

Fracaso de la teoría de Einstein de la desviación de la luz y propuesta de masa del fotón distinta de cero.

por

M. W. Evans,

Civil List

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

y

H. Eckardt,

Alpha Institute for Advanced Study (AIAS)

(www.aias.us, www.upitec.org)

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen

Se demuestra que la teoría de Einstein acerca de la desviación de la luz por causa de la gravitación es errónea e inconsistente. Se evalúa numéricamente la integral utilizada por el mismo Einstein y se observa su severa inconsistencia con su afirmación de haber producido la desviación observada en su máxima aproximación. Se discuten en detalle las razones de este resultado y se sugiere una nueva teoría en términos de una masa fotónica finita. La ecuación de campo de Einstein utiliza una simetría de conexión incorrecta, de manera que todas las métricas obtenidas a partir de esta ecuación son erróneas. Pueden obtenerse métricas válidas a partir del Teorema Orbital del documento UFT 111 de esta serie, y para aplicar estas métricas al problema de la desviación de la luz por causa de la gravitación la masa del fotón debe de ser idénticamente distinta de cero. Los estudios numéricos determinan que este valor es de 3.35×10^{-41} kg.

Palabras clave: Teoría ECE de la luz, desviación de la luz, gravitación, errores en la teoría de Einstein de desviación de la luz por causa de la gravitación.

1. Introducción

Es bien sabido [1-10] que la ecuación de campo de Einstein posee errores fundamentales debido a su empleo de una conexión simétrica y el subsecuente desprecio de la torsión del espaciotiempo. La conexión debe de adoptar la geometría del conmutador, tal como se demostró en el documento UFT 139 de esta serie, de manera que resulta claro que la conexión debe ser antisimétrica en sus dos índices inferiores. En consecuencia, cualquier métrica deducida a partir de la ecuación de campo de Einstein no posee significado alguno. En 1916, Schwarzschild dedujo la primera solución de la errónea ecuación de campo de Einstein, pero en sus dos trabajos originales [2] no dedujo la métrica que se conoce comúnmente como "la métrica de Schwarzschild". Esta mal nombrada métrica fue deducida, aparentemente, a partir de la obra original de Schwarzschild por Hilbert, y utilizada por Einstein para predecir propiedades dinámicas a partir de su entonces nueva ecuación de campo de 1915. Se sabe ahora que las métricas pueden deducirse a partir del Teorema Orbital de ECE, incluido en el documento UFT 111 de esta serie [1-10]. Estas son métricas de un espaciotiempo con simetría esférica. La solución más sencilla del Teorema Orbital es la métrica de Minkowski, en tanto que la métrica que siempre se denomina equivocadamente "la métrica de Schwarzschild" es otra posible solución del Teorema Orbital. Deben utilizarse métricas obtenidas a partir de este último para deducir tétradas, torsión y nuevas ecuaciones de campo, en tanto que la ecuación de campo de Einstein debe descartarse. Es bien sabido que no existen agujeros negros como resultado del hecho de que la teoría en la que se basan (la teoría de Einstein) es incorrecta. Ahora también se sabe, a partir de observaciones, que el Big Bang nunca sucedió.

En la Sección 2, se demuestran varias inconsistencias en la aplicación de la mal nombrada "métrica de Schwarzschild". Específicamente, se demuestra que el método utilizado por Einstein para el cálculo de la desviación de la luz por causa de la gravedad es erróneo por varios órdenes de magnitud. La causa de esto es que Einstein supuso una órbita circular, para la cual el denominador de la integral utilizada en los cálculos de Einstein es igual a cero. El método utilizado por Einstein [11] para resolver esta integral también resulta erróneo. También supuso que la masa m del fotón es idénticamente cero, eliminándola así de toda consideración e introduciendo una geodésica nula. Éste método significa que el potencial efectivo utilizado en los cálculos de Einstein resulta matemáticamente indeterminado; es esencialmente un balance de límites y la forma en que se consideran estos límites no puede ser objetiva. No existe razón alguna para que la órbita del fotón debiera de ser un círculo.

