

Masa del fotón a partir de la demora de tiempo por causas gravitacionales.

por

M. W. Evans,

H. M. Civil List

y

H. Eckardt,

AIAS y UPITEC

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

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Utilizando una posible solución del teorema orbital del documento UFT 111 de esta serie (www.aias.us), la demora de tiempo por causa de la gravitación del Sol se calcula en un rayo de radar que roza la superficie solar y que se refleja en un planeta. En este cálculo la masa del fotón es la única incógnita, de manera que puede medirse experimentalmente mediante el empleo de datos satelitales contemporáneos de alta precisión.

Palabras clave: Teoría ECE, teorema orbital, demora de tiempo gravitacional, masa del fotón.

1. Introducción.

La masa del fotón es una cantidad importante a ser medida debido a que la patología o el dogma del viejo "modelo establecido" del siglo XX , repetido en forma aleatoria, afirma incorrectamente que la masa del fotón es idénticamente igual a cero. A pesar de su completa irracionalidad, se ha aceptado en forma acrítica este concepto, y constituye un elemento fundamental de la simetría del sector $U(1)$ del modelo establecido. En el plano del pensamiento científico y racional, se ha rechazado en muchas formas [1-10] la simetría de sector $U(1)$ por parte de muchos investigadores científicos. Esto significa que sólo un pequeño grupo de dogmáticos aún adhieren al $U(1)$ y a conceptos relacionados pero obsoletos, tales como el bosón de Higgs. Recientemente, la teoría ECE [1-10] ha vuelto obsoleta esta irracionalidad. También se ha demostrado en el documento UFT 150 que el cálculo einsteniano de la desviación de la luz está plagado de errores, inconsistencias y rincones oscuros. Esto significa que el cálculo derivado de la demora de tiempo por causa gravitacional también es incorrecto. La razón básica es que ambos cálculos afirman, incorrectamente, que la masa del fotón es idénticamente igual a cero. Esto es un absurdo, porque sin masa el fotón no podría haberse visto atraído por la masa M del Sol. Si se considera en forma correcta la masa fotónica m , como sucede en la Sección 2, el cálculo se vuelve claro y fácil de entender.

La masa del fotón es un concepto que ha venido proponiéndose desde hace varios siglos, por ejemplo en la teoría corpuscular de la luz de Newton, quien obtuvo sus ideas de sus predecesores, quienes se remontan a tiempos clásicos. Análogamente, las ideas de la relatividad comenzaron a cristalizar con Heaviside y Fitzgerald a fines de la década de 1880, y puestos en formato matemático por, por ejemplo, Voigt y por Lorentz en forma independiente entre sí. Sin embargo, en tiempos clásicos, ya se consideraba a la belleza (o la naturaleza, como diríamos actualmente) como asociada a la geometría. La transformación de Lorentz fue propuesta por primera vez alrededor de consideraciones del electromagnetismo, y se ha convertido en el elemento fundamental de la relatividad restringida. El concepto del fotón, perteneciente al siglo XX, fue propuesto en forma matemática por Planck, quien lo definió como el cuanto de energía electromagnética. La teoría de Planck define al fotón por su frecuencia angular ω en radianes por segundo, en combinación con una constante universal \hbar , en unidades de julios segundos, las unidades del S.I. tanto de la acción como del momento angular. La constante \hbar es conocida como la constante reducida de Planck, y es la constante de Planck h dividida por 2π . El concepto de masa fotónica, aun cuando resulta natural para la física racional, ha provocado profundos cambios en el dogma del siglo XX que se disfraza como física. Este dogma sólo puede sobrevivir debido a su tremenda complejidad y grotesco oscurantismo, y sólo porque no puede compararse con datos experimentales debido a sus múltiples variables inobservables y parámetros sueltos. Por otra parte, la física racional es bien conocida por hallarse basada en la regla de máxima simplicidad y la filosofía baconiana. Esto significa que una teoría física debe perseguir la máxima simplicidad posible, y dicha teoría debe poder reducirse a un formato en el cual pueda evaluarse frente a datos experimentales y dar un resultado indubitable. El dogma sobrevive sólo debido a que un documento original no recibe el estudio que merece, la ciencia patológica (tal como la definición Langmuir) sobrevive debido a que constituye la repetición acrítica y perezosa del dogma. En otras palabras, nadie lee el documento original con el objeto de verificar si es correcto. Los datos experimentales deben ser tan precisos como sea posible, y deben ser repetibles en un

laboratorio y reproducibles en diferentes laboratorios.

La masa del fotón significa, por ejemplo, que el electromagnetismo no es una teoría gauge, debido a que la ecuación de Proca no es invariable gauge en el viejo dogma. La ecuación de Proca es la ecuación de d'Alembert con una masa fotónica finita, y se ha logrado deducir en forma directa [1-10] para un límite de la teoría ECE. Esta situación se ve seguida por una reacción en cascada en la que el modelo tradicional sufre un derrumbe total si la masa fotónica resulta finita, o idénticamente distinta de cero. La teoría electro-débil no puede tener una asimetría de sector $U(1)$, debido a que esta última se basa en una masa fotónica nula y en la afirmación arbitraria e incorrecta de que el electromagnetismo en el vacío está constituido en alguna forma sólo por componentes transversales. Este dogma desafía la existencia del espaciotiempo, con sus cuatro dimensiones. En forma inconsistente, el dogma se basa en un espaciotiempo de Minkowski de cuatro dimensiones, afirmando que sólo dos de las cuatro dimensiones existen. El antiguo y extremadamente oscuro procedimiento de Gupta Bleuler [11] se emplea para "eliminar" dos dimensiones. $U(1)$ ó $O(2)$ es el grupo Lie en un plano, a pesar del hecho de que el mundo cotidiano tridimensional (o espacio) es $O(3)$, y a pesar del hecho de que el grupo Lie de relatividad restringida es el grupo de Lorentz de espaciotiempo físico y de cuatro dimensiones, extendido por Wigner al grupo de Poincaré [1-11].

En el pensamiento racional, la masa fotónica significa que el espacio posee tres dimensiones y forma parte de un espaciotiempo de cuatro dimensiones. El mítico e hiper-costoso bosón de Higgs se basa en la irracionalidad de $U(1)$. De manera que el bosón de Higgs no existe en la naturaleza. La búsqueda del mismo en el CERN está condenada al fracaso y constituye un monumento al dogma ciego y a la patología en ciencia, una locura de una enorme magnitud saturada con intereses personales. El efecto Faraday inverso, el campo fundamental $B(3)$ [1-10] y el electromagnetismo demuestran que existe una masa fotónica, debido a que el campo $B(3)$ es longitudinal. Asociado a un factor, el $B(3)$ es simplemente el magnetismo inducido en el electrón por el fotón. En el dogma establecido, el campo $B(3)$ no puede existir a pesar del hecho de que se le observa . Esto es porque el dogma afirma que el electromagnetismo en el vacío debe ser transversal debido a la inexistencia de una masa fotónica. Así, el dogma viene a ser lo opuesto a la experiencia, el primero existe en los rincones más oscuros de la caverna de Platón, y constituye el ídolo de la caverna en la adaptación que de Platón hizo Bacon. El campo $B(3)$ y la masa fotónica son manifestaciones de una teoría del campo unificado covariante generalizada [1-10] que abarca el electromagnetismo y la gravitación, utilizando una geometría relativamente sencilla creada por Cartan, y que utiliza sólo cuatro dimensiones. Rechazamos aquí la inútil patología de la teoría de cuerdas por su falta de criterio científico. Esto es simplemente debido a que la teoría de cuerdas no ha producido nada nuevo debido a que no puede evaluarse experimentalmente.

La masa fotónica también significa que no hay tal cosa como el Big Bang, debido a que el fotón se comporta como una partícula relativista con una velocidad v en el vacío, y a que recientemente el telescopio Hubble ha demostrado la inexistencia del Big Bang. La teoría ECE ha demostrado que la ecuación de Einstein sobre la cual se basa la patología del Big Bang es incorrecta. Es sencillo demostrar que la conexión de geometría, tal como viene definida por el conmutador [12], debe ser anti-simétrica, y que la torsión del espaciotiempo debe existir siempre, al igual que su curvatura. En la antigua patología sólo existía la curvatura. Einstein utilizó una conexión simétrica, despreció la torsión, y esto es

completamente incorrecto. Cuando se evalúa la ecuación de Einstein a partir de geometría elemental de Cartan [1-10], la ecuación de Einstein, así como todas sus miles de métricas derivadas, fracasan. Estas métricas sólo existen debido a la patología; no existen en la naturaleza sino sólo en la mente humana. Algunas de ellas son grotescas, y tan oscuras que sólo las utilizan quienes las propusieron.

Einstein abogó por la existencia de la masa fotónica tan pronto como su forma de relatividad restringida se publicó en 1905. Einstein contribuyó en forma importante en el desarrollo de la vieja teoría cuántica, la teoría de absorción y emisión, el movimiento browniano y la demostración de la existencia de las moléculas, así como el efecto fotoeléctrico, una demostración de la existencia de los fotones. De manera que es una figura importante en el mundo de la ciencia racional. La teoría ECE se denomina teoría de Einstein, Cartan y Evans debido a que se basa en la relatividad generalizada, cuyo concepto básico se debe a Einstein. Sin embargo, la investigación académica ha demostrado muchas veces a lo largo de 90 años que el desarrollo matemático de la relatividad generalizada que llevó a cabo Einstein, resulta desafortunadamente incorrecta. Como tal, la teoría ECE ha sido aceptada como ciencia racional, y los viejos dogmáticos del modelo establecido irán desapareciendo gradualmente hacia una oscuridad bien merecida. No es racional el esperar que el dogma se lance a una inmediata aceptación de nuevos razonamientos. El dogma y la patología son, por definición, irracionales, lo cual explica la razón por la cual la ciencia tardó tanto en emerger fuera de la caverna. Siempre tiende a escapar nuevamente hacia la caverna tan pronto surge ante sus ojos una nueva teoría racional.

