

# El protón de Aspin Bubbles (V2)

**Yoël Lana-Renault**

*Doctor en Ciencias Físicas*

*Universidad de Zaragoza. 50009 Zaragoza, España*

*e-mail: [yoelclaude@telefonica.net](mailto:yoelclaude@telefonica.net)*

*web: [www.yoel-lana-renault.es](http://www.yoel-lana-renault.es)*

**Abstract:** En esta versión 2 incorporamos todas las modificaciones que hemos introducido en el proyecto Aspin Bubbles<sup>[1]</sup> y construimos mecánicamente la partícula protón y su antipartícula. La estructura del protón es muy sencilla, dos positones en órbita circular alrededor de un negatón. Como iremos viendo a lo largo del artículo, nos enfrentamos con máquinas mecánicas perfectas que reúnen y cumplen con todos los conocimientos que tenemos del protón y del antiprotón.

**Key words:** Aspin Bubbles, ondas anarmónicas, positón, negatón, ton.

## 1. Introducción

Hagamos un pequeño resumen del comportamiento del éter y de la materia de Aspin Bubbles<sup>[1]</sup>.

El éter es un fluido continuo e isotrópico. El éter llena todo el espacio físico y no se desplaza. Los tones (la materia) están inmersos en el éter y lo perturban.

El éter modifica sus propiedades elásticas conforme las ondas de los tones lo atraviesan, de tal forma que frecuencia y amplitud le hacen disminuir su elasticidad. Como consecuencia de ello, la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas que recorren el éter disminuye y es inferior a la velocidad de la luz.

La pulsación anarmónica de la membrana de los tones produce contracciones y dilataciones en el éter que se propagan a la velocidad de la luz. El éter es elástico y reproduce el movimiento asimétrico de la membrana del ton. Tiene un comportamiento inercial no lineal. Tenemos, por lo tanto, ondas esféricas longitudinales anarmónicas que se propagan por todo el espacio y soportadas por el éter. El éter se polariza y los tones se autopropulsan en este medio.

En el caso del positón, las contracciones son más fuertes que las dilataciones y en el caso del negatón es al contrario. De ahí, que hablemos de que los tones polarizan el éter mediante un campo de ondas y hayamos asociado este comportamiento con el concepto clásico de campo eléctrico. Para entender la interacción existente entre dos tones cualesquiera hicimos un símil diciendo que el positón actúa como una bomba de compresión que endurece el éter y que el negatón actúa como una bomba de absorción que ablanda el éter.

La interacción mecánica que se produce en el éter entre una onda anarmónica y una partícula (ton) es simplemente la fuerza eléctrica, y con esto, la fuerza de la gravedad<sup>[2]</sup> resulta ser simplemente un residuo de las fuerzas eléctricas existentes entre dos materias neutras formadas por tones.

No estamos pues ante un éter estático, sino ante un éter dinámico configurado por la existencia de los tones constituyentes de la materia. Es fácil imaginar las líneas de fuerza de los campos eléctricos y gravitatorios dibujados en este éter.

La disminución de la velocidad de propagación de las ondas en las proximidades de la materia nos condujo, por ejemplo, a que la luz se curva en las proximidades del Sol<sup>[3]</sup>.

También es fácil imaginar que la Tierra transporta su campo gravitatorio, el éter que lo llena todo se configura a su paso. Tenemos un éter dinámico. De ahí que el resultado del experimento de Michelson-Morley sea correcto. La aberración estelar así como otros fenómenos físicos son fácilmente explicables desde esta nueva perspectiva.

Y en el interior de la materia, espacio entre tones ligados, el éter está muy configurado (perturbado), produciéndose la refracción de la luz. Y si la materia se mueve, la configuración del éter que producen los tones de la materia también se mueve. De ahí, que Fizeau demostrase con su experimento de la velocidad de la luz atravesando agua en movimiento, que aquella es variable en función de la materia que atraviesa y de la velocidad que lleva.

Además planteábamos que todos los tones giran alrededor de un diámetro produciendo una nueva perturbación del éter; la rotación implica un momento angular intrínseco constante  $\mathbf{S}$  respecto de su centro de masas que se denomina momento angular de spin  $\mathbf{S}$ . El éter debe tener una cierta viscosidad por lo que la rotación de los tones estira y tensa su éter circundante, propagándose este comportamiento a la velocidad de la luz. De ahí que pudiésemos interpretar el concepto de campo magnético como una medida del estiramiento y tensado del éter (ley de Biot-Savart). Así, este estiramiento y tensado del éter también nos llevó a interpretar el desplazamiento de los tones con velocidad (fuerza magnética de Lorentz)

Añadiendo las dos hipótesis siguientes:

- 1ª) Un negatón  $B$  no-ligado con otros tones y con velocidad  $v$ , perfora el éter girando a izquierdas. Su vector  $\mathbf{S}$  tiene la misma dirección, pero el sentido es contrario a su trayectoria,
- 2ª) Un positón  $A$  no-ligado con otros tones y con velocidad  $v$ , perfora el éter girando a derechas. Su vector  $\mathbf{S}$  tiene la dirección y el sentido de su trayectoria,

generalizamos la ley de Biot y Savart en la forma:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{e v}{\vec{r}^3} \hat{s} \wedge \vec{r} \quad (1)$$

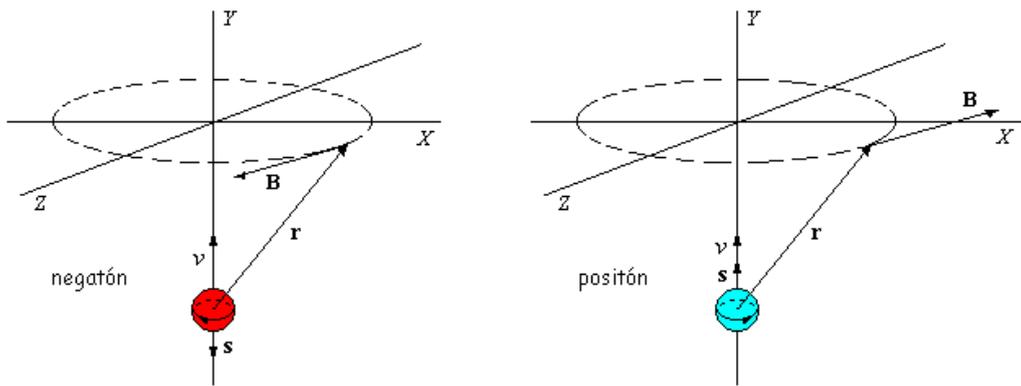


Figura 1. - Ley de Biot y Savart

donde el vector campo magnético  $\mathbf{B}$  producido era la magnitud que nos determinaba las características del éter, estirado, tensado y direccionado por el ton en un punto del espacio situado a una distancia  $\mathbf{r}$  vector, que lleva una velocidad  $\mathbf{v}$  y donde la dirección y el sentido del vector  $\mathbf{S}$  está representado por el vector unitario  $\hat{\mathbf{s}}$ .

Y para la fuerza magnética de Lorentz decíamos:

Un ton con velocidad  $\mathbf{v}$  en un éter uniforme estirado, tensado y direccionado  $\mathbf{B}$  estará sometido a una fuerza  $\mathbf{F}$  cuyo valor es:

$$\vec{\mathbf{F}} = e v \hat{\mathbf{s}} \wedge \vec{\mathbf{B}} \quad (2)$$

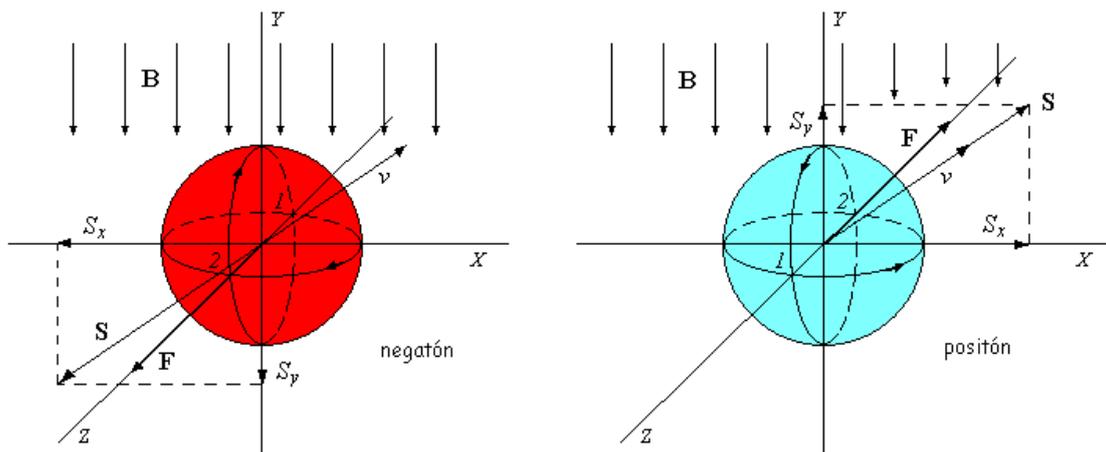


Figura 2. - Fuerza magnética de Lorentz

El por qué de esta relación era la siguiente: Según la figura adjunta, el vector  $\mathbf{S}$  del ton siempre lo podemos descomponer en el plano que determinan  $\mathbf{S}$  y  $\mathbf{B}$  en dos componentes:  $\mathbf{S}_y$  paralela al campo  $\mathbf{B}$  y otra  $\mathbf{S}_x$  perpendicular. La componente  $\mathbf{S}_y$  estira y tensa perpendicularmente el éter  $\mathbf{B}$  por igual en todas las direcciones, hay equilibrio. Sin embargo, la componente perpendicular  $\mathbf{S}_x$  estira y tensa más al éter en la dirección y sentido de  $\mathbf{B}$ . La membrana, en su rotación, estira y tensa más al éter  $\mathbf{B}$  en la cara que rota en la dirección y sentido de  $\mathbf{B}$  (lado 1 del ton), mientras que en el lado opuesto (2) el éter  $\mathbf{B}$  se destensa. De ahí, que el éter más tensado en una cara que en la otra produzca una fuerza  $\mathbf{F}$  que medimos mediante la relación (2). Los tones se autopropulsan en esta anisotropía del éter produciendo la fuerza magnética de Lorentz  $\mathbf{F}$  (2).

Aunque no lo hayamos explicitado hasta ahora, los tonos tienen un momento magnético de spin  $\vec{\mu}_s$  que lleva la misma dirección y sentido del vector  $\vec{S}$ . De ahí, que tengamos que modificar el momento magnético  $\vec{\mu}_L$  que produce un ton con velocidad  $\vec{v}$  en una trayectoria circular cuyo momento angular orbital es  $\vec{L}$  de la forma siguiente:

$$\vec{\mu}_L = \frac{e \cdot \vec{L}}{2 \cdot m} \cdot (\hat{s} \cdot \hat{v}) \quad (3)$$

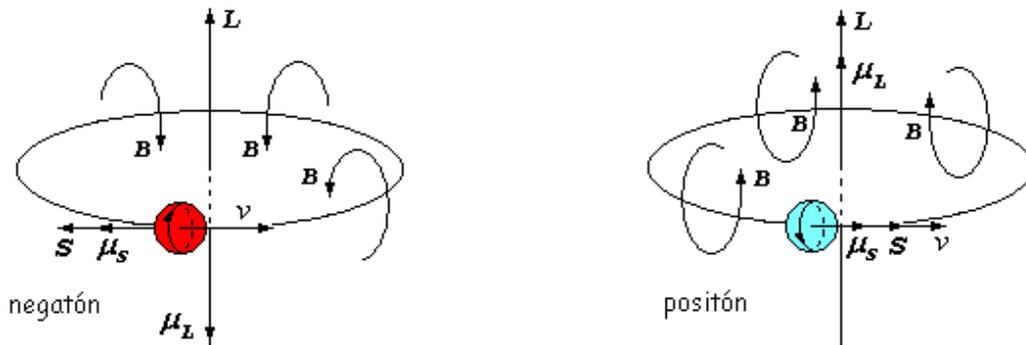


Figura 3. - Momento magnético de una espira

donde el factor  $(\hat{s} \cdot \hat{v})$  es el producto escalar de los vectores unitarios del vector  $\vec{S}$  y de la velocidad  $\vec{v}$ .

El negatón, con su rotación y según (1), tensa el éter del interior de la trayectoria hacia abajo produciendo en la espira un momento magnético  $\vec{\mu}_L$  negativo. Y es conforme a la expresión (3)

$$\vec{\mu}_L = \frac{e \cdot \vec{L}}{2 \cdot m} \cdot (\hat{s} \cdot \hat{v}) = \frac{e \cdot \vec{L}}{2 \cdot m} \cdot 1 \cdot 1 \cdot \text{Cos}(180^\circ) = -\frac{e \cdot \vec{L}}{2 \cdot m} \quad (4)$$

ya que el ángulo que forman los vectores  $\vec{S}$  y  $\vec{v}$  es de  $180^\circ$ .

En el caso del positón, el ángulo que forman los vectores  $\vec{S}$  y  $\vec{v}$  es de  $0^\circ$ , por lo que el momento magnético  $\vec{\mu}_L$  es positivo. La rotación del positón tensa el éter del interior de la trayectoria hacia arriba produciendo en la espira un momento magnético  $\vec{\mu}_L$  positivo.

Veremos más adelante, en la construcción de partículas, la utilidad del factor  $(\hat{s} \cdot \hat{v})$  cuando los tonos están forzados por los campos magnéticos (éter tensado) a que los vectores  $\vec{S}$  y  $\vec{v}$  formen entre sí un ángulo determinado.

## 2. Modificaciones introducidas en Aspin Bubbles<sup>[1]</sup>

Aunque no sea de hecho una modificación propiamente dicha, el factor Aspin, causante de la asimetría de las fuerzas entre tones para obtener la gravedad, se puede simplificar y se obtiene lo siguiente:

$$Aspin_i = \sqrt{1 + 2H_i + \delta_i 2\sqrt{H_i(H_i + 1)}} = \sqrt{1 + H_i} + \delta_i \sqrt{H_i} \quad (4^*)$$

Habíamos calculado que una esfera hueca en rotación de radio  $r$  con momento angular de spin  $\vec{S}$  constante, y con una carga unitaria  $e$  distribuída uniformemente a lo largo de toda su superficie, producía el siguiente momento magnético de spin  $\vec{\mu}_S$ :

$$\vec{\mu}_S = \frac{e \cdot \vec{\omega}_S \cdot r^2}{3} \quad (5)$$

en donde  $\vec{\omega}_S$  era la velocidad angular de rotación.

