse casi hasta el mismo valor de M , como es el caso para T . Esto podría sugerir que este valor es la verdadera masa central, en tanto se utilice este modelo con una curvatura del espacio-tiempo constante. El radio máximo (Fig. 3) se comporta, cualitativamente, de un modo similar al período orbital. Puede observarse que el punto del valor experimental debe también desplazarse a un valor menor de M para coincidir con la curva, pero a un valor ligeramente mayor que para T y ϵ . Esto demuestra que persisten algunos problemas de consistencia de datos experimentales o teóricos. El ángulo de precesión (Fig. 4) crece linealmente con M , de un modo similar a como ϵ disminuye con M . No hay un valor experimental conocido para la precesión.

La masa central (en la aproximación newtoniana) puede calcularse según la Ec.(40) mediante

$$M_N = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2 G} \quad (64)$$

donde a es el semieje mayor de la órbita elíptica. El insertar valores experimentales da exactamente $M_N = 8.572 \cdot 10^{36}$ kg, lo cual significa que el valor de masa ha sido deducido por los astrónomos a partir de teoría newtoniana. Por lo tanto, podemos estar bastante seguros que la discrepancia entre los datos calculados y los experimentales nace a partir de esta

	T [a]	ϵ	r_{\max} [10^{14} m]	$\Delta\phi$ [rad]
experimento	16.05	0.88466	2.73464	?
condic. iniciales exp.	9.65	0.83724	2.02688	6.0636e-4
mejor ajuste para M	16.07	0.88323	2.89596	5.7702e-4
datos exp. con $m=0.9877$	16.07	0.88332	2.89596	5.9144e-4

Tabla 1: Parámetros de la órbita estelar de S2 (datos experimentales y cálculos recientes).

suposición. Para obtener el período orbital correcto, debemos de emplear una masa efectiva, que es $M_{ef} = 8.3627 \cdot 10^{36}$ kg. De acuerdo con la Nota 419(4), tenemos la proporcionalidad

$$T \propto \frac{\gamma}{m(r)} \quad (65)$$

Como han demostrado los cálculos, el factor γ es 1.0003 en el máximo, es decir que no desempeña papel alguno en la ecuación anterior, y la función m promedio debe de ser

$$\bar{m} = \sqrt{\frac{M_{ef}}{M_N}} = \sqrt{\frac{8.3627}{8.572}} = 0.9877 \quad (66)$$

Utilizando este valor constante para $m(r)$ y la masa experimental M se obtienen los resultados incluidos en la cuarta línea de la Tabla 1. Obviamente, un valor constante de $m(r)$ posee casi el mismo efecto que el cambio en el valor de la masa central.

La órbita elíptica de la estrella S2, obtenida mediante el cálculo de “mejor ajuste”, se representa gráficamente en la Fig. 5, demostrando la elevada elipticidad de la órbita. Las otras trayectorias se representan en las Figs. 6-8. Todas las curvas se presentan en unidades del SI. El momento angular y la energía total sólo se desvían de los valores newtonianos en las regiones donde la masa se encuentra cerca del centro. El factor γ sólo se desvía de la unidad en esta región del periastro.

3.2 S2: consistencia de los datos experimentales.

Utilizando la fórmula kepleriana (40) y los datos experimentales para a y M , el resultado para el período orbital es

$$T = 14.55 \text{ años} \quad (67)$$

comparado con el experimental de $T = 16.05$ años. Hay un 9% de diferencia. Utilizando la velocidad newtoniana

$$v^2 = MG \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) \quad (68)$$

(con el dato experimental para v) y resolviendo para M se obtiene

$$T = 14.71 \text{ años} \quad (69)$$

que no es muy diferente. La discrepancia respecto del valor medido en forma experimental permanece, indicando que la órbita de S2 no es newtoniana, a pesar de tener la forma de una elipse.

Otro punto de discrepancia es el semieje mayor a . Utilizando los valores de a y ϵ dados al principio de la Sección 2, obtenemos para el radio mínimo de una elipse:

$$r_{\min} = a (1 - \epsilon) = 1.6736 \cdot 10^{13} \text{ m.} \quad (70)$$

Este valor es diferente del valor $1.7952 \cdot 10^{13}$ m medido en el mes de mayo de 2018, en el punto de máxima aproximación. Probablemente, el valor de a debe de corregirse, cuando el punto de máximo distanciamiento pueda medirse en el año 2026.

