

The unification of the forces.

by **Ernesto López González Eng**,
Col. Coop. San Saturio. Math Department, Madrid, Spain
ernesto_lopez@colegiosansaturio.com
January 2015

Abstract

Background In previous papers it was set out that matter could be considered to be formed by gravitational pulsations in a hexadimensional space with anisotropic curvature, since solutions to Einstein's field equations presented all of the characteristics of a particle then.

Results Four solutions to the gravitomagnetic wave equation have been found. These solutions can be assimilated to four neutrinos and complement to the previous solution identified with the electron. Since this set of solutions does not allow the existence of hadrons is postulated the existence of a central hole in the plane of the compacted dimensions. By assuming this postulate we can obtain complementary solutions formed by a surface wave plus any of the other five solutions. These solutions are called glutinos. Linear combinations of these solutions can explain the huge variety of known particles, allowing not only to identify their different charges, but also justify the existence of a multilinear system for hadron masses as advocated by Palazzi. The proposed system also predict the size of mesons and baryons, and the internal distribution of charges. Regarding interactions, they occur via three non-linear mechanisms: by changing the refractive index, deforming and dragging on propagation medium (space-time). No other interaction is possible. The first two are the source of the gravitational interaction, the residual nuclear force and the London interaction, while the latest is the origin of interactions similar to the electromagnetic interaction. These interactions have been called electrostrong, electromagnetic and electroweak interaction. We can obtain mathematically these interactions from the probability density of the wavefunction or from the wavefunction gradient.

keywords: *Quantum Mechanics, Force Unification*

La unificación de las fuerzas

by **Ernesto López González Eng**,
Col. Coop. San Saturio. Departamento de Matemáticas, Madrid, España.
ernesto_lopez@colegiosansaturio.com
Junio 2013, revisado Enero 2015

Resumen

Antecedentes En trabajos anteriores se exponía la hipótesis de que la materia podía considerarse formada por pulsaciones gravitatorias en un espacio hexadimensional con curvatura anisotrópica, ya que las soluciones a las ecuaciones de campo de Einstein presentaban entonces todas las características propias de una partícula.

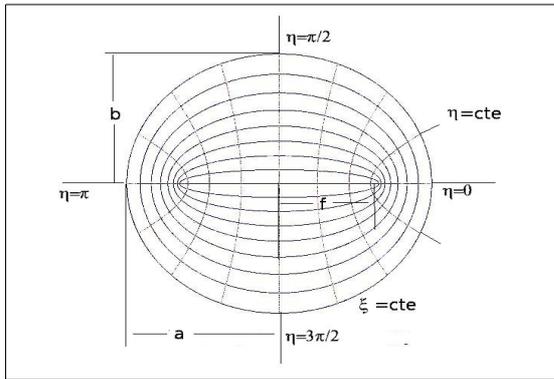
Resultados Se han encontrado cuatro soluciones más a la ecuación de onda gravitomagnética. Estas soluciones se pueden asimilar a cuatro neutrinos y complementan a la solución previa que se había identificado con el electrón. Como este conjunto de soluciones no permite la existencia de los hadrones se postula la existencia de un agujero central en el plano de las dimensiones compactadas. Al asumir este postulado se puede obtener soluciones complementarias formadas por una onda de superficie más una cualquiera de las otras cinco. Estas soluciones se han llamado glutinos. Las combinaciones lineales de estas soluciones permiten explicar la enorme variedad de partículas conocidas, permitiendo no solo determinar sus diferentes cargas, sino que también permiten justificar la existencia de un sistema multilineal de masas para los hadrones como el defendido por Palazzi. El sistema propuesto permite predecir además el tamaño de los mesones y bariones, así como la distribución interna de cargas. En cuanto a las interacciones todas se producen mediante tres mecanismos de carácter no lineal: la alteración del índice de refracción, la deformación del medio de propagación y el arrastre del medio de propagación (Espacio-tiempo), no existiendo ningún otro tipo de interacción posible. Las dos primeras son el origen de la interacción gravitatoria, de la fuerza nuclear residual y de la interacción de London, mientras que la última es el origen de interacciones similares a la interacción electromagnética. Estas interacciones se han llamado interacción electrofuerte, electromagnética y electrodébil. Matemáticamente se obtienen a partir de la función de densidad de onda o del gradiente de la función de onda.

Palabras clave: *Mecánica cuántica, Unificación de las fuerzas*

1. Antecedentes.

El hecho de que las soluciones a las ecuaciones de campo de Einstein para un espacio hexadimensional con curvatura anisotrópica carente de masa sean ondas que comparten muchas de las características de una partícula material motivó la redacción de un artículo (La materia como ondas gravitatorias.2012) en el que se exponía esta hipótesis.

En concreto se exploró un espacio formado por 3 dimensiones espaciales extendidas , 2 dimensiones espaciales compactadas (que formarían aproximadamente una elipse del orden de $3 \cdot 10^{-6}$ m con una relación entre semiejes mayor y menor de 1,10576/0,8883) y una dimensión temporal. Estas dimensiones se pueden describir mediante un sistema de coordenadas cilíndrico-elípticas: las dimensiones extendidas mediante coordenadas cartesianas x,y,z y el plano de las dimensiones compactadas mediante coordenadas elípticas:



Las curvas con $\xi = cte$ representan elipses confocales, mientras que las curvas con $\eta = cte$ representan hipérbolas perpendiculares a las elipses anteriores.. La dimensión ξ se relacionó con el inverso de la masa de las partículas elementales mediante la relación $\xi_0 = \frac{\hbar}{2m_0c}$ y la dimensión η se identificó con la coordenada imaginaria del espacio-tiempo de Minkowski. Es de destacar que debido a la afirmación anterior la concepción del tiempo, aún manteniendo su carácter dimensional perdería su interpretación geométrica.

2. Ecuación de onda gravitatoria.

Debido a la dificultad para resolver las ecuaciones de campo de Einstein en estas condiciones se utilizó la aproximación para campo débil conocida como gravitomagnetismo. El campo gravitomagnético es prácticamente análogo al campo electromagnético, salvo por dos detalles, el primero es que el campo gravitatorio no puede ser negativo y el segundo es que dos corrientes paralelas de masa se repelen en vez de atraerse. Al linearizar es posible obtener la siguiente ecuación de onda:

$$\vec{\nabla}^2 \vec{E}_g + k^2 \vec{E}_g = 0$$

La primera diferencia provoca que para la misma frecuencia la onda gravitomagnética presente una longitud de onda que es la mitad de la electromagnética equivalente, por tanto el número de onda k debe definirse como $k = \frac{\pi}{\lambda}$

Debido a la topología del espacio anterior las ondas gravitatorias no pueden desplazarse libremente, sino que deben ajustarse a unas condiciones de frontera muy estrictas. El fenómeno físico más parecido se encuentra en la transmisión de las ondas electromagnéticas a través de ondas guía elípticas, aunque en este caso el confinamiento se debe a la curvatura del espacio y no a unas paredes metálicas.

La ecuación de onda hexadimensional sería $(\nabla_{6D}^2 + k^2) \cdot H = 0$. El laplaciano en coordenadas cilíndrico-elípticas es separable y toma la forma $H(\xi, \eta, x, y, z) = D(\xi, \eta) \cdot F(x, y, z)$ y como es habitual en los cálculos de ondas guía podemos descomponer el número de onda en 2: $k^2 = \beta^2 + k_c^2$ donde β se denomina “constante de propagación” y k_c es el “número de ondas de corte” y representa la frecuencia mínima para que una onda pueda propagarse por la guía.

$$\frac{\nabla_{\xi, \eta}^2 D(\xi, \eta)}{D(\xi, \eta)} + k_c^2 = 0$$

$$\frac{\nabla_{3D}^2 F(x, y, z)}{F(x, y, z)} + \beta^2 = 0$$



Al resolver la primera ecuación se obtendría la solución para las dimensiones compactadas, mientras que la segunda representaría el problema en las dimensiones extendidas. En [1] se desarrolló una solución a la primera ecuación que se identificó con el electrón.

3. Solución a la ecuación de onda en las dimensiones compactadas.

Para poder resolver la ecuación $\frac{\nabla_{\xi, \eta}^2 D(\xi, \eta)}{D(\xi, \eta)} + k_c^2 = 0$ se postuló que k_c imaginario e igual a $k_c = \frac{m_0 c}{\hbar} i$

La solución para el plano de las dimensiones compactadas es una onda estacionaria que se expresa mediante las funciones de Mathieu de orden $\frac{1}{2}$ y parametro $q = -\frac{k_c^2 f^2}{4}$ donde f es el foco de la elipse que forman las dimensiones compactadas. Notese que al ser el numero de onda imaginario el parametro q es negativo.

Si descomponemos D en $D(\xi, \eta) = G(\xi) \cdot N(\eta)$ las soluciones son conocidas:

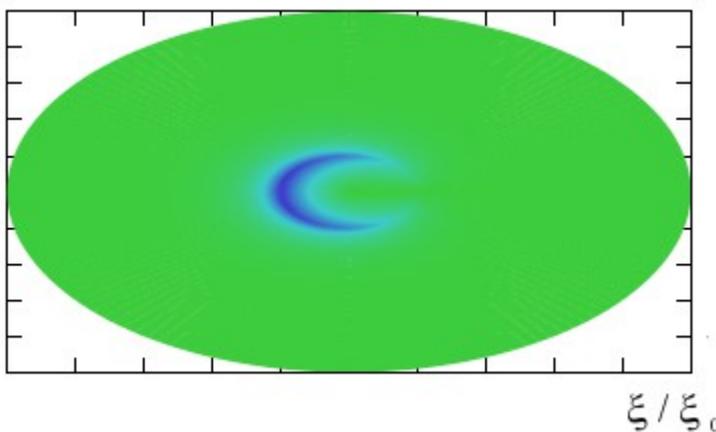
La solución angular N se expresa como el valor absoluto de la función angular par de Mathieu de orden $\frac{1}{2}$ (también conocida como seno elíptico). La periodicidad de esta función es de 4π , pero al tratarse del valor absoluto su periodicidad se reduce a 2π .

$$N(\eta) = \left| se_{\frac{1}{2}}(\eta, -q) \right|$$

Dado que q es negativo las soluciones radiales tienen que estar compuestas por combinaciones lineales de las funciones radiales evanescentes pares o impares de primer o segundo tipo de Mathieu.

El cálculo de las funciones de Mathieu se ha efectuado numéricamente mediante una serie de productos de funciones de Bessel (McLachlan. Theory and applications of Mathieu functions). Los algoritmos se han implementado en Javascript y debido al elevado valor de q se ha utilizado un sistema numérico logarítmico con el fin de poder manejar números más grandes que los que permite el sistema de punto flotante de 32 bits. Las rutinas de computación están disponibles previa petición en el correo electrónico de la primera página.