Los tones son esferas huecas pulsantes en donde el radio  $r$  de la membrana obedece a la siguiente expresión:

$$r = r(\omega t) = (r_0 + A_0 \sin[\omega t])^x \quad (6)$$

y teniendo en cuenta que:

$$\vec{S} = I \cdot \vec{\omega}_S \quad e \quad I = \frac{2}{3} \cdot M \cdot r^2 \quad (7)$$

donde  $I$  es el momento de inercia de la membrana del ton, sustituyendo en (5) obtenemos que el momento magnético de spin es:

$$\vec{\mu}_S = \frac{e \cdot \vec{\omega}_S \cdot r^2}{3} = \frac{e \cdot \vec{S}}{2 \cdot M} \quad (8)$$

siendo  $M$  la masa pasiva de cualquier ton que es la cantidad de masa que tiene la membrana.

Hemos encontrado que el valor absoluto del momento magnético de spin  $\vec{\mu}_S$  de cualquier ton con masa  $m$  es:

$$\vec{\mu}_S = \frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot \vec{S}}{m} \quad (9)$$

donde  $g_{AB}$  es un nuevo coeficiente giromagnético cuyo valor es:

$$g_{AB} = 1,009640492374899.... \quad (10)$$

Igualando las expresiones (8) y (9), obtenemos la relación definitiva existente entre la masa activa  $m$  de un ton que medimos y la masa pasiva  $M$  de su membrana, y es:

$$m = g_{AB} \cdot M \quad (11)$$

(en Aspin Bubbles<sup>[1]</sup>, habíamos dicho que la relación era 2).

Veremos posteriormente el papel esencial de este coeficiente en la construcción del protón y de cualquier partícula formada por tones, y la forma de obtenerlo. El protón es la partícula base de toda la materia.

En un próximo artículo demostraremos que se pueden obtener las fórmulas (distancia, velocidad y aceleración) de la relatividad de Einstein haciendo un pequeño cambio en la interacción mecánica onda-ton cuando el ton lleva velocidad. También veremos la estructura del fotón y el efecto Compton. Estos tres hechos han implicado unas modificaciones importantes en las hipótesis (22) y (23) de Aspin Bubbles<sup>[1]</sup> que mejora notablemente el tamaño de las partículas. Son las siguientes:

1ª) La masa  $m$  de un ton no varía con la velocidad, pero si le aumentamos su velocidad en un acelerador de partículas, su energía interna aumenta por un factor de excitación  $\tau$ , es decir:

$$E_i = \tau \cdot m \cdot c^2 = \frac{1}{2} \cdot h \cdot \nu = \frac{1}{2} \cdot \hbar \cdot \omega \quad (12)$$

2ª) y esta energía interna  $E_i$  es la energía cinética  $T$  máxima de la membrana cuando esta está en su posición de equilibrio  $R_i$  y su velocidad  $\nu$  es máxima ( $\nu_M$ )

$$T(R_i) = E_i = \frac{1}{2} \cdot M \cdot \nu_M^2 \quad (13)$$

Si  $\tau = 1$ , obtenemos la ecuación de Einstein  $E_i = m \cdot c^2$ , sólo válida para partículas en reposo o con velocidad que no hayan sido excitadas según Aspin Bubbles.

Las ecuaciones (11), (12) y (13) implican que el radio definitivo de la posición de equilibrio de la membrana de un ton  $i$  es:

$$R_{il} = \frac{\hbar}{m_i \cdot c} \cdot \sqrt{\frac{g_{AB}}{2 \cdot \tau_i}} \cdot \text{Aspin}_i \quad (14)$$

que sustituye a la condición de contorno (30) de Aspin Bubbles<sup>[1]</sup>.

Finalmente, para poder calcular correctamente y numéricamente los parámetros  $\{r_0, A_0, x\}$  de la ecuación de movimiento de la membrana (6) del ton que nos determina sus dimensiones, es necesario modificar la condición de contorno (25) de Aspin Bubbles<sup>[1]</sup> sustituyendo simplemente el radio medio  $R_i$  por el radio de la posición de equilibrio  $R_i$ .

Con estas modificaciones, la interacción mecánica  $F_{ij}(d)$  de la onda anarmónica  $i$  sobre el ton  $j$  o dicho de otro modo, la fuerza eléctrica  $F_{ij}(d)$  que ejerce el ton  $i$  sobre el ton  $j$  separados por una distancia  $d$  es:

$$F_{ij}(d) = \delta_i \sqrt{\frac{\tau_i}{\tau_j}} m_i a_j \frac{R_{il} R_{jl}}{d^2 - R_{jl}^2} = \delta_i \delta_j \frac{\text{Aspin}_i}{\text{Aspin}_j} \frac{k e^2}{d^2 - R_{jl}^2} \quad (15)$$

donde la carga unitaria  $e$  es simplemente una constante positiva que vale:

$$e = R_{il} \sqrt{\frac{\delta_i m_i a_i}{k}} \quad (16)$$

### 3. El protón

El protón tiene tres tones, dos positones  $A$  en órbita alrededor de un negatón  $B$ . Las masas  $m_A$  de los positones son iguales. La masa  $m_B$  del negatón es distinta. Como consecuencia de ello, los positones tienen la misma frecuencia de pulsación y están en fase, y el negatón tiene otra frecuencia (ver 12). Una vista del protón en diferentes momentos especiales visto desde la parte superior sería la siguiente:

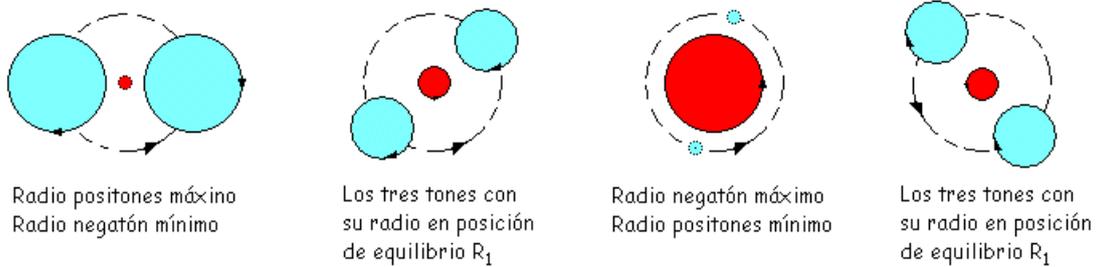


Figura 4. - Secuencia del protón

En esta secuencia de momentos del protón, el tamaño de los tones así como su radio orbital no están a escala. Veremos posteriormente el valor real de sus radios máximos y mínimos, el de su posición de equilibrio  $R_1$  y el de su órbita.

#### 3.1 - Cálculo de las masas

En el decaimiento del neutrón en protón más electrón más antineutrino

$$n = p + e + \bar{\nu}_e \quad (17)$$

consideramos que el neutrón y el antineutrino, por ser partículas neutras, tienen la misma cantidad de masa positónica que negatónica. Aplicando la ley de conservación de masas obtenemos:

$$\text{para la masa positónica } A \quad \rightarrow \quad \frac{m_n}{2} = 2 \cdot m_A + \frac{m_\nu}{2} \quad (18)$$

$$\text{y para la masa negatónica } B \quad \rightarrow \quad \frac{m_n}{2} = m_B + m_e + \frac{m_\nu}{2} \quad (19)$$

$$\text{restando ambas ecuaciones} \quad \Rightarrow \quad 0 = 2 \cdot m_A - m_B - m_e \quad (20)$$

y teniendo en cuenta la estructura definida para el protón, tenemos que su masa es:

$$m_p = 2 \cdot m_A + m_B \quad (21)$$

por lo que resolviendo el sistema de ecuaciones (20) y (21) se obtiene finalmente que:

$$\text{la masa de los positones es} \quad \rightarrow \quad m_A = \frac{m_p + m_e}{4} \quad (22)$$

$$\text{y la del negatón} \quad \rightarrow \quad m_B = \frac{m_p - m_e}{2} \quad (23)$$

Fijémonos que la masa  $m_B$  del negatón es casi dos veces la masa  $m_A$  de los positones

$$\frac{m_B}{m_A} = 2 \cdot \frac{m_p - m_e}{m_p + m_e} \cong 2 \quad (24)$$

### 3.2 - Fuerzas de Ligadura

Esquemáticamente, las fuerzas que existen en la estructura del protón son las representadas en la siguiente figura.

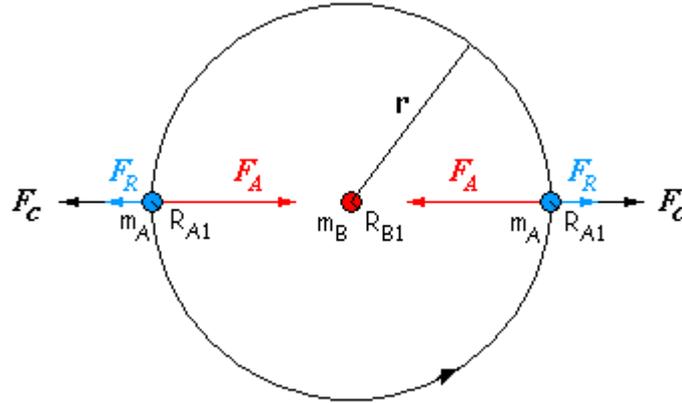


Figura 5. - Fuerzas de Ligadura

Aplicando la interacción mecánica onda-ton (15) tenemos:

- La fuerza de atracción que el negatón B ejerce sobre los positones A

$$F_A = F_{BA} = \delta_B \cdot \delta_A \cdot \frac{Aspin_B}{Aspin_A} \cdot \frac{k \cdot e^2}{r^2 - R_{A1}^2} = - \frac{Aspin_B}{Aspin_A} \cdot \frac{k \cdot e^2}{(x^2 - 1) \cdot R_{A1}^2} \quad (25)$$

donde hacemos el cambio de variable  $x = r/R_{A1}$

- La fuerza de repulsión que ejercen entre sí los positones A

$$F_R = F_{AA} = \delta_A \cdot \delta_A \cdot \frac{Aspin_A}{Aspin_A} \cdot \frac{k \cdot e^2}{(2r)^2 - R_{A1}^2} = \frac{k \cdot e^2}{(4x^2 - 1) \cdot R_{A1}^2} \quad (26)$$

- La fuerza centrífuga debido al movimiento orbital de los positones

$$F_C = \frac{L^2}{m_A \cdot r^3} = \frac{n^2 \cdot \hbar^2}{m_A \cdot r^3} \quad (27)$$

considerando que los positones tienen un momento angular orbital en valor absoluto  $L = n \cdot \hbar$ , donde  $n$  es un número a calcular.

En todo momento se cumple que  $-F_A = F_R + F_C$ , simplificando obtenemos la siguiente ecuación:

$$\frac{Aspin_B}{Aspin_A} \cdot x^3 \cdot (4x^2 - 1) - x^3 \cdot (x^2 - 1) - \alpha_0 \cdot (x^2 - 1) \cdot (4x^2 - 1) = 0 \quad (28)$$

donde  $\alpha_0 = \frac{n^2 \cdot \hbar^2}{m_A \cdot R_{A1} \cdot k \cdot e^2}$ . En esta ecuación nuestras incógnitas son  $x$  y  $n$ .

### 3.3 - Orientación de los momentos angulares S

En la construcción del protón tenemos que conseguir que los campos magnéticos que producen los tones tengan la misma dirección que sus momentos angulares de spin, es decir, momentos y campos tienen que estar alineados. Aplicando la Ley generalizada de Biot y Savart (1) hemos obtenido lo siguiente:

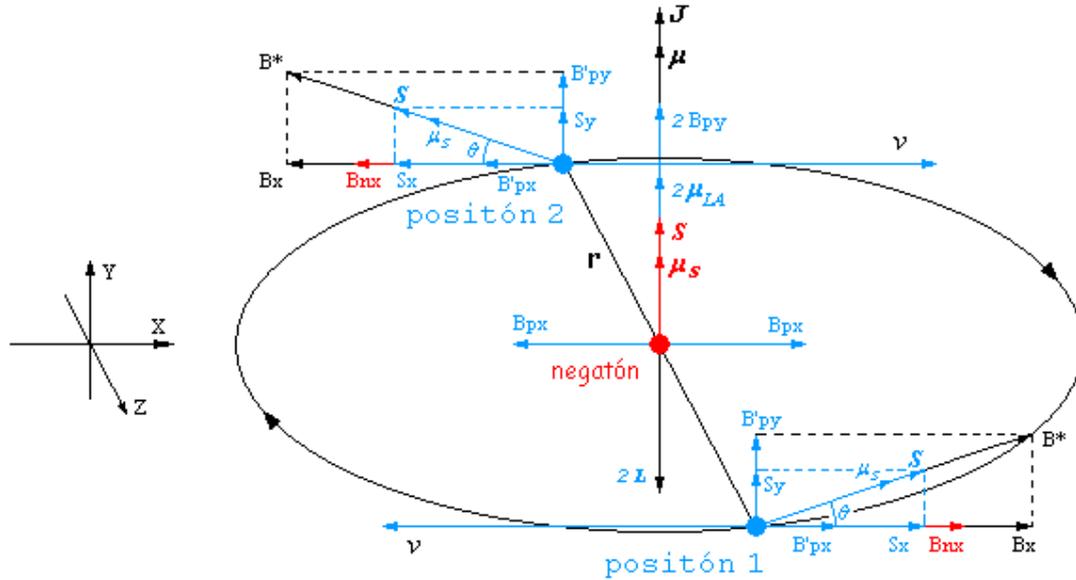


Figura 6. Alineación de campos B con los momentos angulares S en el protón

- Los momentos angulares de spin  $\mathbf{S}$  de los positones 1 y 2 están inclinados hacia arriba respecto de su órbita formando un ángulo  $\theta$  con la dirección de sus velocidades  $v$ .
- Descomponemos el vector  $\mathbf{S}$  de los positones en sus componentes  $\vec{S}_x$  y  $\vec{S}_y$ .
- Las componentes rotación  $\vec{S}_x$  de los positones 1 y 2 producen en el negatón campos magnéticos iguales hacia arriba cuyo módulo es

$$B_{py} = \left| \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{\vec{r}^3} s_x \wedge \vec{r} \right| = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{r^2} \cos(\theta) \sin(90^\circ) = \frac{A}{r^2} \cos(\theta) \quad (29)$$

siendo el vector unitario  $s_x = \hat{s} \cdot \cos(\theta)$  y denotando  $A = \frac{\mu_0 ev}{4\pi}$  (30)

- La componente rotación  $\vec{S}_x$  del positón 1 produce en el positón 2 un campo magnético hacia arriba cuyo valor es

$$B'_{py} = \frac{A}{4r^2} \cos(\theta) \quad \text{al ser su distancia entre ellos } 2r \quad (31)$$

- La componente rotación  $\vec{S}_x$  del positón 2 produce en el positón 1 el mismo campo magnético.