Antes de embarcarnos en la Sección 2 y el cálculo sencillo de la demora del tiempo por causa gravitacional en términos de la masa fotónica, se ofrece aquí un corto repaso de las dificultades que resultan a partir de la suposición completamente irracional de una masa fotónica nula en el cálculo de la desviación de la luz efectuada por Einstein alrededor de 1916 o 1917. A pesar de haber él mismo propuesto la masa fotónica, aproximadamente doce años antes, en 1905, en 1917 Einstein procedió a ignorar su existencia al utilizar la condición de geodésica nula, la Ec. (17) en el documento UFT 150. Esto significa que el infinitesimal del tiempo propio desaparece, de manera que cantidades básicas no pueden definirse. Éstas cantidades son el hamiltoniano conservado H , y las cantidades conservadas E , p y L , respectivamente la energía total, el momento lineal y el momento angular. Todas éstas se definen en relatividad general [1-10] al dividir por el infinitesimal del tiempo propio, pero éste último es idénticamente igual a cero si la masa fotónica es idénticamente cero. Einstein también supuso que la órbita del fotón es un círculo, como lo expresa la Ec. (25) del documento UFT 150. Esta es una suposición arbitraria efectuada sólo para simplificar los cálculos, y no por motivos basados en la física o en observaciones. No existe observación experimental alguna de una órbita circular de un fotón. Ello conduce al desastre, ya que el denominador desaparece en la integral utilizada por Einstein. La integral es singular y jamás podrá producir un resultado significativo. En la patología, siempre se afirma que el resultado de esta integral es "el doble del resultado newtoniano". Esto no puede ser cierto, y más aún, no existe resultado newtoniano alguno para una partícula sin masa. Las partículas sin masa no existen en la dinámica newtoniana.

En sus cálculos, Einstein utiliza las constantes de movimiento a y b . Éstas son constantes por definición, y no pueden variarse. Sin embargo, Einstein utiliza tres valores diferentes de b a lo largo del cálculo, a pesar del hecho de que b está fijada en R_0 , la distancia

de máxima aproximación, por el hecho de que la teoría debe producir 180° , por definición, si no hay desviación. La constante a se vuelve idénticamente infinita si la masa fotónica es idénticamente cero, de manera que la expresión $1/a^2$ desaparece del cálculo de Einstein. Esto significa que se supone que la masa m se ve atraída por la masa M , aun cuando la masa m no existe y aun cuando se supone, en consecuencia, que no hay atracción alguna. Tales son los meandros de la mente humana, capaz de persuadirse a sí misma de cualquier irracionalidad. Einstein intenta evaluar su integral infinita variando en los cálculos el valor fijo de M . Esto es análogo a tratar de diferenciar una función tal como $2x$ diferenciando con respecto a 2 . El procedimiento es incorrecto y no tiene significado alguno. Produce la mitología del doble valor obtenido por Newton, como si un valor de Newton no fuese ya suficiente. Pareciera como que Einstein ya hubiese tenido esta respuesta en mente, y hubiese procedido a forzar las matemáticas con el objeto de obtenerla. Aplican ahora los errores derivados familiares de la ciencia patológica. El mismo método incorrecto fue utilizado en el cálculo de la demora de tiempo, corregido en la Sección 2 mediante el empleo de una masa fotónica finita.

Eddington afirmó haber "verificado" este cálculo incorrecto de Einstein, pero el experimento de Eddington no era repetible, y no fue reproducible. Quedamos finalmente con el hecho de que NASA Cassini y otros aparatos contemporáneos producen el resultado preciso. La teoría de Einstein se ha vuelto completamente irrelevante. En el documento UFT 150, se evaluó experimentalmente la PROPIA integral de Einstein, y se demostró su error a través de un equipo de cómputo de escritorio común y corriente. El trabajo se llevó a cabo mediante el empleo de los programas Maxima y Mathematica, y por lo tanto comprobados entre sí a un nivel de precisión mecánica. Cualquier cantidad de precisión no rectificará el hecho de que Einstein utilizó una integral singular para obtener un resultado preciso infinito. Visto esto desde un punto de vista racional, demuestra ser un absurdo.

En la Sección 2 consideramos una señal de radar enviada desde la Tierra, que roza el Sol, y que se refleja en un planeta y regresa a la Tierra. La gravitación solar significa que el tiempo insumido por este reflejo es ligeramente mayor que el tiempo requerido en ausencia del campo gravitacional solar ($M = 0$). Esta situación se define como "la demora del tiempo por causa gravitacional". Se resuelve en forma directa en términos de una masa fotónica m idénticamente distinta de cero, utilizando la suposición de que para un fotón la energía total del mismo viene dada por la ley de Planck.

2. Demora de tiempo por causas gravitacionales.

El cálculo es una sencilla extensión del cálculo de desviación de la luz utilizado en el documento UFT 150, basado en:

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r} \right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2} \right) \right)^{-1/2} \quad (1)$$

donde r y φ son las coordenadas cilíndricas polares en un plano, y donde:

$$a = \frac{L}{mc} \quad , \quad b = \frac{cL}{E} \quad , \quad r_0 = \frac{2MG}{c^2} \quad . \quad (2)$$

Aquí, G es la constante de Newton. A partir de la Ec. (1), un rayo de luz que roza el Sol se ve desviado por una cantidad:

$$\Delta \varphi = 2 \int_{R_0}^{\infty} \frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right) \right)^{-1/2} dr - \pi \quad (3)$$

porque continuaría su trayectoria en línea recta, representada por un ángulo de π radianes ó 180° si M no estuviera presente. El ángulo π es el ángulo sustentado por una recta en un plano. En el documento UFT 150 se define la constante b por la necesidad de producir un ángulo de 180° cuando M es igual a cero, de manera que:

$$b = R_0 \quad (4)$$

y debido a que b es una constante de movimiento, no puede sufrir cambios en su valor. Dicho valor siempre viene dado por la Ec. (4). Por lo tanto, el momento angular orbital conservado del fotón es:

$$L = R_0 \frac{E}{c} \quad (5)$$

La energía total conservada del fotón viene dada por la teoría de Planck como:

$$E = \hbar \omega \quad (6)$$

de manera que la constante a se define como:

$$a = \frac{\hbar \omega}{mc^2} \quad (7)$$

tal como se empleó en el documento UFT 150. Éste es el desarrollo más sencillo utilizando un fotón. En general, en un rayo de luz existe una distribución de Planck de fotones.

La demora de tiempo se calcula utilizando:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dt}{dr} &= \frac{dt}{d\tau} \frac{d\tau}{d\varphi} \frac{d\varphi}{dr} \quad , \quad E = mc^2 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \frac{dt}{d\tau} \quad , \\ L &= mr^2 \frac{d\varphi}{d\tau} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

donde $d\tau$ es el infinitésimo del tiempo propio. En este cálculo resulta idénticamente diferente de cero, tal como se requiere. Por lo tanto:

$$\frac{dt}{dr} = \frac{1}{c} \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1} \left(1 - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right) R_0^2\right)^{-1/2} \quad (9)$$

El tiempo requerido por el rayo emitido por el radar para que éste se refleje se obtiene a partir de la integral:

$$t = \frac{1}{c} \int \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1} \left(1 - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right) R_0^2\right)^{-1/2} dr \quad (10)$$

con a y b definidos en la misma forma que antes, quedando la masa del fotón como la única incógnita a determinarse mediante la muy precisa observación experimental, obtenida a partir de equipos satelitales contemporáneos.

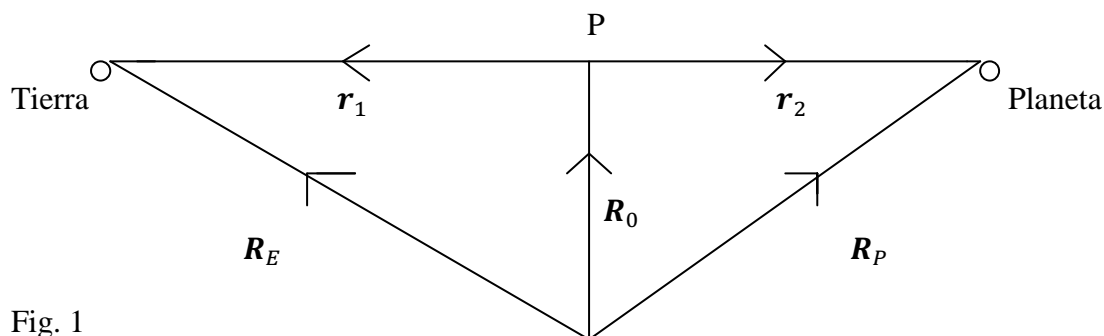
Cuando M es igual a cero, esta integral puede evaluarse analíticamente, lo cual proporciona el cálculo de la línea base. En la primera aproximación consideremos:

$$m \sim 0 \quad (11)$$

ya que m es de una magnitud muy pequeña. La integral de la línea base es entonces:

$$t_0 = \frac{1}{c} \int \left(1 - \frac{R_0^2}{r^2}\right)^{-1/2} dr = \frac{1}{c} (r^2 - R_0^2)^{1/2} . \quad (12)$$

Consideremos la geometría de la Fig. (1).



