La transformada de "Aspin Bubbles": ensayo de un complemento a la transformada de Galileo.

Yoël Lana-Renault

Departamento de Física Teórica. Facultad de Ciencias.

Universidad de Zaragoza. 50009 – Zaragoza, España.

mailto:yoelclaude@telefonica.net

mi web: http://www.yoel-lana-renault.es/

1. Introducción:

Estamos todos de acuerdo en que la teoría de la relatividad especial de Einstein junto a la interpretación de la transformada de Lorentz nos trajo una visión distinta del universo al que estábamos acostumbrados con la mecánica clásica de Newton y la transformada de Galileo. Sin embargo, somos de la opinión que aunque la teoría de la relatividad especial nos satisface plenamente en casi toda la fenomenología física que conocemos, también es cierto que debemos pensar de vez en cuando que bien pudiera ser falsa y engañosa con algunas de sus interpretaciones físicas.

El mayor problema al que se enfrentaron los científicos de finales del siglo XIX e inicio del XX fue que las ecuaciones de Maxwell no eran invariantes con la transformada de Galileo. Necesitaban una transformada tal que todas las leyes físicas que se conocían fuesen invariantes ante ésta. Al poco tiempo surgió la transformada de Lorentz que cumplía este requisito junto con la excepcional interpretación de Albert Einstein.

Nosotros, en este trabajo, proponemos otra transformada que también satisface la invariancia total de las leyes físicas pero soportada en los conceptos clásicos de la mecánica de Newton tales como que el tiempo es absoluto. Podríamos decir que esta transformada que veremos a continuación es el complemento necesario a la transformada de Galileo para que todas las leyes físicas sean invariantes en cualquier sistema inercial.

<< Nota: este ensayo de Transformada tal como se va a exponer fue entregada para su revisión el 19 de Mayo de 1999 al Catedrático y Doctor en Física Teórica Don A. F. P. de la Facultad de Ciencias de Zaragoza (España). No habiendo acuerdo unánime para su publicación, este ensayo quedó dormido a la espera de ultimar el modelo mecánico de unificación de fuerzas "Aspin Bubbles", el cual fue publicado en el año 2006 en la revista online APEIRON, Vol 13, Number 3 (July 2006):

http://redshift.vif.com/JournalFiles/V13NO3PDF/V13N3LAN.PDF

Estando ya publicado este modelo, entendemos que es aconsejable que esta transformada salga a la luz como complemento a la transformada de Galileo y también, como requisito imprescindible para la física que desarrolla “Aspin Bubbles”.>>

2. Hipótesis:

1º) Las leyes de la Física son las mismas en todos los sistemas inerciales. No hay sistema inercial preferido. (Principio de la relatividad Galileo-Einstein).

2º) La velocidad de la luz en el vacío tiene el mismo valor c en todos los sistemas inerciales. (Principio de la constancia de la velocidad de la luz).

3º) La masa m y la carga q son invariantes en cualquier sistema inercial. (Principios aceptados).

4º) Las acciones y/ó efectos a distancia de los campos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos y gravitatorios se transmiten en todos los sistemas inerciales de la misma forma y a la velocidad de la luz c. (Principio asumible).

5º) La información, sucesos o efectos producidos por los campos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos y gravitatorios se transmiten de un sistema inercial a otro a la velocidad de la luz c. (Principio asumible).

6º) Los intervalos de tiempo son absolutos e iguales en cualquier sistema inercial. Los relojes de cualquier sistema inercial marcan el paso del tiempo de la misma forma. (Principio asumido por la Mecánica Clásica ó Newtoniana).

3. Ecuaciones de la transformada

Sean tres sistemas inerciales S, S_0 y S_f que tienen el eje X común y sus ejes Y y Z paralelos (ver Fig. 1)

En el sistema inercial S_f se producirán siempre los sucesos ó eventos localizados mediante un punto P de coordenadas (x_f, y_f, z_f, t_f). En él instalaremos las fuentes, de ahí el subíndice f.

El sistema inercial S_0 será siempre el de observación (subíndice $_0$). El observador en reposo en S_0 registrará los sucesos P mediante las coordenadas (x_0, y_0, z_0, t_0).

Todas las magnitudes del sistema inercial S_f llevarán el subíndice $_f$.

Todas las magnitudes del sistema inercial S_0 llevarán el subíndice $_0$.

Todas las magnitudes del sistema inercial S no llevarán subíndice.