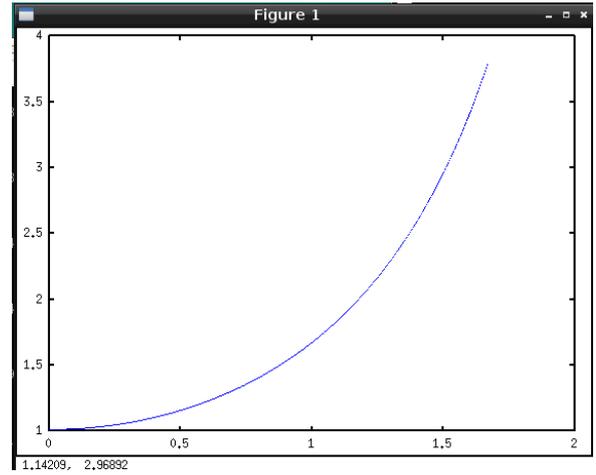
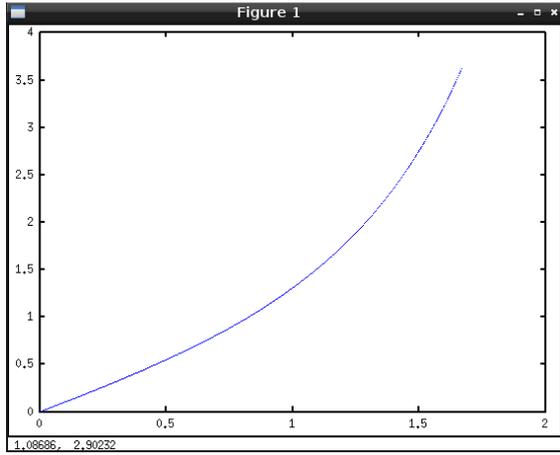
En la página siguiente se exponen de forma gráfica las posibles formas de estas soluciones.



SOLUCIONES TIPO I

Función par primer tipo orden 1/2 $I_{o1/2}(2k_c\xi, -q)$

Función impar primer tipo orden 1/2 $I_{e1/2}(2k_c\xi, -q)$

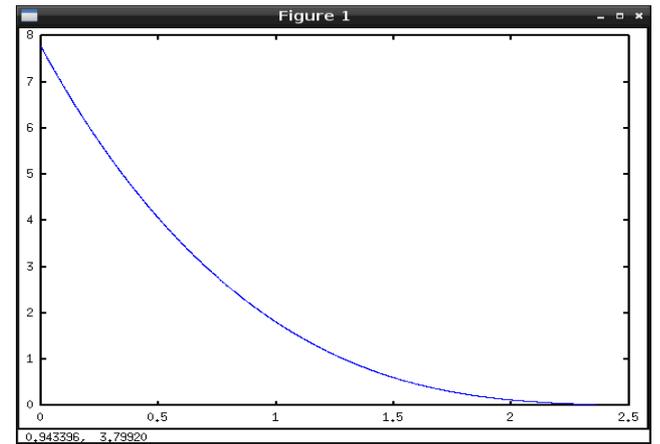
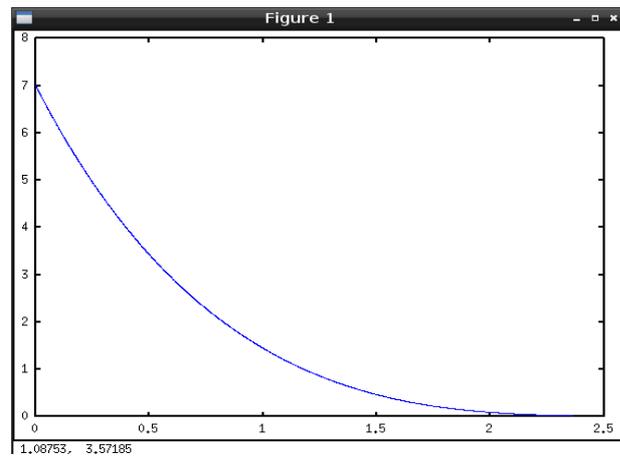


Notese que $I_e(0,-q)$ es distinto de cero

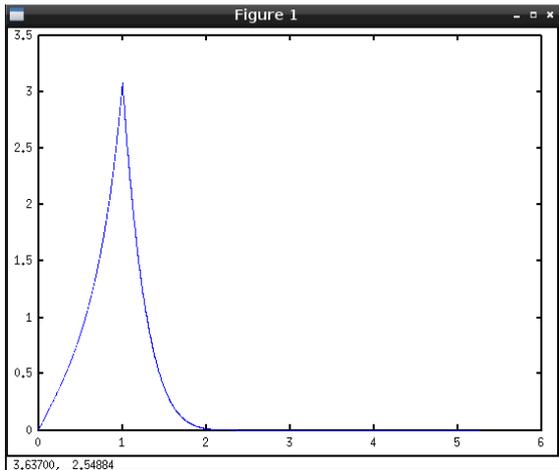
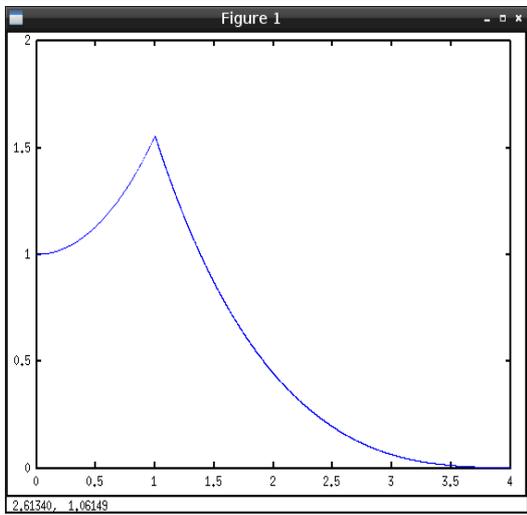
SOLUCIONES TIPO II

Función par segundo tipo orden 1/2 $K_{o1/2}(2k_c\xi, -q)$

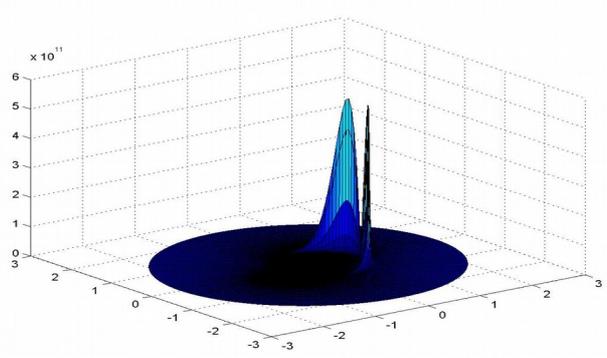
Función impar segundo tipo orden 1/2 $K_{e1/2}(2k_c\xi, -q)$



Además de las soluciones anteriores existe la posibilidad de combinar ambas en la coordenada $\xi_0 = \frac{\hbar}{2m_0c}$ para obtener las

SOLUCIONES TIPO III	
	<p>Si $0 < \xi < \xi_0$ $G(\xi) = I_{o1/2}(2k_c\xi, -q) = I_{o1/2}\left(\frac{\xi}{\xi_0}, -q\right)$</p> <p>o función radial evanescente de Mathieu de primer tipo y orden $\frac{1}{2}$.</p> <p>Si $\xi > \xi_0$</p> <p>$G(\xi) = K_{o1/2}(2k_c\xi, -q) = K_{o1/2}\left(\frac{\xi}{\xi_0}, -q\right)$</p> <p>o función radial evanescente de Mathieu de segundo tipo y orden $\frac{1}{2}$.</p> <p>SOLUCIÓN PAR</p>
	<p>Si $0 < \xi < \xi_0$ $G(\xi) = I_{e1/2}(2k_c\xi, -q) = I_{e1/2}\left(\frac{\xi}{\xi_0}, -q\right)$</p> <p>o función radial evanescente de Mathieu de primer tipo y orden $\frac{1}{2}$.</p> <p>Si $\xi > \xi_0$</p> <p>$G(\xi) = K_{e1/2}(2k_c\xi, -q) = K_{e1/2}\left(\frac{\xi}{\xi_0}, -q\right)$</p> <p>SOLUCIÓN IMPAR</p>

Dado que no existen paredes, sino que el confinamiento de la onda se produce por la curvatura de las dimensiones compactadas la condición de contorno que se impone es que el centro de gravedad del cuadrado de la función de onda se encuentre en la coordenada $\xi_0 = \frac{\hbar}{2m_0c}$ para así cumplir con uno de los postulados fundamentales de la hipótesis. Esto conlleva que el producto $2k_c\xi_0$ sería igual a la unidad. Los valores que cumplen la condición son:

Tipo	q	
Io	-0,0586	
Ie	-0,0785	
IoKo	-252,5	
IoKo	-435	
IoKo	$-4,35 \cdot 10^9$	

4. Soluciones estables. Neutrinos, electrones y glutinos.

El valor tentativo de q para el caso del electrón considerando un radio aproximado del universo de $r_u = \sqrt{\frac{G}{2\pi}} = 3,25 \cdot 10^{-6}$, una relación entre semiejes mayor y menor de $1,10576/0,8883$ y un número de onda igual a $k_c = \frac{mc}{h} = 2,5896 \cdot 10^{12}$ sería:

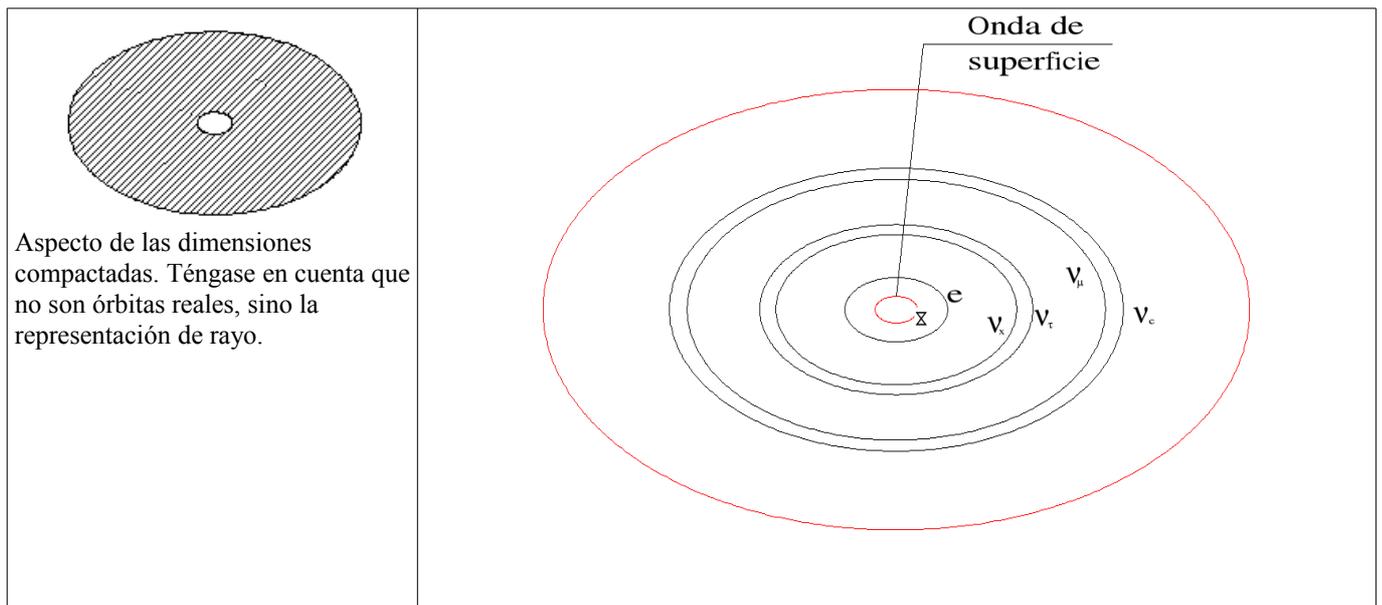
$$q \approx \frac{k_c^2 f^2}{4} = \frac{(2,5892 \cdot 10^{12} i)^2 [\sqrt{1,10576^2 - 0,8883^2} \cdot 3 \cdot 10^{-6}]^2}{4} = -5,8335 \cdot 10^{12}$$