En la Sección 3 se demuestra, por integración numérica directa, que la integral utilizada por Einstein no produce el resultado por él anunciado para la desviación de la luz por causa de la gravitación:

$$\Delta \varphi = \frac{4MG}{c^2 R_0} \quad (1)$$

donde G es la constante de Newton, M es la masa del Sol, c es la velocidad de la luz en el

vacío y R_0 es la distancia de mayor acercamiento, esencialmente el radio del Sol. El resultado proclamado por Einstein no produce la Ec. (1) con una precisión como la obtenida por medios computacionales, y de hecho su integral utiliza un denominador que, a partir de la propia teoría de Einstein, desaparece si se emplea un método riguroso. Se sugieren nuevos métodos numéricos que pueden utilizarse con cualquier métrica válida, es decir cualquier métrica que sea una solución del Teorema Orbital de UFT 111, pero no una solución de la errónea ecuación de campo de Einstein de 1915.

2. Críticas al método de Einstein

El método se basa en aquello que se conoce en la teoría ECE como la métrica gravitacional:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 = c^2 dt^2 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) - dr^2 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1} - r^2 d\phi^2 \quad (2)$$

en el plano XY y en coordenadas polares cilíndricas. En la física obsoleta siempre se refieren a esto incorrectamente como "la métrica de Schwarzschild" y en la física obsoleta siempre se afirma en forma acrítica y dogmática que la ecuación de campo de Einstein es correcta, a pesar del hecho de que es fácilmente demostrable que utiliza la simetría de conexión equivocada, tal como se efectuó en el documento UFT 139 de esta serie. En la Ec. (2):

$$r_0 = \frac{2(M+m)G}{c^2} \quad (3)$$

El lagrangiano de la Ec. (2) es de una naturaleza puramente cinética, ya que en relatividad no hay energía potencial o fuerza:

$$\mathcal{L} = T = \frac{1}{2} \mu c^2 = \frac{\mu}{2} \left(\left(\frac{dt}{d\tau} \right)^2 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1} \left(\frac{dr}{d\tau} \right)^2 - r^2 \left(\frac{d\phi}{d\tau} \right)^2 \right) \quad (4)$$

La ecuación de Lagrange da la energía total E y el momento angular L como las siguientes constantes de movimiento:

$$E = \mu c^2 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \frac{dt}{d\tau} \quad , \quad L = \mu r^2 \frac{d\phi}{d\tau} \quad (5)$$

En la Ec. (4) se utiliza la masa reducida:

$$\mu = \frac{mM}{m+M} \quad (6)$$

a fin de reducir correctamente a la dinámica newtoniana (véase notas que acompañan este documento). La masa fotónica es 3.35×10^{-41} kilogramos, de manera que, para todo propósito práctico:

$$\mu = m \quad (7)$$

y puede utilizarse la ley del cuadrado de la inversa para r_0 :

$$r_0 = \frac{2MG}{c^2} \quad (8)$$

Con el objeto de que esta ley sea válida, la masa m del fotón debe ser idénticamente distinta de cero. Einstein la supuso igual a cero y en consecuencia sus cálculos fallan drásticamente, tal como se demuestra en forma directa en la Sección 3 al evaluar SU PROPIA integral en forma numérica [11]. Cualquier equipo de cómputo puede utilizarse para llevar esto a cabo.

La ecuación de movimiento se obtiene a partir de la Ec. (2) al multiplicar ambos lados de la ecuación por $(1 - r_0/r)$ para dar:

$$m\left(\frac{dr}{d\tau}\right)^2 = \frac{E^2}{mc^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(mc^2 + \frac{L^2}{mr^2}\right) \quad (9)$$

El infinitésimo del tiempo propio $d\tau$ se elimina de la siguiente manera:

$$\frac{dr}{d\tau} = \frac{d\varphi}{d\tau} \frac{dr}{d\varphi} = \left(\frac{L^2}{mr^2}\right) \frac{dr}{d\varphi} \quad (10)$$

para dar la ecuación orbital:

$$\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 = r^4 \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right)\right) \quad (11)$$