La proporción v/c en $r = r_{\min}$ es de 2.55%, por lo tanto los efectos de la relatividad restringida son pequeños. La fórmula (4) de la teoría m se resolvió para $m(r)$ en UFT 417, Sección 3 (ecuación cuártica) y da, para la velocidad experimental v_{\min} :

$$m(r_{\min}) = 0.9895. \quad (71)$$

Para fines comparativos, el valor a partir de la velocidad newtoniana, la Eq.(1), da $m(r_{\min}) = 0.999999$, como habría de esperarse. Los resultados son consistentes con el hecho de que la proporción v/v_N es de 98.9%, sin embargo no conocemos el valor del error experimental. Si estuviesen disponibles puntos adicionales de la medición de la velocidad, obtendríamos aproximadamente $m = 1$, porque el radio es mucho mayor fuera del periastro.

La precesión orbital en los cálculos (Tabla 1) es sólo alrededor de +0.0033 grados por órbita (precesión hacia adelante). Esto difiere ampliamente del valor obtenido por la teoría de Einstein, que da 0.2180 grados, una discrepancia con un factor de cien.

3.3 S2: cálculos especiales con $m(r)$

Llevamos a cabo varios cálculos de ensayo con una función m no constante. Empleando la función einsteiniana $m(r) = 1 - r_0/r$ con el así llamado radio de Schwarzschild $r_0 = 2M G/c^2$ se obtienen resultados desastrosos, en donde el período orbital se reduce en un factor de cerca de 10. Reduciendo el término r_0/r en un factor de 100:

$$m(r) = 1 - \frac{0.01r_0}{r} \quad (72)$$

todavía se obtiene solamente la mitad del período orbital, aun cuando la corrección a la unidad es extremadamente pequeña. El signo de la corrección debe de cambiarse a fin de llegar al valor experimental de $T = 16.05$ años. Utilizando la versión extendida

$$m(r) = 1 - \frac{0.01r_0}{r} - \frac{\alpha}{r^2} \quad (73)$$

con $\alpha > 0$ empeora el resultado, como era de esperarse. Con $\alpha = -2.25 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$, el periodo orbital experimental puede reproducirse aproximadamente, pero hay una enorme precesión de alrededor de $1/3 \cdot 2\pi$.

Obviamente, resulta muy difícil encontrar parámetros apropiados, de manera tal que una $m(r)$ variable produzca una curva similar a la elipse hallada en forma experimental. La órbita es extremadamente sensible a los términos de derivada de $m(r)$. El sistema matemático no está bien acondicionado, ya que se comporta como en teoría del caos. Uno necesitaría métodos numéricos especiales a fin de llevar a cabo un análisis apropiado. Como ejemplo, calculamos la dinámica para la función m mostrada en la Fig. 9. Esto se desvía de la unidad sólo en el rango de 10^{-5} . El resultado es una órbita con una fuerte precesión, con -34 grados (precesión en reversa), ver la Fig. 10. Con un valor constante para $m(r)$, todos estos problemas numéricos desaparecen, los términos derivados de $m(r)$ son los responsables de la sensibilidad numérica. La razón podría ser que se ven contrabalanceados por un valor muy grande de c^2 .

En las Figs. 11-14, se muestran las curvas de dinámica, y pueden compararse con las curvas correspondientes del caso que se comporta bien (Figs. 5-8). El factor γ (Fig. 11) es ligeramente mayor que en la Fig. 6. El momento angular se desvía del valor newtoniano en todo el rango de la órbita completa, en comparación con la Fig. 7. La desviación más significativa puede observarse al comparar las Figs. 8 y 13. La energía total no relativista se desvía en forma extrema respecto del valor relativista constante, continuando incluso en el rango positivo. Esto significa que semejante estado sería ilimitado en el límite newtoniano. Para un $m(r)$ no constante, hay una fuerza del vacío (ver la Ec. (33) de UFT 417). Esto se representó en la Fig. 14. Aumenta en forma hiperbólica cuando la estrella se mueve hacia el centro.