.- Las componentes de rotación  $\vec{S}_y$  de los positones producen en el negatón campos magnéticos opuestos cuyos valores son

$$B_{p.x} = \left| \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{\vec{r}^3} s_y \wedge \vec{r} \right| = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{ev}{r^2} \text{Sen}(\theta) \text{Sen}(90^\circ) = \frac{A}{r^2} \text{Sen}(\theta) \quad (32)$$

siendo el vector unitario  $s_y = \hat{s} \cdot \text{Sen}(\theta)$

.- Las componentes de rotación  $\vec{S}_y$  de los positones producen en sus positones opuestos campos cuyos valores son

$$B'_{p.x} = \frac{A}{4r^2} \text{Sen}(\theta) \quad \text{al ser su distancia entre ellos } 2r \quad (33)$$

.- Por último, la rotación del negatón, vector  $\mathbf{S}$ , produce en los positones campos cuyos valores son  $B_{n.x} = \frac{A}{r^2}$ .

De todo esto, si nos fijamos, los campos  $B_{n.x}$  y  $B'_{p.x}$  tienen la misma dirección y sentido, por lo que los positones sufrirán un campo resultante

$$B_x = B_{n.x} + B'_{p.x} = \frac{A}{r^2} + \frac{A}{4r^2} \text{Sen}(\theta) \quad (35)$$

y la suma vectorial de los campos  $B_x$  y  $B'_{p.y}$  nos dan vectores campo  $B^*$  que están alineados con los vectores  $\mathbf{S}$  de los positones tal como queríamos en un principio. En los positones, el campo  $B^*$  penetra siempre por la base del vector  $\mathbf{S}$ . De esta forma el protón queda completamente estabilizado.

Ahora ya podemos hallar el valor del ángulo  $\theta$ , el cual, cumple con la relación:

$$\tan(\theta) = \frac{B'_{p.y}}{B_x} = \frac{\frac{A}{4r^2} \text{Cos}(\theta)}{\frac{A}{r^2} + \frac{A}{4r^2} \text{Sen}(\theta)} = \frac{\text{Cos}(\theta)}{4 + \text{Sen}(\theta)} \quad (36)$$

Resolviendo esta ecuación obtenemos que:

$$\text{Sen}(\theta) = -1 + \frac{\sqrt{6}}{2}, \quad \text{luego } \theta = 12,9878...^\circ \quad (37)$$

### 3.4 - Momentos angulares y magnéticos totales

De la figura 6 del protón, obtenemos la ecuación siguiente para los momentos angulares:

$$\vec{J} = 2\vec{L} + \vec{S} + 2\vec{S} \cdot \text{Sen}(\theta) \quad (38)$$

Considerando que el momento angular total  $\vec{J}$  del protón es igual al de los tones y que su valor es

$$|\vec{J}| = |\vec{S}| = \alpha \cdot \hbar \quad (39)$$

obtenemos de (38) que el momento angular orbital de los positones es

$$L = -S \cdot \text{Sen}(\theta) \quad (40)$$

y teniendo en cuenta (27) y (39), el valor numérico de  $n$  vale

$$n = -\alpha \cdot \text{Sen}(\theta) \quad (41)$$

Fijarse que los valores de  $L$  y  $n$  son negativos, esto implica que los positones giran en su órbita al revés, tal como se indica con la velocidad  $v$  en la figura 6.

Para los momentos magnéticos obtenemos la siguiente ecuación:

$$\vec{\mu} = \vec{\mu}_{SB} + 2 \cdot \vec{\mu}_{SA} \cdot \text{Sen}(\theta) + 2 \cdot \vec{\mu}_{LA} \quad (42)$$

donde  $\vec{\mu}$  es el momento magnético total del protón. Desarrollemos estos términos.

- El valor del momento magnético de spin del negatón según (9) es

$$\mu_{SB} = |\vec{\mu}_{SB}| = \frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot S}{m_B} \quad (43)$$

- el valor del momento magnético de spin de los positones es

$$\mu_{SA} = |\vec{\mu}_{SA}| = \frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot S}{m_A} \quad (44)$$

- y el valor del momento magnético que producen los positones en la espira según (3) es

$$\mu_{LA} = |\vec{\mu}_{LA}| = \left| \frac{e \cdot \vec{L}}{2 \cdot m_A} \cdot (\hat{s} \cdot \hat{v}) \right| = \frac{e \cdot L}{2 \cdot m_A} \cdot \text{Cos}(180^\circ - \theta) = -\frac{e \cdot L}{2 \cdot m_A} \cdot \text{Cos}(\theta) \quad (45)$$

Fijarse que este valor es positivo ya que el momento angular orbital  $L$  es negativo.

Consecuentemente, el valor del momento magnético total del protón según la ecuación (42) vale

$$\mu = |\vec{\mu}| = \frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot S}{m_B} + g_{AB} \cdot \frac{e \cdot S}{m_A} \cdot \text{Sen}(\theta) - \frac{e \cdot L}{m_A} \cdot \text{Cos}(\theta) \quad (46)$$

y según (39) y (40), podemos además, poner dicho momento en función de  $J$  de la forma

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot S}{m_B} + g_{AB} \cdot \frac{e \cdot S}{m_A} \cdot \text{Sen}(\theta) + \frac{e \cdot S \cdot \text{Sen}(\theta)}{m_A} \cdot \text{Cos}(\theta) = \\ &= \left[ g_{AB} \cdot \frac{m_A + 2 \cdot m_A \cdot \text{Sen}(\theta)}{2 \cdot m_A \cdot m_B} + \frac{\text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta)}{m_A} \right] \cdot e \cdot S = \gamma \cdot J \quad (47) \end{aligned}$$

$$\text{donde } \gamma = \left[ g_{AB} \cdot \frac{m_A + 2 \cdot m_A \cdot \text{Sen}(\theta)}{2 \cdot m_A \cdot m_B} + \frac{\text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta)}{m_A} \right] \cdot e = \frac{\mu}{J} \quad (48)$$

### 3.5 - Frecuencia de precesión de Larmor

Si a este protón lo sometemos a un campo magnético  $\vec{B}$  exterior, su momento magnético  $\vec{\mu}$  precesa alrededor del campo  $\vec{B}$  de forma análoga a la precesión de una peonza alrededor del campo de gravedad.

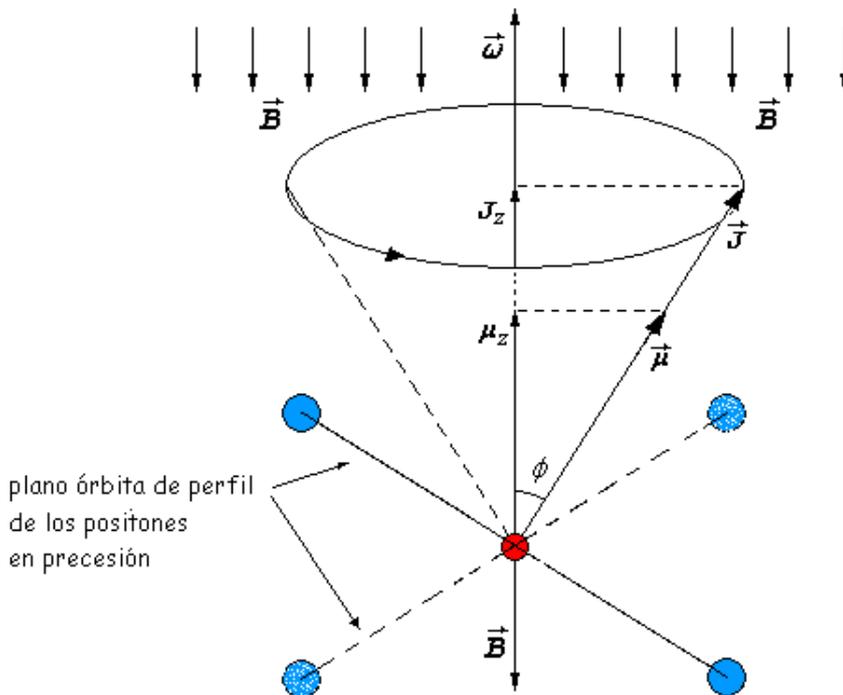


Figura 7.- Precesión de la órbita del protón

Según la figura 7, la órbita del protón experimenta un momento  $\vec{N}$  que tiende a alinear el momento magnético  $\vec{\mu}$  con el campo magnético  $\vec{B}$ , dicho momento es:

$$\vec{N} = \vec{\mu} \wedge \vec{B} = \gamma \cdot \vec{J} \wedge \vec{B} \quad (49)$$

lo que hace que  $\vec{\mu}$  y  $\vec{J}$  precesen en torno a la dirección de  $\vec{B}$ , con una velocidad angular  $\vec{\omega}$  que podemos calcular a partir del teorema del momento angular:  $\vec{N} = \frac{d}{dt} \vec{J}$ . En efecto, por tener el vector  $\vec{J}$  el origen fijo en el centro de la órbita (en el negatón),  $\frac{d}{dt} \vec{J}$  es la velocidad del extremo de  $\vec{J}$ , es decir:  $\frac{d}{dt} \vec{J} = \vec{\omega} \wedge \vec{J}$ , lo que junto con (49) conduce a:

$$\vec{\omega} \wedge \vec{J} = \gamma \cdot \vec{J} \wedge \vec{B} \quad \Rightarrow \quad (\vec{\omega} + \gamma \cdot \vec{B}) \wedge \vec{J} = 0 \quad (50)$$

y por ser el vector  $\vec{J} \neq 0$ , obtenemos finalmente que la frecuencia angular de precesión de Larmor es:

$$\vec{\omega} = -\gamma \cdot \vec{B} \quad (51)$$

que hace que el plano de la órbita cambie como se muestra en la figura 7.

En la figura vemos que  $\vec{\omega}$  y  $\vec{B}$  llevan direcciones opuestas, luego el valor de la frecuencia angular de precesión de Larmor será

$$\omega = \gamma \cdot B \quad (52)$$

además, se cumplen las siguientes igualdades:

$$J_z = J \cdot \text{Cos}[\phi] \quad (53)$$

$$\mu_z = \mu \cdot \text{Cos}[\phi] \quad (54)$$

luego dividiendo ambas, obtenemos que:

$$\frac{J_z}{\mu_z} = \frac{J}{\mu} \quad (55)$$

Finalmente, de (47) y (55) obtenemos que

$$\omega = \gamma \cdot B = \frac{\mu}{J} \cdot B = \frac{\mu_z}{J_z} \cdot B \quad (56)$$

y de (53) y (54) podemos saber el ángulo  $\phi$  de precesión

$$\phi = \text{ArcCos}\left[\frac{J_z}{J}\right] = \text{ArcCos}\left[\frac{\mu_z}{\mu}\right] \quad (57)$$

Por otra parte, la experimentación en resonancia magnética nuclear nos enseña que la frecuencia angular de precesión de Larmor del protón es

$$\omega = \frac{2 \cdot \mu_p}{\hbar} \cdot B = \frac{2 \cdot \mu_o \cdot \mu_N}{\hbar} \cdot B = \frac{\mu_o \cdot e}{m_p} \cdot B \quad (58)$$

donde  $\mu_p = \mu_o \cdot \mu_N$  es el momento magnético del protón y  $\mu_N = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_p}$ , el magnetón nuclear. Conocido  $\omega$ , de (58) obtenemos el valor del coeficiente  $\mu_o$  que vale

$$\mu_o = \frac{\omega \cdot m_p}{e \cdot B} = 2.792847356 \dots \quad (59)$$

y de aquí, el valor del momento magnético del protón  $\mu_p = \mu_o \cdot \mu_N$ .

Igualando las dos frecuencias de Larmor (52) y (58), y teniendo en cuenta el valor obtenido de  $\gamma$  en (48), tenemos que

$$\left[ g_{AB} \cdot \frac{m_A + 2 \cdot m_A \cdot \text{Sen}(\theta)}{2 \cdot m_A \cdot m_B} + \frac{\text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta)}{m_A} \right] \cdot e \cdot B = \frac{\mu_o}{m_p} \cdot e \cdot B \quad (60)$$

luego 
$$g_{AB} \cdot \frac{m_A + 2 \cdot m_A \cdot \text{Sen}(\theta)}{2 \cdot m_A \cdot m_B} + \frac{\text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta)}{m_A} = \frac{\mu_o}{m_p} \quad (61)$$

y despejando  $g_{AB}$  se obtiene que

$$g_{AB} = \frac{2 \cdot m_B \cdot (\mu_o \cdot m_A - m_p \cdot \text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta))}{m_p \cdot (m_A + 2 \cdot m_B \cdot \text{Sen}(\theta))} = 1,009640492374899 \dots \quad (62)$$

Si nos fijamos, este valor obtenido para  $g_{AB}$  que nos liga la relación existente entre masa activa y masa pasiva según (11), solo depende de las masas de los tones, de la orientación de los momentos angulares de spin  $S$  de los positones (ángulo  $\theta$ ) y del coeficiente  $\mu_o$ , y no depende para nada del valor numérico  $\alpha$  que todavía desconocemos para poder calcular los valores de los momentos  $S$ ,  $J$  y  $L$ .