Si asignamos la solución mayor al electrón podemos determinar las masas de las partículas resultantes:

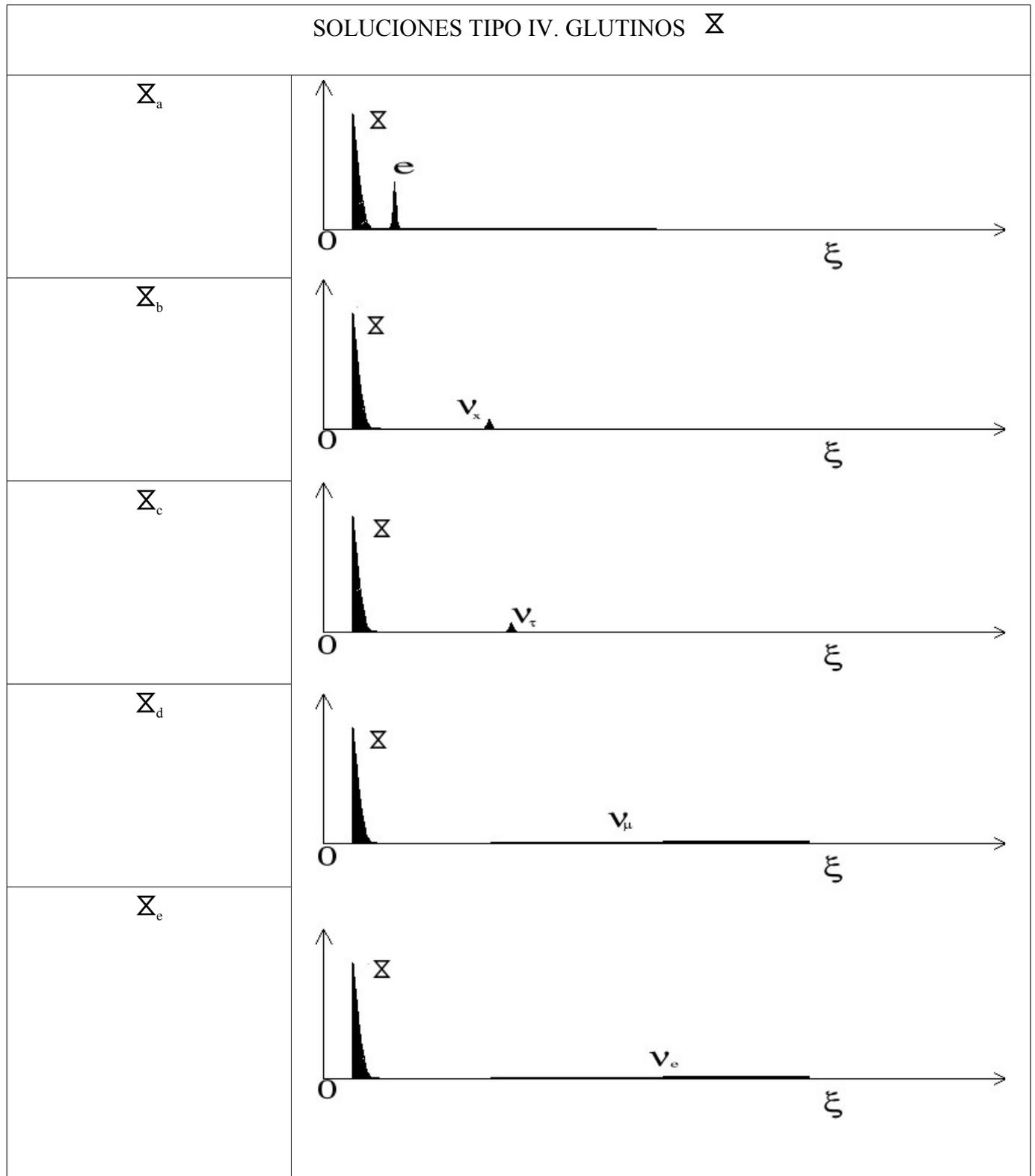
Partícula	Tipo	q	m/me	m estimada
ν_e	Io	-0,0586	$3,67 \cdot 10^{-6}$	18,75 eV
ν_μ	Ie	-0,0785	$4,24 \cdot 10^{-6}$	21,66 eV
ν_τ	IoKo	-252,5	$2,41 \cdot 10^{-4}$	1231,50 eV
$\nu_x?$	IoKo	-435	$3,18 \cdot 10^{-4}$	1624,97 eV
$e^{+,-}$	IoKo	$-4,35 \cdot 10^9$	1	0,5109989 MeV

Se puede comprobar fácilmente que estas soluciones justifican la existencia de los 3 neutrinos conocidos, uno más a falta de confirmar y de los electrones, sin embargo la existencia de los hadrones no puede justificarse. Falta por tanto una partícula.

Con el fin de dar cabida a los hadrones se postula que el Universo presenta un agujero central, de tal forma que las soluciones de tipo II puedan existir como ondas de superficie en el limite interior del Universo.

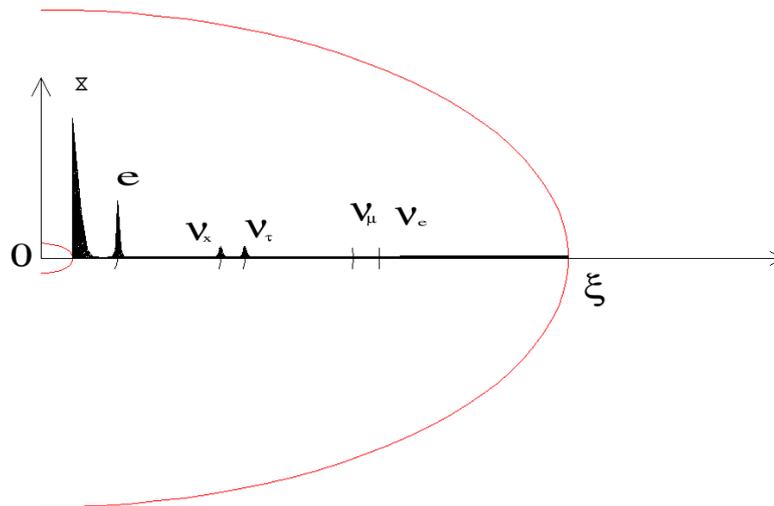


Las soluciones de tipo II por si solas no pueden cumplir la condición de contorno de que el centro de gravedad del cuadrado de la función de onda se encuentre en la coordenada $\xi_0 = \frac{\hbar}{2m_0c}$, y por tanto deben aparecer en combinación lineal con alguna de las soluciones estables.



A las ondas de superficie de tipo II se les ha asignado la letra del alfabeto íbero Σ , que debería pronunciarse como ko y el nombre de glutino, por su relación con la fuerza fuerte. Dado que la masa de una combinación lineal debería ser intermedia a la de las ondas constituyentes y debido a la gran diferencia de masa entre los electrones y los neutrinos parece evidente que se pueden clasificar en glutinos pesados Σ_a y glutinos ligeros ($\Sigma_{b \rightarrow e}$).

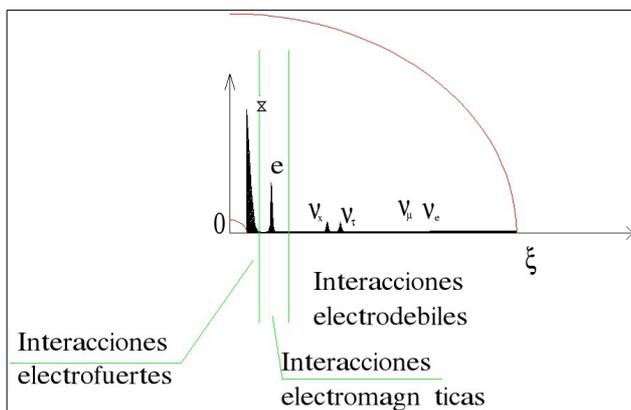
Por tanto, todas las partículas deberían obtenerse mediante combinación lineal de alguna de estas soluciones.



El acoplamiento de ondas permite explicar la oscilación entre neutrinos, e incluso entre los diferentes tipos de glutinos.

5. Interacciones.

En un artículo anterior (Mechanisms of Interaction Between Gravitational Waves.) se mostraba que las ondas estacionarias que conforman las partículas modifican el medio de propagación (espacio-tiempo) mediante tres mecanismos de carácter no lineal: la alteración del índice de refracción, la deformación del medio de propagación y el arrastre del medio de propagación, no existiendo ningún otro tipo de interacción posible. Los dos primeros mecanismos afectan a las dimensiones extendidas serían responsables de la fuerza de la gravedad, mientras que el ultimo afecta a las dimensiones compactadas, produciría las fuerzas entre corrientes de masa paralelas y en ultima instancia las fuerzas nucleares, electromagnéticas y electrodébiles.



Debido a la forma de las funciones radiales de onda es fácil observar que los neutrinos electrónico y muónico interactuarán , de forma débil eso sí, con el resto de pulsaciones, mientras que los glutinos, electrones y demás neutrinos solo interactuarán consigo mismas. La intensidad relativa de estas interacciones también se puede observar claramente.

Es importante recalcar que como los glutinos no pueden existir por separado en sus diferentes combinaciones tendrán una o varias de las interacciones posibles. Por ejemplo el glutino Σ_a se verá afectado por la gravedad (modifica el indice de refracción y deforma el medio de propagación) y por la fuerza fuerte, la electromagnética e interactuará débilmente con los neutrinos electrónico y muónico,

ya que produce arrastre del medio de propagación no en todo el ámbito de las dimensiones compactadas, sino solo en parte de estas, pero no interactuará con los otros dos neutrinos restantes, salvo gravitatoriamente.

Análogamente el glutino Σ_c se verá afectado por la gravedad (modifica el indice de refracción y deforma el medio de propagación) y por la fuerza fuerte, pero no por la electromagnética e interactuará débilmente con los neutrinos electrónico , muónico y taonico.

Para determinar la fuerza relativa de las interacciones podemos utilizar la relación obtenida en (La materia como ondas gravitatorias.2012) según la cual la relación entre la carga y la masa al cuadrado es constante y por tanto

$$\frac{q_{\text{glutino}}}{m_{\text{glutino}}^2} = \frac{e}{m_e^2} = \frac{q_{\nu_x}}{m_{\nu_x}^2} = \frac{q_{\nu_\tau}}{m_{\nu_\tau}^2} = \frac{q_{\nu_\mu}}{m_{\nu_\mu}^2} = \frac{q_{\nu_e}}{m_{\nu_e}^2}$$

Debido a consideraciones que se desarrollarán más adelante en el artículo se asigna una masa de 11,87 MeV/c² para los glutinos ligeros y de 12,91 MeV/c² para los glutinos pesados.

