

Paul Dirac y Nosotros en la Energía del Electrón

Paul Dirac and us in the energy of the Electron

Heber Gabriel Pico Jiménez MD¹

Resumen

En este artículo lo que tratamos es de comparar nuestros estudios y conclusiones, con algo ya tan estudiado y reconocido como son los trabajos de Paul Dirac. El ánimo en este artículo, es tratar de resaltar el hecho de que a pesar de que no hemos manejado al electrón como onda sino estudiado como una partícula a través de métodos elementales sin espinores, sin números complejos ni matrices, tratamientos muy distintos a los utilizados por el famoso físico británico, a pesar de eso logramos obtener resultados mucho más claros, precisos y completos.

Palabras claves: Ecuación de Dirac, Paul Dirac.

Abstract

In this article what treat is compare our studies and conclusions, with some already so studied and recognized as they are the work of Paul Dirac. The mood in this article, is trying to highlight the fact that while we have not handled the electron as a wave but studied as a particle through elementary methods without spinors, complex numbers or arrays, very different treatments to those used by the famous British physicist, despite that we get much clearer results accurate and complete.

Keywords: Dirac equation, Paul Dirac.

© heberpico@hotmail.com todos los derechos reservados¹.

1. Introducción

Queremos describir primero la ecuación de Dirac por niveles de la energía:

$$E_n = m_e c^2 \sqrt{1 + \left(\frac{Z\alpha}{n - |m| + \sqrt{m^2 + (Z\alpha)^2}} \right)^2} \quad (01)$$

Donde m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es el número cuántico principal, m es el número cuántico magnético y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Además desde el principio del artículo aclaramos que para nosotros el segundo número cuántico irá tomando valores

que parten desde uno (1) para s y dos (2) para p y así sucesivamente, continuaran creciendo de forma entera para los siguientes subniveles como d, f, g , etc. Además el primer número cuántico o principal, será identificado como n_1 y que igualmente, tomará valores enteros que van desde uno (1) hasta el infinito.

2. Desarrollo del Tema.

En base al tratamiento de la cantidad de movimiento de tipo parcial en el electrón a partir incluso, de la misma relación para el buscar el módulo del momento angular y aplicando el segundo postulado de Bohr pero con la diferencia de que para Bohr n era un número entero pero para este trabajo, n

es un número no entero y en base a esas condiciones iniciamos nuestros cálculos:

Pero vale la pena recordar que este trabajo se basa en el cálculo del radio del electrón en base al primer postulado de Bohr:

$$\frac{kZ e^2}{r^2} = \frac{m_e v^2}{r} \quad (1)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón en la órbita y r es el radio de la órbita.

$$r = \frac{kZ e^2}{m_e v^2} \quad (2)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón en la órbita y r es el radio de la órbita.

$$r = \frac{kZ e^2}{m_e v^2 \cos^2 \theta} \quad (3)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón en la órbita y r es el radio de la órbita.

En la ecuación del momento angular buscamos a la velocidad y la reemplazamos en la anterior ecuación:

$$m_e r v \text{Sen} \theta = n \hbar \quad (4)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón con tiempo gravitacional, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

$$v = \frac{n \hbar}{m_e r \text{Sen} \theta} \quad (5)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón con tiempo gravitacional, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

Ahora al valor de la velocidad en la anterior relación número 5, la reemplazamos en la también anterior relación número tres (3):

$$r = \frac{kZ e^2}{m_e \left(\frac{n \hbar}{m_e r \text{Sen} \theta} \right)^2 \cos^2 \theta} \quad (6)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, m_e es la masa del electrón y r es el radio de la órbita.

$$r = \frac{m_e r^2 \text{Sen}^2 \theta kZ e^2}{n^2 \hbar^2 \cos^2 \theta} \quad (7)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, m_e es la masa del electrón y r es el radio de la órbita.

$$\frac{n^2 \hbar^2 \cos^2 \theta}{kZ e^2 m_e \text{Sen}^2 \theta} = r \quad (8)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, m_e es la masa del electrón y r es el radio de la órbita.

$$r = \frac{n^2 \hbar^2}{m_e kZ e^2 \tan^2 \theta} \quad (9)$$

Donde k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga eléctrica del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, m_e es la masa del electrón y r es el radio de la órbita.