3.4 Órbitas de la función m de las galaxias.

Según la Ec. (57), la función angular $\phi(r)$ de las galaxias en la teoría m es para $v \ll c$

$$\phi = c_1 \int \frac{m(r)}{r^2} dr \quad (74)$$

con un valor constante para c_1 . Si m es constante ($m = m_1$), se obtiene la espiral hiperbólica:

$$\phi_h = - \frac{c_1 m_1}{r} . \quad (75)$$

Cuando m es constante, se obtienen estructuras espiraladas más complejas. En el caso de la función de Schwarzschild

$$m(r) = 1 - \frac{r_0}{r} \quad (76)$$

La integral en (74) puede resolverse en forma analítica: c_1

$$\phi_s = \frac{c_1}{2r_0} \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^2 \quad (77)$$

Esta función debe invertirse, de manera que pueda producirse la gráfica $r(\phi_s)$. Las dos soluciones son

$$r(\phi_s) = \frac{1}{2r_0\phi_s - c_1} \left(-c_1r_0 \pm \sqrt{2r_0^2\phi_s}\right). \quad (78)$$

Estas dos soluciones se representan en la Fig. 15, junto con la espiral hiperbólica (75). El grado de formación de espiral es menos pronunciado en las espirales de tipo Schwarzschild.

Como un ejemplo que debe de manejarse en forma numérica, utilizamos la función m exponencial

$$m(r) = 2 - \exp\left(\log(2) \exp\left(-\frac{r}{R}\right)\right). \quad (79)$$

La integral (74) se evaluó numéricamente para constantes adecuadas c_1 y R . Dado que se obtienen pares de resultados (r, ϕ) , la inversión de la dependencia funcional resulta sencilla. El resultado se representa en la Fig. 16. Tiene aspecto de espiral exponencial (o logarítmica), similar a las órbitas que se encogen obtenidas a partir de esta función m (79) en UFT 417.

En total, los parámetros orbitales de la estrella S2 pueden explicarse a través de las ecuaciones ECE relativistas de movimiento, ya fuese con una masa central efectiva o una función m de relatividad general. Los datos experimentales resultan demasiado imprecisos como para alcanzar una conclusión final. La teoría m es capaz de explicar un amplio rango de efectos astronómicos, incluyendo la estructura de las galaxias.

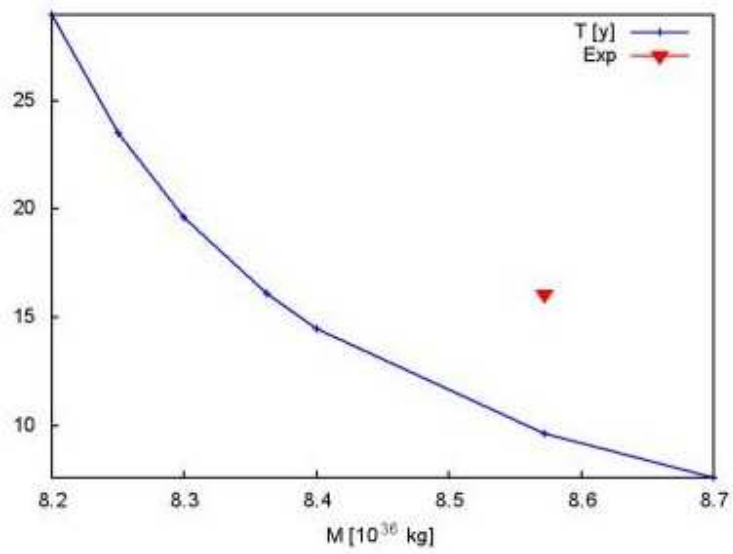


Figura 1: Dependencia del período orbital respecto de la masa central.