El rayo emitido por el radar se propaga en línea recta, a partir de la Tierra hacia el planeta y de regreso del mismo. El origen de coordenadas se encuentra en O. Por análisis vectorial:

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{R}_E &= \mathbf{R}_0 + \mathbf{r}_1 \quad , \quad \mathbf{R}_P = \mathbf{R}_0 + \mathbf{r}_2 \quad , \\ \mathbf{r}_1 &= \mathbf{R}_E - \mathbf{R}_0 \quad , \quad \mathbf{r}_2 = \mathbf{R}_P - \mathbf{R}_0 \quad , \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

y las magnitudes vienen dadas por:

$$r_1^2 = R_E^2 - R_0^2 \quad , \quad r_2^2 = R_P^2 - R_0^2 \quad . \quad (14)$$

El tiempo requerido por el rayo del radar para ir desde la Tierra hasta el punto P es:

$$t_1 = \frac{1}{c} \int_{R_0}^{R_E} \left(1 - \frac{R_0^2}{r^2}\right)^{-1/2} dr = \frac{r_1}{c} \quad . \quad (15)$$

El tiempo requerido por el rayo del radar para viajar desde el punto P hasta el planeta es:

$$t_2 = \frac{1}{c} \int_{R_0}^{R_P} \left(1 - \frac{R_0^2}{r^2}\right)^{-1/2} dr = \frac{r_2}{c} \quad . \quad (16)$$

El tiempo total para un viaje redondo desde la Tierra hasta el planeta y regreso a la Tierra es, por lo tanto:

$$t_0 = 2 (t_1 + t_2) = \frac{2}{c} (r_1 + r_2) \quad . \quad (17)$$

Este resultado es exactamente el esperado si el rayo emitido por el radar viajase a una velocidad c directamente desde la Tierra hasta el planeta y su regreso a la Tierra. En consecuencia, el método utilizado en el cálculo de la línea base es correcto.

Consideremos ahora el mismo rayo emitido por el radar viajando desde la Tierra hacia el planeta, pero rozando el Sol con una distancia de máximo acercamiento igual a R_0 . Este experimento se muestra en la Fig. (2), donde el grado de desviación, θ , se ha exagerado significativamente para propósitos ilustrativos.

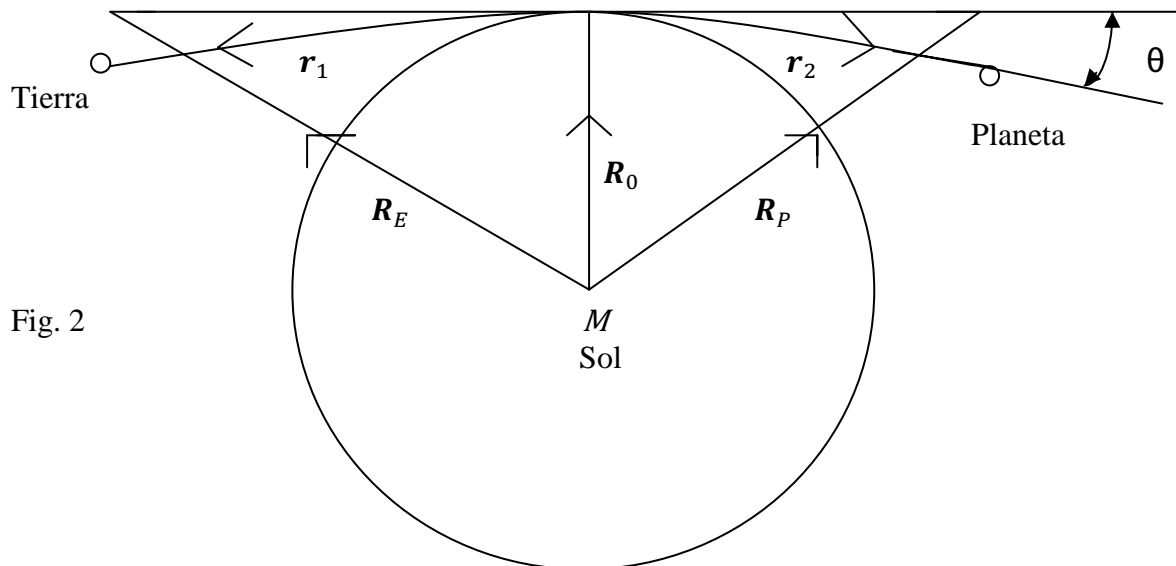


Fig. 2

Experimentalmente, se trata de tan solo unos pocos segundos de arco, unos pocos micro radianes. En la Fig (2) la masa M del Sol es distinta de cero, y el origen de coordenadas es el centro del Sol. R_0 es el radio del Sol, con un excelente grado de aproximación. Utilizando esta

geometría en la Ec. (10), el tiempo calculado para que el rayo emitido por el radar se propague desde la Tierra hasta el planeta y regrese a la Tierra es:

$$t_3 = \frac{2}{c} \left(\int_{R_0}^{R_E} f(r) dr + \int_{R_0}^{R_P} f(r) dr \right) , \quad (18)$$

$$f(r) = \left(1 - \frac{r_0}{r} \right)^{-1} \left(1 - \left(1 - \frac{r_0}{r} \right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2} \right) R_0^2 \right)^{-1/2} . \quad (19)$$

De manera que la demora de tiempo por causas gravitacionales es:

$$\Delta t = t_3 - t_0 . \quad (20)$$

Este cálculo se desarrolla con una precisión computacional en la Sección 3, utilizando los paquetes de cómputo Maxima y Mathematica, determinándose la masa fotónica para una frecuencia radial ω de alrededor de 10^8 radianes por segundo.

3. Cálculo numérico de la desviación de la luz y de la masa del fotón.

En esta sección analizamos numéricamente la integral (3) de la desviación de la luz. La integración representa un desafío para los métodos numéricos debido a que los integrandos son del orden de 10^{-19} en tanto que el intervalo de integración va desde aproximadamente 10^9 hasta el infinito. Re-expresando la integral en las coordenadas de u , con $u = 1 / r$ conduce a

$$\Delta\varphi = 2 \int_0^{\frac{1}{R_0}} \left(\frac{1}{R_0^2} - (1 - r_0 u) \left(\frac{1}{a^2} + u^2 \right) \right)^{-1/2} du - \pi . \quad (21)$$

Para obtener alguna idea acerca de la naturaleza del integrando, hemos analizado en primer lugar el argumento de la raíz cuadrada en la formulación original (3) de la integral con dependencia respecto de r . Valores negativos en el intervalo de integración $r \geq R_0$ conducen a una raíz cuadrada imaginaria, de manera tal que la integral no existe. A partir de la representación gráfica en la Fig. 1 vemos que la característica del argumento viene definida por el parámetro a . Para $a = R_0$ el argumento siempre resulta negativo. Cuando se amplía el valor de a , se produce un cruzamiento en cero, y para valores de a de alrededor de 3×10^{11} y mayores, este valor de cero cae fuera del intervalo de integración. De manera que hay un punto inicial para a por encima del cual la integral existe.

En la Fig. 2 se observa el integrando completo con la coordenada u . Es éste un polo de la gráfica de la función para $u = 1/R_0$, el límite superior de integración, hasta el cual debe pertenecer la integración. Para valores de $a > 10^{11}$ no existe diferencia visible en la escala representada en la gráfica. Obsérvese que el eje u sólo muestra el extremo superior del intervalo de integración. La integral viene determinada por su comportamiento en la zona cercana a la singularidad. Esto conduce a que la integración numérica sea muy sensible.

Utilizamos dos muy elaborados procedimientos de integración contenidos en el sistema de álgebra computacional Maxima: *quad_qags* y *quad_qag*, pertenecientes al paquete QUADPACK. Los resultados del procedimiento *quad_qags* se incluyen en las Figs. 3-5. De acuerdo con la Fig.3, la integral existe para $a \geq 3.33217 \times 10^{11}$. El valor de $\Delta\varphi$ obtenido a partir de la integral (8.489×10^{-6}) es muy cercano al valor experimental de 8.484×10^{-6} . Curiosamente, existe el mismo resultado para un amplio intervalo de a , luego del cual el resultado da un salto hacia una curva de tipo logarítmico. Hay algunos puntos para los que no se obtuvo convergencia, los cuales se omitieron en este documento. Una inspección más cercana del inicio (Fig.4) nos muestra que existe cierta incertidumbre, pero sólo de aproximadamente 0.2% del valor absoluto. El aparente agrupamiento sobre el eje y lleva a la conclusión de que se ha alcanzado el límite de precisión numérica. Una gráfica alternativa, incluida en la Fig. 5, muestra que los errores absolutos del procedimiento de integración son suficientemente pequeños y que el valor experimental de $\Delta\varphi$ puede reproducirse satisfactoriamente.

Un resultado más convincente se obtiene a partir del procedimiento *quad_qag*, tal como se observa en las Figs. 6-8. Se obtiene convergencia en todos los casos a partir de $a = 3.37654 \times 10^{11}$ (Fig. 6). Para encontrar el inicio de la integral se requiere de una estructuración más fina de los valores de a , tal como se demuestra en la Fig. 7. La Fig. 8 parece idéntica a la Fig. 5, con la excepción de que ahora existe convergencia para todos los puntos. El procedimiento *quad_qag* permite la definición de seis grados de fórmulas de cuadratura. Los resultados para el primer valor de a se muestran en la Tabla 1. No existe una desviación significativa entre las seis opciones. Dado que la segunda, quinta y sexta producen los resultados más cercanos al valor experimental de $\Delta\varphi$, hemos preferido tomar su valor en común $a = 3.37655447822 \times 10^{11}$ como el resultado final. Esto difiere en 1% del valor obtenido mediante *quad_qags*. Con el resultado de *quad_qag*, podemos calcular la masa del fotón utilizando la Ec. (7):

$$m = \frac{\hbar\omega}{ac^2} R_0 . \quad (22)$$

El resultado da una masa para el fotón de

$m = 2.4176 \times 10^{-38} \text{ kg.}$	(23)
--	------

Para todos los cálculos utilizamos los parámetros

$$\begin{aligned} R_0 &= 6.9569 \times 10^8 \text{ m,} & G * M &= 1.327124971 \times 10^{20} \frac{\text{m}^3}{\text{s}^2}, & r_0 &= \frac{2GM}{c^2} = 2953.25134 \text{ m,} \\ \omega &= 1 \times 10^{16} \frac{1}{\text{s}}, & \hbar &= 1.054571628 \times 10^{-34} \text{ Js,} & c &= 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s.} \end{aligned} \quad (24)$$

Dado que la frecuencia de la luz ω es sólo una aproximación para el intervalo de luz visible, existe una incertidumbre en este valor que es mayor que el obtenido a partir de los dos métodos de cálculo. El valor es mayor que aquel obtenido a partir de los métodos analíticos incluidos en el documento UFT 150, lo cual nos muestra que las aproximaciones incorporan errores considerables debido a la forma tan sensible del integrando.

