Determinación de la masa del fotón a partir de dispersión Compton.

por

M. W. Evans y H. Eckardt,
Civil List y A.I.A.S

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

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Consideraciones acerca de la dispersión Compton condujeron a una masa para el fotón del orden de la masa del electrón. Se demuestra que la masa de un fotón de este orden de magnitud viaja a una velocidad c para todo propósito práctico, y resulta consistente con el efecto fotoeléctrico. Se muestra que la teoría relativista clásica de la dispersión de partículas viola la conservación de la energía al nivel más fundamental, de manera que no cumple con la conservación de la energía al nivel de la electrodinámica cuántica. Se sugiere una nueva interpretación de la masa, en términos del parámetro R de la ecuación de onda de la teoría ECE, y la ecuación de Proca se deduce directamente a partir del postulado de la tétrada.

Palabras clave: Masa del fotón, teoría ECE, dispersión Compton, dispersión de partículas, ecuación de Proca a partir del postulado de la tétrada.

1. Introducción.

Una masa finita para el fotón queda implícita a través de la combinación de la relatividad restringida y la vieja teoría cuántica conocida como las ecuaciones de De Broglie Einstein [1 – 10]. Éstas se desarrollaron ampliamente en los documentos UFT158 a UFT171 de esta serie, en la cual se han dedicado varios documentos a la determinación de la masa del fotón. Estos documentos se han agrupado y recopilado en el documento UFT200, publicado en el portal www.aias.us. El presente documento, el UFT244, es un desarrollo del contenido de los documentos UFT158 a UFT171, y se refiere a aspectos de la masa del fotón. En la Sección 2, la masa del fotón se obtiene directamente a partir del efecto Compton, utilizando el hecho de que la masa del electrón se conoce con precisión a partir de laboratorios de estándares, y mediante el empleo de los métodos incluidos en los documentos UFT158 a UFT171 es posible obtener la masa del fotón. Esto es en sentido opuesto del camino seguido en la conocida teoría de Compton, en la cual se obtuvo la masa del electrón suponiendo una masa del fotón igual a cero. Esta suposición conduce a que la teoría de Compton entre en conflicto con los fundamentos de la física, porque una masa fotónica igual a cero resulta en una teoría de la radiación sin sentido físico, en la que los estados temporal y longitudinal no se han incluido. Sólo están presentes los estados transversales si la masa del fotón es igual a cero. Una masa fotónica igual a cero conduce a grandes dificultades [11] en la cuantización canónica y también conduce al pequeño grupo E(2) sin sentido físico del grupo Poincaré. Una masa fotónica igual a cero conduce a numerosas refutaciones de la teoría einsteiniana de la desviación de la luz por causa de la gravitación, tal como se menciona en los documentos UFT150 a UFT155, y el documento de recopilación UFT200. En la Sección 2 se encuentra que la masa fotónica es del orden de la masa del electrón. Existen dos posibles soluciones para la masa del fotón, una es siempre real, en tanto que la otra puede llegar a ser imaginaria. Si se supone que la solución real es la solución con sentido físico, entonces es del orden de la masa del electrón, y órdenes de magnitud más pesada que lo imaginado. A partir de la misma teoría se descubre que el fotón viaja a una velocidad *c* para todo propósito práctico, y demuestra que este orden de masa fotónica es compatible con la teoría del efecto fotoeléctrico.