Donde las dos longitudes constantes a y b se definen mediante:

$$a = \frac{L}{mc} \quad , \quad b = \frac{cL}{E} \quad . \quad (12)$$

La solución de la Ec. (11) es:

$$\varphi = \int \frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right)\right)^{-1/2} dr \quad (13)$$

y la desviación de la luz por causa de la gravitación es [11]:

$$\Delta \varphi = 2 \int_{R_0}^{\infty} \frac{1}{r^2} \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2}\right)\right)^{-1/2} dr - \pi \quad (14)$$

donde R_0 es la distancia de máximo acercamiento, esencialmente el radio del Sol. Utilizando:

$$u = \frac{1}{r} \quad , \quad du = -\frac{1}{r^2} dr \quad (15)$$

la integral (14) puede re-expresarse como:

$$\Delta \varphi = 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{b^2} - (1 - r_0 u) \left(\frac{1}{a^2} + u^2 \right) \right)^{-1/2} du - \pi . \quad (16)$$

Si hemos de aceptar la métrica gravitacional por simple argumento, su empleo correcto debe incluir la suposición de una masa m idénticamente distinta de cero para el fotón, y la integración de la Ec. (16) para producir una ecuación para la desviación $\Delta\varphi$ observada experimentalmente en términos de m , a y b . Einstein utilizó la condición de geodésica nula:

$$ds^2 = 0 \quad (17)$$

que significa que la masa fotónica m desaparece idénticamente y que el concepto de fotón sin masa se propaga a una velocidad c en el vacío. Éste es el dogma de la física obsoleta, un dogma que conduce al desastre tal como se demuestra en la Sección 3. Para la métrica gravitacional, la ecuación de movimiento correcta es:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{E^2}{mc^2} - mc^2 \right) = \frac{1}{2} m \left(\frac{dr}{d\tau} \right)^2 - \frac{mMG}{r} + \frac{L^2}{2mr^2} - \frac{MGL^2}{mc^2 r^3} . \quad (18)$$

La forma correcta de alcanzar el límite newtoniano es:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{E^2}{mc^2} - mc^2 \right) \longrightarrow \frac{1}{2} mv^2 - \frac{mMG}{r} \quad (19)$$

$$\left(\frac{dr}{d\tau} \right)^2 \longrightarrow \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 \quad (20)$$

$$\frac{L^2}{2mr^2} \longrightarrow \frac{m}{2} r^2 \left(\frac{d\varphi}{dt} \right)^2 \quad (21)$$

$$\frac{MGL^2}{mc^2 r^3} \longrightarrow 0 \quad (22)$$

donde hemos utilizado:

$$\frac{d\varphi}{d\tau} = \left(1 - \frac{v^2}{c^2} \right)^{-1/2} \left(1 - \frac{r_0}{r} \right)^{-1/2} \frac{d\varphi}{dt} \quad (23)$$

donde v es la velocidad total del fotón. Claramente, si la masa del fotón m es idénticamente igual a cero, nunca se alcanza el límite newtoniano debido a que v es siempre igual a c para el fotón sin masa.

Einstein supuso:

$$a = \infty \quad (24)$$

El momento angular L es una constante de movimiento, de manera que la suposición (24) significa:

$$m = 0, \quad \frac{d\varphi}{d\tau} = \infty \quad (25)$$

que en el dogma obsoleto se conoce como el “límite ultra relativista”. A pesar del hecho de que la relatividad se define en la Ec. (4) como siendo de una naturaleza puramente cinética, el dogma obsoleto utiliza el “potencial efectivo”:

$$V(r) = \frac{1}{2} mc^2 \left(-\frac{r_0}{r} + \frac{a^2}{r^2} - \frac{r_0 a^2}{r^3} \right) \quad (26)$$

Einstein supuso que:

$$-\frac{r_0}{r} + \frac{a^2}{r^2} - \frac{r_0 a^2}{r^3} = \frac{a^2}{r^2} - \frac{r_0 a^2}{r^3} \quad (27)$$

y también supuso órbitas circulares, de manera que:

$$\frac{dr}{d\tau} = 0 \quad (28)$$

Sin embargo, esta suposición significa que:

$$\frac{1}{b^2} = \left(1 - \frac{r_0}{r} \right) \left(\frac{1}{a^2} + \frac{1}{r^2} \right) \quad (29)$$

y el denominador de la Ec. (13) se vuelve igual a cero, la integral deviene infinito y el método utilizado por Einstein es incorrecto.