Pulsación	masa	Tipo de interacción	Carga (En Culombios equivalentes)	Constante de estructura fina equivalente. α'
ν_e	18,75 eV	ELECTRODÉBIL	$2,157 \cdot 10^{-28}$	$1,322 \cdot 10^{-20}$
ν_μ	21,66 eV	ELECTRODÉBIL	$2,878 \cdot 10^{-28}$	$2,354 \cdot 10^{-20}$
ν_τ	1231,50 eV	ELECTRODÉBIL	$9,304 \cdot 10^{-25}$	$2,46 \cdot 10^{-13}$
$\nu_x?$	1624,97 eV	ELECTRODÉBIL	$1,62 \cdot 10^{-24}$	$7,459 \cdot 10^{-13}$
$e^{+,-}$	0,511 MeV	ELECTROMAGNÉTICA	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$1/137 = 0,00729$
$\Sigma^0_{\text{ligeros}}$	11,87 MeV	ELECTROFUERTE	$8,644 \cdot 10^{-17}$	2123,89
$\Sigma^{+,-}_{\text{pesados}}$	12,91 MeV	ELECTROFUERTE	$1,022 \cdot 10^{-16}$	2971,909

6. Partículas compuestas. Hadrones.

Dado que los glutinos presentan cargas electrofuertes muy grandes es muy posible que se puedan formar estructuras similares a los átomos, pero unidos por cargas electrofuertes en vez de eléctricas. La solución a la ecuación relativista de onda gravitomagnética para un campo central que disminuye con la inversa del radio proporcionaba los siguientes niveles energéticos:

$$E = -mc^2 \left[1 \pm \sqrt{\frac{\alpha'^2}{n'^2 + \alpha'^2}} \right]$$

con $\alpha' = \frac{q_1 q_2}{\hbar c 4 \pi \epsilon_0}$, $m \rightarrow$ masa reducida, $n' = n - \delta(l)$, $\delta(l) = l - l'$, siendo $l =$ entero positivo y l' la solución a la ecuación $l'^2 + l' - \alpha'^2 - l(l+1) = 0$.

Para el caso de $l=0$ (orbitales esféricos) sería $l' = \frac{-1 \pm \sqrt{1 + 4\alpha'^2}}{2}$

Como para los glutinos $\alpha' \gg \gg \gg 1$ podemos hacer la siguiente aproximación:

$$l' \approx \frac{-1 \pm 2\alpha'^2}{2} \approx \alpha'^2, \text{ lo que nos proporciona los siguiente valores posibles para la energía:}$$

$$E = -mc^2 \left[1 \pm \sqrt{\frac{\alpha'^2}{\alpha'^2 + \alpha'^2}} \right] = -mc^2 \left[1 \pm \sqrt{\frac{1}{2}} \right], \text{ siendo por tanto:}$$

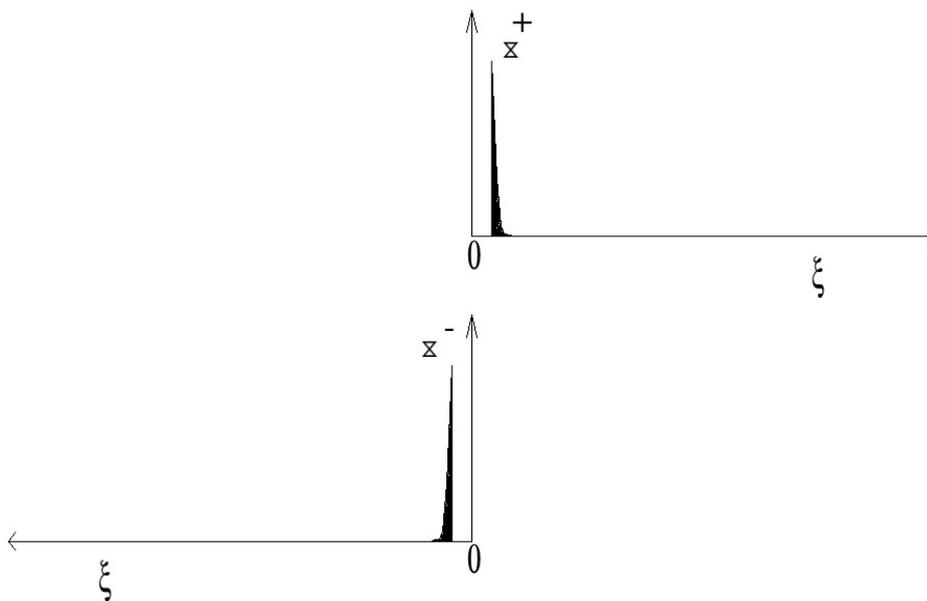
$$E_{ENLACE} = -0,2928 mc^2$$

$$E_{ENLACE} = -1,7072 mc^2$$

La primera solución era la que correspondía a los orbitales electrónicos, pero si observamos la descomposición del neutrón la primera solución predeciría un incremento de masa de $\Delta M = m(e)(1+0,2928) = 0,66 \text{ MeV}$ y la segunda solución sería $\Delta M = m(e)(1+1,7072) = 1,38 \text{ MeV}$, como el incremento de masa observado es de $1,2933 \text{ MeV}$ se elige la segunda solución. Es destacable que al ser la energía de enlace superior a la masa de las partículas es imposible su existencia por separado.

La fórmula anterior **justifica un sistema de masas lineal**. Ya en 1952 Nambu había propuesto que las masas de los hadrones se presentaban cuantizadas, con un cuanto de aproximadamente 70 MeV , en realidad 35 MeV , correspondiendo a los mesones los múltiplos pares, mientras que los bariones son múltiplos impares.

Tipo POSITRONIO (MESONES) Espín 0

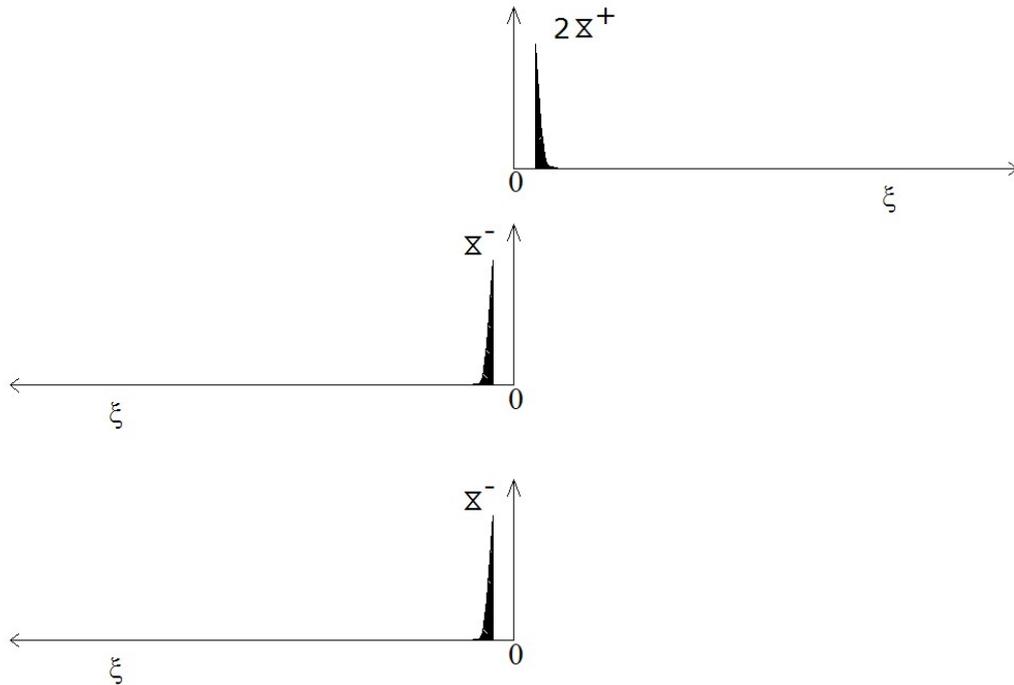


La masa reducida será $m' = \frac{m^2}{2m} = \frac{m}{2}$ y por tanto la energía de enlace será $E_{ENLACE} = 1,7072 m' = 1,7072 \frac{m}{2} = 0,8536 m$

La masa total será entonces $M = 2m + 0,8536 m = 2,8536 m$.

De donde podemos aproximar la masa del glutino $m_{glutino} \approx \frac{35}{2,8536} = 12,27 \text{ MeV}/c^2$

A.1 N° de glutinos divisible por 4.



La masa reducida será $m' = \frac{2m \cdot m}{2m + m} = \frac{2}{3}m$ y por tanto la energía de enlace sería $ATRACCIÓN = 1,7073 \frac{2}{3}m$.

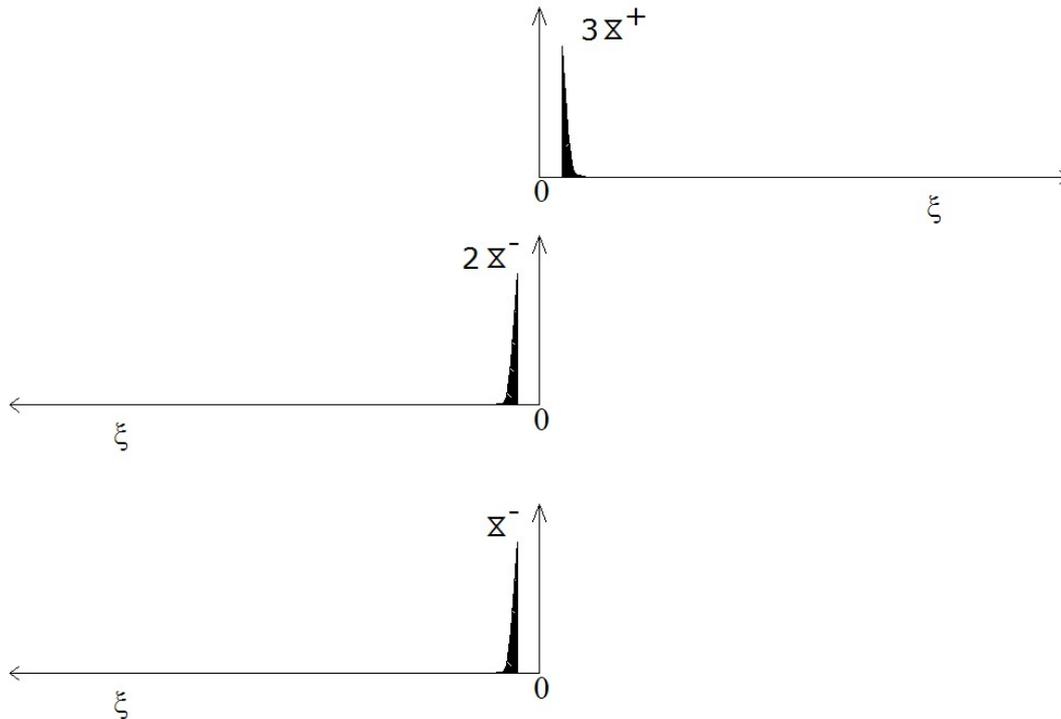
Sin embargo la energía de enlace queda reducida debido a la repulsión entre los glutinos de igual carga electrofuerte. Se puede estimar esta repulsión como la masa equivalente de los dos glutinos de menor peso multiplicada por 1,7072, pero teniendo en cuenta que también están fijados al glutino de mayor masa. Es decir, tomaremos como punto de partida las masas ya reducidas.

$$REPULSION = 1,7073 \cdot \left[\frac{2/3 m \cdot 2/3 m}{(2/3 m + 2/3 m)} \right] = 1,7073 \frac{m}{3}$$

$$\text{Luego la energía de enlace de ambos será: } E_{enlace} = 2 \cdot ATRACCIÓN - REPULSIÓN = 1,7073 \left(\frac{4}{3}m - \frac{1}{3}m \right) = 1,7073 m$$

Es decir, igual que en el tipo positrón, dado que el anterior es más simétrico y sencillo (2 ondas frente a 3) debe quedar fuertemente penalizado. **Esto explica que las partículas múltiples pares de 35 MeV sean preferentemente mesones.**

A.2 N° de glutinos no divisible por 4, pero si par.