Sin embargo, se descubre que la misma teoría, basada en las ecuaciones de De Broglie Einstein para la dispersión entre partículas de igual masa, viola la conservación de la energía en el nivel más fundamental, de manera que por implicación viola la conservación de la energía a nivel de electrodinámica cuántica. Este resultado significa que las ecuaciones de De Broglie Einstein no poseen consistencia interna. Este hecho se demostró en varias formas en los documentos UFT158 a UFT171, recopilados en el documento UFT200. Esta ausencia de consistencia no puede remediarse mediante teorías basadas en un mecanismo de Higgs, de manera que el bosón de Higgs queda refutado de facto debido a la violación de la conservación de la energía. La existencia misma de la masa fotónica y del campo $B^{(3)}$ [1 – 10] refuta al bosón de Higgs inmediatamente, debido a que se afirma que éste último es el origen de la masa. Esta afirmación viola la relatividad general, la cual otorga masa a todas las partículas a través de la teoría ECE. Los experimentos del hadrón pesado y de LEP se basan en la dispersión de un electrón y un positrón que poseen igual masa. Se requiere de una nueva interpretación de la teoría de la dispersión de partículas, una basada en la teoría ECE y la curvatura R de la ecuación de onda de la teoría ECE. La Sección 3 deduce la ecuación de Proca directamente a partir del postulado de la tétrada de la geometría de Cartan, con el objeto de subrayar la vinculación entre la geometría de Cartan y la masa fotónica. Los elementos básicos de la relatividad general conducen directamente a la masa fotónica, tal como se demostró en los tempranos documentos de esta serie. En la Sección 3 se desarrolla un método nuevo y directo para obtener todos los aspectos de la teoría de Proca a partir de la geometría, dada la hipótesis ECE. La ecuación de Proca refuta inmediatamente la invariancia gauge U(1) de la teoría del bosón de Higgs.

Finalmente, en la Sección 4 se describen los métodos numéricos de obtención de la masa fotónica, y se presenta en forma tabular la masa fotónica para diversos ángulos de dispersión. Se analiza con cierto detalle el significado de la masa imaginaria. Ésta última puede comprenderse en términos de la teoría *R*, o en términos de propagación supra-luminal.

2. Derivación de la masa del fotón.

La teoría tras la dispersión Compton con una masa fotónica finita fue mencionada por primera vez en los documentos UFT158 a UFT171, y aquí utilizamos la notación empleada en dichos documentos. La ecuación clásica relativista para la ecuación de la conservación de la energía es:

$$\gamma m_1 c^2 + m_2 c^2 = \gamma' m_1 c^2 + \gamma'' m_2 c^2 \tag{1}$$

donde m_1 es la masa fotónica, m_2 es la masa del electrón, y donde los factores de Lorentz se definen mediante las velocidades, como es usual. La masa del fotón viene dada por la ecuación deducida por primera vez en el documento UFT160:

$$m_1^2 = \left(\frac{\hbar}{c^2}\right)^2 \left[\frac{1}{2a}\left(-b \pm b^2 - 4ac'\right)^{1/2} \right] \tag{2}$$

$$a = 1 - \cos^2\theta$$

$$b = (\omega'^2 + \omega^2)\cos^2\theta - 2A$$

$$A = \omega\omega' - x_2(\omega - \omega')$$

$$c' = A^2 - \omega^2\omega'^2\cos^2\theta .$$

donde γ' es la frecuencia del rayo gamma disperso, γ es la frecuencia del rayo gamma incidente, y donde:

$$x_2 = \frac{m_2 c^2}{\hbar} . \tag{3}$$

Aquí, ħ es la constante reducida de Planck y *c* es la velocidad de la luz en el vacío. El ángulo de dispersión es θ. Los datos experimentales acerca de la dispersión Compton utilizados en esta sección son aquellos incluidos en la ref. [12]. La masa del electrón puede hallarse en cualquier buen libro de texto o de las tablas, y aquí se considera como:

$$m_2 = 9.10953 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

de manera que:

$$x_2 = 7.76343 \times 10^{20} \text{ rad s}^{-1}$$

Las dos soluciones de la Ec. (2) para la masa del fotón se incluyen en la Sección 4. Una solución siempre tiene valor real, y suele considerarse a esta raíz como el valor físico de la masa del fotón. Varía en función del ángulo de dispersión, pero siempre se encuentra próximo a la masa del electrón. En este método, el fotón resulta mucho más pesado que lo antes considerado. La otra solución puede ser un valor imaginario, y como es costumbre se descartaría esta solución por carecer de sentido físico. Sin embargo, la teoría *R* significa que una curvatura con valor real puede hallarse de la siguiente manera:

$$R = mm^*\left(\frac{c}{\hbar}\right)^2 \tag{6}$$

donde * significa complejo conjugado. En la Sección 4 se muestra que una masa con valor imaginario puede interpretarse en términos de una propagación supra-luminal.