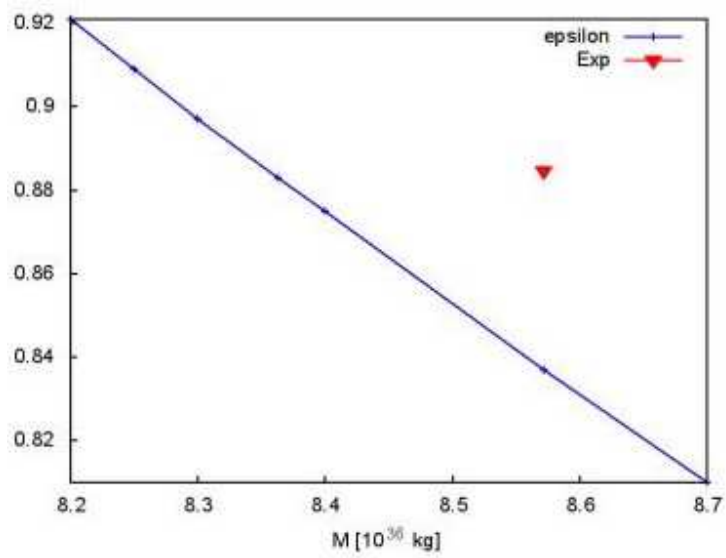


Figura 2: Dependencia de la excentricidad respecto de la masa central.

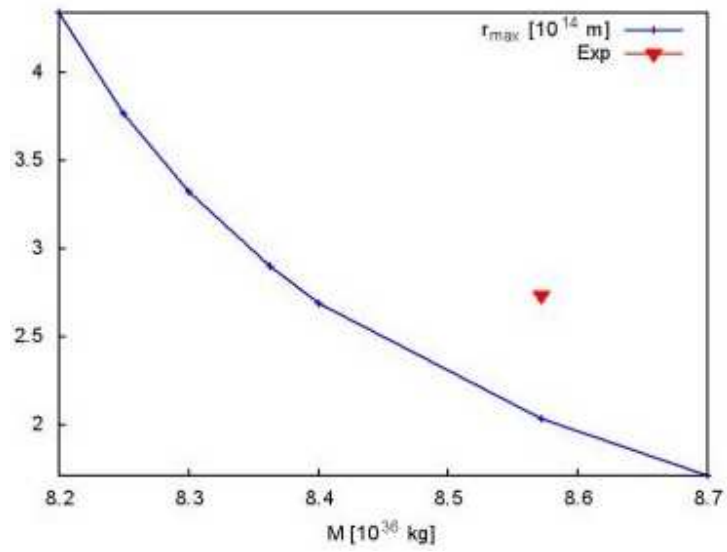


Figura 3: Dependencia del radio máximo respecto de la masa central.

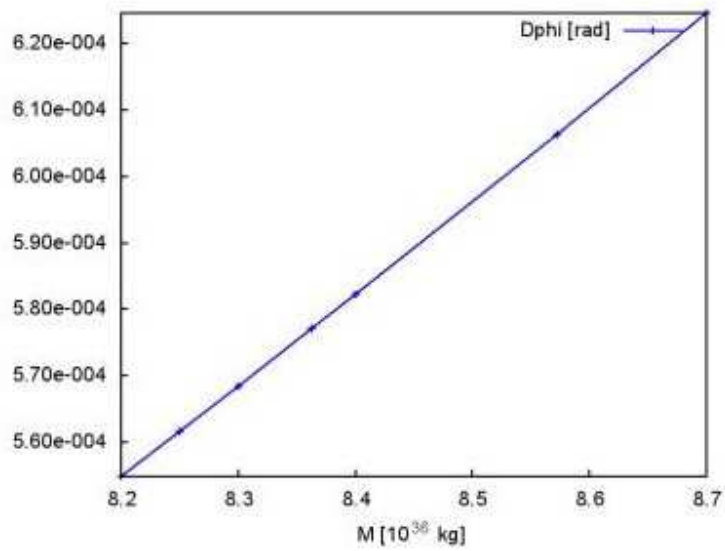


Figura 4: Dependencia del ángulo de precesión respecto de la masa central.