DE (56) y (58) obtenemos la relación siguiente

$$\omega = \gamma \cdot B = \frac{\mu}{J} \cdot B = \frac{\mu_z}{J_z} \cdot B = \frac{2 \cdot \mu_p}{\hbar} \cdot B = \frac{\mu_p}{\hbar/2} \cdot B \quad (63)$$

y nos podemos preguntar si el momento magnético calculado  $\mu_p$  del protón es realmente el momento  $\mu$  o es su componente  $\mu_z$ . La interpretación de Aspin Bubbles es la segunda opción, es decir,  $\mu_z = \mu_p$  y consecuentemente  $J_z = \hbar/2$ . Lo constataremos a continuación en la resolución.

Normalmente, la frecuencia de precesión de Larmor se mide en Hz y se denomina por  $\omega_p$ , por lo que ésta toma la forma:

$$\omega_p = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{\mu_z}{\pi \cdot \hbar} \cdot B = \frac{\mu_p}{\pi \cdot \hbar} \cdot B \quad (64)$$

### 3.6 - Resolución

Sabemos que el protón es muy estable, por lo que debe existir una ligadura muy fuerte entre tones. Para ello hemos buscado numéricamente el valor  $\alpha$  tal que su radio orbital sea mínimo. Le llamaremos " $\alpha$  límite", veremos a continuación la razón de ello. Esto se consigue cuando el cociente

$$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} \cong 1 \quad (65)$$

es decir, cuando los tamaños del positón y del negatón son máximos, y caben como mínimo en el diámetro orbital. Hay que tener en cuenta que este hecho ocurre cada cierto tiempo porque las frecuencias de pulsación de los tones son distintas.

El proceso es el siguiente: Se da un valor a  $\alpha$ , lo que implica un valor directo de  $n$  según (41) y se resuelve numéricamente la ecuación (28), que nos da el valor de la incógnita  $x$ . Con estos datos, a continuación se calcula todo lo demás. Los resultados son los siguientes:

$$\alpha = 0,51714564051.... \quad \text{" } \alpha \text{ límite"}$$

$$n = -0,1162258304671....$$

$$x = 3,0030120231661....$$

$$r = x \cdot R_{AI} = 1,79393481341941.... \cdot 10^{-15} \text{ m ya que } x = r/R_{AI}$$

lo que implica que la relación (65) toma un valor muy cercano a la unidad:

$$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} = 1,000000000001123.... \quad (66)$$

No es necesario obtener más decimales. Con esto, utilizando (25), la fuerza de ligadura es:

$$F_{LIG} = F_A = 80,62923351823.... \text{ N} \quad (67)$$

De (63) y (39), si  $\mu = \mu_p$  tendríamos:

$$\omega = \gamma \cdot B = \frac{\mu}{J} \cdot B = \frac{2 \cdot \mu_p}{\hbar} \cdot B = \frac{\mu_p}{\hbar/2} \cdot B \Rightarrow J = \hbar/2 = \alpha \cdot \hbar \Rightarrow \alpha = 1/2$$

Este valor de  $\alpha$  no es posible porque  $\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} < 1$  y por lo tanto, los positones no podrían orbitar alrededor del negatón. Además, por (63), tendríamos que  $J = J_z$  y por (57),  $\phi = 0$ . Consecuentemente, no tendríamos precesión.

La mecánica cuántica nos dice que la magnitud de un momento angular de spin  $\vec{S}$  y número cuántico  $s=1/2$  es  $S = \sqrt{s \cdot (s+1)} \cdot \hbar = \sqrt{3} \cdot \hbar/2$ . Y según (39),  $J = S = \alpha \cdot \hbar$ , luego el valor de  $\alpha$  debería ser  $\alpha = \sqrt{3}/2$

Los tamaños de los tones no cambian con  $\alpha$ , no dependen del valor que le demos a  $\alpha$ . Cualquier valor comprendido entre "  $\alpha$  límite" y el que nos propone la mecánica cuántica podría ser correcto. Veamos las diferencias más notables en la siguiente tabla I.

	" $\alpha$ límite"	$\alpha = \sqrt{3}/2$
$\alpha$	0,51714564051....	0,8660254037....
$n = -\alpha \cdot \text{Sen}(\theta)$	-0,1162258304671....	-0,1946347679953....
$x = r/R_{AI}$	3,0030120231661....	9,6103866927699....
radio $r$ órbita en m	1,79393481341941.... $\cdot 10^{-15}$	5,7410383726687... $\cdot 10^{-15}$
$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}}$	1,000000000001123....	3,2002491560617....
$\frac{\mu}{\mu_N} = 2 \cdot \mu_o \cdot \alpha$	2,88861766953....	4,8373535183....
$J_z / \hbar$	1/2	1/2
$\frac{J}{J_z} = \frac{\mu}{\mu_z} = 2 \cdot \alpha$	1,03429128102	$\sqrt{3} = 1,7320508075....$
$\omega_p$ en MHz con $B = 1$ T	42,57748059....	42,57748059....
ángulo $\phi$	14,795011...°	54,735610...°
Fuerza Ligadura en N	80,62923351823....	7,076346884....

TABLA I .- Comparaciones de valores  $\alpha$  en el protón

Los dos valores obtenidos para  $J_z / \hbar$  y  $\omega_p$  son iguales como era de esperar, éstos no dependen del valor que le demos a  $\alpha$ . Los demás valores son distintos. Es difícil hacer un análisis de la tabla sin poner los tamaños de los tones. A continuación, para el valor " $\alpha$  límite", damos dimensiones y características esenciales del protón que cambian para diferentes estados energéticos según el factor de excitación  $\tau$  que pueden tener los tones (ver 12). Los valores  $\alpha$ ,  $n$ ,  $\mu$ ,  $\mu_z$ ,  $J$ ,  $J_z$ ,  $\omega_p$  y  $\phi$  son constantes independientemente del valor del factor  $\tau$ .

factor $\tau$	1	$10^3$	$10^6$	$10^9$
Energía en MeV	$9,382720 \cdot 10^2$	$9,382720 \cdot 10^5$	$9,382720 \cdot 10^8$	$9,382720 \cdot 10^{11}$
Diámetro del Positón	en metros			
máximo $2 \cdot R_{MA}$	$2,39411 \cdot 10^{-15}$	$7,55676 \cdot 10^{-17}$	$2,38951 \cdot 10^{-18}$	$7,55630 \cdot 10^{-20}$
equilibrio $2 \cdot R_{AI}$	$1,19475 \cdot 10^{-15}$	$3,77815 \cdot 10^{-17}$	$1,19475 \cdot 10^{-18}$	$3,77815 \cdot 10^{-20}$
mínimo $2 \cdot R_{mA}$	$2,50091 \cdot 10^{-20}$	$7,46297 \cdot 10^{-25}$	$2,35252 \cdot 10^{-29}$	$7,43835 \cdot 10^{-34}$
Diámetro del Negatón	en metros			
máximo $2 \cdot R_{MB}$	$1,19375 \cdot 10^{-15}$	$3,78204 \cdot 10^{-17}$	$1,19605 \cdot 10^{-18}$	$3,78227 \cdot 10^{-20}$
equilibrio $2 \cdot R_{BI}$	$5,98029 \cdot 10^{-16}$	$1,89113 \cdot 10^{-17}$	$5,98029 \cdot 10^{-19}$	$1,89113 \cdot 10^{-20}$
mínimo $2 \cdot R_{mB}$	$1,10645 \cdot 10^{-20}$	$3,71081 \cdot 10^{-25}$	$1,17719 \cdot 10^{-29}$	$3,72305 \cdot 10^{-34}$
características que	cambian			
$x = r/R_{AI}$	3,003012.....	109,841219...	3473,84387...	109852,000...
Diámetro órbita $2 \cdot r$	$3,58786 \cdot 10^{-15}$	$4,14996 \cdot 10^{-15}$	$4,15039 \cdot 10^{-15}$	$4,15039 \cdot 10^{-15}$
Diámetro $2(r + R_{MA})$	$5,98198 \cdot 10^{-15}$	$4,22553 \cdot 10^{-15}$	$4,15278 \cdot 10^{-15}$	$4,15047 \cdot 10^{-15}$
(a) $\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}}$	1,0000000.....	36,599701...	1157,52671...	36604,2351...
(b) $\frac{r}{R_{AI} + R_{BI}}$	2,001280...	73,200887...	2315,05491...	73208,4718...
(c) $\frac{r}{R_{mA} + R_{mB}}$	$9,94594 \cdot 10^4$	$3,71402 \cdot 10^9$	$1,17584 \cdot 10^{14}$	$3,7185 \cdot 10^{18}$
Fuerza Ligadura en N	80,629233...	53,588091...	53,572563...	53,572547...

TABLA II .- Resultados del protón para " $\alpha$  límite"

Analizando la tabla II, observamos que los tamaños de los tones para  $\tau=1$  son completamente compatibles con las últimas medidas obtenidas para el protón (diámetro =  $1,6836... \cdot 10^{-15}$  m). Posiblemente estemos midiendo realmente el tamaño de los tones ya que conforme el factor  $\tau$  aumenta observamos lo siguiente:

- 1.- El tamaño de los tones disminuye, especialmente, sus diámetros mínimos disminuyen drásticamente,  $2 \cdot R_{mA} = 7,43835 \cdot 10^{-34}$  m y  $2 \cdot R_{mB} = 3,72305 \cdot 10^{-34}$  m para una energía del protón de  $9,382720 \cdot 10^{11}$  MeV.
- 2.- El diámetro orbital aumenta ligeramente y tiende a estabilizarse en  $4,15039... \cdot 10^{-15}$  m
- 3.- Como consecuencia de 1 y 2, los tones dejan mucho espacio libre entre ellos, ver relaciones a, b y c. Consecuentemente, se puede decir que el protón está vacío en su interior.
- 4.- La fuerza de ligadura disminuye ligeramente y se estabiliza en  $53,572547... \text{ N}$

Para el valor de la mecánica cuántica  $\alpha = \sqrt{3}/2$ , el diámetro orbital ( $2 \cdot r = 1,148207... \cdot 10^{-14}$  m) es demasiado grande y la fuerza de ligadura ( $7,076346... \text{ N}$ ) es muy pequeña. Posiblemente, el protón, como máquina mecánica, necesita para funcionar alguna pequeña tolerancia en sus dimensiones, y eso lo consigue con un valor  $\alpha$  cercano a " $\alpha$  límite" y compatible con una pequeña modificación en la mecánica cuántica. Para ello bastaría definir que la magnitud del momento angular de spin  $\vec{S}$  y número cuántico  $s = 1/2$  fuese:

$$S = \frac{3}{5} \cdot \sqrt{s \cdot (s+1)} \cdot \hbar = \frac{3}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \hbar = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{10} \cdot \hbar = \alpha \cdot \hbar \quad (68)$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 0,519615... \text{ y } \frac{\alpha}{\alpha \text{ lim.}} = 1,004775... \quad (69)$$

Para este valor  $\alpha$  y  $\tau = 1$  obtenemos lo siguiente:

$$n = -0,116780... \quad (70)$$

$$x = 3,044279... \quad (71)$$

$$2 \cdot r = 2 \cdot x \cdot R_{AI} = 3,637173... \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad (72)$$

$$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} = 1,013741... \quad (73)$$

$$\phi = 15,793169...^\circ \quad (74)$$

$$F_{LIG} = F_A = 78,195478... \text{ N} \quad (75)$$

Para valores de  $\tau$  altos, el diámetro orbital se estabiliza en  $4,190134 \cdot 10^{-15}$  m y la fuerza de ligadura en  $52,561317 \text{ N}$ . Como podemos observar no son cambios notables y sin embargo damos continuidad a la mecánica cuántica.

#### 4. - El antiprotón

Para construir el antiprotón basta intercambiar los tones e invertir sus momentos angulares.

Cuando decimos intercambiar los tones significa que dos negatones de masa  $m_B$  van a estar en órbita alrededor de un positón de masa  $m_A$ , y como hemos hecho en el protón hay que calcular el valor de estas masas.

En el decaimiento del antineutrón en antiprotón más positón más neutrino

$$\bar{n} = \bar{p} + e^+ + \nu_e \quad (76)$$

consideramos que el antineutrón y el neutrino, por ser partículas neutras, tienen la misma cantidad de masa positónica que negatónica. Aplicando la ley de conservación de masas obtenemos:

$$\text{para la masa negatónica } B \quad \rightarrow \quad \frac{m_{an}}{2} = 2 \cdot m_B + \frac{m_\nu}{2} \quad (77)$$

$$\text{y para la masa positónica } A \quad \rightarrow \quad \frac{m_{an}}{2} = m_A + m_{e^+} + \frac{m_\nu}{2} \quad (78)$$

$$\text{restando ambas ecuaciones} \quad \Rightarrow \quad 0 = 2 \cdot m_B - m_A - m_{e^+} \quad (79)$$

y teniendo en cuenta la estructura definida para el antiprotón, tenemos que su masa es:

$$m_{ap} = 2 \cdot m_B + m_A \quad (80)$$

por lo que resolviendo el sistema de ecuaciones (79) y (80) se obtiene finalmente que:

$$\text{la masa de los negatones es} \quad \rightarrow \quad m_B = \frac{m_{ap} + m_{e^+}}{4} = \frac{m_p + m_e}{4} \quad (81)$$

$$\text{y la del positón} \quad \rightarrow \quad m_A = \frac{m_{ap} - m_{e^+}}{2} = \frac{m_p - m_e}{2} \quad (82)$$

teniendo en cuenta que las masas de partícula y antipartícula son iguales.

Fijémonos que además, la masa del positón es casi dos veces la masa de los negatones

$$\frac{m_A}{m_B} = 2 \cdot \frac{m_p - m_e}{m_p + m_e} \cong 2 \quad (83)$$

Si comparamos estos resultados con los del protón (22, 23 y 24) vemos que son idénticos salvo que las masas también se han intercambiado.