La velocidad del fotón, luego de haber sido dispersado a partir de un electrón estacionario, viene dada por la ecuación de De Broglie:

$$\gamma' m_1 c^2 = \hbar\omega' \tag{7}$$

y es igual a *c* para todo propósito práctico y para todos los ángulos de dispersión (Sección 4). Un fotón tan pesado como el electrón, por lo tanto, no entra en conflicto con los resultados del experimento de Michelson y Morley, pero en una escala cosmológica un fotón tan pesado como éste podría explicar cualquier discrepancia de masa que actualmente se proclame como debida a "materia oscura". La física de la masa fotónica difiere fundamentalmente de la física establecida, tal como se ha explicado con amplios detalles [1 – 10], por ejemplo, en los cinco volúmenes de "The Enigmatic Photon" (El Fotón Enigmático). Un fotón con el peso de un electrón significa que deben revisarse los intentos previos de medición de la masa fotónica. Por ejemplo, debe desarrollarse una teoría que logre compatibilizar la precisión de la ley de Coulomb con un fotón que sea tan pesado como un electrón, lo cual significa que el potencial de Yukawa en electrodinámica deberá abandonarse, o desarrollarse nuevamente desde un principio.

Sin embargo, la teoría del efecto fotoeléctrico puede hacerse compatible con un fotón pesado de la siguiente manera. Consideremos un fotón pesado en colisión con un electrón estático. La ecuación de conservación de energía es:

$$\gamma m_0 c^2 + m_2 c^2 = \gamma' m_0 c^2 + \gamma'' m_2 c^2 . \tag{8}$$

La ecuación de De Broglie puede utilizarse de la siguiente manera:

$$\hbar\omega = \gamma m_0 c^2 \tag{9}$$

$$\hbar\omega'' = \gamma'' m_2 c^2 . \tag{10}$$

Si el fotón se ve detenido por la colisión, entonces la ecuación de la conservación de la energía es:

$$\hbar\omega + m_2c^2 = m_0c^2 + \hbar\omega'' \tag{11}$$

donde m_0 es la masa en reposo del fotón. Este concepto no existe en el modelo establecido de la física. De manera que:

$$m_0 = m_2 + \frac{\hbar}{c^2}\left(\omega - \omega''\right) \tag{12}$$

Si por motivos argumentales hacemos que las masas del fotón y del electrón sean iguales, entonces:

$$m_0 = m_2 \tag{13}$$

y

$$\omega = \omega'' \tag{14}$$

es decir, toda la energía del fotón se transfiere al electrón.

Si:

$$\omega \neq \omega'' \tag{15}$$

entonces:

$$\hbar\left(\omega - \omega''\right) = \Phi + \left(m_0 - m_2\right)c^2 = \Phi \tag{16}$$

donde Φ es la energía de unión del efecto fotoeléctrico. A partir de la Ec. (16):

$$\hbar\omega + m_2c^2 = m_0c^2 + \hbar\omega'' + \Phi \tag{17}$$

es decir,

$$\hbar\omega = \hbar\omega'' + \Phi = E + \Phi \tag{18}$$

ó

$$E = \hbar\omega - \Phi \tag{19}$$

que es la ecuación habitual para el efecto fotoeléctrico, Q. E. D. El fotón pesado no desaparece y transfiere su energía al electrón, y el fotón pesado es compatible con el efecto fotoeléctrico.

Sin embargo, un problema mayor y fundamental para la física establecida surge a partir de la consideración de la dispersión Compton entre partículas de igual masa, tal como se describe en el documento UFT160. En esta sección puede verse que la dispersión Compton entre partículas de igual masa viola la conservación de la energía. Consideremos una partícula de masa *m* que entra en colisión con una partícula inicialmente estática y con masa *m*. Si las ecuaciones de conservación de la energía y de momento se suponen inicialmente verdaderas, pueden resolverse simultáneamente para dar:

$$x^2 + \left(\omega^2 - x^2\right)^{1/2}\left(\omega'^2 - x^2\right)^{1/2}\cos\theta = \omega\omega' - \left(\omega - \omega'\right)x \tag{20}$$

donde:

$$\omega_0 = x = \frac{mc^2}{\hbar} \tag{21}$$

es la frecuencia en reposo de la partícula de masa *m*, ω′ es la frecuencia de la partícula dispersa y ω es la frecuencia entrante de la partícula *m* que entra en colisión con una partícula inicialmente estática de masa *m*. El ángulo de dispersión es *θ*, y a partir de la Ec. (20):

$$\cos^2\theta = \frac{\omega_0^2 + \omega_0(\omega - \omega') - \omega\omega'}{\omega_0^2 - \omega_0(\omega - \omega') - \omega\omega'} \tag{22}$$