CANTIDAD de MOVIMIENTO LATERAL del ELECTRÓN en su ORBITA

Esta es la cantidad de movimiento parcial del electrón que es el complemento de la cantidad de movimiento total que se conserva:

$$m_e r v_c \text{Sen} \theta = n \hbar \sqrt{1 - \frac{2Gm}{rC^2}} \quad (10)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v_c es la velocidad cuántica del electrón, r es el radio de la órbita, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, G es constante de gravitación universal, m es la masa nuclear atómica y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$m_e r \frac{2\pi r}{T_c} = n \hbar \sqrt{1 - \frac{2Gm}{rC^2}} \quad (11)$$

Donde m_e es la masa del electrón, T_c es el período cuántico del electrón, r es el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, G es constante de gravitación universal, m es la masa nuclear atómica y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$m_e r \frac{2\pi r}{T_c \sqrt{1 - \frac{2Gm}{rC^2}}} = n\hbar \quad (12)$$

Donde m_e es la masa del electrón, r es el radio de la órbita, T_c es el período cuántico del electrón, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, G es constante de gravitación universal, m es la masa nuclear atómica y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$T_d = T_c \sqrt{1 - \frac{2Gm}{rC^2}} \quad (13)$$

Donde T_d es el período con tiempo gravitacional, T_c es el período con tiempo cuántico, r es el radio de la órbita, G es constante de gravitación universal, m es la masa nuclear atómica y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$m_e r \frac{2\pi r}{T_d} = n\hbar \quad (14)$$

Donde m_e es la masa del electrón, T_d es el período con tiempo gravitacional del electrón, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

$$m_e r v \text{Sen} \theta = n\hbar \quad (4)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón con tiempo gravitacional, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

$$v \text{Sen} \theta = \frac{n\hbar}{m_e r} \quad (15)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón con tiempo gravitacional, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

$$\frac{v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{C^2}}} = \frac{n\hbar}{m_e r \sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{2^2 2^2 2^2}}} \quad (16)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón con tiempo gravitacional, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, r es el radio de la órbita, n es un número no entero y \hbar es la constante reducida de Planck.

$$\frac{m_e v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{C^2}}} = p_p = \frac{n\hbar}{r \sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{2^2 2^2 2^2}}} \quad (17)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, r es el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta} \quad (9)$$

Donde n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, m_e es la masa del electrón, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita.

$$p_p = \frac{n\hbar}{\left(\frac{n^2 \hbar^2}{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta} \right) \sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{m_e^2 \left(\frac{n^2 \hbar^2}{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta} \right)^2 C^2}} \quad (18)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, n es un número no entero, m_e es la masa del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\frac{m_e v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{C^2}}} = p_p = \frac{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta}{n\hbar \sqrt{1 - \frac{k^2 Z^2 e^4 \tan^4 \theta}{n^2 \hbar^2 C^2}}} \quad (19)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, v es la velocidad del electrón, n es un número no entero, m_e es la masa del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta}{\hbar \sqrt{n^2 - \frac{k^2 Z^2 e^4 \tan^4 \theta}{\hbar^2 C^2}}} \quad (20)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, n es un número no entero, m_e es la masa del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta}{\hbar \sqrt{\tan^4 \theta \left(\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - \frac{k^2 Z^2 e^4}{\hbar^2 C^2} \right)}} \quad (21)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, n es un número no entero, m_e es la masa del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta}{\hbar \tan^2 \theta \sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - \frac{k^2 Z^2 e^4}{\hbar^2 C^2}}} \quad (22)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, n es un número no entero, m_e es la masa del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\alpha = \frac{k e^2}{\hbar c} \quad (23)$$

Donde α es la constante de estructura fina, k es la constante de Coulomb, e es la carga eléctrica del electrón, \hbar es la constante reducida de Planck y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e k Z e^2}{\hbar \sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (24)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, k es la constante de Coulomb, e es la carga eléctrica del electrón, Z es el número atómico, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, α es la constante de estructura fina y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e c Z k e^2}{\hbar c \sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (25)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, k es la constante de Coulomb, e es la carga eléctrica del electrón, Z es el número atómico, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, α es la constante de estructura fina y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p = \frac{m_e c Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (26)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, k es la constante de Coulomb, e es la carga eléctrica del electrón, Z es el número atómico, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck, α es la constante de estructura fina y C es la velocidad de la luz en el vacío.