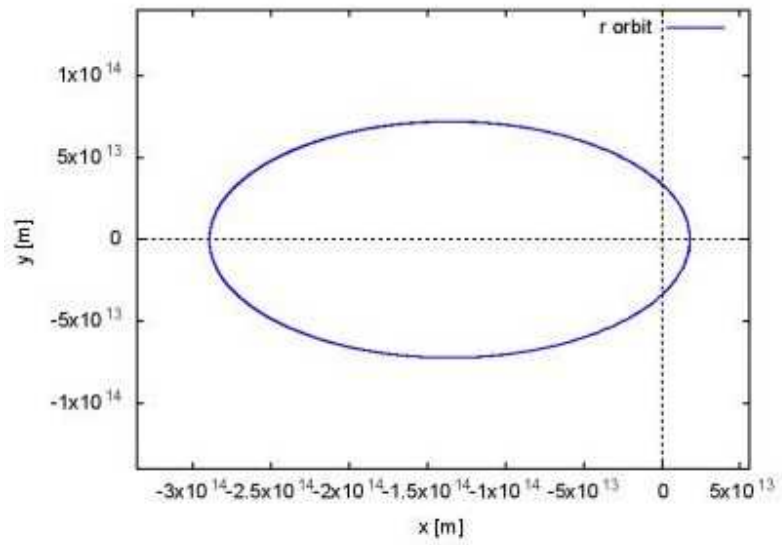


Figura 5: Órbita de la estrella S2, mejor ajuste.

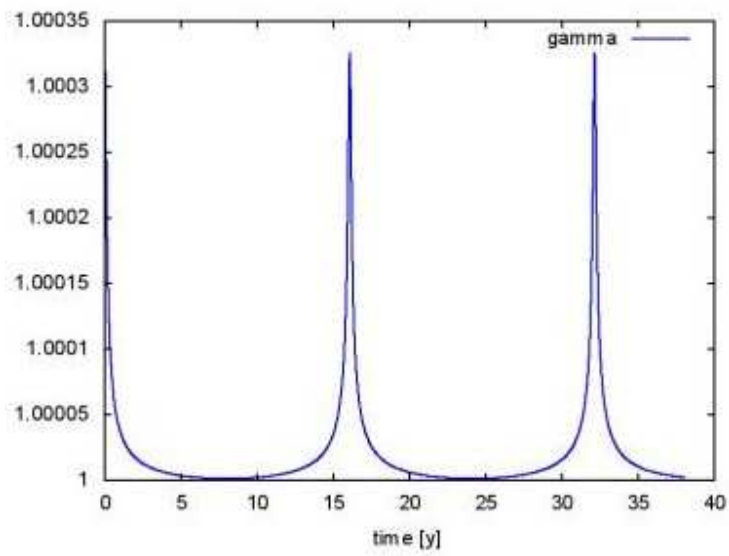


Figura 6: Fator relativista γ de la estrella S2, mejor ajuste.

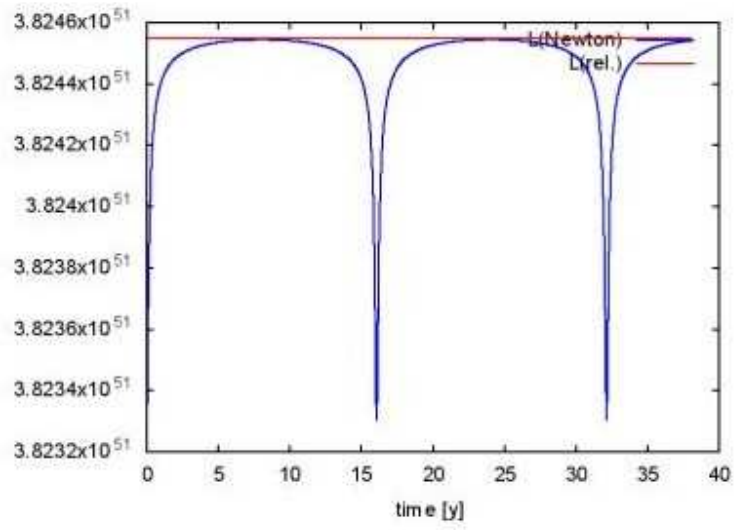


Figura 7: Momento angular relativista y no relativista de la estrella S2, mejor ajuste.