Conclusión: para construir una antipartícula tenemos que intercambiar positones por negatones, negatones por positones, y también intercambiar el valor de sus masas.

Veamos ahora con más detalle la inversión de los momentos angulares o lo que es lo mismo, girar 180° todos los momentos de la partícula.

Veamos primero el caso del electrón y del positrón en la siguiente figura

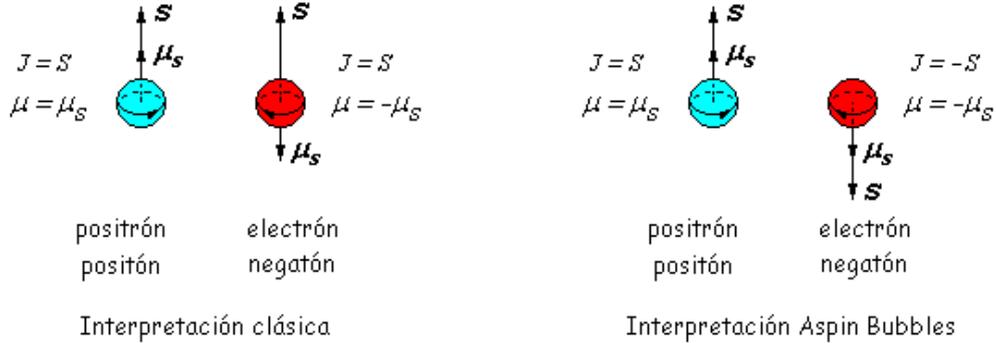


Figura 8. - Momentos del positrón y electrón

En Aspin Bubbles no hay cargas eléctricas ni fuerzas a distancia, todo es mecánica, y según (1), (2) y (3), los momentos angulares y magnéticos del positrón son positivos y los del electrón (antipartícula) son negativos tal como queda reflejado en la figura 8. Esto se puede generalizar de la siguiente manera. Si una partícula tiene un momento angular  $J$ , su antipartícula tendrá siempre un momento  $-J$ . Y para los momentos magnéticos tendremos lo mismo, Si una partícula tiene un momento magnético  $\mu$ , su antipartícula tendrá un momento  $-\mu$ .

Teniendo en cuenta esto, el momento angular del antiprotón será  $J = -S$  y su momento magnético total será también negativo.

Por lo tanto, la ecuación para los momentos angulares será

$$J = -S = 2L_B - S_A - 2S_B \cdot \text{Sen}(\theta) \quad (84)$$

y como  $S = S_A = S_B = \alpha \cdot \hbar$ , tendremos que

$$L_B = S_B \cdot \text{Sen}(\theta) = S \cdot \text{Sen}(\theta) \quad \text{y} \quad n = \alpha \cdot \text{Sen}(\theta) \quad (85)$$

luego el momento angular orbital es positivo y los negatones giran a derechas, lo contrario del protón.

Para los momentos magnéticos obtendremos la siguiente ecuación:

$$\mu = -\mu_{SA} - 2 \cdot \mu_{SB} \cdot \text{Sen}(\theta) + 2 \cdot \mu_{LB} \quad (86)$$

pero el valor del momento magnético que producen los negatones en la espira según (3) es

$$\mu_{LB} = \frac{e \cdot L_B}{2 \cdot m_B} \cdot (\hat{s} \cdot \hat{v}) = \frac{e \cdot L_B}{2 \cdot m_B} \cdot \text{Cos}(180^\circ - \theta) = -\frac{e \cdot L_B}{2 \cdot m_B} \cdot \text{Cos}(\theta) \quad (87)$$

luego el momento magnético total del antiprotón será

$$\mu = -\frac{g_{AB}}{2} \cdot \frac{e \cdot S}{m_A} - g_{AB} \cdot \frac{e \cdot S}{m_B} \cdot \text{Sen}(\theta) - \frac{e \cdot L_B}{m_B} \cdot \text{Cos}(\theta) \quad (88)$$

valor idéntico al del protón pero negativo.

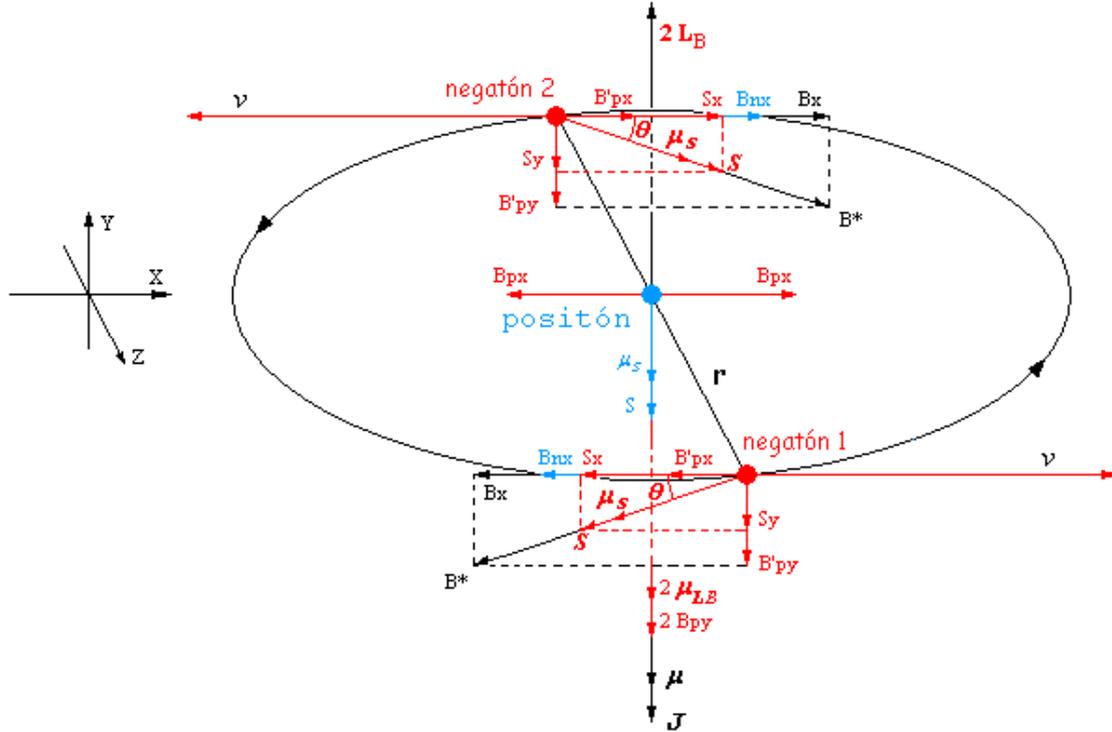


Figura 9. Alineación de campos B con los momentos angulares S en el antiprotón

Los campo  $B^*$  también penetran por la base de los vectores  $S$  de los negatones y forman el mismo ángulo  $\theta$  con la trayectoria de la órbita y un ángulo  $180^\circ - \theta$  con el vector velocidad  $v$ . De ahí que los momentos magnéticos  $\mu_{LB}$  sean negativos tal como hemos obtenido en (87).

Tal como hemos razonado para el protón, la componente  $\mu_z$  será negativa y valdrá  $\mu_z = \mu_{ap} = -\mu_o \cdot \mu_N = -\mu_p$ . Como  $J$  es negativo, su componente  $J_z$  también lo será y valdrá  $J_z = -\hbar/2$ . Por lo tanto, el ángulo de precesión  $\phi$  según (57) será el mismo y la frecuencia angular de precesión de Larmor será también la del protón.

Se puede comprobar que el coeficiente giromagnético tiene el mismo valor (62) y toma la forma

$$g_{AB} = \frac{2 \cdot m_A \cdot (\mu_o \cdot m_B - m_{ap} \cdot \text{Sen}(\theta) \cdot \text{Cos}(\theta))}{m_{ap} \cdot (m_B + 2 \cdot m_A \cdot \text{Sen}(\theta))} = 1,009640492374899.... \quad (88^*)$$

En cuanto a las fuerzas de ligadura existentes tendremos:

- la fuerza de atracción que el positón  $A$  ejerce sobre los negatones  $B$

$$F_A = F_{AB} = \delta_A \cdot \delta_B \cdot \frac{Aspin_A}{Aspin_B} \cdot \frac{k \cdot e^2}{r^2 - R_{Bl}^2} = -\frac{Aspin_A}{Aspin_B} \cdot \frac{k \cdot e^2}{(x^2 - 1) \cdot R_{Bl}^2} \quad (89)$$

donde hacemos el cambio de variable  $x = r/R_{Bl}$

- la fuerza de repulsión que ejercen entre sí los negatones  $B$

$$F_R = F_{BB} = \delta_B \cdot \delta_B \cdot \frac{Aspin_B}{Aspin_B} \cdot \frac{k \cdot e^2}{(2r)^2 - R_{Bl}^2} = \frac{k \cdot e^2}{(4x^2 - 1) \cdot R_{Bl}^2} \quad (90)$$

- y la fuerza centrífuga debido al movimiento orbital de los negatones

$$F_C = \frac{L_B^2}{m_B \cdot r^3} = \frac{n^2 \cdot \hbar^2}{m_B \cdot r^3} \quad (91)$$

Finalmente, simplificando  $-F_A = F_R + F_C$ , obtenemos la ecuación (92)

$$\frac{Aspín_A}{Aspín_B} \cdot x^3 \cdot (4x^2 - 1) - x^3 \cdot (x^2 - 1) - \alpha_0 \cdot (x^2 - 1) \cdot (4x^2 - 1) = 0 \quad \text{con} \quad \alpha_0 = \frac{n^2 \cdot \hbar^2}{m_B \cdot R_{BI} \cdot k \cdot e^2}$$

factor $\tau$	1	$10^3$	$10^6$	$10^9$
Energía en MeV	$9,382720 \cdot 10^2$	$9,382720 \cdot 10^5$	$9,382720 \cdot 10^8$	$9,382720 \cdot 10^{11}$
Diámetro del Positón	en metros			
máximo $2 \cdot R_{MA}$	$1,19836 \cdot 10^{-15}$	$3,78250 \cdot 10^{-17}$	$1,19606 \cdot 10^{-18}$	$3,78227 \cdot 10^{-20}$
equilibrio $2 \cdot R_{AI}$	$5,98029 \cdot 10^{-16}$	$1,89113 \cdot 10^{-17}$	$5,98029 \cdot 10^{-19}$	$1,89113 \cdot 10^{-20}$
mínimo $2 \cdot R_{mA}$	$1,25182 \cdot 10^{-20}$	$3,73555 \cdot 10^{-25}$	$1,17754 \cdot 10^{-29}$	$3,72327 \cdot 10^{-34}$
Diámetro del Negatón	en metros			
máximo $2 \cdot R_{MB}$	$2,38491 \cdot 10^{-15}$	$7,55584 \cdot 10^{-17}$	$2,38950 \cdot 10^{-18}$	$7,55630 \cdot 10^{-20}$
equilibrio $2 \cdot R_{BI}$	$1,19475 \cdot 10^{-15}$	$3,77815 \cdot 10^{-17}$	$1,19475 \cdot 10^{-18}$	$3,77815 \cdot 10^{-20}$
mínimo $2 \cdot R_{mB}$	$2,21049 \cdot 10^{-20}$	$7,41355 \cdot 10^{-25}$	$2,35182 \cdot 10^{-29}$	$7,43809 \cdot 10^{-34}$
características que	cambian			
$x = r/R_{BI}$	3,003012.....	109,841219...	3473,84387...	109852,600...
Diámetro órbita $2 \cdot r$	$3,58786 \cdot 10^{-15}$	$4,14996 \cdot 10^{-15}$	$4,15039 \cdot 10^{-15}$	$4,15039 \cdot 10^{-15}$
Diámetro $2(r + R_{MB})$	$5,97278 \cdot 10^{-15}$	$4,22552 \cdot 10^{-15}$	$4,15278 \cdot 10^{-15}$	$4,15047 \cdot 10^{-15}$
(a) $\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}}$	1,0012825....	36,601185...	1157,52819...	36604,2366...
(b) $\frac{r}{R_{AI} + R_{BI}}$	2,001280...	73,200887...	2315,05491...	73208,4718...
(c) $\frac{r}{R_{mA} + R_{mB}}$	$1,03626 \cdot 10^5$	$3,72224 \cdot 10^9$	$1,17596 \cdot 10^{14}$	$3,7185 \cdot 10^{18}$
Fuerza Ligadura en N	80,629233...	53,588091...	53,572563...	53,572547...

TABLA III.- Resultados del antiprotón para " $\alpha$  límite"

Comparando las tablas II y III para el valor " $\alpha$  límite" se observa que los tamaños de los positones orbitales del protón son practicamente iguales a los negatones orbitales del antiprotón, y el tamaño del negatón central del protón es también comparable con el del positón central del antiprotón. Los demás datos son muy parecidos. También en el antiprotón, para valores de  $\tau$  altos, el diámetro orbital se estabiliza en  $4,15039... \cdot 10^{-15}$  m y la fuerza de ligadura en  $53,572547... \text{ N}$ . Protón y antiprotón son practicamente iguales. Solo hay un dato destacable en el antiprotón y es el siguiente:

$$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} = 1,0012825... \quad (93)$$

que nos quiere decir que los negatones tienen un poco mas de holgura para orbitar alrededor del positón central. Recordemos que en el protón era  $1,0000000000001123....$ . De ahí que volvamos a pensar en el  $\alpha$  "cuántico" que propusimos para el protón.

Para este valor  $\alpha = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{10} = 0,519615... \text{ y } \tau = 1$  obtenemos lo siguiente:

$$n = -0,116780... \quad (94)$$

$$x = 3,044279... \quad (95)$$

$$2 \cdot r = 2 \cdot x \cdot R_{AI} = 3,637173... \cdot 10^{-15} \text{ m} \quad (96)$$

$$\frac{r}{R_{MA} + R_{MB}} = 1,015042... \quad (97)$$

$$\phi = 15,793169...^\circ \quad (98)$$

$$F_{LIG} = F_A = 78,195478.... \text{ N} \quad (99)$$

donde todos los valores son practicamente iguales a los del protón excepto el (97) que difiere muy poco del (73). Además este antiprotón, para valores de  $\tau$  altos, el diámetro orbital se estabiliza también en  $4,190134 \cdot 10^{-15}$  m y la fuerza de ligadura en  $52,561317 \text{ N}$ . Como podemos observar no son cambios notables y sin embargo daríamos holgura a los tones que orbitan y de paso, continuidad a la mecánica cuántica.