ENERGÍA CINÉTICA del ELECTRÓN

Ahora vamos a buscar la energía cinética del electrón, solo multiplicando a la cantidad de movimiento por la velocidad de la luz en el vacío, a través de la relación de energía momento o vía relativista:

$$\frac{m_e v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{c^2}}} = p_p = \frac{m_e c Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (27)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, Z es el número atómico, n es un número no entero, α es la constante de estructura fina y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\frac{m_e v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{c^2}}} c = p_p c = E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (28)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, E_c es la energía cinética del electrón, Z es el número atómico, n es un número no entero, α es la constante de estructura fina y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (29)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$(E_c)^2 = \frac{(m_e c^2)^2 Z^2 \alpha^2}{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2} \quad (30)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\frac{(n E_c)^2}{\tan^4 \theta} - (E_c)^2 Z^2 \alpha^2 = (m_e c^2)^2 Z^2 \alpha^2 \quad (31)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\frac{n^2 E_c^2}{\tan^4 \theta} = (E_c)^2 Z^2 \alpha^2 + (m_e c^2)^2 Z^2 \alpha^2 \quad (32)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan^2 \theta = \frac{n E_c}{Z \alpha \sqrt{(E_c)^2 + (m_e c^2)^2}} \quad (33)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{n E_c}}{\sqrt{Z \alpha \sqrt{(E_c)^2 + (m_e c^2)^2}}} \quad (34)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Para poder calcular el valor del ángulo en la anterior relación número 34, debemos despejar a la energía cinética de la relación energía-momento de Einstein:

$$p^2 c^2 = E_c^2 - (m_e c^2)^2 \quad (35)$$

Donde p es la cantidad de movimiento del electrón, E_t es la energía total del electrón, m_e es la masa del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = pc = \pm \sqrt{E_t^2 - (m_e c^2)^2} \quad (36)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, p es la cantidad de movimiento del electrón, E_t es la energía total del electrón, m_e es la masa del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \pm \sqrt{E_t^2 - (m_e c^2)^2} \quad (37)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, E_t es la energía total del electrón, m_e es la masa del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\pm \sqrt{E_t^2 - (m_e c^2)^2} = E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (38)$$

Donde E_t es la energía total del electrón, m_e es la masa del electrón, E_c es la energía cinética del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

En el electrón del hidrogeno hagamos la prueba buscando el ángulo que le corresponde a la energía de estado de este elemento aplicándole la anterior relación número 34:

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{13,6neV}}{\alpha \sqrt{184,96eV^2 + (m_e c^2)^2}} \quad (39)$$

Donde E_c es la energía del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{13,6neV}}{\alpha \sqrt{184,96eV^2 + (81,99 \times 10^{-15} J)^2}} \quad (40)$$

Donde E_c es la energía del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{13,6neV}}{\alpha \sqrt{184,96eV^2 + (511741,38395249998eV)^2}} \quad (41)$$

Donde E_c es la energía del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\theta = 4,1048540301563595065254125002 \quad (42)$$

Para expresar la energía del electrón retomamos nuevamente a la anterior relación número 29:

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha}{\sqrt{\frac{n^2}{\tan^4 \theta} - Z^2 \alpha^2}} \quad (29)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{\sqrt{n^2 - Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}} \quad (43)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \frac{Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{n^2}}} \quad (44)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \left(\frac{Z \alpha \tan^2 \theta}{n}\right)^2}} \quad (45)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Ahora buscamos la equivalencia de n que surgiría de acuerdo a los distintos valores de los números cuánticos:

$$n = n_1 + \frac{l}{n+Z} \quad (46)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, l es el segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = n_1 + \frac{s+p+d+f}{n+Z} \dots \quad (47)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = n_1 + \frac{s}{n+Z} + \frac{p}{n+Z} + \frac{d}{n+Z} + \frac{f}{n+Z} \dots \quad (48)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n^2 + nZ = n n_1 + Z n_1 + s + p + d + f \dots \quad (49)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n^2 - n n_1 + nZ - Z n_1 - s - p - d - f = 0 \quad (50)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n^2 - n(n_1 - Z) - (Z n_1 + s + p + d + f) = 0 \quad (51)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = \frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 - Z)^2 + 4Zn_1 + 4s + 4p + 4d + 4f}}{2} \quad (52)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = \frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{n_1^2 - 2Zn_1 + Z^2 + 4Zn_1 + 4s + 4p + 4d + 4f}}{2} \quad (53)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = \frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{n_1^2 + 2Zn_1 + Z^2 + 4s + 4p + 4d + 4f}}{2} \quad (54)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

$$n = \frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f \dots}}{2} \quad (55)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