Siguiendo el mismo método de cálculo:

$$m'_1 = \frac{3m \cdot 2m}{3m + 2m} = \frac{6}{5}m \quad ; \quad m'_2 = \frac{3m \cdot m}{3m + m} = \frac{3}{4}m \quad ; \text{Repulsión} \quad m'_3 = \frac{6/5m \cdot 3/4m}{6/5m + 3/4m} = 0,46153m$$

Luego la masa total será: $M = 3m + 2m + m + 1,7072[6/5m + 3/4m - 0,46453m] = 8,5411m$

Si fuese un mesón $M = 3m + 3m + 1,7072m/2 = 8,5608m$

La solución barionica en este caso es inferior en masa y por tanto prevalece. **Esto explica que las partículas múltiples impares de 35 MeV sean preferentemente bariones.**

La partícula con menor masa posible con solución barionica contendría entonces una masa de

$$m_u = 8,5411 \cdot 12,27 = 104,79 \text{ MeV}$$

La estimación difiere por defecto en un 0,82 % de la masa experimental del muón, que es de $m_\mu = 105,65 \text{ MeV}$

Anteriormente habíamos postulado la existencia de glutinos pesados y ligeros, sin embargo en la literatura no aparecía ninguna referencia a la existencia de un sistema multilíneal de masas para las partículas subatómicas.

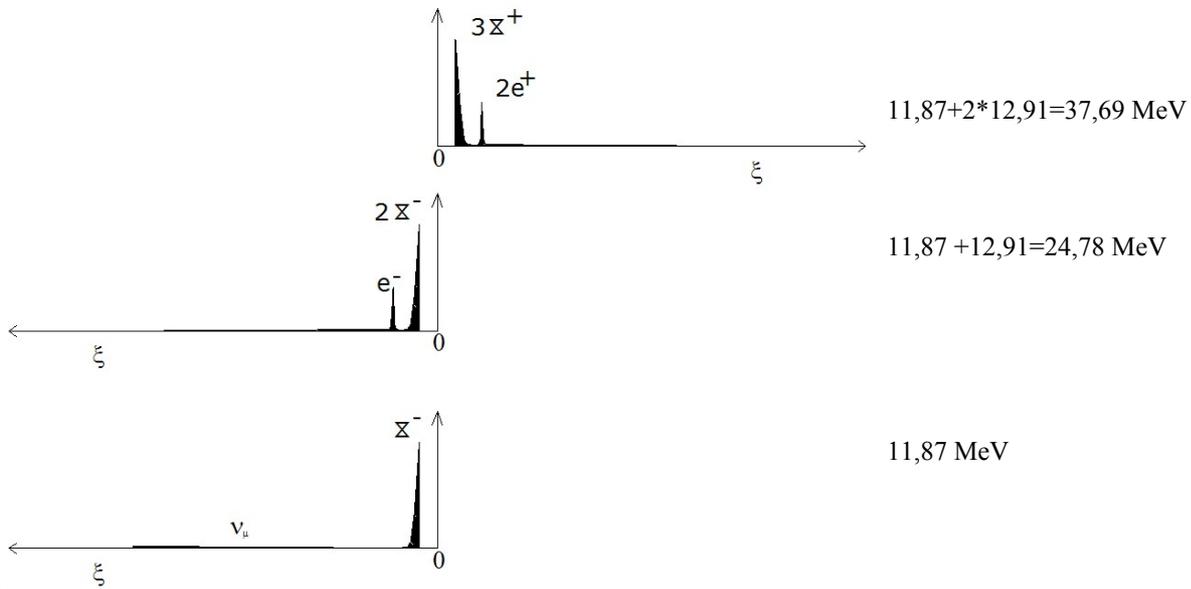
Gracias al fantástico trabajo de Palazzi plasmado en varios artículos que incomprensiblemente no han sido recomendados para su publicación, pero afortunadamente si han sido divulgados en su página web www.particlez.org ha sido posible superar esta dificultad. Palazzi mediante la aplicación de adecuadas técnicas estadísticas es capaz de sistematizar las masas de prácticamente todos los mesones y gran parte de los bariones mediante un sistema lineal basado en dos partículas, una ligera sin carga (33,88 MeV/c²) que podemos asimilar a los glutinos ligeros y otra ligeramente más pesada con carga eléctrica (36,84 MeV/c²) que podemos asimilar al glutino pesado.

Podemos por tanto estimar las masas de los glutinos en

$$m_{\text{glutino ligero}} \approx \frac{33,88}{2,8536} = 11,87 \text{ MeV}/c^2 \quad m_{\text{glutino pesado}} \approx \frac{36,84}{2,8536} = 12,91 \text{ MeV}/c^2$$

Intentemos aplicar lo anterior a algunas de las partículas más sencillas.

PROPUESTA MUÓN



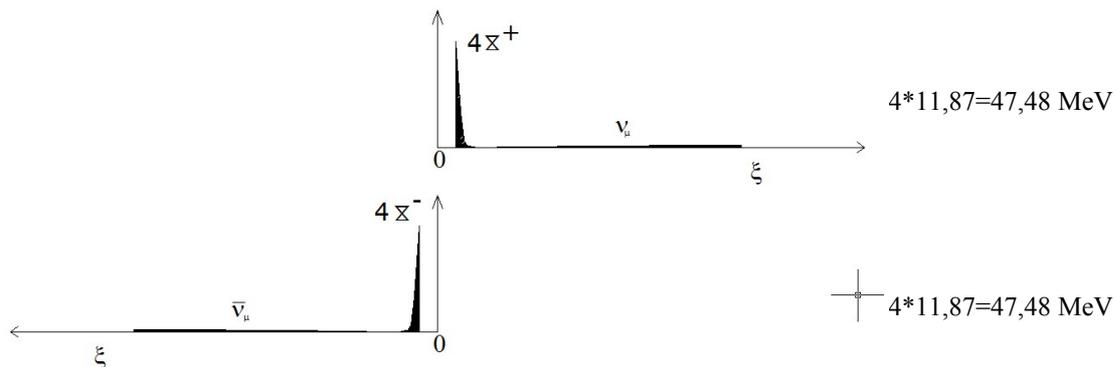
$$m'_1 = \frac{37,69 \cdot 24,78}{37,69 + 24,78} = 14,95 \text{ MeV} \quad m'_2 = \frac{37,69 \cdot 11,87}{37,69 + 11,87} = 9,027 \text{ MeV} \quad m'_{rep} = \frac{-14,95 \cdot 9,027}{14,95 + 9,027} = -5,6285 \text{ MeV}$$

Luego:

$$m_\mu = 37,69 + 24,78 + 11,87 + 1,7072 \cdot (14,95 + 9,027 - 5,6285) = 105,6641 \text{ MeV}$$

Como la masa experimental del muón es: $m_\mu = 105,6583 \text{ MeV}$ el error resultante disminuye hasta el 0,006%.

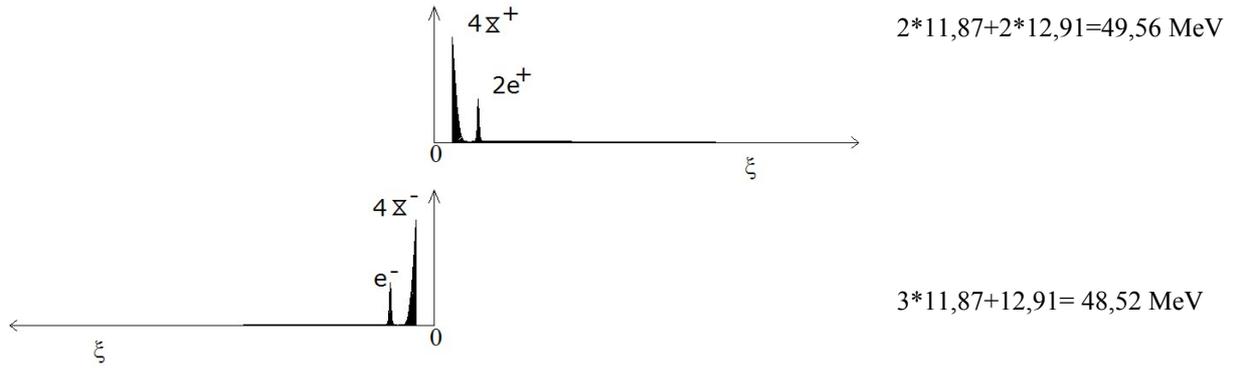
PROPUESTA π^0



$$m'_1 = \frac{47,48 \cdot 47,48}{47,48 + 47,48} = 23,74 \text{ MeV}$$

$m_{\pi^0} = 47,48 + 47,48 + 1,7078 \cdot 23,74 = 135,49 \text{ MeV}$ Como la masa experimental es $m_{\pi^0} = 135,0 \text{ MeV}$ el error resulta ser del 0,35%.

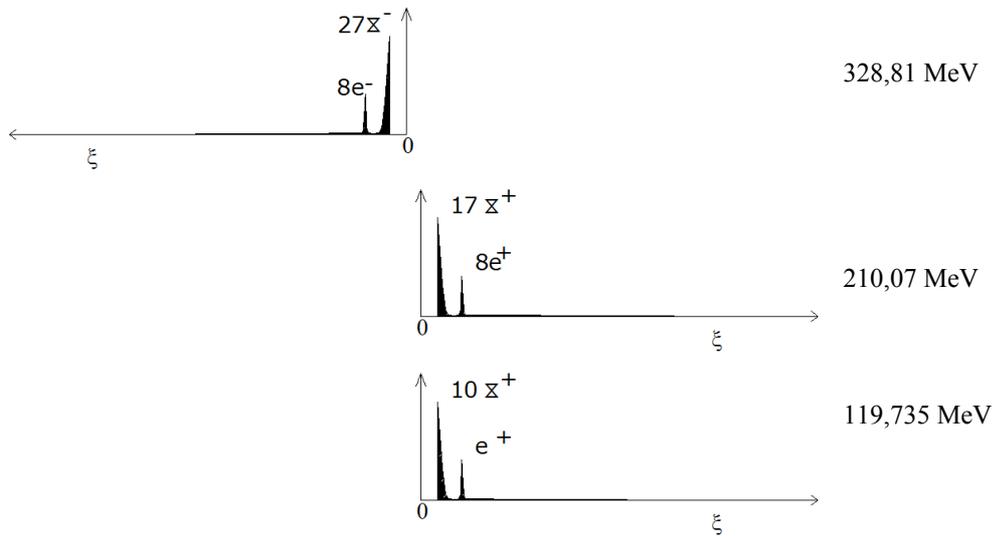
PROPUESTA π^+



$$m'_1 = \frac{49,56 \cdot 48,52}{49,56 + 48,52} = 24,5172 \text{ MeV} \rightarrow m_{\pi^0} = 49,56 + 48,52 + 1,7078 \cdot 24,5172 = 139,93 \text{ MeV}$$

Como la masa experimental es $m_{\pi} = 139,57 \text{ MeV}$ el error resulta ser del 0,26%.