Para que:

$$0 \leq \cos^2\theta \leq 1 \tag{23}$$

entonces:

$$\omega \leq \omega' \tag{24}$$

La ecuación de De Broglie significa que la frecuencia de colisión puede describirse mediante:

$$\hbar\omega + \hbar\omega_0 = \hbar\omega' + \hbar\omega'' \tag{25}$$

de manera que:

$$\omega + \omega_0 = \omega' + \omega'' \tag{26}$$

y:

$$\omega - \omega' = \omega'' - \omega_0 \tag{27}$$

Por lo tanto, a partir de la Ec.(24) :

$$\omega'' \leq \omega_0 \tag{28}$$

Restando la Ec.(28) de la Ec.(24) y reordenando términos se obtiene:

$$\omega + \omega_0 \leq \omega' + \omega'' \tag{29}$$

Sin embargo, la ecuación inicial de conservación de la energía es la (26), que sólo coincide con la Ec. (29) en los casos extremos de $\theta = 0$ y $\theta = 180°$, de manera que la teoría viola la conservación de la energía y se vuelve contradictoria. Esto constituye un desastre para la teoría de dispersión de partículas, porque la violación de la conservación de la energía se produce a un nivel fundamental. La electrodinámica cuántica y la teoría de cuerdas, o una teoría del bosón de Higgs para la dispersión de partículas, quedan todas invalidadas.

Si dos partículas de masa m_1 y m_2 entran en colisión y ambas se hallaban en movimiento antes de la colisión, la ecuación inicial de conservación de la energía es:

$$\gamma m_1 c^2 + \gamma_2 m_2 c^2 = \gamma' m_1 c^2 + \gamma'' m_2 c^2 \tag{30}$$

es decir

$$\hbar\omega + \gamma_2 m_2 c^2 = \hbar\omega' + \hbar\omega'' \tag{31}$$

Definimos:

$$x_2 = \gamma_2 m_2 c^2 / \hbar \tag{32}$$

entonces:

$$x_2 := \omega_2 = \omega' + \omega'' - \omega . \tag{33}$$

La ecuación de conservación del momento es:

$$\underline{p} = \underline{p}_1 + \underline{p}_2 = \underline{p}' + \underline{p}'' . \tag{34}$$

Resolviendo las Ecs. (30) y (34) simultáneamente conduce a:

$$x_2(\omega-\omega') = \omega\omega' - \left(x_1^2 + (\omega^2 - x_1^2)^{1/2}(\omega'^2 - x_1^2)^{1/2}\cos\theta\right) \tag{35}$$

Para una dispersión entre partículas de igual masa:

$$\gamma_2 x(\omega-\omega') = \omega\omega' - \left(x^2 + (\omega^2 - x^2)^{1/2}(\omega'^2 - x^2)^{1/2}\cos\theta\right) \tag{36}$$

donde:

$$x = mc^2/\hbar . \tag{37}$$

Por definición:

$$\gamma_2 = \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \tag{38}$$

de manera que:

$$(\omega^2 - x^2)^{1/2}(\omega'^2 - x^2)^{1/2}\cos\theta = \omega\omega' - (\omega-\omega')\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} x - x^2 \tag{39}$$

Para:

$$v \ll c \tag{40}$$

entonces:

$$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{-1/2} \sim 1 + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2} \tag{41}$$

de manera que la Ec. (39) se aproxima mediante:

$$(\omega^2 - x^2)^{1/2}(\omega'^2 - x^2)^{1/2}\cos\theta = -\left((x-\omega')(x+\omega) + \frac{1}{2}\frac{v^2}{c^2}x(\omega-\omega')\right) \tag{42}$$