Grado de interpolación	Delta_phi	Error estimado	Primer valor de a
1	8.3816963889482565*10 ⁻⁶	1.3706304938049789*10 ⁻⁸	3.3765447831*10 ¹¹
2	8.4554707955319941*10 ⁻⁶	7.0560551207563817*10 ⁻⁹	3.3765447822*10 ¹¹
3	8.4173461090131241*10 ⁻⁶	9.3238675223672223*10 ⁻⁹	3.3765447826*10 ¹¹
4	8.4254315178000638*10 ⁻⁶	1.471603874159512*10 ⁻⁸	3.3765447824*10 ¹¹
5	8.4433555302965146*10 ⁻⁶	3.5415584499892262*10 ⁻⁹	3.3765447822*10 ¹¹
6	8.4432219753516335*10 ⁻⁶	8.2869157144624569*10 ⁻⁹	3.3765447822*10 ¹¹
<i>quad_qags</i>	8.4890410230187285*10 ⁻⁶	7.3393069399685373*10 ⁻¹⁰	3.33217*10 ¹¹

Tabla 1. Resultados de integración para diferentes tipos de interpolación (*quad_qag*) y *quad_qags*

Finalmente comparamos nuestros resultados con aquel de la integral de Einstein:

$$\Delta\varphi_{E1} = 2 \int_0^{R_0} \left(\frac{R_0 - r_0}{R_0^3} - u^2 + r_0 u^3 \right)^{-1/2} du - \pi \quad (25)$$

y el resultado analítico de Einstein

$$\Delta\varphi_{E2} = \frac{4GM}{c^2 R_0} - \pi \quad (26)$$

Con los parámetros mejorados de (24) esto da

$$\Delta\varphi_{E1} = 8.490169 \times 10^{-6} \quad (27)$$

y

$$\Delta\varphi_{E2} = 8.490136 \times 10^{-6}. \quad (28)$$

Nuestro resultado numérico de 8.489041×10^{-6} radianes se encuentra ligeramente más cerca del valor experimental de $(8.4848 \pm 0.003) \times 10^{-6}$. Considerando el error experimental y el hecho de que existen otras mediciones con mayores variaciones, concluimos que nuestro método numérico ofrece la mejor coincidencia con los datos experimentales.

4. Cálculo numérico de la demora de tiempo de Shapiro.

La demora de tiempo para un rayo gamma que roza la superficie solar viene dada por las ecs. (17-20). Debido a que no hay un factor de $1/r^2$ en la integral y los límites de integración son finitos, resulta conveniente mantenerse en la coordenada r en lugar de transformar la integral a la coordenada u . El mismo procedimiento de cálculo utilizado para el ángulo de desviación de la luz conduce a un inicio del valor de integración para cierto valor de a . Los resultados se

han representado gráficamente en la Fig. 9. El tiempo de demora calculado es de 5.614 ms para el sistema Tierra-Marte, el cual es un orden de magnitud mayor que los valores experimentales, como puede verse en la Tabla 2.

Ref.	Demora de tiempo Δt [ms]	Planetas	Frecuencia
Shapiro et al. [13]	0.200	Tierra - Venus	Radar, 7.84 GHz
Shapiro et al. [14]	0.250	Tierra - Marte	Radio frecuencia
Reasenberget al. [15]	0.200	Tierra - Marte	Radio frecuencia
Wald [16]	0.633	Tierra - Marte	-

Tabla 2. Valores experimentales (Shapiro, Reasenberget) y otros valores teóricos (Wald) de la demora de tiempo por causas gravitacionales.

Parámetro de radio solar	Demora de tiempo Δt [ms]	Primer valor de a [m]
R_0	5.614	$3.3765447808 \cdot 10^{11}$
$1.25 R_0$	0.266	$4.029038339 \cdot 10^{11}$
$3 R_0$	-141.0	$1.7545067 \cdot 10^{12}$

Tabla 3. Resultados de integración para la demora de tiempo utilizando *quad_qag*, tipo 6, y comparación con el cálculo de Wald y el experimento de Shapiro.

Con el objeto de estimar la influencia de los parámetros en el cálculo, hemos alterado el radio efectivo del Sol. A partir de la Tabla 3 puede observarse que una extensión de este radio por 1/8, provoca que se obtenga el valor experimental para la demora de tiempo. A partir de los experimentos no resulta del todo claro cómo se comportan los rayos de luz y de radar cerca de la superficie del Sol (fotosfera). Es posible que los efectos del plasma tengan alguna influencia. Por lo tanto, resulta difícil estimar el radio efectivo del Sol.

También hemos comparado el valor de la demora de tiempo con aquel obtenido por Wald [16]. Este autor describe como Δt el valor que, correctamente, es el tiempo total de recorrido del rayo, es decir el tiempo base t_0 y la extensión relativista Δt . Al reducir este valor al "verdadero" Δt , su fórmula queda como:

$$\Delta t = \frac{2MG}{c^3} \left[2 \log \frac{R_E + \sqrt{R_E^2 - R_0^2}}{R_0} + 2 \log \frac{R_P + \sqrt{R_P^2 - R_0^2}}{R_0} + \sqrt{\frac{R_E - R_0}{R_E + R_0}} + \sqrt{\frac{R_P - R_0}{R_P + R_0}} \right] \quad (29)$$

donde R_E es el radio orbital de la Tierra y R_P el radio respectivo de Marte. El resultado de esta fórmula (0.633 ms, véase la Tabla 2) es más del doble del valor experimental. Esto nos

muestra que ya sea que el método de Wald es erróneo o (más probable en este caso) que la interpretación de las mediciones de la demora de Shapiro resulta poco clara debido a que el radio efectivo del Sol no se conoce. En la literatura [14] se menciona que existe "coincidencia con las predicciones hasta una incertidumbre estimada de 0.5%". No podemos confirmar esto a través de nuestra evaluación de la fórmula de Wald.

El cálculo de la masa del fotón depende de la energía del fotón, según la Ec. (22). Con una radio frecuencia estimada de 100 MHz obtenemos

$$\hbar\omega \sim 6.6 \cdot 10^{-28} \text{ J}$$

lo cual conduce a una masa para el fotón de

$m = 1.5 \times 10^{-47} \text{ kg.}$	(30)
---------------------------------------	------

Este valor es mucho menor que el obtenido a partir de la desviación de la luz, es decir la Ec. (23). La razón probablemente sea que no se utilizaron fotones monocromáticos, al menos en el experimento de desviación de la luz. Debe de tomarse en cuenta la distribución de Planck de la energía fotónica. En la Ec. (22) debemos sustituir la energía del fotón $\hbar\omega$ por el valor promedio de la distribución de Planck $\langle \hbar\omega \rangle$:

$$m = \frac{\langle \hbar\omega \rangle}{ac^2} R_0 \tag{31}$$

$$\text{con } \langle \hbar\omega \rangle = \frac{\hbar\omega e^{-x}}{1-e^{-x}} \tag{32}$$

$$\text{y } x = \frac{\hbar\omega}{kT} . \tag{33}$$

k es la constante de Boltzmann y T es la temperatura del rayo fotónico. Tal como puede observarse a partir de la Tabla 4, valores finitos de temperaturas reducen significativamente la energía efectiva del fotón y, consecuentemente, la masa fotónica calculada. Para 2500 K obtenemos un valor de alrededor de 10^{-51} kg, el cual se encuentra dentro del rango obtenido en otras estimaciones experimentales. Entre las ondas de radar y las de radio no existe diferencia significativa en la distribución de Planck.

ω [rad/s]	T [K]	m [kg]
1.0*10 ¹⁶ (luz)	Sin distr. de Planck	2.417*10 ⁻³⁸
	500	1.094*10 ⁻¹⁰⁴
	1000	1.626*10 ⁻⁷¹
	1500	1.856*10 ⁻⁶⁰
	2000	6.270*10 ⁻⁵⁵
	2500	1.301*10 ⁻⁵¹
	3000	2.118*10 ⁻⁴⁹
	3500	8.046*10 ⁻⁴⁸
	4000	1.231*10 ⁻⁴⁶
4.9*10 ¹⁰ (ondas de radar)	Sin distr. de Planck	1.191 *10 ⁻⁴³
	500	1.581*10 ⁻⁴⁰
	1000	3.164*10 ⁻⁴⁰
	1500	4.747*10 ⁻⁴⁰
	2000	6.329*10 ⁻⁴⁰
	2500	7.912*10 ⁻⁴⁰
	3000	9.494*10 ⁻⁴⁰
	3500	1.107*10 ⁻³⁹
	4000	1.265*10 ⁻³⁹
6.3*10 ⁶ (ondas de radio)	Sin distr. de Planck	1.519 *10 ⁻⁴⁷
	T>0	Mismo resultado que ρ / ondas de radar.

Tabla 4. Cálculo de masa fotónica a partir de la distribución de Planck, para tres frecuencias fotónicas.