Su método se describe en detalle en las notas que acompañan este documento en el portal www.aias.us. Fue el suponer:

$$\frac{r_0}{r} \longrightarrow 0 \quad (30)$$

que debe querer decir:

$$r \longrightarrow \infty \quad (31)$$

y:

$$m \longrightarrow 0 \quad , \quad a \longrightarrow \infty \quad . \quad (32)$$

Por lo tanto, el potencial efectivo se definió como:

$$V(r) \xrightarrow{m \rightarrow 0, a \rightarrow \infty, r \rightarrow \infty} mc^2 \left(\frac{a}{r} \right)^2 \left(1 - \frac{r_0}{r} \right) \quad (33)$$

Lo cual genera una indeterminación matemática. Einstein también supuso:

$$mc^2 \longrightarrow 0 \quad (34)$$

de manera que la ecuación de movimiento (18) deviene:

$$\frac{E^2}{2mc^2} = \frac{L^2}{mr^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{MG}{c^2 r} \right) \quad . \quad (35)$$

Einstein utilizó:

$$r = R_0 \quad (36)$$

en esta ecuación, encontrando así una expresión para b_0 :

$$\frac{1}{b_0^2} = \frac{1}{R_0^2} - \frac{r_0}{R_0^3} \quad . \quad (37)$$

Finalmente utilizó la Ec. (37) en la Ec. (16) con:

$$a^2 \longrightarrow \infty \quad (38)$$

para obtener la integral:

$$\Delta \varphi = 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{R_0 - r_0}{R_0^3} - u^2 + r_0 u^3 \right)^{-1/2} du - \pi \quad . \quad (39)$$

Einstein afirmó [11] que esta integral es:

$$\Delta \varphi = \frac{4MG}{c^2 R_0} \quad (40)$$

sin embargo, en la Sección 3, se demuestra, por integración numérica directa de la Ec. (39), que se produce un resultado diferente de la Ec. (40) y esto resulta desastroso para la física obsoleta. Se vuelve completamente claro que Einstein podía cometer errores y de hecho los cometía. También se sabe que la afirmación de Eddington de haber "verificado" el resultado erróneo (40) fue completamente infundada. El resultado correcto se encuentra disponible y

fue obtenido con precisión por la sonda NASA Cassini y es, experimentalmente:

$$\Delta \varphi = 1.75 \text{ arc segundos} = 8.484 \times 10^{-6} \text{ radianes} \\ = 4MG / c^2 R_0 \quad (41)$$

con los siguientes parámetros:

$$R_0 = 6.955 \times 10^8 \text{ m} , \quad M = 1.9891 \times 10^{30} \text{ kg} , \quad G = 6.67428 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2} , \quad (42) \\ c = 2.9979 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} .$$

Sin embargo, no es posible que el resultado experimental se deba a la relatividad generalizada de Einstein. Se sugiere que, si aceptamos la métrica gravitacional, el resultado experimental correcto debe evaluarse a partir de la Ec. (16) con una masa fotónica finita, y utilizando métodos independientes para evaluar a y b . El método correcto para la evaluación de la dinámica newtoniana consiste en la integración:

$$\left(\frac{dr}{d\varphi}\right)^2 = r^4 \left(\frac{1}{b^2} - \left(1 - \frac{r_0}{r}\right) \frac{1}{a^2} - \frac{1}{r^2} \right) \quad (43)$$

$$a = \frac{L}{\mu c} , \quad b = \frac{cL}{E} , \quad r_0 = \frac{2(m+M)}{c^2}$$

para dar el bien conocido resultado:

$$\frac{\alpha}{r} = (1 + \epsilon \cos \varphi) \quad (44)$$

donde los parámetros α y ϵ vienen dados [12] por:

$$\alpha = \frac{L^2}{\mu k} , \quad \epsilon = \left(1 + \frac{2EL^2}{\mu k^2}\right)^{-1/2} , \quad k = mMG . \quad (45)$$

En el dogma obsoleto se afirma que el resultado newtoniano es:

$$\Delta \varphi = \frac{2MG}{c^2 R_0} \quad (46)$$

pero este resultado se obtuvo por tanteos – utilizando un método heurístico. No constituye un resultado auténticamente newtoniano debido a que la dinámica newtoniana no contiene la velocidad de la luz c .