Por lo tanto:

$$(\omega-x)(\omega+x)(\omega'-x)(\omega'+x)\cos^2\theta$$
$$=(x-\omega')^2(x+\omega)^2+\frac{v^2}{c^2}x(\omega-\omega')(x-\omega')(x+\omega)+\frac{1}{4}\frac{v^4}{c^4}x^2(\omega-\omega')^2 \qquad (43)$$

Para ordenar $(v/c)^2$:

$$\cos^2\theta=\frac{x^2+x(\omega-\omega')(1+v^2/c^2)-\omega\omega'}{x^2-x(\omega-\omega')-\omega\omega'} \qquad (44)$$

Sin embargo:

$$0\leq\cos^2\theta\leq 1 \qquad (45)$$

de manera que:

$$(\omega-\omega')\left(1+\frac{v^2}{c^2}\right)<-(\omega-\omega') \qquad (46)$$

es decir:

$$\omega<\omega'. \qquad (47)$$

La ecuación de la conservación de la energía (30) es:

$$\omega+\omega_2=\omega'+\omega'' \qquad (48)$$

de manera que:

$$\omega'-\omega=\omega_2-\omega''. \qquad (49)$$

A partir de las Ecs. (47) y (49):

$$\omega_2<\omega''. \qquad (50)$$

Si sumamos las Ecs.(47) y (50)

$$\omega+\omega_2<\omega'+\omega'' \qquad (51)$$

De manera que la conservación de la energía nuevamente se ve violada a un nivel fundamental y queda refutada toda la teoría de dispersión de partículas, incluyendo la teoría del bosón de Higgs.

3. Deducción de la ecuación de Proca.

La ecuación de Proca es la ecuación fundamental de la teoría de la masa fotónica, y se dedujo y generalizó en los tempranos documentos de esta serie, a partir de la geometría de Cartan [1 – 10]. En esta sección se deduce en unas pocas líneas a partir del postulado fundacional de la tétrada de la geometría de Cartan. Nótese cuidadosamente que el postulado de la tétrada siempre produce una masa finita para el electrón en la teoría ECE. Consideremos el postulado de la tétrada:

$$D_\mu q^a_\nu = \partial_\mu q^a_\nu + \omega^a_{\mu b} q^b_\nu - \Gamma^\lambda_{\mu\nu} q^a_\lambda = 0 \tag{52}$$

donde q^a_ν es la tétrada de Cartan, $\omega^a_{\mu b}$ es la conexión de espín de Cartan y $\Gamma^\lambda_{\mu\nu}$ es la conexión gamma. Si definimos:

$$\omega^a_{\mu\nu} = \omega^a_{\mu b} q^b_\nu \tag{53}$$

$$\Gamma^a_{\mu\nu} = \Gamma^\lambda_{\mu\nu} q^a_\lambda \tag{54}$$

entonces:

$$\partial^\mu \partial_\mu q^a_\nu = \square q^a_\nu = \partial^\mu \Omega^a_{\mu\nu} \tag{55}$$

Si diferenciamos ambos lados:

$$\partial^\mu \partial_\mu q^a_\nu = \square q^a_\nu = \partial^\mu \Omega^a_{\mu\nu} \tag{56}$$

y definimos:

$$\partial^\mu \Omega^a_{\mu\nu} := -R q^a_\nu \tag{57}$$

para hallar la ecuación de onda ECE [1 – 10]:

$$(\square + R) q^a_\nu = 0 \tag{58}$$

y la ecuación:

$$\partial^\mu \Omega^a_{\mu\nu} + R q^a_\nu = 0 \tag{59}$$

donde la curvatura *R* es:

$$R = -q_a^{\ \nu} \partial^{x} \Omega^{a}_{\ \mu\nu} \tag{60}$$

Utilizando ahora el postulado ECE [1 – 10]:

$$A^a_\nu = A^{(0)} q^a_\nu \tag{61}$$

y definiendo el campo electromagnético como:

$$F^a_{\mu\nu} = A^{(0)} \Omega^a_{\ \mu\nu} \tag{62}$$

para hallar:

$$(\Box + R) A^a_\mu = 0 \tag{63}$$

y:

$$\partial^\mu F^a_{\mu\nu} + R A^a_\nu = 0 \tag{64}$$

Estas son las dos ecuaciones de Proca, Q.E.D.