5. Estudio de parámetros.

Se ha estudiado el impacto de los parámetros R_0 (radio solar) y r_0 (radio de Schwarzschild) sobre los resultados. Ya se ha demostrado que la demora de tiempo es bastante sensible respecto del radio efectivo del Sol R_0 . Esto se ha estudiado en detalle en la Fig. 10, donde se representa gráficamente la dependencia respecto de a de la demora de tiempo Δt , para diferentes valores de R_0 . El valor máximo disminuye rápidamente, y existe un punto nodal donde las curvas se entrecruzan. No existe semejante cruzamiento para la dependencia de la demora de tiempo respecto de r_0 (Fig.11). El máximo de las curvas llegan nuevamente a un máximo para el valor físico de r_0 .

Se obtuvieron resultados similares para la dependencia del ángulo de desviación $\Delta\phi$ (Figs. 12,13). Sin embargo, no existe cruzamiento de las curvas para diferentes valores de R_0 . Los valores máximos están por debajo de cero debido a una precisión reducida en los puntos considerados en el eje de las abscisas. Uno puede ver que existe una variación considerable en los valores de arranque de las curvas así como en los valores de las ordenadas. Comparada con el valor experimental de $\Delta\phi$, la variación es mayor por varios órdenes de magnitud, demostrando una vez más que el resultado es muy sensible a la selección de los parámetros.

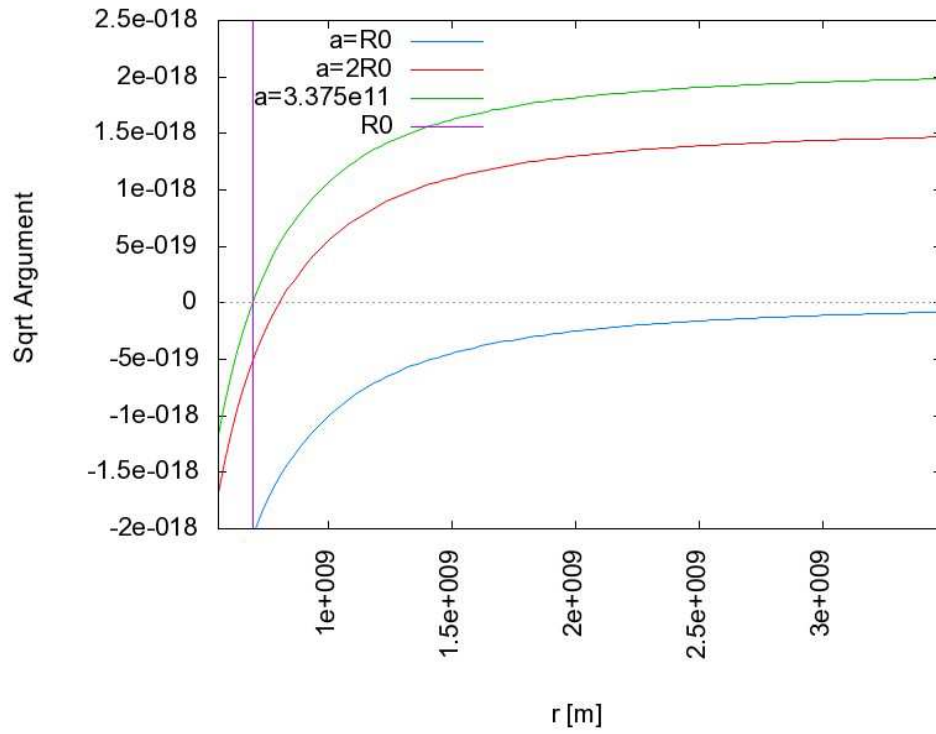


Fig. 1. Argumento de la raíz cuadrada en la integral para diferentes valores paramétricos de a .

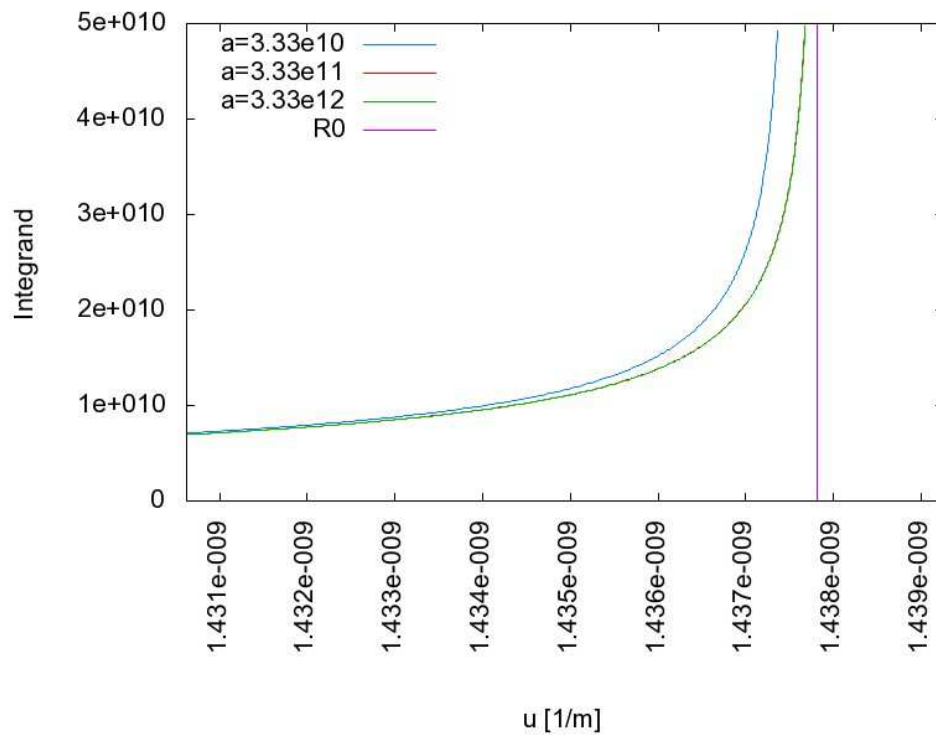


Fig. 2. Integrand para diferentes valores paramétricos de a .

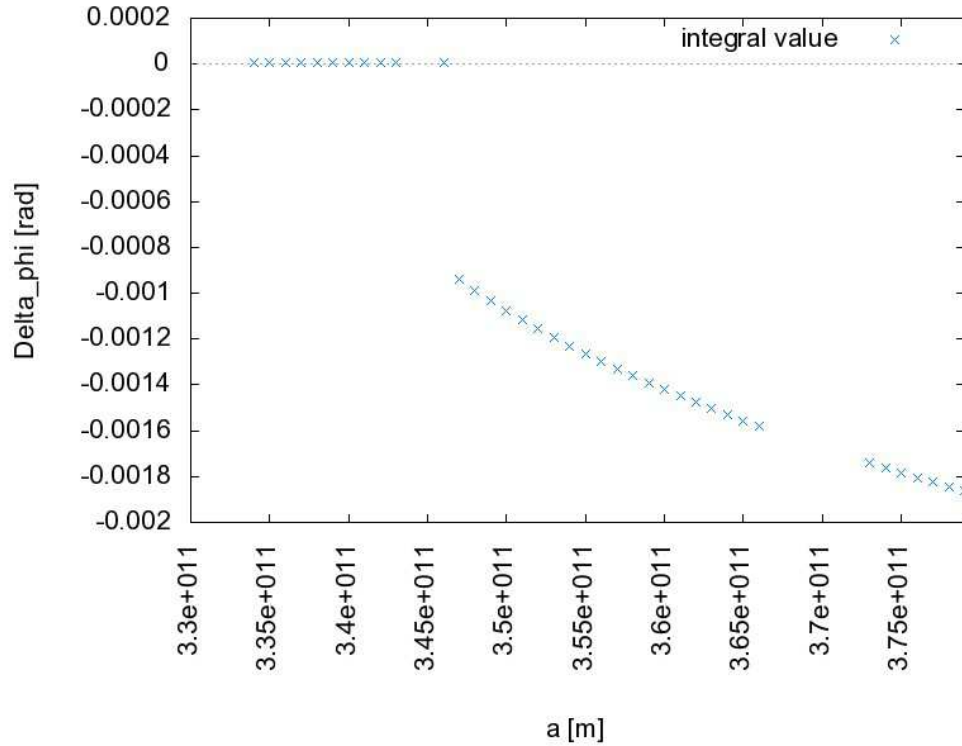


Fig. 3. Evaluación de la integral para diferentes valores paramétricos de a , método *quad_quags*.

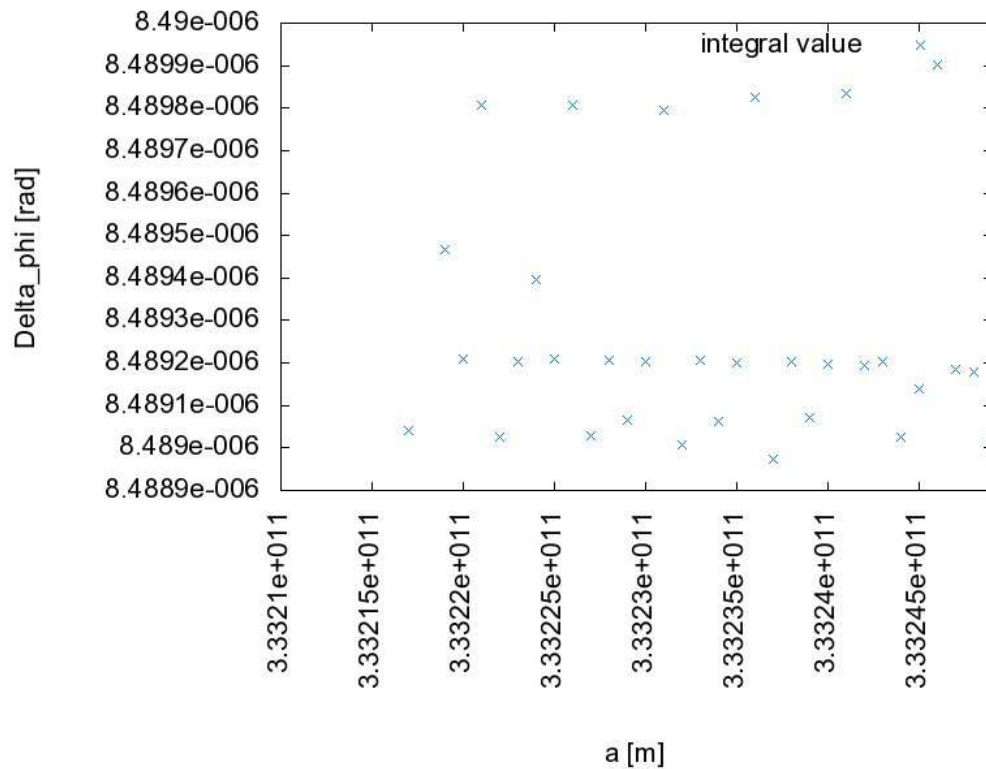


Fig. 4. Integral evaluada mediante el método *quad_quags*, reducido a un intervalo relevante de a , y con una escala vertical reducida.