## 5. - Conclusiones y predicciones

Creemos que hemos encontrado las estructuras del protón y del antiprotón que cumplen con todos los conocimientos que tenemos de ellos hasta el momento. Y son simplemente una estructura formada por dos tones en órbita circular alrededor de un ton contrario.

Realmente, visto sin prejuicios, el protón es una máquina mecánica sencilla muy difícil de destruir. Es muy estable, y conforme la excitamos (aumentamos su energía) es más difícil todavía destruirla, ya que aunque su fuerza de ligadura disminuye ligeramente, el tamaño de sus tones disminuye considerablemente, y por lo tanto, el espacio entre ellos aumenta muchísimo. Esto implica que un proyectil pasa fácilmente a través de él sin importunarlo. Creemos que sería más fácil destruir un protón cuando no está excitado y recomponerlo para que nos diese otras partículas. Estamos pensando en la fusión. Para obtener una fusión fría tenemos que engañar al protón. En artículos posteriores veremos más profundamente esta posibilidad. Lo mismo para el antiprotón.

La estructura del neutrón está conseguida y saldrá pronto publicada. La importancia de esta partícula nos servirá para demostrar que el protón es básico en la construcción de la materia. Tal como avanzamos en Aspin Bubbles<sup>[1]</sup> todas las partículas, núcleos y átomos están formados por tonos ligados. Es nuestro sistema planetario en pequeño.

Veremos que el neutrón nos da la clave para entender lo que es realmente la materia oscura y la razón de que sea una partícula inestable. En este artículo veremos también la construcción del fotón.

Poco a poco iremos construyendo y publicando el mundo de Aspin Bubbles acorde con la realidad. La relatividad, tal como hemos avanzado, también está hecha y la publicaremos pronto, después del neutrón. A continuación construiremos paso a paso el resto de la materia (neutrino, partícula alfa, núcleos y átomos) y la antimateria permitida.

Decimos "antimateria permitida" porque con Aspin Bubbles no se pueden construir antimoléculas, por lo tanto, los mundos antimateria no existen.

Tampoco puede existir la antigravidad. La fuerza entre materias neutras, entre ésta y antiátomos o entre antiátomos siempre es la fuerza de la gravedad.

La energía oscura existe y es consecuencia de la fuerza débil existente entre la materia neutra y la materia no-neutra (más positones que negatones o al revés), fuerza aún no descubierta. Su valor está entre la fuerza de la gravedad y la eléctrica (del orden  $10^{19}$  veces la fuerza de la gravedad ó  $10^{19}$  veces menor que la fuerza eléctrica). En Aspin Bubbles<sup>[1]</sup> decíamos lo siguiente:

1.- *La materia neutra repele a la materia positiva (positrones, iones positivos, etc.) y la materia positiva, a su vez, atrae a la materia neutra.*

Esto explica perfectamente la expansión acelerada de nuestro universo y la energía oscura. Ésta la encontraremos en los confines de nuestro universo como materia positiva. También es la causa del movimiento browniano de las partículas de la atmósfera, los iones positivos son repelidos ligeramente de la superficie terrestre.

2.- *La materia neutra atrae a la materia negativa (electrones, iones negativos, etc.) y la materia negativa, a su vez, repele a la materia neutra.*

Esta es la razón por la que los neutrinos pueden atravesar limpiamente la materia. Los electrones corticales de los átomos repelen a los neutrinos, que están formados por un positón y un negatón (materia neutra). También ayuda a que los electrones se encuentren siempre en la superficie de los materiales y conductores.

Aspin Bubbles no es un modelo, no es una teoría, no es una casualidad o manipulación para obtener ciertos resultados. Tiene un soporte matemático en todo lo que consigue, su ingeniería mecánica de inicio es simple: sólo dos sustancias, A y B que conforman el éter que llena el espacio, dos sustancias que con energía se transforman en tonos, positón A y negatón B, que éstos (burbujas pulsantes) con la vibración anarmónica de sus membranas producen ondas esféricas anarmónicas soportadas por el éter, y una sola interacción mecánica entre las ondas y los tonos. Los tonos se autopropulsan en este campo de ondas. No hay más, y a partir de esto se va construyendo todo lo que conocemos. Recordemos algunos otros resultados importantes no mencionados:

- 1.- Unifica todas las fuerzas conocidas. Realmente las obtiene con soporte matemático y les da sentido mecánico a todas: Fuerzas eléctricas, magnéticas, gravedad, Casimir, nucleares, etc.
- 2.- Da sentido al proyecto *La transformada de "Aspin Bubbles", ensayo de un complemento a la transformada de Galileo*<sup>[4]</sup>.
- 3.- La antimateria permitida se construye intercambiando positones por negatones y viceversa.
- 4.- Obtiene la precesión del perihelio de los planetas (se publicará con la relatividad)
- 5.- Corroborar resultados de la mecánica cuántica y está de acuerdo con el principio de incertidumbre. Los tonos son muy difíciles de localizar debido a la pulsación de su membrana que modifica constantemente su tamaño. Ver ejemplos en la última tabla (tamaños del negatón  $2 \cdot R_{MB} = 1,19605 \cdot 10^{-18}$  m y  $2 \cdot R_{mB} = 1,17719 \cdot 10^{-29}$  m para una energía del protón de  $9,382720 \cdot 10^8$  MeV).
- 6.- Debido a la variabilidad del tamaño de los tonos, un electrón excitado puede superar perfectamente la trampa de Penning ( $R_{mB} \approx 10^{-22}$  m).

Como decíamos en un principio, Aspin Bubbles no es un modelo, un modelo o una teoría fracasaría enseguida al intentar explicar todos los fenómenos físicos conocidos. No hay ninguna teoría o modelo que pueda abarcar todo, se tiene que limitar a su campo de actuación. Sin embargo, Aspin Bubbles va demostrando poco a poco que sí puede, de ahí que estemos convencidos de su potencial futuro.

El protón y el antiprotón, como hemos visto, no son una manipulación, son una obra de ingeniería perfecta, y nos enseñan el camino para estructurar, con mucho trabajo, toda la materia.

Para comprobar todos los resultados del protón y del antiprotón, adjuntamos ANEXOS I y II, copias del programa MATHEMATICA que nos ha ayudado mucho en la consecución de Aspin Bubbles.

## REFERENCES

- [1] Lana-Renault, Yoël (2006): *Aspin Bubbles: Mechanical Project for the Unification of the Forces of Nature*. Journal online APEIRON, Vol 13, No 3, July, 344-374.  
<http://redshift.vif.com/JournalFiles/V13NO3PDF/V13N3LAN.PDF>  
<http://es.arxiv.org/abs/nucl-th/0106021v5>  
<http://es.arxiv.org/ftp/nucl-th/papers/0106/0106021.pdf>  
<http://www.yoel-lana-renault.es/>
- [2] Lana-Renault, Yoël (2010): *Aspin Bubbles y la fuerza de la gravedad*  
[http://www.yoel-lana-renault.es/AB\\_y\\_la%20fuerza\\_de%20la\\_gravedad\\_v2.pdf](http://www.yoel-lana-renault.es/AB_y_la%20fuerza_de%20la_gravedad_v2.pdf)  
[http://www.yoel-lana-renault.es/Aspin Bubbles and the force of gravity.pdf](http://www.yoel-lana-renault.es/Aspin_Bubbles_and_the_force_of_gravity.pdf)  
 en espera de publicación
- [3] Lana-Renault, Yoël (2009): *Aspin Bubbles y la deflexión gravitatoria*. Infinite Energy Magazine. Issue 99 (Sep/Oct 2011).  
<http://www.yoel-lana-renault.es/LanaRenaultIE99.pdf>  
[http://www.yoel-lana-renault.es/AB\\_y\\_la\\_deflexion\\_gravitatoria.pdf](http://www.yoel-lana-renault.es/AB_y_la_deflexion_gravitatoria.pdf)

- [4] Lana-Renault, Yoël (2008): *La transformada de "Aspin Bubbles", ensayo de un complemento a la transformada de Galileo*  
<http://www.yoel-lana-renault.es/LatransformadadeAspinBubbles.pdf>
  
- Lana-Renault, Yoël (2000): *Exact zero-energy solution for a new family of Anharmonic Potentials*. Revista Academia de Ciencias. Zaragoza. 55: 103-109.  
<http://www.yoel-lana-renault.es/ExactzeroenergyAcadCiencias.pdf>  
<http://arxiv.org/abs/physics/0102054>
  
- Lana-Renault, Yoël (1998): *Modelo de constitución interna de la Tierra*. Tesis Doctoral, Departamento de Física Teórica, Universidad de Zaragoza, 146 pp.  
<http://zaquan.unizar.es/record/1906#>  
[http://zaquan.unizar.es/record/1906/files/TUZ\\_0029\\_lana\\_modelo.pdf](http://zaquan.unizar.es/record/1906/files/TUZ_0029_lana_modelo.pdf)
  
- Lana-Renault, Yoël (2006): Foro Astroseti, Astrofísica  
Tema: *Michelson-Morley, Bradley, Fizeau y "Aspin Bubbles"*  
<http://foros.astroseti.org/viewtopic.php?t=2922>
  
- Lana-Renault, Yoël (2009): Foro Astroseti, Astrofísica  
Tema: *"Aspin Bubbles" y la fuerza de la gravedad*  
<http://foros.astroseti.org/viewtopic.php?f=2&t=6379>
  
- Lana-Renault, Yoël (2007): Foro Astroguía, Astronomía  
Tema: *"Aspin Bubbles", una alternativa al Big Bang*  
<http://www.astroguia.org/foros/viewtopic.php?t=4785>







**COEFICIENTE GIROMAGNÉTICO  $g_{AB}$**

$$g_{AB} = \frac{2 * m_B * (\mu_0 * m_A - m_B * \text{Sin}[\theta] \text{Cos}[\theta])}{m_B + (m_A + 2 * m_B * \text{Sin}[\theta])}$$

1.00964049237489984638701758091843804939998195588514615291983811475577

---

**Masa pasiva  $m$  de los tones en kg, cantidad de materia A o B que tienen las membranas**

$$M_A = \frac{m_A}{g_{AB}}$$

4.1438827184775380476687083645165084708749739281761296115527542197659  $\times 10^{-28}$

$$M_B = \frac{m_B}{g_{AB}}$$

8.2787430344476521927252333255751078905577624952179934128722749121171  $\times 10^{-28}$

---

**Aspin del positón A:**

$$H_A = \frac{G * m_A^2}{k * e^2}$$

5.06363117840849258720359000488372701369703018544279587571389096296972  $\times 10^{-30}$

$$\text{Aspin}_A = \sqrt{1 + H_A} + \delta_A * \sqrt{H_A}$$

1.000000000000000000225025135893937248575157034344400369843690412419589121995282130225628

**Aspin del negatón B:**

$$H_B = \frac{G * m_B^2}{k * e^2}$$

2.02104488998637199826848966176999880633573750787133451383033482706435  $\times 10^{-27}$

$$\text{Aspin}_B = \sqrt{1 + H_B} + \delta_B * \sqrt{H_B}$$

0.9999999999999999995504396714581710338969098523361580173065490483666954825602197637464867

---

**Energía de los tones**

$$E_{nA} = \tau_A * m_A * c^2$$

3.760240488633186131353766333100000000000000000000000000000000000000  $\times 10^{-11}$

**Energía positón en eV**

$$\frac{E_{nA}}{e}$$

2.34695761302262346556901881354131527944299946741512849428052893783277  $\times 10^8$

$$E_{nB} = \tau_B * m_B * c^2$$

7.512293868200913100709930133800000000000000000000000000000000000000  $\times 10^{-11}$

**Energía negatón en eV**

$$\frac{E_{nB}}{e}$$

4.68880523676921532097801601148747298023298699291610222747203895096294  $\times 10^8$

**Energía protón**

$$E_{nB} + 2 * E_{nA}$$

1.5032774841467285363417462800  $\times 10^{-10}$























*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición de equilibrio*

$$I_B = \frac{2}{3} * M_B * R_{B1}^2$$

$$4.9346734982697342146701471594951752790759947257810399434663396112249 \times 10^{-59}$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de equilibrio*

$$\omega_{BS} = \frac{S_B}{I_B}$$

$$1.1051737679382346402596383479747555220527175879852470099688576592859 \times 10^{14}$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de equilibrio*

$$E_{dB} = \frac{1}{2} * I_B * \omega_{BS}^2$$

$$3.0136274528981847393746595186603486433306046479272209255785048882771 \times 10^{-11}$$

*Relaciones*

$$\frac{E_{dB}}{E_{nB}}$$

$$0.4011594202477472299508407215284537596652104962634356843979953417680$$

$$\frac{E_{nB}}{E_{dB}}$$

$$2.4927745667356434162741017036152358190838672488928426165330719860641$$

*Energía total del negatón en su posición de equilibrio*

$$E_{TOTMB} = E_{nB} + E_{dB}$$

$$1.05259213210990978400845896524603486433306046479272209255785048882771 \times 10^{-10}$$