De manera que en el dogma obsoleto, la confusión se multiplica, y el tema se ha vuelto una fantasía descontrolada, basada en una matemática claramente incorrecta. En consecuencia, la cosmología ha sufrido severos daños a lo largo del siglo XX.

3. Integración numérica de la propia integral de Einstein (Ec.(39)).

La fórmula de Einstein (39) para la desviación de la luz depende de los parámetros radiales R_0 y r_0 . R_0 representa el radio del Sol (6.955×10^8 m) en tanto que r_0 , algunas veces denominado el "radio de Schwarzschild", es sólo de 2,954 m. Por lo tanto, tenemos

$$r_0 \ll R_0$$

lo cual implica, según la Ec. (37) que

$$b_0 \approx R_0.$$

La integral (39)

$$\Delta \varphi = 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{R_0 - r_0}{R_0^3} - u^2 + r_0 u^3 \right)^{-1/2} du - \pi \quad (47)$$

no puede resolverse analíticamente, por lo que necesita evaluarse en forma numérica. En primer lugar deberá notarse que la raíz cuadrada en el integrando atraviesa valores iguales a cero, lo cual conduce a valores infinitos para el integrando.

El argumento de la raíz cuadrada

$$A(u) = \frac{R_0 - r_0}{R_0^3} - u^2 + r_0 u^3 \quad (48)$$

se representa gráficamente en la Fig. 1, donde u es el parámetro de la inversa del radio

$$u = \frac{1}{r} \quad (49)$$

y el intervalo relevante para la integral (47) es entre 0 y $1.4378 \times 10^{-9} \text{ m}^{-1}$. Un análisis numérico nos muestra que se atraviesa un valor igual a cero exactamente en este valor, de manera que el argumento $A(u)$ es positivo en el intervalo definido para la integral. El integrando de (47) se representa gráficamente en la Fig. 2. Presenta un pico agudo para el valor $u=1/R_0$. El resultado numérico es preciso a un grado de doce sitios numéricos y es:

$$\Delta \varphi = 8.4934 \pm 10^{-6} \text{ microrradianes}$$

y el resultado de Einstein es:

$$\Delta \varphi = 8.4955 \text{ microrradianes.}$$

El resultado experimental a partir de los más recientes datos satelitales es:

$$\begin{aligned} \Delta \varphi_{\text{experimental}} &= 8.4848 \pm 0.003 \text{ microrradianes} \\ &= 1.75 \pm 0.0005 \text{ segundos de arco.} \end{aligned}$$

Esta discrepancia merece un análisis preciso. Según se aprecia en la Fig. 2, el valor de la integral viene determinado principalmente por la región cercana a $1/R_0$. Si incrementamos el valor límite R_0 en un 10%, ello conduce a una disminución del valor de $\Delta\varphi$ hasta 2.28. Esto puede darnos una idea acerca de la sensibilidad del resultado respecto del límite de integración. No hay cambios en los órdenes de magnitud. La precisión numérica de la integración fue reportada como igual a 10^{-12} , que es mucho menor que el intervalo de ambos resultados. El cálculo se llevó a cabo mediante el sistema de álgebra computacional Maxima y fue confirmado mediante una evaluación independiente de la integral en Mathematica. Ambos programas produjeron idénticos resultados. En consecuencia, la discrepancia con el cálculo de Einstein no puede explicarse argumentando una inestabilidad numérica del valor de la integral.

b_0	R_0	$\Delta\varphi - \pi$
6.95501×10^8	6.955×10^8	3.1416
1×10^3	6.955×10^8	2.8756×10^{-6}
6.95501×10^8	6.955×10^{14}	2.0000×10^{-6}

Tabla 1. Variación de los parámetros en la integral (47).