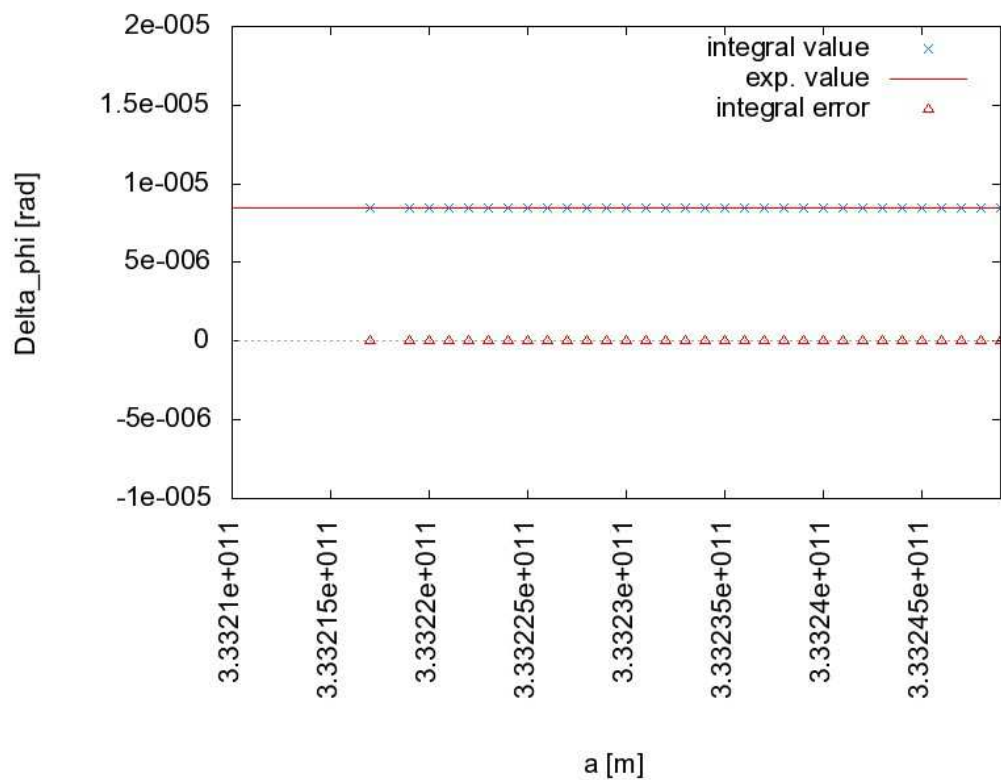


Fig. 5. Igual que la Fig. 4, con comparación al valor experimental y precisión de la integral.

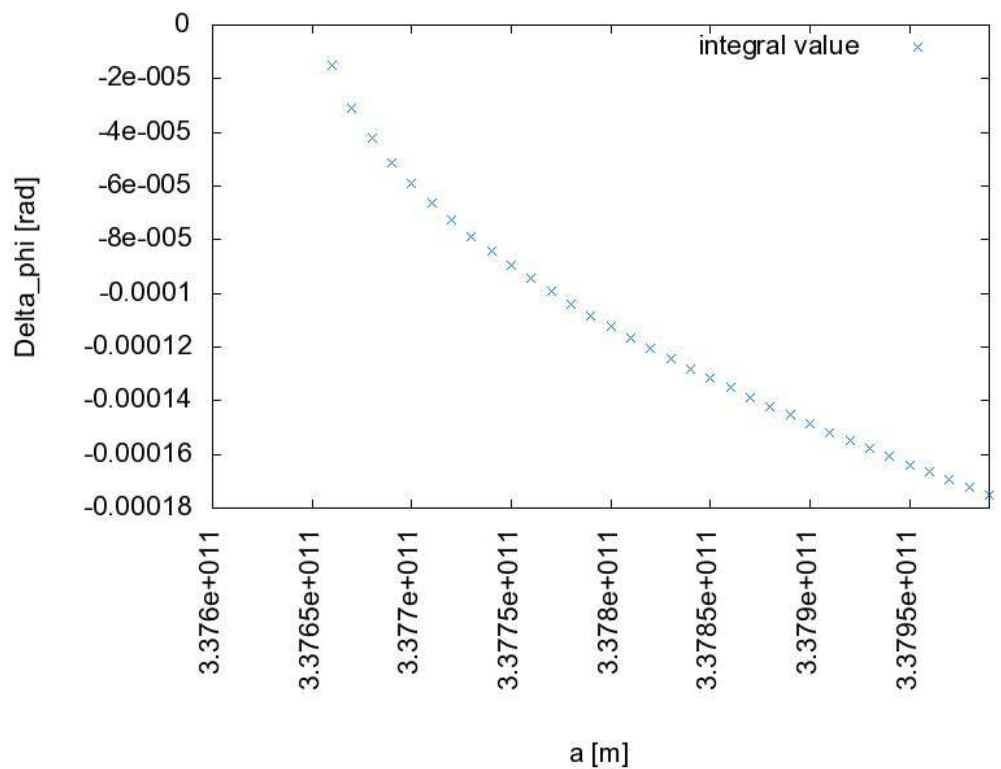


Fig. 6. Integral evaluada para diferentes parámetros de a , método *quad_quag*, tipo 6.

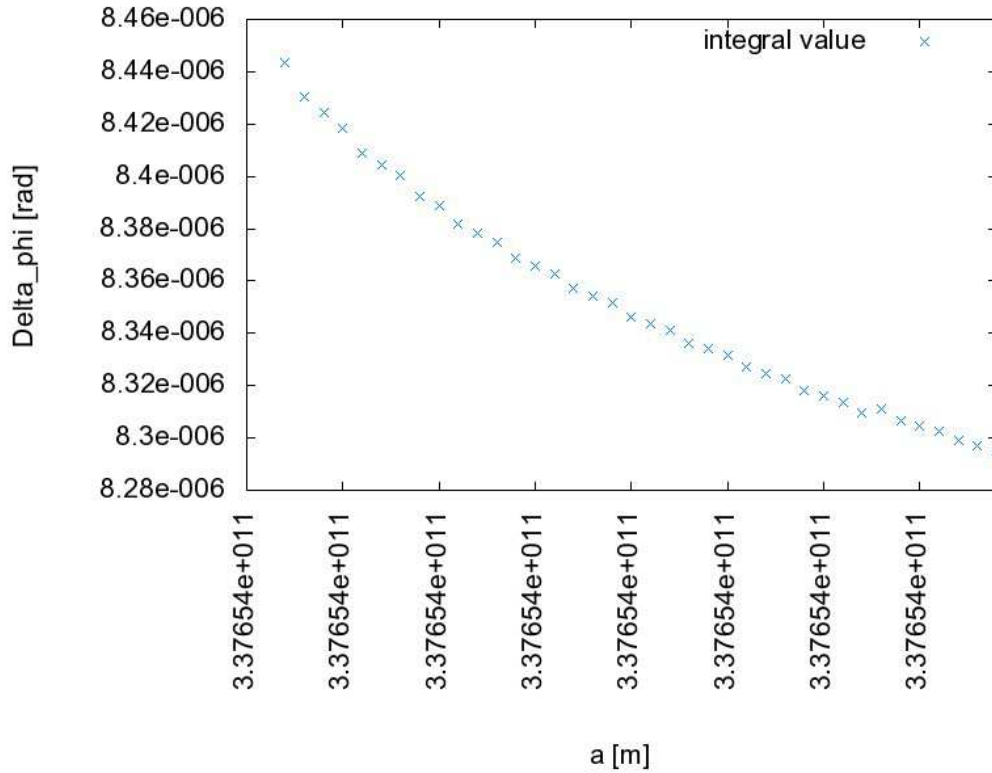


Fig. 7. Integral evaluada mediante el método *quad_quag*, reducida al intervalo relevante de a , y con una escala vertical reducida. La diferencia entre los puntos x es de 50 m.