PROPUESTA PROTÓN

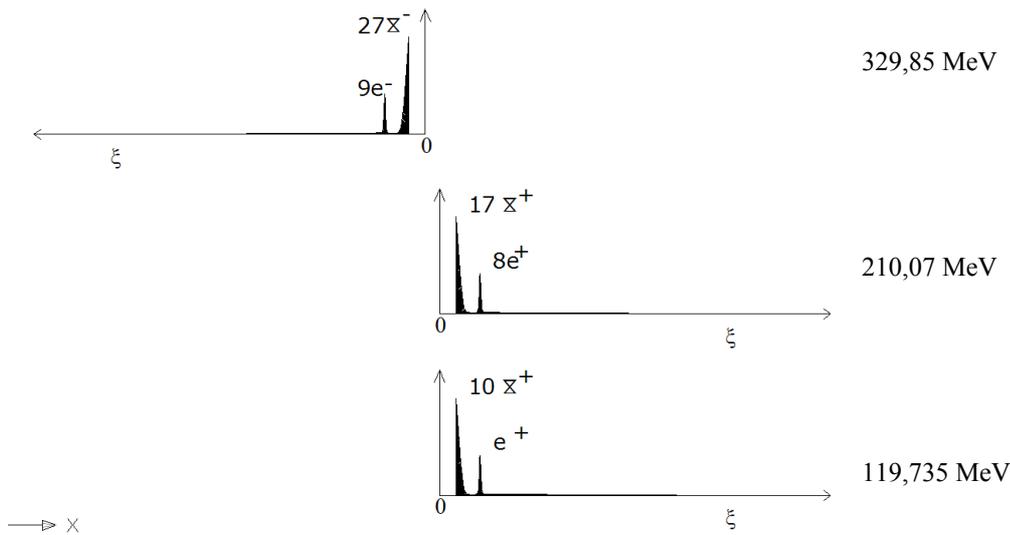


$$m'_1 = \frac{328,81 \cdot 210,07}{328,81 + 210,07} = 128,17 \text{ MeV} \quad m'_2 = \frac{328,81 \cdot 119,735}{328,81 + 119,735} = 87,77 \text{ MeV} \quad m'_{rep} = \frac{-128,17 \cdot 87,77}{128,17 + 87,77} = -52,09 \text{ MeV}$$

Luego:

$$m_{PROTON} = 328,81 + 210,07 + 119,735 + 1,7072 \cdot (128,17 + 87,77 - 52,09) = 938,28 \text{ MeV}$$

Como la masa experimental del muón es: $m_{PROTON} = 938,272 \text{ MeV}$ el error resultante resulta de 0,01%.



$$m'_1 = \frac{329,85 \cdot 210,07}{329,85 + 210,07} = 128,35 \text{ MeV} \quad m'_2 = \frac{329,85 \cdot 119,735}{329,85 + 119,735} = 87,85 \text{ MeV} \quad m'_{rep} = \frac{-128,35 \cdot 87,85}{128,35 + 87,85} = -52,15 \text{ MeV}$$

Luego:

$$m_{NEUTRÓN} = 329,85 + 210,07 + 119,735 + 1,7072 \cdot (128,35 + 87,85 - 52,15) = 939,75 \text{ MeV}$$

Como la masa experimental del neutrón es: $m_{NEUTRÓN} = 939,56 \text{ MeV}$ el error resultante resulta de 0,02%.

7. Estructura de los hadrones. Orbitales y distribución de cargas.

Como se demostró en un artículo anterior ("Matter as gravitational waves. On the nature of electron") al resolver la ecuación de onda gravitomagnética relativista para el átomo de hidrógeno, solo queda alterada la ecuación radial, pero no la angular, por lo que la forma de los orbitales no queda alterada.

Los hadrones estarán compuestos por tanto por tres cortezas esféricas de radio por determinar. Para el caso no relativista el radio a_0 (radio de Bohr) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$a_0 = \frac{\hbar}{mc\alpha} \quad \text{operando} \quad a_0 = \frac{\hbar}{mc\alpha} = \frac{\hbar}{mc} \frac{c}{\alpha} \frac{1}{2} \quad \text{y teniendo en cuenta que la energía del orbital es} \quad E_0 = \frac{mc^2 \alpha^2}{2}$$

$$\text{podemos escribir} \quad a_0 = \frac{\hbar c \alpha}{2 E_0} = \frac{\hbar c}{2 E_0 / \alpha}$$

Si extrapolamos esta relación al caso relativista podemos escribir:

$$\frac{E_0}{\alpha} = \frac{-mc^2}{\alpha} \left[1 \pm \sqrt{\frac{\alpha'^2}{n'^2 + \alpha'^2}} \right] = -mc^2 \left[\frac{1}{\alpha} \pm \sqrt{\frac{1}{\frac{n'^2}{\alpha'^2} + 1}} \right]$$

Como para el caso de fuerzas electrofuertes $\alpha' \gg \gg \gg 1$ y $n' \rightarrow \alpha'$ nos queda:

$$\frac{E_0}{\alpha} = -mc^2 \sqrt{\frac{1}{2}} \quad \text{Por tanto podríamos escribir}$$

$$a_0 = \frac{\hbar c}{2\sqrt{\frac{1}{2}} m c^2} = \frac{\hbar c}{\sqrt{2} m c^2}$$

Sin embargo hay que considerar dos circunstancias:

- Hay que utilizar la masa reducida.
- La masa de la partícula se ha incrementado por la energía de enlace $m = m_0 + 1,7072 m_0 = 2,7072 m_0$

Por tanto debemos escribir:

$$a_0 = \frac{\hbar c}{3,8285 (m' c^2 \text{ MeV}) \cdot 1,602 10^{-13} \text{ J/MeV}}$$

Para el caso del protón sería:

$$a_0 = \frac{\hbar c}{3,8285 (128,17 + 87,7699 - 52,0958) \cdot 1,602 10^{-13}} = 3,1346 10^{-16} = 0,31 \text{ fm}$$

$$a_1 = \frac{\hbar c}{3,8285 (128,17 - 52,0958/2) \cdot 1,602 10^{-13}} = 5,0291 10^{-16} = 0,502 \text{ fm}$$

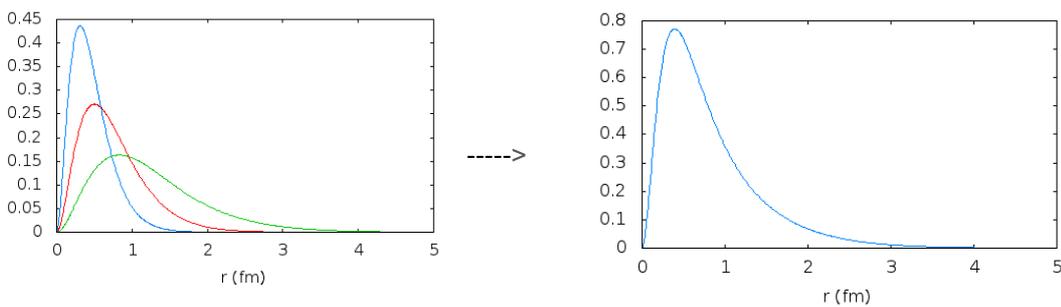
$$a_2 = \frac{\hbar c}{3,8285 (87,7699 - 52,0958/2) \cdot 1,602 10^{-13}} = 8,321 10^{-16} = 0,832 \text{ fm}$$

Si tenemos en cuenta que las 2 primeras ondas tienen cargas eléctricas de igual magnitud y distinto signo el radio de la carga eléctrica del protón sería igual al radio de la tercera onda, es decir 0,832 fm. Las últimas mediciones del radio de carga eléctrica del protón realizadas con muones son de 0,84 fm.

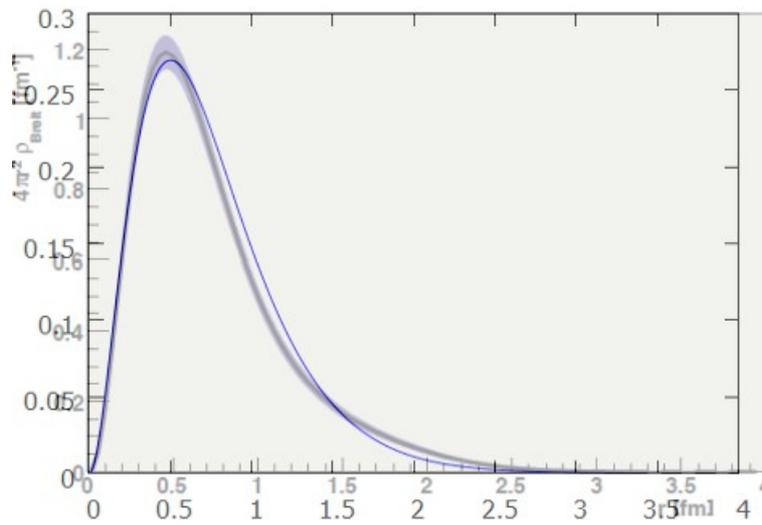
La función de onda sería entonces:

$$\Psi_{1s} = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^{3/2} e^{-r/a_0} \text{ y la función de probabilidad por tanto } 4\pi r^2 \Psi_{1s}^2 = \frac{4\pi r^2}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{1}{a_0} \right)^3 e^{-2r/a_0}, \text{ que en la hipótesis expuesta}$$

en este artículo **representa una densidad real**, ya sea de materia, carga, etc., de esta forma estamos en condiciones de estudiar la estructura interna de cualquier hadrón.



Si superponemos la gráfica de distribución de la carga positiva de un protón obtenida en la referencia [4] con la gráfica de la segunda onda que conforma el protón (al fin y al cabo tiene 8 cargas positivas) vemos que presentan un alto grado de coincidencia.