La masa fotónica *m* se define mediante la curvatura:

$$R = \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \tag{65}$$

Por lo tanto:

$$\left(\Box + \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2\right) A^a_\mu = 0 \tag{66}$$

y

$$\partial^\mu F^a_{\mu\nu} + \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 A^a_\nu = 0 \tag{67}$$

Para cada estado de polarización *a* éstas son las ecuaciones de Proca desarrolladas a mediados de la década de 1930. No son invariantes gauge U(1) y refutan la teoría del bosón de Higgs en forma inmediata, porque la teoría del bosón de Higgs es invalidante gauge U(1).

La Ec. (62) es un nuevo postulado de la teoría ECE en la que el campo electromagnético se define a través de la conexión $\Omega^a_{\mu\nu}$. Por antisimetría:

$$F^a_{\mu\nu} = -F^a_{\nu\mu} \tag{68}$$

y a partir de la primera ecuación estructural de Cartan:

$$T^a_{\mu\nu} = \partial_\mu q^a_\nu - \partial_\nu q^a_\mu + \omega^a_{\mu\nu} - \omega^a_{\nu\mu} . \tag{69}$$

Los postulados fundamentales de la teoría ECE son:

$$A^a_\mu = A^{(0)} q^a_\mu \tag{70}$$

$$F^a_{\mu\nu} = A^{(0)} T^a_{\mu\nu} \tag{71}$$

de manera que:

$$F^a_{\mu\nu} = \partial_\mu A^a_\nu - \partial_\nu A^a_\mu + A^{(0)}\left(\omega^a_{\mu\nu} - \omega^a_{\nu\mu}\right) = A^{(0)}\left(\Gamma^a_{\mu\nu} - \Gamma^a_{\nu\mu}\right) \tag{72}$$

Por antisimetría en la Ec. (72):

$$F^a_{\mu\nu} = 2\left(\partial_\mu A^a_\nu + A^{(0)} \omega^a_{\mu\nu}\right) \tag{73}$$

de manera que:

$$F^a_{\mu\nu}(\text{original}) = 2\left(F^a_{\mu\nu}(\text{nuevo}) + A^{(0)} \omega^a_{\mu\nu}\right) . \tag{74}$$

El nuevo postulado (62) constituye una forma conveniente de obtener las ecuaciones de Proca a partir del postulado de la tétrada. Al así hacerlo:

$$R_0 = \left(\frac{m_0 c}{\hbar}\right)^2 \tag{75}$$

donde m_0 es la masa en reposo del fotón. Podemos definir de una manera más general:

$$R = \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \tag{76}$$

donde:

$$m = \gamma m_0 \tag{77}$$

entonces la ecuación de De Broglie se generaliza a:

$$E = \hbar\omega = mc^2 = \hbar c R^{1/2} \tag{78}$$

y el cuadrado de la masa del fotón en movimiento se define por la curvatura:

$$m^2 = \left(\frac{\hbar}{c}\right)^2 R = \left(\frac{\hbar}{c}\right)^2 q^{\nu}_{a}\, \partial^{\mu}\left(\omega^{a}_{\mu\nu} - \Gamma^{a}_{\mu\nu}\right) \tag{79}$$

Las ecuaciones de Proca de alrededor del año 1935 son:

$$F^{\mu\nu} = \partial^{\mu} A^{\nu} - \partial^{\nu} A^{\mu} \tag{80}$$

y:

$$\partial_{\mu} F^{\mu\nu} + \left(\frac{m_0 c}{\hbar}\right)^2 A^{\nu} = 0 \tag{81}$$

y se expresan en términos de la masa del fotón en reposo m_0. En las ecuaciones de 1935 se supusieron las siguientes ecuaciones de campo no homogéneas de la física tradicional:

$$\partial_{\mu} F^{\mu\nu} = \mu_0 j^{\nu} \tag{82}$$

donde j^{ν} es la densidad de corriente de carga conservada por:

$$\partial_{\nu} j^{\nu} = 0 \tag{83}$$

De manera que:

$$\partial_{\nu}\left(\partial_{\mu} F^{\mu\nu}\right) = 0 \tag{84}$$

Se deduce a partir de las Ecs. (81) y (84) que:

$$\left(\frac{m_0 c}{\hbar}\right)^2 \partial_\nu A^\nu = 0 \tag{85}$$

de manera que para un valor finito de m_0:

$$\partial_\nu A^\nu = 0 \tag{86}$$

que se conoce como la condición de Lorentz de la física establecida. Esta condición debe cumplirse si la masa fotónica no es igual a cero. De manera que no hay libertad gauge y la teoría de la masa fotónica es incompatible con la teoría del bosón de Higgs. La libertad gauge afirma que las ecuaciones de la electrodinámica establecida no sufren cambios bajo una transformación U(1) gauge:

$$A^\mu \longrightarrow A^\mu + \partial^\mu \chi \tag{87}$$

donde χ es arbitrario. En teoría de masa fotónica:

$$\partial_\nu \partial^\mu \chi = 0 \tag{88}$$

de manera que χ no es arbitrario. El lagrangiano para las ecuaciones de Proca de 1935 es:

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{4} F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \frac{1}{2} m_0^2 A_\mu A^\mu \tag{89}$$

en las unidades reducidas de la física tradicional, y este lagrangiano no es invalidante gauge U(1). Refuta la teoría del bosón de Higgs a un nivel fundamental.

Por lo tanto, las ecuaciones modificadas de De Broglie Einstein son:

$$E = \hbar\omega = mc^2 = \gamma m_0 c^2 \tag{90}$$

$$\underline{p} = \hbar \underline{\kappa} = m\underline{v} = \gamma m_0 \underline{v} \tag{91}$$

$$R = \left(\frac{mc}{\hbar}\right)^2 \tag{92}$$

y esto se discute más extensamente en la nota de acompañamiento 244(3) de este documento.

4. Métodos computacionales

La masa del fotón viene dada por la Ec.(2) de este documento. Puede calcularse, si se conocen el ángulo de dispersión θ, la frecuencia de la luz incidente ω y la frecuencia de la luz dispersada ω'. Utilizamos datos experimentales de dispersión Compton, tal como figuran en [12]. Los resultados son similares a aquellos ya obtenidos en los documentos UFT 158 y 160 con diferentes conjuntos de datos experimentales. La masa del fotón muestra los valores más elevados cerca del ángulo cero de dispersión, es decir en dirección del rayo incidente.

La velocidad de los fotones debiera desviarse del valor de c debido a su masa en reposo. Utilizando la masa determinada mediante la Ec.(2), la velocidad puede calcularse a partir de la relación de De Broglie

$$\gamma m_1 c^2 = \hbar\omega' \tag{93}$$

Ello conduce a

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_1 c^2}{\hbar\omega'}\right)^2 \tag{94}$$

A partir de lo cual obtenemos, resolviendo para v^2 y extrayendo la raíz cuadrada:

$$v = c\sqrt{1 - \left(\frac{m_1 c^2}{\hbar\omega'}\right)^2}\,. \tag{95}$$

Las masas con valores complejos merecen un poco más de discusión. Existen varias opciones para interpretarlas:

1. Ignorarlas por carecer de sentido físico,
2. Tomar el módulo de las mismas,
3. Darles una nueva interpretación física.

La opción más interesante es la de buscar una nueva interpretación. Observemos la Ec.(93) con nuevos ojos. Esta ecuación no sólo se cumple para fotones sino también para partículas de cualquier tipo, y describe la relación de De Broglie entre masa y frecuencia, con los parámetros m y ω independientes del proceso de dispersión:

$$\gamma m c^2 = \hbar\omega\,. \tag{96}$$

Definimos la energía en reposo

$$E_0 = mc^2 \tag{97}$$

y la energía total

$$E = \hbar\omega \tag{98}$$

entonces la Ec. (95) queda como

$$v = c\sqrt{1 - \frac{E_0^2}{E^2}} \,. \tag{99}$$

La correspondiente relación v/c se vuelve imaginaria para $v > c$, tal como se muestra en la Fig. 1. Este caso aparece para $E < E_0$. Los valores de velocidad comienzan en $imag(v) = 0$ y no están limitados cuando E se aproxima a cero. Queda abierta la interpretación de esto, en particular, el significado de una velocidad imaginaria. Algunas veces, las partículas con estas propiedades hipotéticas se denominan *taquiones*. Deberá observarse que una masa negativa no modifica nada de estos resultados, ya que la masa aparece en la fórmula elevada al cuadrado.
Surge un cuadro diferente si suponemos que la masa de las partículas es imaginaria, tal como sugieren los resultados del experimento de Compton. Entonces, con