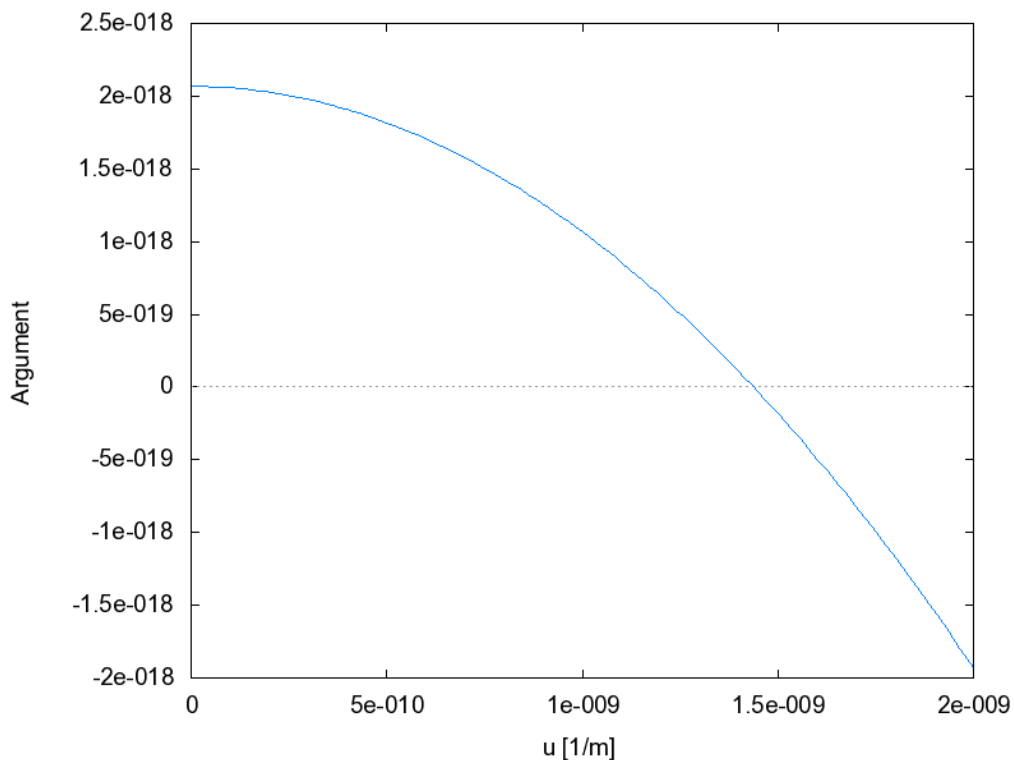


Fig. 1. Gráfica que muestra la dependencia respecto de u del argumento de la raíz cuadrada en la Ec. (47).