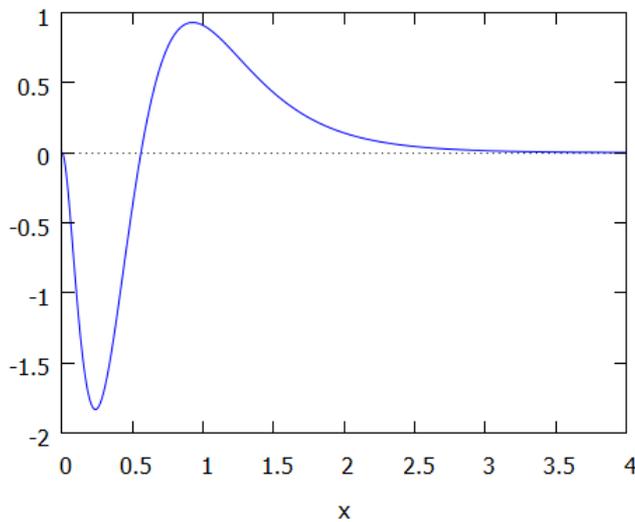
Para el caso del neutrón tendremos:

$$a_0 = \frac{\hbar c}{3,8285(128,35 + 87,85 - 52,15) \cdot 1,602 \cdot 10^{-13}} = 3,1307 \cdot 10^{-16} = 0,31 \text{ fm}$$

$$a_1 = \frac{\hbar c}{3,8285(128,35 - 52,15/2) \cdot 1,602 \cdot 10^{-13}} = 5,021 \cdot 10^{-16} = 0,502 \text{ fm}$$

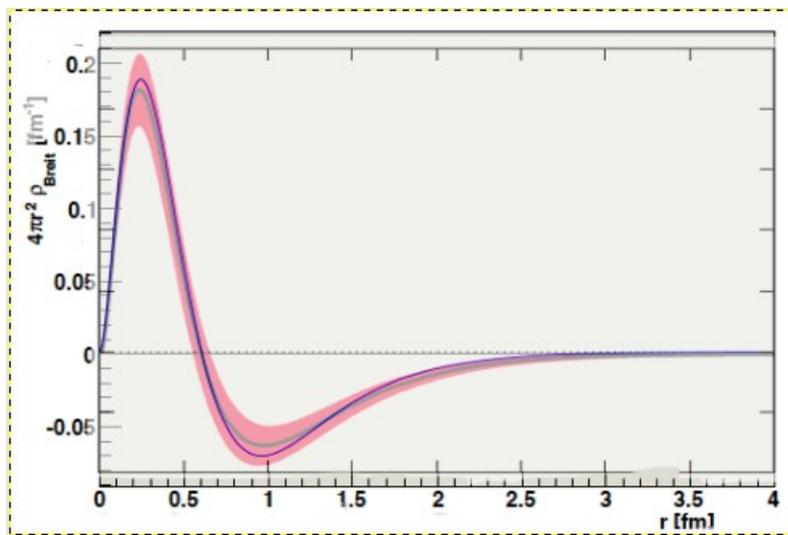
$$a_2 = \frac{\hbar c}{3,8285(87,85 - 52,15/2) \cdot 1,602 \cdot 10^{-13}} = 8,314 \cdot 10^{-16} = 0,831 \text{ fm}$$

Es decir, prácticamente igual que el protón. Si representamos la suma de las 3 ondas ponderadas según su carga nos quedaría:



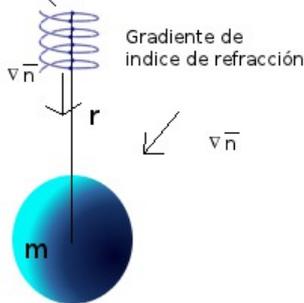
Vemos que la curva predice para el interior del neutrón una zona de carga negativa, al igual que en los resultados de Miller [5]

Curiosamente si superponemos los resultados de la referencia [4] para la distribución de carga del neutrón con la curva obtenida en este trabajo, pero invertida, es decir, con carga positiva en su interior, también existe un alto grado de coincidencia.



8. Fuerzas de Van der Waals. Fuerza nuclear residual. Estudio cualitativo.

Desplazamiento en las dimensiones compactadas



De acuerdo a la hipótesis planteada en [2] las ondas estacionarias que conforman las partículas modifican el espacio-tiempo en el sentido de disminuir la velocidad de la luz que los atraviesa, por tanto un gradiente de densidad de probabilidad debe producir un gradiente en el índice de refracción de la luz. Como todas las partículas siguen trayectorias cerradas en el plano de las direcciones compactadas se infiere que se producen fuerzas aparentes en el sentido del gradiente de índice de refracción y por tanto en el sentido del gradiente de masa.

La aceleración provocada por estos gradientes viene dada por la siguiente relación.

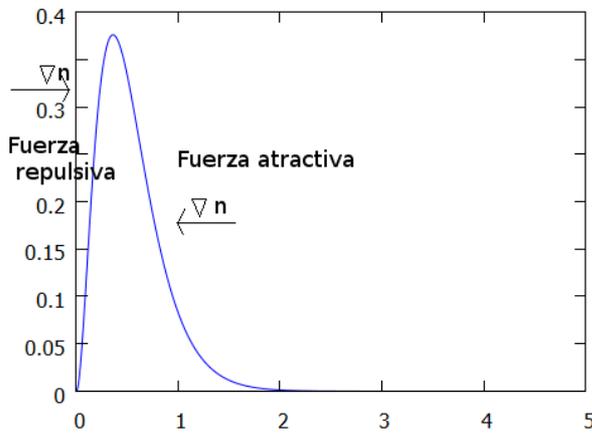
$$\frac{d^2 r}{dt^2} = c^2 \frac{\nabla n}{n} \quad \text{Siendo } n \text{ el índice de refracción aparente.}$$

Para el caso de la atracción gravitatoria se mostró que el índice de refracción aparente era igual a $n(r) = \left(1 - \frac{r_0}{r}\right)^{-1/2}$, lo que permitía fácilmente obtener la ecuación de Newton en la aproximación de campo débil.

Dado que la solución para la función de onda gravitatoria en el caso de una partícula aislada es proporcional a la inversa de la distancia $\Psi \propto 1/r$ resulta razonable suponer que el índice de refracción aparente se relaciona con la función de onda mediante la siguiente expresión:

$n(r) = (1 - Kr^2 \Psi)^{-1/2}$ siendo K una constante de valor muy pequeño y utilizando $r^2 \Psi$ mejor que $r^2 \Psi^2$ o que Ψ para representar la densidad de materia-energía.

Si representamos la función de densidad de un orbital electrónico s de un átomo es fácil ver que se originará un leve gradiente de índice de refracción (los electrones son muy ligeros), lo que provocará una fuerza repulsiva desde el centro del átomo hasta el radio de Bohr del orbital y otra fuerza atractiva a partir de esta distancia que decaerá rápidamente.



Estas fuerzas pueden ser responsables de las fuerzas de interacción de London que aparecen por ejemplo entre los átomo de Helio neutros y que en la teoría actual se achacan a la aparición de dipolos instantáneos, pero que en “matter as gravitational waves” son originadas por los gradientes de masa.

Las fuerza vendrá dada por la expresión $\frac{d^2 r}{dt^2} = c^2 \frac{\nabla n}{n}$ y por tanto el campo será proporcional al gradiente del índice de refracción aparente dividido por el índice de refracción $\frac{d^2 r}{dt^2} \propto \frac{\nabla n}{n}$. Podemos escribir por tanto que:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} \propto \frac{\nabla n}{n} = \frac{\nabla (1 - Kr^2 \Psi)^{-1/2}}{(1 - Kr^2 \Psi)^{-1/2}} \text{ que debido a la simetría esférica del problema se convierte en}$$

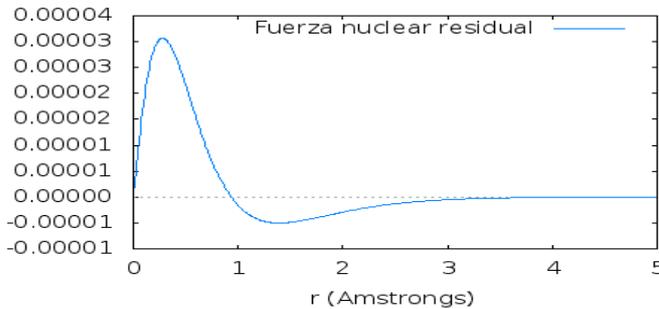
$$\frac{d^2 r}{dt^2} \propto \frac{d/dr (1 - Kr^2 \Psi)^{-1/2}}{(1 - Kr^2 \Psi)^{-1/2}} = \frac{d/dr (1 - Kr^2 a_0^{-3} e^{-r/a_0})^{-1/2}}{(1 - Kr^2 a_0^{-3} e^{-r/a_0})^{-1/2}} = \frac{-Kr(r - 2a_0)}{2a_0(a_0^3 e^{r/a_0} - Kr^2)}$$

El parámetro a_0 del átomo de He se puede obtener de la relación:

$$a_0 = \frac{\hbar c \alpha'}{2 E_0} \text{ y considerando que la energía de enlace experimental del He son de aproximadamente 79 eV tenemos que:}$$

$$a_0 = \frac{\hbar c \alpha'}{2 E_0} = \frac{\hbar c}{2 \frac{79}{2} 1,602 \cdot 10^{-19}} = 3,63 \cdot 10^{-11} m = 0,36 \text{ \AA}$$

Podemos representarla para una K pequeña, por ejemplo $K = 10^{-5}$.



Cualitativamente por tanto reproduce las fuerzas de Van der Walls, sin embargo la posición del mínimo no concuerda con la experimental, que es de aproximadamente 1,41 Amstrongs. Para K muy pequeña el mínimo de la función se desplaza hacia la derecha y cuando $K \rightarrow 0$ el mínimo de la función $\frac{d^2 r}{dt^2} \propto \frac{-Kr(r - 2 \cdot 0,36)}{2 \cdot 0,36(0,36^3 e^{r/0,36} - Kr^2)}$ tiende a la posición $r = 1,229$ Amstrongs

Pero la fuerza total depende también de la repulsión electromagnética, que se obtiene del gradiente de la función de onda, que se interpreta en “matter as gravitational waves” como el campo eléctrico, por tanto sumando ambas nos quedaría:

$$\frac{d^2 r}{dt^2} \propto \frac{-Kr(r - 2 \cdot 0,36)}{2 \cdot 0,36(0,36^3 e^{r/0,36} - Kr^2)} + K_2 \frac{1}{0,36^4} e^{-r/0,36}$$

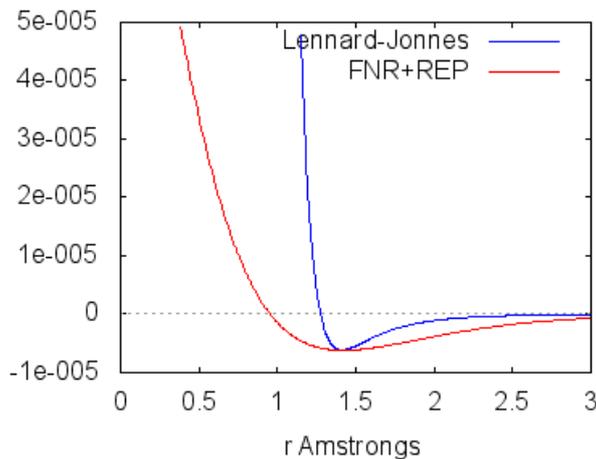
Al introducir la repulsión electrostática el mínimo se desplaza a la derecha en una cuantía que viene determinada por la relación entre las constantes K y K_2 , lo que se puede interpretar como la fuerza relativa de ambas interacciones.