*Relaciones*

$$\frac{E_{dB}}{E_{TOTMB}}$$

$$0.2863053371734216194656736843561435694565833714324749999141167225694$$

$$\frac{E_{TOTMB}}{E_{dB}}$$

$$3.492774566735643416274101703615235819083867248892842616533071986064$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de equilibrio*

$$V_{BStarB1} = \omega_{BS} * R_{B1}$$

$$3.3046327896866403891196282289245344232886814391129130631861795526740 \times 10^8$$

$$\frac{V_{BStarB1}}{c}$$

$$1.1023068464539692953582001815817976392483767684085345012869468359588$$

*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición radio mínimo*

$$I_{nB} = \frac{2}{3} * M_B * R_{nB}^2$$

$$1.6891928535268248529883431147214353618426239581889471617424057112 \times 10^{-68}$$

$$\frac{I_{nB}}{I_B}$$

$$3.4231096629171389067708253308683844752821786399451332870852193764 \times 10^{-10}$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de radio mínimo*

$$\omega_{nEB} = \frac{S_B}{I_{nEB}}$$

$$3.2285666448571118898309429628012304209790195612214988556864687313 \times 10^{33}$$

$$\frac{\omega_{nEB}}{\omega_{BS}}$$

$$2.9213203737908012793468507051576257514253089221660070400679316295 \times 10^9$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de radio mínimo*

$$E_{nEB} = \frac{1}{2} I_{nEB} * \omega_{nEB}^2$$

$$0.08803771277166745419079563687596727528442092059195028346655118974$$

$$\frac{E_{nEB}}{E_{dB}}$$

$$2.921320373790801279346850705157625751425308922166007040067931629 \times 10^9$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de radio mínimo*

$$v_{BStanEB} = \omega_{nEB} * R_{nEB}$$

$$1.7861289165470713653178635454952515394505798169449702628536085436 \times 10^{13}$$

$$\frac{v_{BStanEB}}{c}$$

$$59578.84759552794904926739502883863540858588967388133102579947304$$

*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición radio máximo*

$$I_{nEB} = \frac{2}{3} * M_B * R_{nEB}^2$$

$$1.9662740311162058411988355520694021713998068243015251785184258568748 \times 10^{-58}$$

$$\frac{I_{nEB}}{I_B}$$

$$3.9846081646650968067602350653103010120862277061960068930947069079573$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de radio máximo*

$$\omega_{nEB} = \frac{S_B}{I_{nEB}}$$

$$2.7736071459641844840149846109880207323242555993978675778832313044702 \times 10^{23}$$

$$\frac{\omega_{nEB}}{\omega_{BS}}$$

$$0.25096570570422680851832683222103356118056279497139932954150802374435$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de radio máximo*

$$E_{nEB} = \frac{1}{2} I_{nEB} * \omega_{nEB}^2$$

$$7.563171404462244695551056443947415642286599734667106123862352097600 \times 10^{-12}$$

$$\frac{E_{nEB}}{E_{dB}}$$

$$0.2509657057042268085183268322210335611805627949713993295415080237443$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de radio máximo*

$$v_{BStanEB} = \omega_{nEB} * R_{nEB}$$

$$1.6555046216574464211928047797729444956261564962107982827025450081238 \times 10^8$$

$$\frac{v_{BStanEB}}{c}$$

$$0.55221690121952514935942944227534386326228276770418229890978278316923$$

## Momento magnético de spin del ton B y comprobaciones

$$\mu_{SB} = \frac{g_{AB}}{2} * \frac{e * S_B}{m_B}$$

$$5.2772171816412206903968109450757542395737395161009422787107324325582 \times 10^{-27}$$

$$\mu_{SB} / \frac{\omega_{HS} * e * R_{SB}^2}{3}$$

$$1.00$$

$$\mu_{SB} / \frac{\omega_{BS} * e * R_{B1}^2}{3}$$

$$1.00$$

$$\mu_{SB} / \frac{\omega_{HS} * e * R_{SB}^2}{3}$$

$$1.00$$

## Results of the Positon A

$x_A$

$$0.9937642015705142038219821157604341604574137046044868319669633262949379$$

$r_{oA}$

$$4.824533210578572635932276906354572089812942174026553201477542194430017 \times 10^{-16}$$

$\bar{r}_{oA}$

$$4.824439415581034405218634112792614316443590504971935282357404025922062 \times 10^{-16}$$

$R_{HA}$

$$1.19705698085688598670971630835107814890131470535047270414631696638239 \times 10^{-15}$$

$R_{A1}$

$$5.9737849851430171118697532239693695364371562382703891910772091806871 \times 10^{-16}$$

$R_{nA}$

$$1.2504580503774307313057366542508644997603101155122878604819839490 \times 10^{-20}$$

---

*momento angular de spin del positón*

$$S_A = \alpha * \hbar$$

$$5.45367170362771175856366837738592231402959684434796276415989479392829 \times 10^{-35}$$

*momento de inercia de la membrana del positón en su posición de equilibrio*

$$I_A = \frac{2}{3} * M_A * R_{A1}^2$$

$$9.858602819262061148585188727589046896472476825315273897360386194904 \times 10^{-59}$$

*Velocidad de rotación angular del positón en su posición de equilibrio*

$$\omega_{AS} = \frac{S_A}{I_A}$$

$$5.5318910839699813505919621893832293034150148473644533506577206452540 \times 10^{23}$$

*Energía cinética de rotación del positón en su posición de equilibrio*

$$E_{uA} = \frac{1}{2} * I_A * \omega_{AS}^2$$

$$1.5084558936098758636831290587734774957027986442707293550854452632111 \times 10^{-11}$$

Relaciones

$$\frac{E_{\text{GR}}}{E_{\text{NR}}}$$

0.4011594202477472294096080938872351957395881054589507334404615105279

$$\frac{E_{\text{NR}}}{E_{\text{GR}}}$$

2.4927745667356434196372806812852956543270130104563146042593851366618

Energía total del positón en su posición de equilibrio

$$E_{\text{TOTALA}} = E_{\text{NR}} + E_{\text{GR}}$$

5.2686963802430619950368953918734774957027986442707293550854452632111  $\times 10^{-11}$

Relaciones

$$\frac{E_{\text{GR}}}{E_{\text{TOTALA}}}$$

0.2863053371734216191899913943089175332211471952866609246831306077954

$$\frac{E_{\text{TOTALA}}}{E_{\text{GR}}}$$

3.492774566735643419637280681285295654327013010456314604259385136662

Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de equilibrio

$$V_{\text{ASTANR1}} = \omega_{\text{RS}} * R_{\text{R1}}$$

3.3046327896866403868903709837041103806315519874214802595506231101034  $\times 10^8$

$$\frac{V_{\text{ASTANR1}}}{c}$$

1.1023068464539692946146000056159219257715789459324824841159356684361

---

momento de inercia de la membrana del positón en su posición radio mínimo

$$I_{\text{NR}} = \frac{2}{3} * M_{\text{R}} * R_{\text{NR}}^2$$

4.3197085897719127044290241447272646712672568655500529197383320968  $\times 10^{-68}$

$$\frac{I_{\text{NR}}}{I_{\text{R}}}$$

4.3816640846225436239028982112916259029269256377303326547839848113  $\times 10^{-10}$

Velocidad de rotación angular del positón en su posición de radio mínimo

$$\omega_{\text{NR}} = \frac{S_{\text{R}}}{I_{\text{NR}}}$$

1.2625091693779450202775467644438929465383144014437927238887968316  $\times 10^{33}$

$$\frac{\omega_{\text{NR}}}{\omega_{\text{R}}}$$

2.2822379367453142545031981700628239771063534210989466660428683741  $\times 10^9$

Energía cinética de rotación del positón en su posición de radio mínimo

$$E_{\text{NR}} = \frac{1}{2} I_{\text{NR}} * \omega_{\text{NR}}^2$$

0.03442655266303512360145202062775372425219291317363346540515358873

$$\frac{E_{\text{NR}}}{E_{\text{GR}}}$$

2.282237936745314254503198170062823977106353421098946666042868374  $\times 10^9$

*Velocidad tangencial de la membrana del positón en su posición de radio mínimo*

$$v_{AS\text{tanBnA}} = \omega_{nAS} * R_{nA}$$

$$1.5787147545239746021419875195381349096422203106701637464334578448 \times 10^{13}$$

$$\frac{v_{AS\text{tanBnA}}}{c}$$

$$52660.25586687623082706061669964142025354821670230822639418960449$$

*momento de inercia de la membrana del positón en su posición radio máximo*

$$I_{HA} = \frac{2}{3} * M_A * R_{HA}^2$$

$$3.9586384956487390266003071270417308895680355186938342549788565965639 \times 10^{-58}$$

$$\frac{I_{HA}}{I_A}$$

$$4.0154153364554066949763163341049743051085931541617119369093075540136$$

*Velocidad de rotación angular del positón en su posición de radio máximo*

$$\omega_{nAS} = \frac{S_A}{I_{HA}}$$

$$1.3776634844586807087756459834921423399513524900512302261671356086918 \times 10^{43}$$

$$\frac{\omega_{nAS}}{\omega_{AS}}$$

$$0.24904024022649332414721464560708508756538759050454771493876891221527$$

*Energía cinética de rotación del positón en su posición de radio máximo*

$$E_{HA} = \frac{1}{2} I_{HA} * \omega_{nAS}^2$$

$$3.756662181156731411350116881325804464338769367920459036059512185016 \times 10^{-12}$$

$$\frac{E_{HA}}{E_A}$$

$$0.2490402402264933241472146456070850875653875905045477149387689122153$$

*Velocidad tangencial de la membrana del positón en su posición de radio máximo*

$$v_{AS\text{tanBnA}} = \omega_{nAS} * R_{HA}$$

$$1.6491416913428857982655568162867298216596669019241022527214502407762 \times 10^8$$

$$\frac{v_{AS\text{tanBnA}}}{c}$$

$$0.55009445612633984216692896800183339557517050743287953318740601565641$$

**Momento magnético de spin del ton A y comprobaciones**

$$\mu_{SA} = \frac{q \hbar B}{2} * \frac{e * S_A}{m_A}$$

$$1.05429443717053261565749455829787533864316121091027520957357152353032 \times 10^{-26}$$

$$\mu_{SA} / \frac{\omega_{nAS} * e * R_{nA}^2}{3}$$

$$1.00$$

$$\mu_{SA} / \frac{\omega_{AS} * e * R_{HA}^2}{3}$$

$$1.00$$

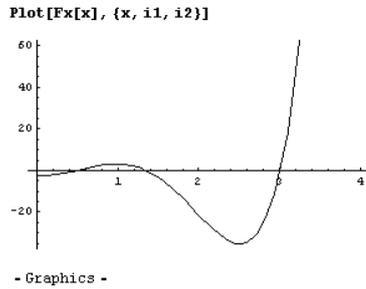
$$\mu_{SA} / \frac{\omega_{nAS} * e * R_{HA}^2}{3}$$

$$1.00$$









*Solución numérica de la ecuación (28)*

```

Clear[x]
pr = 80;
χ = 5;
x0 = 2 * ζ;
x1 = 1000000 * ζ;
Clear[x]
XXX = FindRoot[ $\frac{Aspin_B}{Aspin_A} * x^3 * (4 * x^2 - 1) - x^3 * (x^2 - 1) - \omega * (x^2 - 1) * (4 * x^2 - 1) == 0$ , {x, {x0, x1}}, WorkingPrecision -> pr,
  MaxIterations -> χ * pr]
(x -> 3.0030120231661881097801357682689385381094999145522623338998840762282199421434886)
x = x /. XXX
3.0030120231661881097801357682689385381094999145522623338998840762282199421434886
Fx[x]
0. * 10-66
Clear[r]

```

*Radio órbita de los positones*

```

r = x * RAL
1.79393481341941287963534793888573014895293353003919311380905598758661 * 10-15

```

*Relación cociente mínimo próximo a la unidad*

```

 $\frac{r}{R_{IB} + R_{IB}}$ 
1.00000000000112390347832416349695090277609086354798219395558176848956

```

*Otras relaciones*

```

 $\frac{r}{R_{IB} + R_{IB}}$ 
1.4986141440011824222507386895727517654034448501177767061409090394242

```

```

 $\frac{r}{R_{IB} + R_{IB}}$ 
3.0054680094370474593247589980973216973630122510182539774442093384471

```

```

 $\frac{r}{R_{IB} + R_{IB}}$ 
99459.44944833875156355365525346569750372799218700242646853433460

```

```

 $\frac{r}{R_{AL} + R_{B1}}$ 
2.0012809983666700830951837426969194298211017618662136606016763415579

```

### Diámetros

- φmáximopositón = 2 \* R<sub>3B</sub>**  
2.39411396171377197341943261670215629780262941070094540829263393276478 × 10<sup>-15</sup>
- φequilibriopositón = 2 \* R<sub>21</sub>**  
1.19475699702860342237395064479387390728743124765407783821544183613742 × 10<sup>-15</sup>
- φmínimopositón = 2 \* R<sub>3A</sub>**  
2.5009161007548614626114733085017289995206202310245757209639678980 × 10<sup>-20</sup>
- φmáximonegátón = 2 \* R<sub>3B</sub>**  
1.19375566512102136669789001833809620705368854091720437751054858952611 × 10<sup>-15</sup>
- φequilibrionegátón = 2 \* R<sub>21</sub>**  
5.9802953807917886391486305664107588623508135269764211447064281556101 × 10<sup>-15</sup>
- φmínimonegátón = 2 \* R<sub>3B</sub>**  
1.1064531806349754736462009855254103052491146872671994332057684785 × 10<sup>-20</sup>
- φórbita = 2 \* r**  
3.5878696268388257592706958777714602979058670600783862276181119751732 × 10<sup>-15</sup>
- φmáximoórbita = 2 \* (r + R<sub>3B</sub>)**  
5.9819835885525977326901284944736165957084964707793316359107459079380 × 10<sup>-15</sup>
- φmínimoórbita = 2 \* (r + R<sub>3A</sub>)**  
3.587894635998333078853219925045453151958622662806964733753216148522 × 10<sup>-15</sup>

## Fuerzas de ligadura

Fuerza atractiva del negatón B sobre los positones A

$$F_{BA} = \delta_B * \delta_A * \frac{\text{Aspin}_B}{\text{Aspin}_A} * \frac{k * e^2}{r^2 - R_{A1}^2}$$