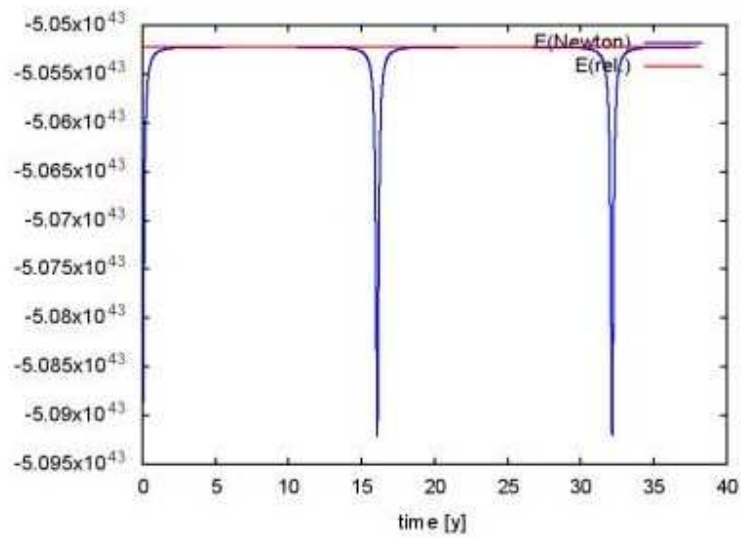


Figura 8: Energía total relativista y no relativista de la estrella S2, mejor ajuste.

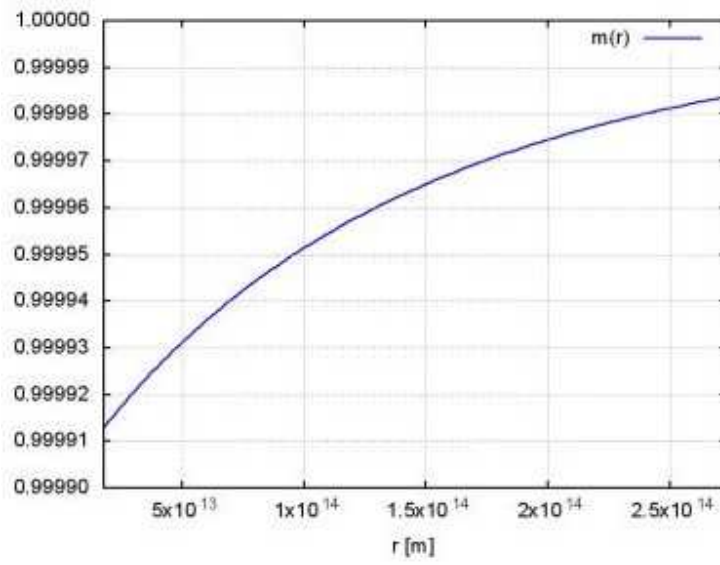


Figura 9: Función modelo $m(r)$.

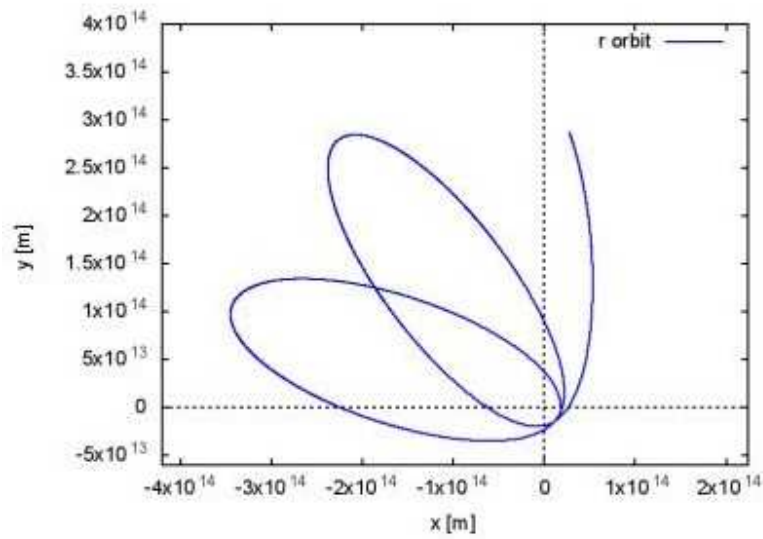


Figura 10: Órbita para la $m(r)$ seleccionada.