Ya estamos en condiciones de comparar las relaciones obtenidas con las curvas experimentales. La interacción de London entre los átomos de He suele modelarse con el potencial de Lennard-Jones, que se expresa mediante la relación:

$$f = 4\epsilon_0 \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right], \text{ por tanto la fuerza entre las partículas será: } f = 12 \frac{\epsilon_0}{r_0} \left[\left(\frac{r_0}{r} \right)^{13} - \left(\frac{r_0}{r} \right)^7 \right]$$

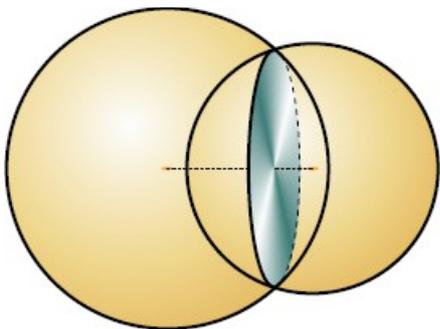
Los parámetros para la interacción He-He son $r_0=2,551$ y $\epsilon_0=10,22$. Hay que tener en cuenta que este potencial se refiere a la distancia entre los dos átomos, por tanto el parámetro geométrico $r_0=2,551$ debe dividirse por 2 para poderlo comparar con las relaciones obtenidas anteriormente.

Si ajustamos convenientemente los parámetros K y K2 podemos obtener gráficas similares a esta:



Aunque el mínimo coincide con el experimental la forma de la función no coincide. Esto se puede explicar porque la interacción no es puntual, sino que se produce en todos los puntos de la onda simultáneamente. Esto es más fácil de ver si nos imaginamos la intersección de 2 esferas, el volumen de contacto crece más rápidamente que una simple aproximación lineal.

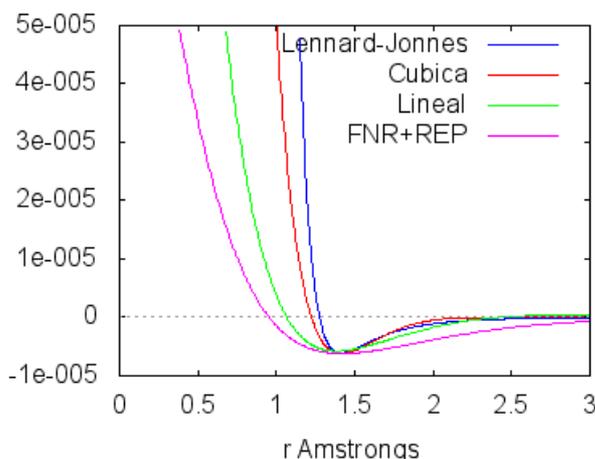
Nota: $K=1e-5$, $K_2=3e-6$.



Una forma bastante burda de simular este efecto sería corregir la relación obtenida anteriormente por el factor $(1-(r-r_{min}))$ donde r_{min} sería el mínimo de la función $\frac{d^2r}{dt^2} \propto \frac{-K r (r-2 \cdot 0,36)}{2 \cdot 0,36 (0,36^3 e^{r/0,36} - K r^2)} + K_2 \frac{1}{0,36^4} e^{-r/0,36}$ que debería coincidir con el radio de Van der Walls o mejor aún por el factor $(1-(r-r_{min}))^3$, ya que es una interacción tridimensional. La relación quedaría entonces:

$$\frac{d^2r}{dt^2} \propto (1-(r-r_{min}))^3 \left[\frac{-K r (r-2 \cdot 0,36)}{2 \cdot 0,36 (0,36^3 e^{r/0,36} - K r^2)} + K_2 \frac{1}{0,36^4} e^{-r/0,36} \right]$$

Los resultados pueden observarse en el siguiente gráfico.

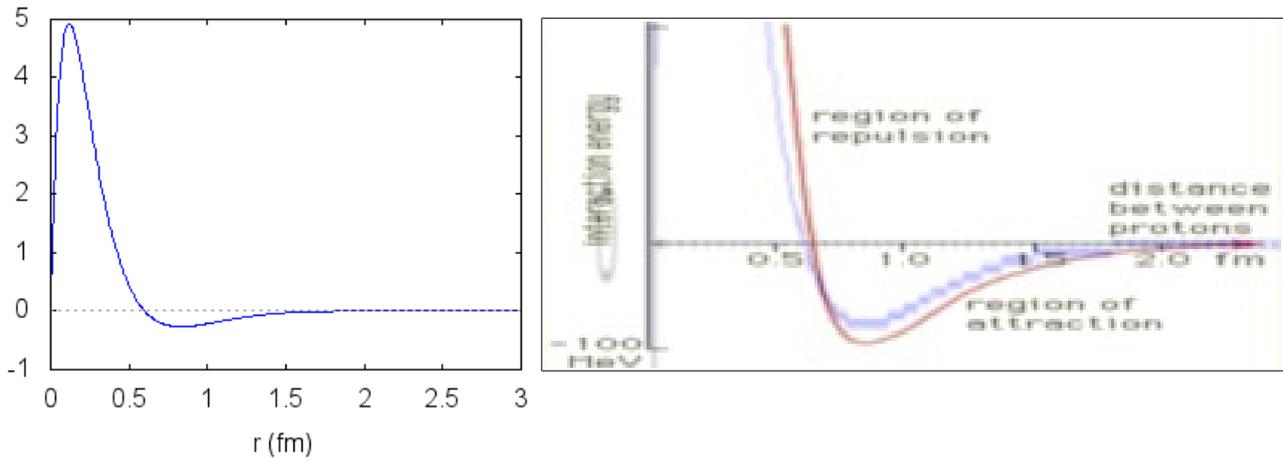


Se puede observar que la corrección con el factor elevado al cubo es la más correcta y permite aproximar de una forma bastante adecuada las fuerzas de Van der Walls entre dos átomos de He, con la ventaja de que la relación obtenida en ningún momento se vuelve infinita.

La interacción residual fuerte se puede estimar con solo aplicar los mismos criterios a la resultante de sumar las 3 ondas que conforman al protón o al neutrón, es por eso que ambas interacciones son similares en forma.

Los parámetros podrían ajustarse sin problemas, pero dada la distribución de cargas electrofuertes y electromagnéticas dentro del nucleón el análisis del fenómeno alcanza una complejidad que se encuentra fuera de los objetivos de este artículo.

A título de ejemplo se representa la función con los mismos parámetros K y K2 que mejor se adaptaban en el caso de la interacción de Van der Waals para el sistema He-He y considerando que la carga electrofuerte y eléctrica se encuentra toda concentrada en la onda intermedia del nucleón. Al lado se ha superpuesto esta función convenientemente escalada con la ilustración sobre fuerza nuclear fuerte que aparece en la edición de 1996 de la Enciclopedia Británica.



9. Resumen y conclusiones.

Se han encontrado más soluciones a la ecuación de onda gravitomagnética aparte de la ya conocida y que correspondía al electrón, en concreto cuatro de mucha menor masa y que pueden asimilarse a los tres neutrinos conocidos más uno suplementario. Como no se ha encontrado ninguna solución de mayor masa que pudiese explicar los hadrones es obligado postular la existencia de un agujero central en las dimensiones compactadas, lo que permitiría nuevas soluciones en forma de onda de superficie combinadas con alguna de las otras cinco ya encontradas, nunca por sí solas. A estas combinaciones se les ha llamado provisionalmente glutinos por su relación con la fuerza fuerte y se les ha asignado como símbolo la letra del alfabeto ibero Σ .

Es posible por tanto postular un sistema de partículas nuevo formado por los siguientes componentes y sus combinaciones lineales:

Pulsación	masa	Interacción principal
ν_e	18,75 eV	ELECTRODÉBIL
ν_μ	21,66 eV	ELECTRODÉBIL
ν_τ	1231,50 eV	ELECTRODÉBIL
$\nu_x?$	1624,97 eV	ELECTRODÉBIL
$e^{+,-}$	0,511MeV	ELECTROMAGNÉTICA
Σ^0 ligeros	11,87 MeV	ELECTROFUERTE
$\Sigma^{+,-}$ pesados	12,91 MeV	ELECTROFUERTE

En “matter as gravitational waves” solo son posibles tres tipos de interacciones:

1º Mediante arrastre del espacio-tiempo:

Responsable de las fuerzas entre corrientes de masa paralela, son el origen de fuerzas similares a la electromagnéticas, pero que difieren en el orden de magnitud respectivo. Son las interacciones electrofuertes, electromagnéticas y las electrodébiles. Estas interacciones son independientes entre sí porque el arrastre se produce a diferentes niveles de la coordenada compactada. Las únicas soluciones que pueden interaccionar con todas las demás son los ν_e y ν_μ , ya que la onda en su caso ocupa completamente las dimensiones compactadas.

2º y 3º Mediante la alteración del índice de refracción y la deformación del medio de propagación:

Responsables de la fuerza de gravedad, de la fuerza nuclear residual y de parte de las fuerzas de Van der Waals.

Los gluones de diferente carga electrodébil pueden formar estructuras similares a los átomos, pero con mucha más energía de enlace. Las soluciones formadas por 2 ondas (espín 0) se postula que conforman los mesones, mientras que las soluciones de 3 ondas (espín 1/2) se postula que conforman los bariones. Al resolver la ecuación de onda gravitomagnética en estas condiciones se justifica la adopción de un sistema de masas multilínea para las partículas como el postulado por Palazzi en [6]. En concreto se proponen soluciones para los piones, el muón, el protón y el neutrón, ajustando sus masas con un error inferior en todos los casos al 0,3 %. La hipótesis también es capaz de determinar el tamaño de los bariones, así como la distribución interna de las cargas. Se comparan con éxito con los datos experimentales actuales sobre el protón y el neutrón.

Finalmente se establece una hipótesis sobre la fuerza nuclear residual, considerándola originada por los gradientes de índice de refracción aparente originados por la distribución de la masa en los hadrones (parecida a una esfera hueca) y relacionándola con una parte de las fuerzas de Van der Waals, en concreto con la interacción de London.

La hipótesis a día de hoy carece de un marco matemático general que la apoye, de hecho se la puede calificar de cualquier cosa excepto de elegante matemáticamente, sin embargo no aparecen infinitos en ningún caso y presenta una gran simplicidad física. Todo puede explicarse mediante un único sustrato (espacio-tiempo) anisotrópico y curvo que al vibrar genera la materia y la energía, mientras que todas las interacciones se reducen a tres mecanismos que presentan equivalentes a mayor escala en otros fenómenos físicos.

El coste a pagar sin embargo es tremendo, el concepto de partícula y por extensión el propio concepto de materia, los quarks, la preeminencia de la materia frente al espacio, la interpretación probabilista de la mecánica cuántica, la sustitución de los campos de fuerza por la interacción directa de las oscilaciones del espacio-tiempo

Referencias

[1] "Matter as gravitational waves. On the nature of electron." E Lopez 2012

[2] "Mechanism of interaction between gravitational waves". E Lopez 2012

[3] "Theory and applications of Mathieu functions" McLachlan.

[4] The Frontiers of Nuclear Science – A Long Range Plan (2007), p.26

[5] "Charge Density of the Neutron" Miller

[6] "Linear Mass Rules and hadronic shells: The Baryons". Palazzi