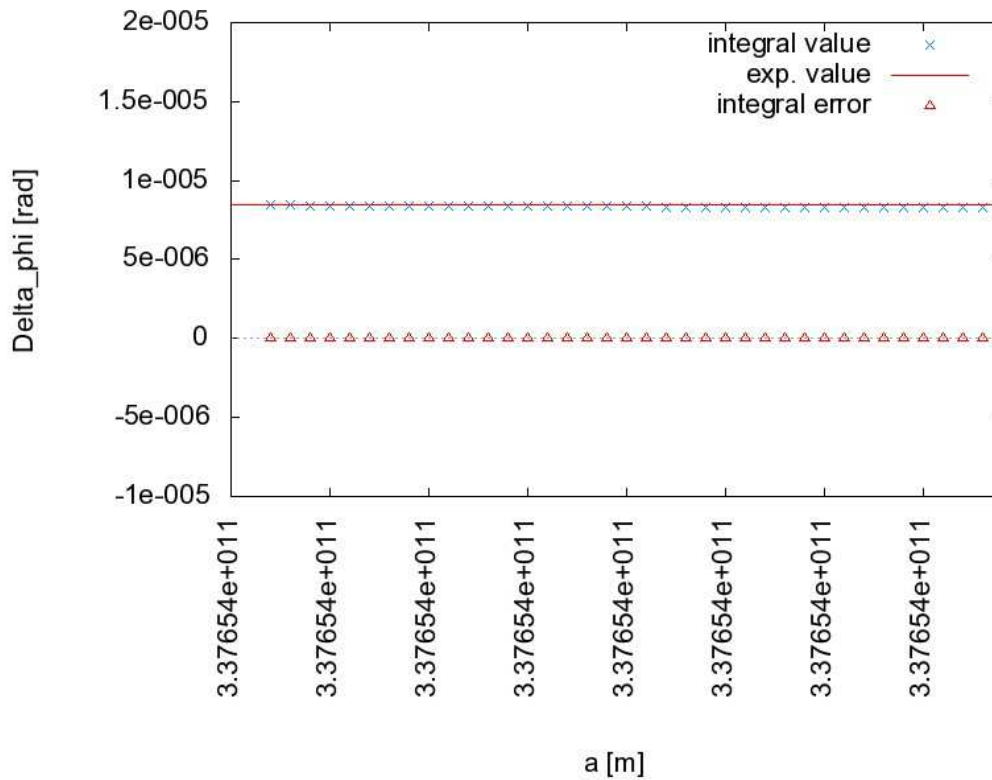


Fig. 8. Igual que la Fig. 7, con comparación con valor experimental y precisión de la integral.

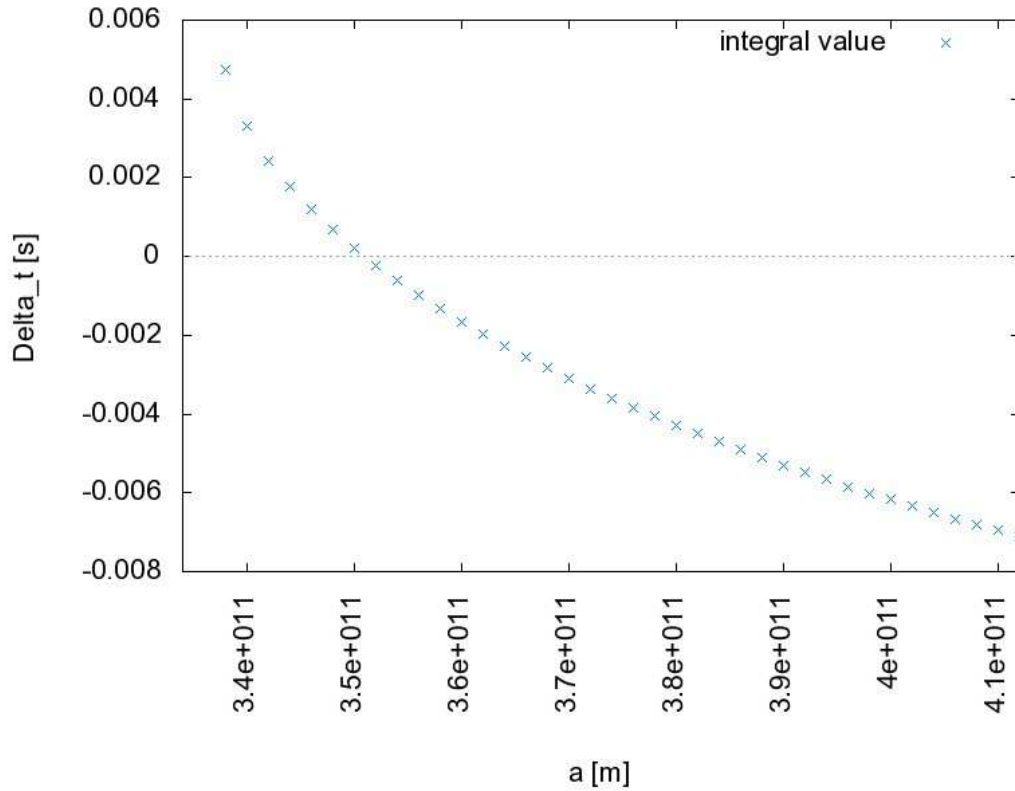


Fig. 9. Demora de tiempo para diferentes valores de a , método *quad_quag*, tipo 6.

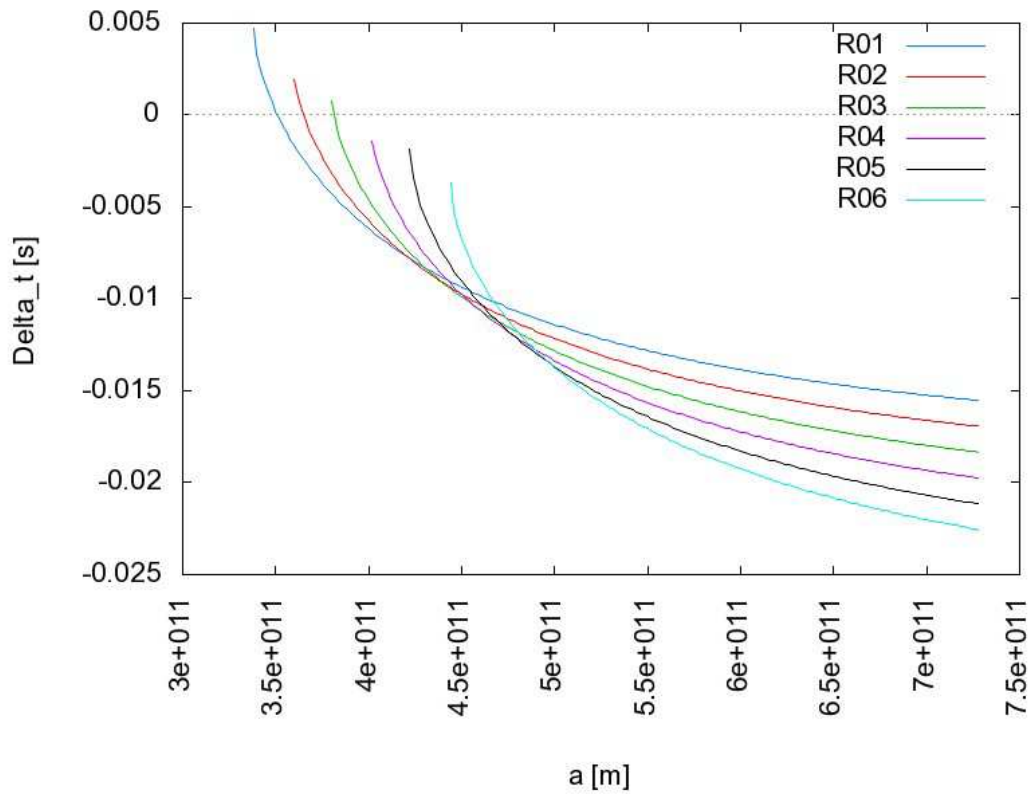


Fig. 10. Demora de tiempo Δt para valores de R_0 entre $1 \times$ radio solar y $1.2 \times$ radio solar.

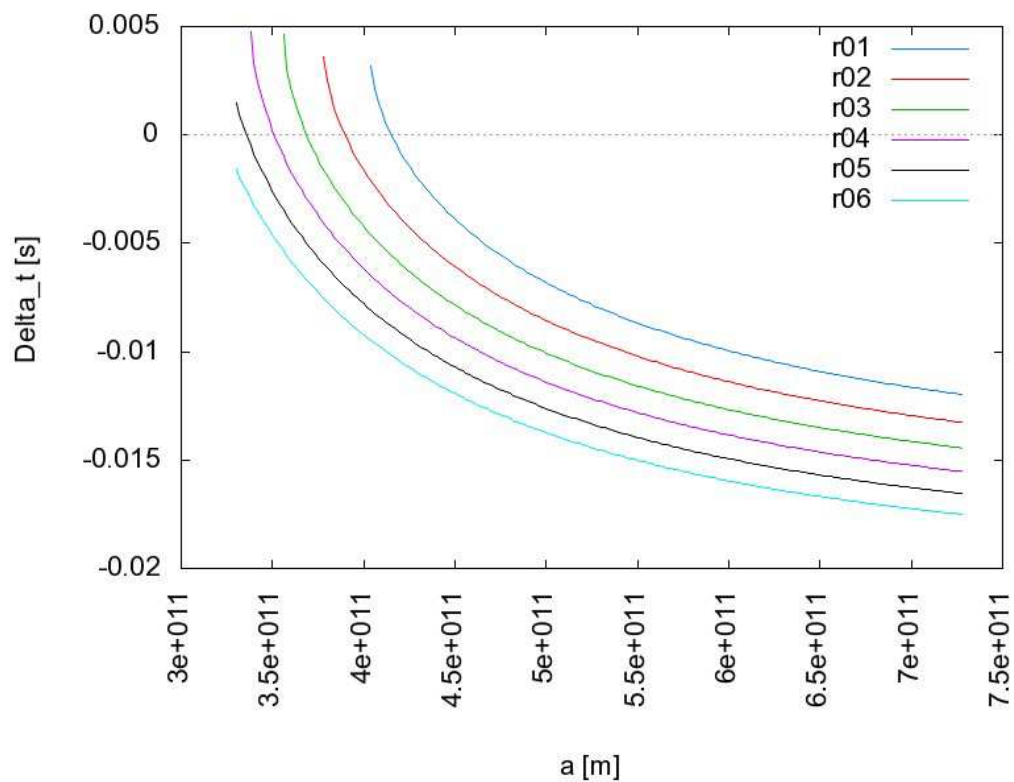


Fig. 11. Demora de tiempo Δt para valores de r_0 entre $0.7 \times$ y $1.2 \times$ radio de Schwarzschild.