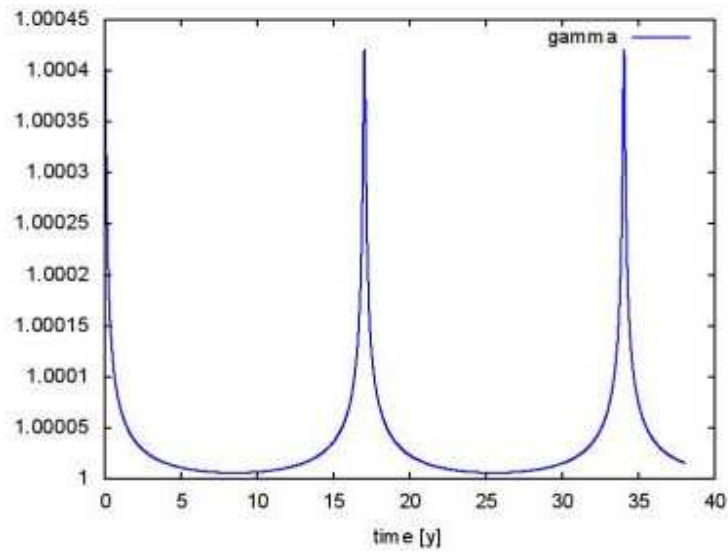


Figura 11: Factor γ relativista para la $m(r)$ seleccionada.

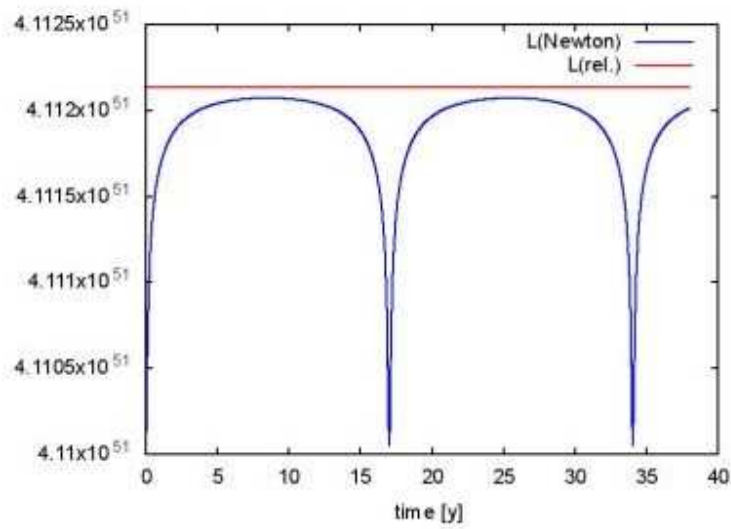


Figura 12: Momento angular relativista y no relativista para la $m(r)$ seleccionada.

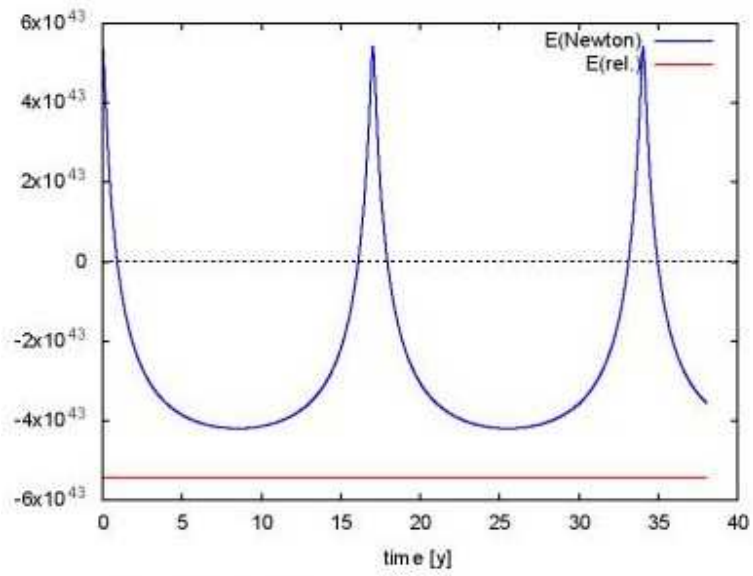


Figura 13: Energía total relativista y no relativista para la $m(r)$ seleccionada.