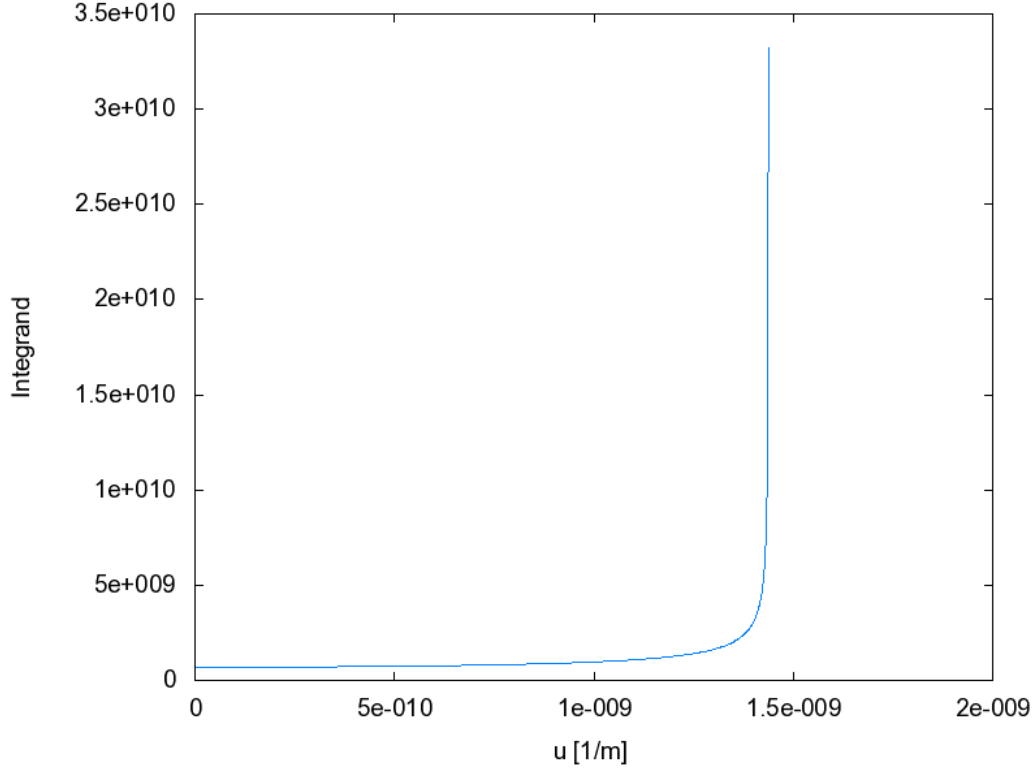


Fig. 2. Gráfica que muestra la dependencia del integrando respecto de u en la Ec.(47).

Con el objeto de ver el impacto de los parámetros b_0 y R_0 sobre el resultado, se han variado ambos parámetros en forma separada, tal como se muestra en la Tabla 1. Se debe reducir b_0 en cinco órdenes de magnitud para que $\Delta\varphi$ cubra el intervalo observado de experimentación. Alternativamente, R_0 debe incrementarse en seis órdenes de magnitud. En consecuencia, el resultado de Einstein no demuestra consistencia en forma alguna.

4. Evaluación analítica de la integral correcta (Ec.(16)) y estimación de la masa del fotón.

La ecuación correcta para la desviación de la luz es la Ec. (16)

$$\Delta\varphi = 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{b^2} - (1 - r_0 u) \left(\frac{1}{a^2} + u^2 \right) \right)^{-1/2} du - \pi \quad (50)$$

donde a y b son parámetros que deben de determinarse en forma tal que se obtenga el resultado experimental $\Delta\varphi$. De la Ec. (12) tenemos

$$a = \frac{L}{mc} \quad , \quad b = \frac{cL}{E} \quad . \quad (51)$$

donde m es la masa del fotón y E la energía del fotón

$$E = \hbar\omega. \quad (52)$$

A partir de la Ec.(51) resulta

$$a = \frac{\hbar\omega}{mc^2} b. \quad (53)$$

El parámetro b es una constante de movimiento, y se determina por la necesidad de una desviación igual a cero cuando la masa del Sol, expresada como M , está ausente del cálculo, es decir viene determinado por:

$$\Delta\varphi = 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{b^2} - u^2 \right)^{-1/2} du - \pi = 0. \quad (54)$$

La integral en la Ec. (54) es:

$$2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{R_0^2} - u^2 \right)^{-1/2} du = 2 \sin^{-1}(R_0 u) \Bigg|_0^{1/R_0} = \pi \quad (55)$$

de manera que:

$$b = R_0 = 6.955 \times 10^8 \text{ metros.} \quad (56)$$

La integral en la Ec. (50) se aproxima en forma excelente mediante:

$$\Delta\varphi \sim 2 \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2} - u^2 \right)^{-1/2} du - \pi. \quad (57)$$

Para el límite inferior:

$$ur_0 = 0, \quad (58)$$

$$1 - ur_0 = 1,$$

y para el límite superior:

$$ur_0 = r_0/R_0 = 4.25 \times 10^{-6}, \quad (59)$$

$$1 - ur_0 = 0.999996.$$

De la Ec. (57):

$$\frac{1}{2} (\pi + \Delta\varphi) = \int_0^{1/R_0} \left(\frac{1}{R_0^2} - \frac{1}{a^2} - u^2 \right)^{-1/2} du = \text{sen}^{-1} \left(\frac{1}{R_0} \left| \left(\frac{1}{R_0^2} - \frac{1}{a^2} \right)^{1/2} \right| \right) \quad (60)$$