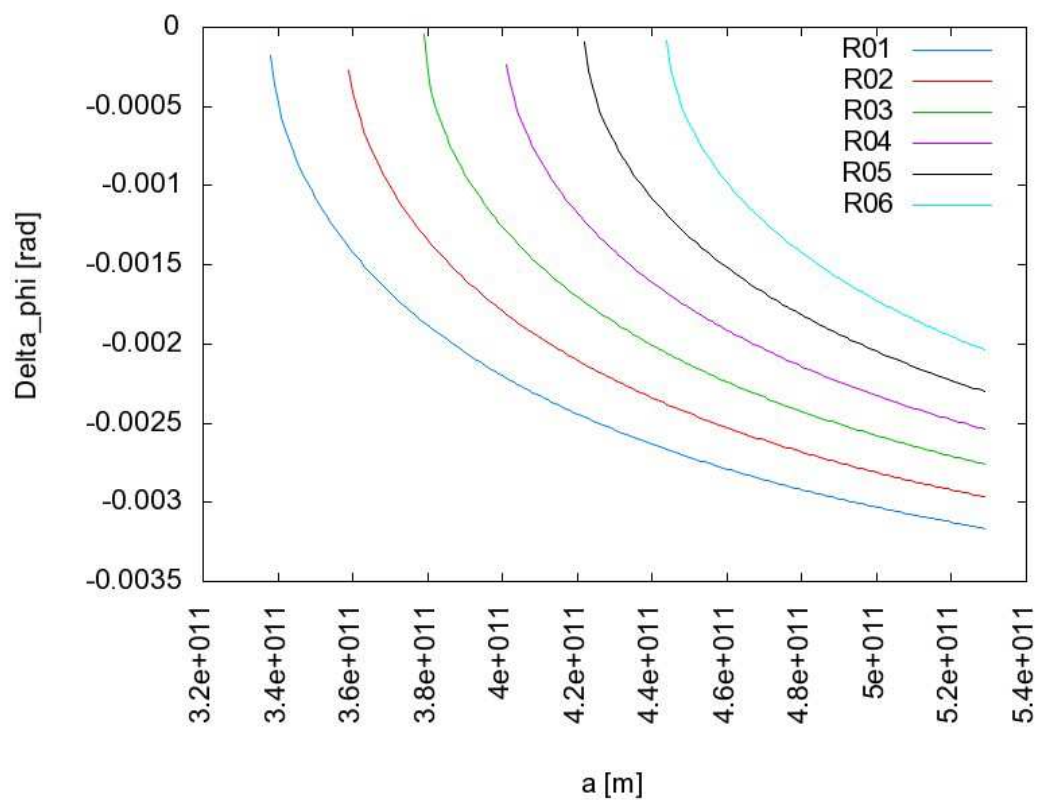


Fig. 12. Ángulo de desviación $\Delta \phi$ para valores de R_0 entre 1 y $1.2 \times$ radio solar.

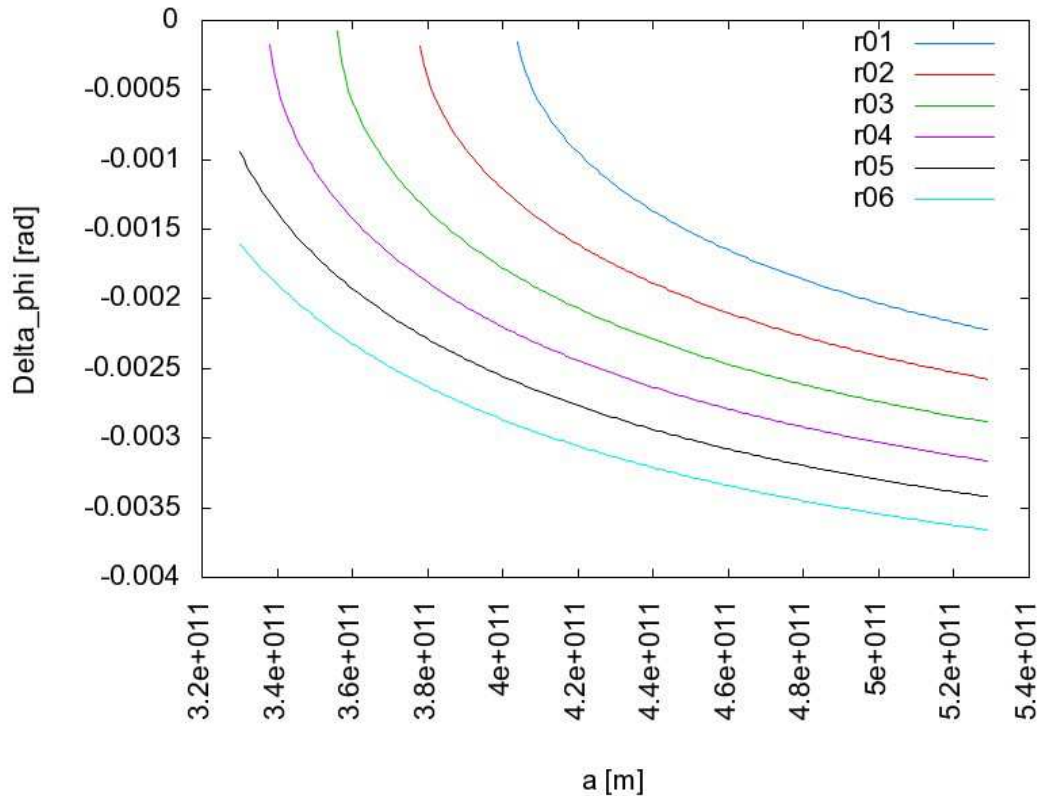


Fig. 13. Ángulo de desviación $\Delta\phi$ para valores de r_0 entre 0.7 y $1.2 \times$ radio de Schwarzschild.

Agradecimientos.

Se agradece al Gobierno Británico por la Pensión Civil Vitalicia y el escudo de armas otorgados a MWE; se agradece a Alex Hill y colegas por las traducciones y tipografiado, y a David Burleigh por su publicación en el portal www.aias.us. Se agradece la participación de colegas a nivel internacional por muchas discusiones interesantes. Se agradece a la Biblioteca Nacional de Gales por su archivo de www.aias.us en el sitio de archivos británico www.webarchive.org.uk reservado para portales sobresalientes.

Referencias.

- [1] M. W. Evans et al., “Generally Covariant Unified Field Theory” (Abramis 2005 al presente), en siete volúmenes a la fecha.
- [2] M. W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, “ECE Theory of Hydrogen Bonding, International Conference on Water, H Bonding and Nanomedicine”, Academia de Ciencias de Serbia, Banja Luka, septiembre 2010.
- [3] Los portales ECE: www.aias.us, www.atomicprecision.com, www.upitec.org.

www.et3m.net. Se ha designado al portal www.aias.us como portal sobresaliente, y se le archiva en www.webarchive.org.uk en la Biblioteca Nacional de Gales y en los archivos británicos. Estos contienen 155 artículos fuente de la serie de documentos UFT a la fecha, artículos y libros de colegas, ensayos y conferencias.

[4] Documentos de la teoría ECE en Foundations of Physics Letters, Physica B y Acta Physica Polonica, y en documentos de plenarias.

[5] M. W. Evans, S. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, “Criticism of the Einstein Field Equation” (Abramis 2010 en prensa, preimpresión en www.aias.us).

[6] L. Felker, “The Evans Equations of Unified Field Theory” (Abramis 2007).

[7] M. W. Evans (ed.), “Modern Non-Linear Optics”, (Wiley 2001, segunda edición, reimpresso como e-libro), en tres volúmenes; M. W. Evans y S. Kielich (eds.), ibid., primera edición, 1992, reimpresiones en 1993, 1997 en encuadernación blanda y en edición como e-libro.

[8] M. W. Evans y L. B. Crowell, “Classical and Quantum Electrodynamics and the B(3) Field” (World Scientific, 2001).

[9] M. W. Evans y J.- P. Vigié, “The Enigmatic Photon” (Kluwer, 1994 a 2002) en cinco volúmenes.

[10] M. W. Evans y A. A. Hasanein, “The Photomagnetron in Quantum Field Theory” (World Scientific, 1994).

[11] L. H. Ryder, “Quantum field Theory” (Cambridge Univ. Press, 1996, 2a ed.).

[12] S. P. Carroll, “Spacetime and Geometry: an Introduction to General Relativity” (Addison Wesley, Nueva York, 2004) capítulo tres.

[13] Shapiro, Irwin I.; Pettengill, Gordon H.; Ash, Michael E.; Stone, Melvin L.; Smith, William B.; Ingalls, Richard P.; Brockelman, Richard A., Fourth Test of General Relativity: Preliminary Results, Physical Review Letters, vol. 20, N° 22, 1968, pp. 1265-1269.

200 μ s, Venus, ondas de radar 7.84 GHz

[14] Shapiro, I. I.; Reasenberg, R. D.; MacNeil, P. E.; Goldstein, R. B.; Brenkle, J. P.; Cain, D. L.; Komarek, T.; Zygielbaum, A. I.; Cuddihy, W. F.; Michael, W. H., Jr., The Viking relativity experiment, Journal of Geophysical Research, vol. 82, Sept. 30, 1977, p. 4329-4334. Hasta 250 μ s, Marte, ondas de radio

[15] R.D. Reasenberg, I.I. Shapiro, R.B. Goldstein and P.E. MacNeil, New results from the viking relativity experiment, Acta Astronautica Volumen 9, N° 2, Febrero 1982, Páginas 91-

93. $200 \mu\text{s}$, Marte, ondas de radio

[16] R. M. Wald, “General Relativity” (University of Chicago Press, 1984), Ec. (6.4.41),
página 145 y sigs.