Ahora, al valor de n en esta anterior relación número 55, la reemplazamos en la también anterior relación número 45:

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \left(\frac{Z \alpha \tan^2 \theta}{n} \right)^2}} \quad (45)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \left(\frac{Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d}} \right)^2}} \quad (56)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \left(\frac{2Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f}} \right)^2}} \quad (57)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f} \right)^2}}} \quad (58)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Sigamos, ahora a este valor de n en la anterior relación número 55, lo reemplazamos en el cálculo del valor del ángulo θ de la anterior relación número 34:

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{n E_c}}{\sqrt{Z \alpha \sqrt{(E_c)^2 + (m_e c^2)^2}}} \quad (34)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{\left(\frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p}}{2} \right) E_c}}{\sqrt{Z \alpha \sqrt{(E_c)^2 + (m_e c^2)^2}}} \quad (59)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p} \right) E_c}}{\sqrt{2Z \alpha \sqrt{(E_c)^2 + (m_e c^2)^2}}} \quad (60)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

MOMENTO ANGULAR DEL ELECTRÓN

Para hallar la formula de la conservación del momento angular del electrón iniciamos los cálculos a partir de la anterior relación número 17:

$$\frac{m_e v \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{c^2}}} = p_p = \frac{n \hbar}{r \sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{m_e^2 r^2 c^2}}} \quad (17)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, r es el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\frac{m_e v r \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{c^2}}} = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{m_e^2 r^2 c^2}}} \quad (61)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, r es el radio de la órbita, \hbar es la constante reducida de Planck y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Reemplazamos el radio del electrón solo dentro del radical y nos queda la siguiente relación:

$$\frac{m_e v r \text{Sen} \theta}{\sqrt{1 - \frac{v^2 \text{Sen}^2 \theta}{c^2}}} = L = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \frac{n^2 \hbar^2}{m_e^2 \left(\frac{n^2 \hbar^2}{m_e k Z e^2 \tan^2 \theta} \right)^2 c^2}}} \quad (62)$$

Donde m_e es la masa del electrón, v es la velocidad del electrón, L es el momento angular del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$L = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \frac{k^2 Z^2 e^4 \tan^4 \theta}{n^2 \hbar^2 c^2}}} \quad (63)$$

Donde L es el momento angular del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, k es la constante de Coulomb, Z es el número atómico, e es la carga del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$L = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \frac{Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{n^2}}} \quad (64)$$

Donde L es el momento angular del electrón, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, \hbar es la constante reducida de Planck, α es la constante de estructura fina y Z es el número atómico.

$$L = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \left(\frac{2Z\alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d}} \right)^2}} \quad (65)$$

Donde E_e es la energía del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s , p , d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$L = \frac{n \hbar}{\sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (66)$$

Donde E_e es la energía del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s , p , d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

La conservación de la cantidad de movimiento y el momento angular del electrón, se complica porque no es posible expresar a las constantes h y \hbar mediante algún otro submúltiplo propio porque precisamente no lo tienen, a pesar de esas constantes persisten siempre expresadas en unidades del momento angular clásico, cuestión que amarra la formula porque desde el primer momento se adopta el postulado de la equivalencia $n\hbar$ al momento angular.

APLICAMOS la RELACIÓN ENERGÍA-MOMENTO

Retomamos la anterior relación de la energía cinética número 58 y aplicamos a la relación energía momento de Einstein:

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (58)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es el número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = p_p c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (66)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es el número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (67)$$

Donde γ es el factor de contracción de la energía del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n} \gamma \quad (68)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n es un número no entero, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$p_p c = \frac{2m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \gamma \quad (69)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$(p_p c) = \left(\frac{2m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \gamma \right) \quad (70)$$

Donde p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E^2 = (m_e c^2)^2 + p^2 c^2 \quad (71)$$

Donde E es la energía total, m_e es la masa en reposo de la partícula, p es la cantidad de movimiento y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_i^2 = (m_e c^2)^2 + p_p^2 c^2 \quad (72)$$