$$E_0 = i\,mc^2 \,, \tag{100}$$

El signo en el segundo término de la raíz cuadrada de la Ec.(95) cambia, lo cual conduce a

$$v = c\sqrt{1 + \frac{E_0^2}{E^2}} \,. \tag{101}$$

Esto cambia por completo las características de v/c, resultando en la gráfica que se muestra en la Fig. 2. Siempre hay $v/c > 1$; el límite para $E \to 0$ es similar al de la Fig. 1, pero v permanece con valor real, y la curva es diferenciable en todos su puntos. Esta es la imagen más familiar de los taquiones. La dispersión Compton permitiría la generación de semejantes partículas. Existe una afirmación según la cual semejantes partículas debieran de generar radiación de Cherenkov, lo cual no se observa.

La velocidad de los fotones se ha calculado a partir de las masas incluidas en la Tabla 1, y también se presentan allí en las últimas dos columnas. Debido a que los fotones – según esta teoría – son partículas pesadas, su velocidad se desvía considerablemente de c. Donde la masa es imaginaria tenemos $v > c$, como ya se explicó más arriba. Esto, obviamente, está en desacuerdo con los resultados experimentales, y constituye un punto adicional en donde la física establecida se desintegra. Los experimentos de Compton muestran que la energía no se conserva, la masa y velocidad del fotón no son constantes. Todo esto se ha mostrado en base a la teoría relativista de De Broglie y conservación de energía y momento, las piedras fundamentales de la física del siglo XX.

cos(θ)	ω'[10^{21}/s]	m1	m2	v1/c	v2/c
0.8	0.780	1.005	0.417 *i*	0.00209	1.08254
0.6	0.663	0.849	0.049	0.11074	0.99834
0.4	0.571	0.700	0.147	0.30509	0.97979
0.2	0.498	0.517	0.119	0.59223	0.98256
0.0	0.440	0.073	0.073	0.99162	0.99162
-0.2	0.396	0.076	0.589 *i*	0.98890	1.52696
-0.4	0.360	0.075	0.958 *i*	0.98691	2.29437

Tabla 1: Ángulos de dispersión de Compton y masas de fotones calculadas. La frecuencia de la luz incidente fue $\omega = 1.006 \cdot 10^{21}$/s.

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 por la publicación en red, a Robert Cheshire por las grabaciones y a Alex Hill por las traducciones.

Referencias.

[1] M. W. Evans, Ed., "Definitive Refutations of Einsteinian General Relativity" (Cambridge International Science Publishing, CISP, www.cisp-publishing.com, 2012).

[2] M .W. Evans, Ed., Journal of Foundations of Physics and Chemistry, CISP 2011.

[3] M. W. Evans, S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast, "Criticisms of the Einstein Field Equation" (CISP, 2011).

[4] M. W. Evans, H. Eckardt y D. W. Lindstrom, "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis 2005 - 2011) en siete volúmenes.

[5] L. Felker, "The Evans Equations of Unified Field Theory" (Abramis 2007, traducción al castellano por Alex Hill en el portal www.aias.us).

[6] Documentos y trabajos invitados en la Academia de Ciencias de Serbia , y en las publicaciones Foundations of Physics, Physica B y Acta Physica Polonica.

[7] M. W. Evans y S. Kielich (Eds.), "Modern Nonlinear Optics" (Wiley, Nueva York, 1992, 1993, 1997, 2001), en seis volúmenes y dos ediciones.

[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. Vigier, "The Enigmatic Photon" (Kluwer, Dordrecht, 1994 a 2002) en 10 volúmenes, con encuadernación dura y blanda.

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

[11]. L. Ryder, "Quantum Field Theory" (Cambridge University Press, 1996, 2ª. Ed.).

[12] S. Lacoste-Julien and M. Plamondon, Lab. Report, Department of Physics, McGill University Canada, Feb. 4, 2002: "Compton Scattering: Light Reveals its Particle Nature".