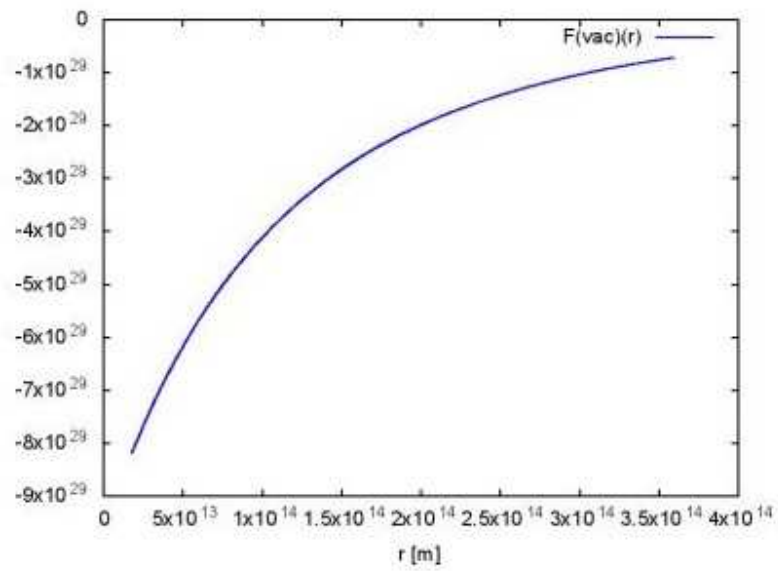


Figura 14: Fuerza del vacío para la $m(r)$ seleccionada.

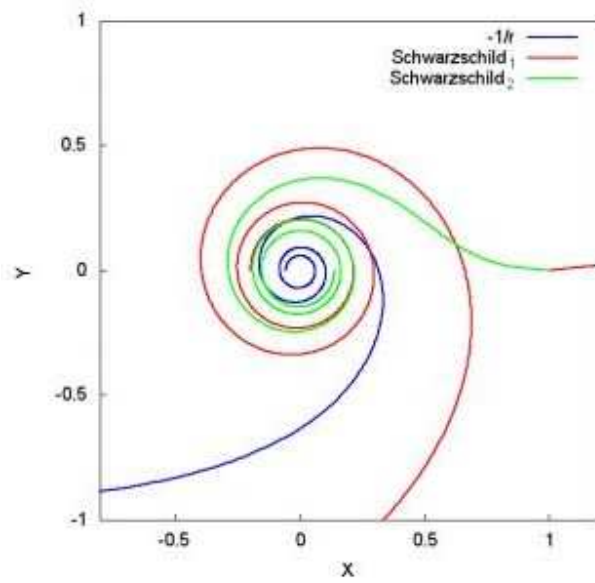


Figura 15: Órbitas espiraladas, con la espiral hiperbólica y la espiral de Schwarzschild de la Ec.(78).

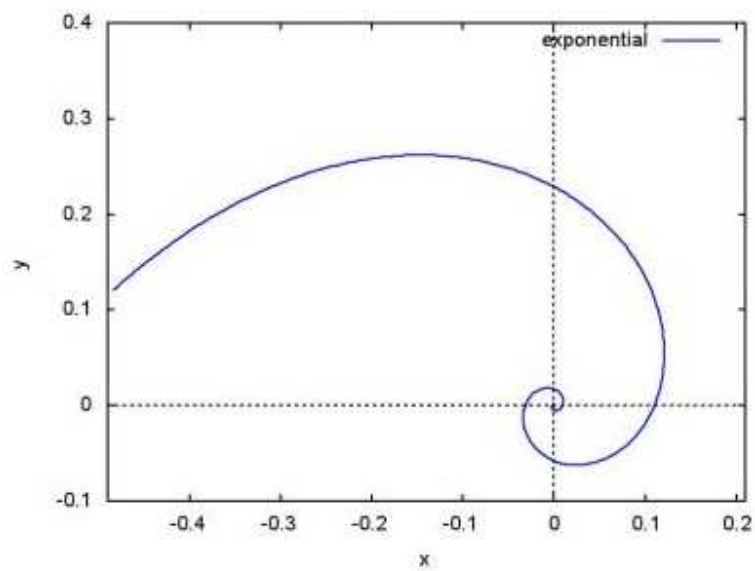


Figura 16: Órbitas espiraladas con la espiral exponencial generalizada de la Ec.(79).

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. Vigiér, “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. Vigié, 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).