Donde E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón, p_p es la cantidad de movimiento parcial del electrón que hemos venido trabajando y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_i^2 = (m_e c^2)^2 + \left(\frac{2m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \gamma \right)^2 \quad (73)$$

Donde E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_i = m_e c^2 \sqrt{1 + \left(\frac{2Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \gamma \right)^2} \quad (74)$$

Donde E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

3- Conclusiones:

1- LA PRIMERA GRAN CONCLUSIÓN resumida y en pocas palabras, sería relación de lo que nosotros identificaríamos como LA ENERGÍA CINÉTICA DEL ELECTRÓN Y LA CONTRACCIÓN Y ECUACIÓN DE PICO:

$$E_c = \frac{m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{n \sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (58)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_c = \frac{2m_e c^2 Z \alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \gamma \quad (69)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, m_e es la masa del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$E_i = m_e c^2 \sqrt{1 + \left(\frac{2Z\alpha \tan^2 \theta}{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}} \right)^2} \gamma \quad (74)$$

Donde E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, γ es el factor de contracción de la energía del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{4Z^2 \alpha^2 \tan^4 \theta}{\left((n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..} \right)^2}}} \quad (67)$$

Donde γ es el factor de contracción de la energía del electrón, Z es el número atómico, α es la constante de estructura fina, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d y f , son los valores del segundo número cuántico, θ es el ángulo entre la cantidad de movimiento y el radio de la órbita y C es la velocidad de la luz en el vacío.

2- UNA SEGUNDA GRAN CONCLUSIÓN sería el hecho de poder identificar más nunca crear, la presencia natural y relativista que tiene de por sí el espín del electrón, expresada a través de la anterior relación número 36:

$$E_c = pc = \pm \sqrt{E_i^2 - (m_e c^2)^2} \quad (36)$$

Donde E_c es la energía cinética del electrón, p es la cantidad de movimiento del electrón, E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

Para cada valor de p , habrá dos espacios propios, un espacio propio contendrá valores propios positivos y el otro, valores propios negativos de la siguiente forma:

$$pc = \pm \sqrt{E_i^2 - (m_e c^2)^2} \quad (75)$$

Donde p es la cantidad de movimiento del electrón, E_i es la energía total del electrón, m_e es la masa en reposo del electrón y C es la velocidad de la luz en el vacío.

El espacio propio positivo o negativo, estarán estructurados respectivamente por sus estados propios.

3- UNA TERCERA GRAN CONCLUSIÓN sería la fácil oportunidad que ofrece la anterior relación número 55, para poder incorporar a n sin mucha artimaña, el tercer número cuántico entero m :

$$n = \frac{(n_1 - Z) \pm \sqrt{(n_1 + Z)^2 + 4s + 4p + 4d + 4f..}}{2} \quad (55)$$

Donde n es un número no entero, n_1 es el número cuántico principal, s, p, d, f , son los valores del segundo número cuántico y Z es el número atómico.

4- Referencias

- [1] [Numero cuántico Azimutal monografias](#)
- [2] [Numero cuántico Azimutal textoscientificos](#)
- [3] [Inflación Cuántica textos científicos.](#)
- [4] [Números cuánticos textoscientificos.com.](#)
- [5] [Inflación Cuántica Monografías](#)
- [6] [Orbital Atómico](#)
- [7] [Números Cuánticos.](#)
- [8] [Átomo de Bohr.](#)
- [9] [Líneas de Balmer.](#)
- [10] [Constante Rydberg.](#)
- [11] [Dilatación gravitacional del tiempo.](#)
- [12] [Número Cuántico magnético.](#)
- [13] [Numero Cuántico Azimutal.](#)

Copyright © Derechos Reservados¹.

Heber Gabriel Pico Jiménez MD¹. Médico Cirujano 1985 de la Universidad de Cartagena Colombia. Investigador independiente de problemas biofísicos médicos propios de la memoria, el aprendizaje y otros entre ellos la enfermedad de Alzheimer.

Estos trabajos, que lo más probable es que estén desfasados por la poderosa magia secreta que tiene la ignorancia y la ingenuidad, sin embargo, como cualquier representante de la comunidad académica que soy, también han sido debidamente presentados en la "Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y naturales" AC-CEFYN.