-80.629233518236475548513255375854047436397498835562879499075626207812

Fuerza repulsiva entre positones A

$$F_{AA} = \delta_A * \delta_A * \frac{k * e^2}{(2 * r)^2 - R_{A1}^2}$$

18.433102031513537944883592560635165654216426015153443042526303899253

Fuerza centrífuga en los positones A

$$F_C = \frac{L^2}{m_A * r^3}$$

62.196131486722937603629662815218881782181072820409436456549322308559

Equilibrio de fuerzas

$$\frac{-F_{BA}}{F_{AA} + F_C}$$

1.00



















Resolución numérica del sistema de ecuaciones 5, 24 y 25 de Aspin Bubbles [1] con las últimas modificaciones

```

Clear[xB, roB, AoB]

BBB =
FindRoot [
{

$$\frac{M_B * xB^2 + \omega_B^2}{E_{nB} * (2 + xB)^{2+\omega_B}} * (roB^2 - 2 * xB * AoB^2 - roB * \sqrt{roB^2 + 4 * xB * (xB - 1) * AoB^2}) * (roB * (2 * xB - 1) + \sqrt{roB^2 + 4 * xB * (xB - 1) * AoB^2})^{2 * (xB - 1)} - \zeta,$$


$$1 / \left( (k * e^2) * \left( \text{ArcSin} \left[ \frac{-roB + \sqrt{roB^2 + 4 * xB * (xB - 1) * AoB^2}}{2 * xB * AoB} \right] / (2 * xB * AoB) \right)^2 - \left( \frac{p1}{2} \right)^2 \right) + 2 * m_B * v_{1B} * \omega_B * \text{ArcSin} \left[ \frac{-roB + \sqrt{roB^2 + 4 * xB * (xB - 1) * AoB^2}}{2 * xB * AoB} \right] + RB1^2 == \delta_B,$$


$$\left( \left( roB + \frac{-roB + \sqrt{roB^2 + 4 * xB * (xB - 1) * AoB^2}}{2 * xB} \right)^{xB} \right) / RB1 == \zeta,$$

},
{xB, {xB0, xB1}}, {roB, {roB0, roB1}}, {AoB, {AoB0, AoB1}}, WorkingPrecision -> \chi + digits]

{xB -> 1.006314550963447342094807937865863048996303552587486283887206097091562,
roB -> 7.397091216233306619381588271698775448089221366752699068084565784405413 * 10^-16,
AoB -> 7.396943752292030618463044958065785704260799327501165374251482369473474 * 10^-16}

```

Exponente x para el negatón B

```

xB = Re[xB /. BBB]
1.006314550963447342094807937865863048996303552587486283887206097091562

Accuracy[xB]
∞

Precision[xB]
∞

```

Parámetro ro para el negatón B

```

roB = Re[roB /. BBB]
7.397091216233306619381588271698775448089221366752699068084565784405413 * 10^-16

Accuracy[roB]
85

Precision[roB]
70

```

Otra denominación

```

r_oB = roB
7.397091216233306619381588271698775448089221366752699068084565784405413 * 10^-16

```

Parámetro Ao para el negatón B

```

AoB = Re[AoB /. BBB]
7.396943752292030618463044958065785704260799327501165374251482369473474 * 10^-16

Accuracy[AoB]
∞

Precision[AoB]
∞

```

Comprobación que roB > AoB:

```


$$\frac{r_{oB}}{A_{oB}}$$

1.000019935793243027901898935624360109133850262335361392122510799541644

```











*Magnetón de Bohr*

$$\mu_{\text{B}} = \frac{e \cdot \hbar}{2 \cdot m_e}$$

$$9.27400967298573914857252849248050836006569680773371457220516030853332 \times 10^{-24}$$

---

*momento angular de spin del negatón*

$$S_{\text{B}} = \alpha \cdot \hbar$$

$$5.45367170362771175856366837738592231402959684434796276415989479392829 \times 10^{-35}$$

*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición de equilibrio*

$$I_{\text{B}} = \frac{2}{3} \cdot M_{\text{B}} \cdot R_{\text{B1}}^2$$

$$9.858602819262061139711454971073854143924308699606286399296524443349 \times 10^{-59}$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de equilibrio*

$$\omega_{\text{BS}} = \frac{S_{\text{B}}}{I_{\text{B}}}$$

$$5.5318910839699813555712203610664488426397291571165277368464940965282 \times 10^{23}$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de equilibrio*

$$E_{\text{KB}} = \frac{1}{2} \cdot I_{\text{B}} \cdot \omega_{\text{BS}}^2$$

$$1.5084558936098758650408910285717689549176142902526811027608097225352 \times 10^{-11}$$

*Relaciones*

$$\frac{E_{\text{KB}}}{E_{\text{MB}}}$$

$$0.4011594202477472297706919061127648043416648284561999867784945773898$$

$$\frac{E_{\text{MB}}}{E_{\text{KB}}}$$

$$2.4927745667356434173935329387547408263031381701757643971300969792619$$

*Energía total del negatón en su posición de equilibrio*

$$E_{\text{TOTALE}} = E_{\text{MB}} + E_{\text{KB}}$$

$$5.2686963802430619963946573616717689549176142902526811027608097225352 \times 10^{-11}$$

*Relaciones*

$$\frac{E_{\text{KB}}}{E_{\text{TOTALE}}}$$

$$0.2863053371734216193739130708108453501002578648547282045209774940624$$

$$\frac{E_{\text{TOTALE}}}{E_{\text{KB}}}$$

$$3.492774566735643417393532938754740826303138170175764397130096979262$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de equilibrio*

$$v_{\text{BStangR1}} = \omega_{\text{BS}} \cdot R_{\text{B1}}$$

$$3.3046327896866403883776218688617047894392440947798920959840978468703 \times 10^8$$

$$\frac{v_{\text{BStangR1}}}{c}$$

$$1.1023068464539692951106935014561656482496447908572443460149013644867$$

---

*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición radio mínimo*

$$I_{nB} = \frac{2}{3} * M_B * R_{nB}^2$$

$$3.3747078573478883991428622436413070182732664089279132635006136231 \times 10^{-58}$$

$$\frac{I_{nB}}{I_B}$$

$$3.4231096629172174759267215769297348013282066221016290176614453050 \times 10^{-10}$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de radio mínimo*

$$\omega_{nBS} = \frac{S_B}{I_{nB}}$$

$$1.6160426129192815877598294032384351814883864564088114207960585234 \times 10^{23}$$

$$\frac{\omega_{nBS}}{\omega_{BS}}$$

$$2.9213203737907342275435276282715065998710674595681462901259962568 \times 10^9$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de radio mínimo*

$$E_{nB} = \frac{1}{2} I_{nB} * \omega_{nBS}^2$$

$$0.044066682934967238584362040325754650948548291497073351861621651417$$

$$\frac{E_{nB}}{E_{LB}}$$

$$2.921320373790734227543527628271506599871067459568146290125996257 \times 10^9$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de radio mínimo*

$$V_{BStambB} = \omega_{nBS} * R_{nB}$$

$$1.7861289165470508667944765630392060654768004709208650892086253765 \times 10^{13}$$

$$\frac{V_{BStambB}}{c}$$

$$59578.84759552726529212674733262322648146140057068630756577022950$$

*momento de inercia de la membrana del negatón en su posición radio máximo*

$$I_{HB} = \frac{2}{3} * M_B * R_{HB}^2$$

$$3.9282669285821950518239190185470173213105437531738702722813706946824 \times 10^{-58}$$

$$\frac{I_{HB}}{I_B}$$

$$3.9846081646650968058746262467159198849636597895208469514428820551808$$

*Velocidad de rotación angular del negatón en su posición de radio máximo*

$$\omega_{HBS} = \frac{S_B}{I_{HB}}$$

$$1.3883149497674465731815178448398420714946137824348302604603178601224 \times 10^{23}$$

$$\frac{\omega_{HBS}}{\omega_{BS}}$$

$$0.25096570570422680857410582803481792719853460111586711085574553242343$$

*Energía cinética de rotación del negatón en su posición de radio máximo*

$$E_{HBB} = \frac{1}{2} I_{HB} * \omega_{HBS}^2$$

$$3.785706978635025712641558683825736173573720486092044056011348992469 \times 10^{-11}$$

$$\frac{E_{HBB}}{E_{LB}}$$

$$0.2509657057042268085741058280348179271985346011158671108557455324234$$

*Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de radio máximo*

$$v_{\text{BtanRB}} = \omega_{\text{BS}} * R_{\text{RB}}$$

$$1.6555046216574464210050598419469220668953398668162150309563167334059 \times 10^8$$

$$\frac{v_{\text{BtanRB}}}{c}$$

$$0.55221690121952514929680447196137338014532035586306011439297673506047$$

### Momento magnético de spin del ton B y comprobaciones

$$\mu_{\text{SB}} = \frac{g_{\text{RB}}}{2} * \frac{e * S_{\text{B}}}{m_{\text{B}}}$$

$$1.05429443717053261565749455829787533864316121091027520957357152353032 \times 10^{-26}$$

$$\mu_{\text{SB}} / \frac{\omega_{\text{BS}} * e * R_{\text{RB}}^2}{3}$$

$$1.00$$

$$\mu_{\text{SB}} / \frac{\omega_{\text{BS}} * e * R_{\text{BL}}^2}{3}$$

$$1.00$$

$$\mu_{\text{SB}} / \frac{\omega_{\text{BS}} * e * R_{\text{RB}}^2}{3}$$

$$1.00$$

## Results of the Positon A

$$x_{\text{A}}$$

$$0.9937642015705142038233735251031139164756850545304234130185404680405949$$

$$r_{\text{oA}}$$

$$2.404431339346826291145631217054778630864749657018989218919089236718315 \times 10^{-16}$$

$$\bar{r}_{\text{oA}}$$

$$2.404384594175488184128112638662585464213560918934515528147428063501826 \times 10^{-16}$$

$$R_{\text{RA}}$$

$$5.9918078328622783707043310435560148884213887921977862361783366050417 \times 10^{-16}$$

$$R_{\text{AL}}$$

$$2.9901476903958943222628188393713180964762062081880767056026902827412 \times 10^{-16}$$

$$R_{\text{rA}}$$

$$6.2591041702575671909327810715900148885222428351244131233809701175 \times 10^{-21}$$

*momento angular de spin del positón*

$$S_{\text{A}} = \alpha * \hbar$$

$$5.45367170362771175856366837738592231402959684434796276415989479392829 \times 10^{-35}$$

*momento de inercia de la membrana del positón en su posición de equilibrio*

$$I_{\text{A}} = \frac{2}{3} * M_{\text{A}} * R_{\text{AL}}^2$$

$$4.9346734982697342235438809160103680316241628514900274422022455010762 \times 10^{-59}$$

Velocidad de rotación angular del positón en su posición de equilibrio

$$\omega_{AS} = \frac{S_A}{I_A}$$

$$1. 1.051737679382346382722692191342602887436203665078660475626712594222 \times 10^{24}$$

Energía cinética de rotación del positón en su posición de equilibrio

$$E_{dR} = \frac{1}{2} * I_A * \omega_{AS}^2$$

$$3. 0.136274528981847339554301273500161307386949149979279672881594860240 \times 10^{-11}$$

Relaciones

$$\frac{E_{dR}}{E_{nA}}$$

$$0. 4011594202477472292294592784715462406590939822812063440424372462362$$

$$\frac{E_{nA}}{E_{dR}}$$

$$2. 4927745667356434207567119164248006630565880110602091899541418428901$$

Energía total del positón en su posición de equilibrio

$$E_{TOTALA} = E_{nA} + E_{dR}$$

$$1. 05259213210990978346653602611500161307386949149979279672881594860240 \times 10^{-10}$$

Relaciones

$$\frac{E_{dR}}{E_{TOTALA}}$$

$$0. 28630533371734216190982307807636193139177328087116123148351424030981$$

$$\frac{E_{TOTALA}}{E_{dR}}$$

$$3. 492774566735643420756711916424800663056588011060209189954141842890$$

Velocidad tangencial de la membrana del negatón en su posición de equilibrio

$$V_{AStanR1} = \omega_{AS} * R_{A1}$$

$$3. 3046327896866403861483646236412807472826613481057355927309424066833 \times 10^8$$

$$\frac{V_{AStanR1}}{c}$$

$$1. 1023068464539692943670933254902899349398113771446964128533688484863$$

momento de inercia de la membrana del positón en su posición de radio mínimo

$$I_{nA} = \frac{2}{3} * M_A * R_{nA}^2$$

$$2. 1622081636707670205705775133570051449114855531168068644383882418 \times 10^{-64}$$

$$\frac{I_{nA}}{I_A}$$

$$4. 3816640846226429398531154484069255500002779332726480337654353202 \times 10^{-10}$$

Velocidad de rotación angular del positón en su posición de radio mínimo

$$\omega_{nAS} = \frac{S_A}{I_{nA}}$$

$$2. 5222694998843441888579190522236284170118291166621721534308314491 \times 10^{33}$$

$$\frac{\omega_{nAS}}{\omega_{AS}}$$

$$2. 2822379367452625246980528702979671512818169781480288538814208756 \times 10^9$$









*Solución numérica de la ecuación (92)*

```

Clear[x]
pr = 80;
χ = 5;
x0 = 2 * ζ;
x1 = 1000000 * ζ;
Clear[x]
XXX = FindRoot[ $\frac{asp1n_A}{asp1n_B} * x^3 * (4 * x^2 - 1) - x^3 * (x^2 - 1) - a0 * (x^2 - 1) * (4 * x^2 - 1) == 0$ , {x, {x0, x1}}, WorkingPrecision -> pr,
  MaxIterations -> χ * pr]
(x -> 3.0030120231661881041555932915141925087942069645913528701377597059929751352658236)
x = x /. XXX
3.0030120231661881041555932915141925087942069645913528701377597059929751352658236
Fx[x]
-0. * 10-66
Clear[r]

```

*Radio órbita de los negatones*

```

r = x * RB1
1.79393481341941287546800634894293154075093944422140740662726008554927 * 10-15

```

*Relación cociente mínimo próximo a la unidad*

```

 $\frac{r}{R_{3R} + R_{3B}}$ 
1.00128259056483280537904166952899095857516583515684031194842596792928

```

*Otras relaciones*

```

 $\frac{r}{R_{A1} + R_{B1}}$ 
2.0012809983666700784461733799631786554192243566632810443354585676874

```

```

 $\frac{r}{R_{nB} + R_{nA}}$ 
103626.22634815538366839294829977268538796463700621272226391553997

```

```

 $\frac{r}{R_{3R} + R_{nB}}$ 
2.9939239928159557771255623084723701500405661490727687870281783186128

```

```

 $\frac{r}{R_{3B} + R_{nA}}$ 
1.5043953458005583876380584824870331430770382165389993557585005621717

```