Una integral de este tipo puede evaluarse [13] mediante:

$$\int \frac{dx}{(\alpha^2 - x^2)^{1/2}} = \text{sen}^{-1} \frac{x}{|\alpha|} \quad (61)$$

y posee valor real para

$$x < |\alpha| \quad (62)$$

Por lo tanto el valor límite superior para la integral:

$$\frac{\pi}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2} = \int_0^\alpha \left(\frac{1}{b^2} - \frac{1}{a^2} - u^2 \right)^{-1/2} du \quad (63)$$

es

$$\alpha = \left(\frac{1}{R_0^2} - \frac{1}{a^2} \right)^{1/2} \quad (64)$$

en cuyo caso:

$$\frac{\pi}{2} = \text{sen}^{-1} \left(\frac{\alpha}{\alpha} \right) = \text{sen}^{-1} 1 \quad (65)$$

Ahora aproximemos este resultado mediante:

$$\frac{\pi}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2} \sim \text{sen}^{-1} \left(\frac{1/R_0^2 - 1/a^2}{1/R_0^2} \right)^{1/2} \quad (66)$$

donde se ha supuesto que:

$$\frac{1}{R_0^2} \gg \frac{1}{a^2} \quad (67)$$

Entonces:

$$\text{sen}^2 \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\Delta\varphi}{2} \right) = \cos^2 \frac{\Delta\varphi}{2} \sim 1 - \left(\frac{R_0}{a} \right)^2 \quad (68)$$

y en esta aproximación:

$$\left(\frac{R_0}{a}\right)^2 \sim \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right)^2 . \quad (69)$$

Esto da una masa para el fotón de:

$$m = \left(\frac{\hbar\omega}{c^2}\right) \frac{\Delta\varphi}{2\sqrt{2}} = 3.35 \times 10^{-41} \text{ kg} . \quad (70)$$

Una recopilación reciente [14] de trabajos acerca de la masa del fotón ofrece su mejor estimación en un valor inferior a un orden de 10^{-43} kilogramos.

Por lo tanto se ha determinado la masa del fotón por primera vez. En un documento posterior se evaluará numéricamente la integral de la Ec.(50) y se ofrecerá un detallado análisis del resultado.

Agradecimientos

Se agradece al Gobierno Británico por el otorgamiento de una Pensión Civil vitalicia para MWE, a Alex Hill y sus colegas por las traducciones y tipografiado, y a David Burleigh por su publicación en el portal www.aias.us.

Referencias.

- [1] M. W. Evans et al., “Generally Covariant Unified Field Theory” (Abramis 2005 en adelante) en siete volúmenes a la fecha.
- [2] M. W. Evans, S. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, “Criticisms of the Einstein Field Equation” (Abramis, en prensa, 2010).
- [3] El portal principal de ECE es www.aias.us (en la colección nacional británica de portales www.webarchive.org.uk), a/c de la Biblioteca Nacional de Gales.
- [4] Otros portales importantes: www.atomicprecision.com, www.upitec.org, www.et3m.net.
- [5] K. Pendergast, “The Life of Myron Evans” (Abramis, en prensa, 2010).
- [6] M. W. Evans (ed.), “Modern Nonlinear Optics” (Wiley 2001, segunda edición), en tres

volúmenes.

[7] M. W. Evans y S. Kielich (eds.), *ibid.*, primera edición (Wiley, 1992, 1993, 1997), en tres volúmenes.

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

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

[10] M. W. Evans et al., documentos acerca de la teoría ECE en “Foundations of Physics Letters”, “Physica B” y “Acta Physica Polonica”, y dos documentos de conferencias.

[11] R. M. Wald, “General Relativity” (University of Chicago Press, 1984), Eq. (6.4.41), página 145.

[12] J. B. Marion y S. T. Thornton, “Classical Dynamics” (HB College Publishing, 1988, tercera edición).

[13] www.numberempire.com/intercalculator.php .

[14] L.- C. Tu, J. Luo y G.T. Gillies, *Rep. Prog. Phys.* , **68** , 77 (2005).