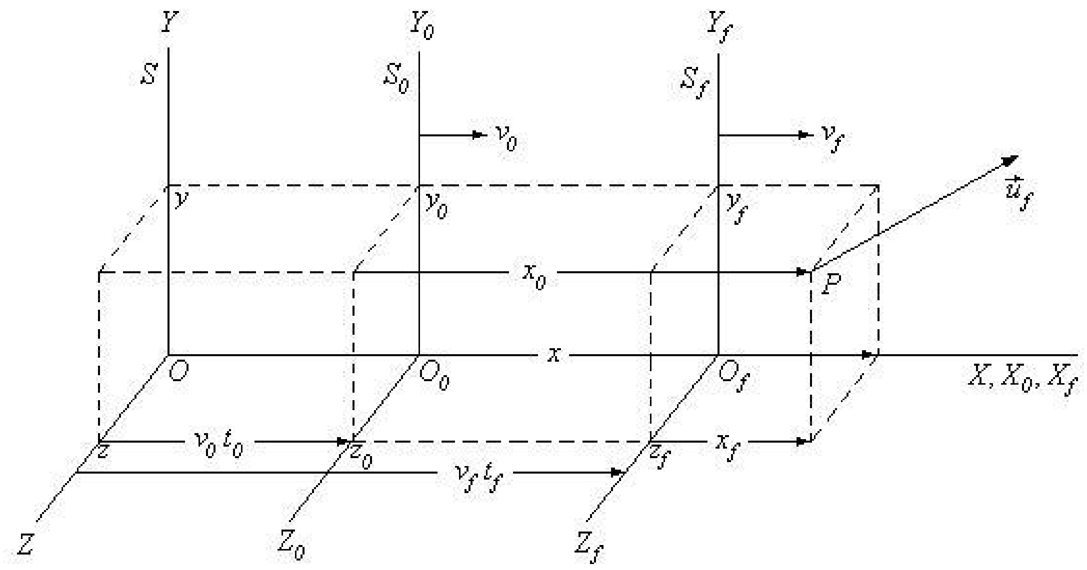

Fig. 1

El sistema inercial S_f se desplaza a lo largo del eje X con velocidad uniforme v_f respecto del sistema inercial S.

El sistema inercial S_0 se desplaza a lo largo del eje X con velocidad uniforme v_0 respecto del sistema inercial S.

Consideramos en todo momento que $v_f > v_0$.

El sistema inercial S puede estar en reposo o en movimiento.

Los orígenes O, O_0 y O_f coinciden cuando $t = t_0 = t_f = 0$. Es decir, sincronizamos los relojes de los tres sistemas inerciales en el momento $t = 0$. A partir de ahí, aunque los relojes marcan el paso del tiempo exactamente igual, cualquier suceso tendrá distintas coordenadas espacio-tiempo en los distintos sistemas inerciales debido a que éstos se desplazan con las velocidades mencionadas v_0 , v_f , y a que la información se transmite de un sistema a otro a la velocidad de la luz c. Veamoslo:

En un tiempo t_f (reloj de S_f), el sistema inercial S_f se desplaza una distancia $\overrightarrow{OO_f} = v_f \cdot t_f$ respecto del sistema S, y en ese momento se produce un evento P de coordenadas (x_f, y_f, z_f, t_f) que se transmite al espacio a la velocidad de la luz.

y nos preguntamos:

¿Cuándo recibirá el observador que está en reposo en el sistema inercial S_0 la señal del evento P?, y ¿Qué relación habrá entre sus coordenadas espaciales?

El observador que está en reposo en S recibirá la información un poco más tarde, y anotará que el evento P se produce en un tiempo t (reloj de S) igual a:

$$t = t_f + \frac{\overrightarrow{OO_f}}{c} = t_f + \frac{v_f \cdot t_f}{c} = \left(1 + \frac{v_f}{c}\right) \cdot t_f$$

siendo sus coordenadas espaciales: (1)

$$x = x_f + v_f \cdot t_f \qquad y = y_f \qquad z = z_f$$

También, el observador que está en reposo en S_0 recibirá la información un poco más tarde, y anotará que el evento P se produce en un tiempo t_0 (reloj de S_0) así como que sus coordenadas espaciales son *(* x_0, y_0, z_0 *)*. En el tiempo t_0, el sistema inercial S_0 se habrá desplazado una distancia $\overrightarrow{OO_0} = v_0 \cdot t_0$ respecto del sistema inercial S, y el observador en reposo en S podrá anotar la siguiente relación de coordenadas:

$$t = t_0 + \frac{\overrightarrow{OO_0}}{c} = t_0 + \frac{v_0 \cdot t_0}{c} = \left(1 + \frac{v_0}{c}\right) \cdot t_0$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t_0 \qquad y = y_0 \qquad z = z_0 \tag{2}$$

Igualando ahora las relaciones (1) y (2), y llamando a:

$$\eta_f = 1 + \frac{v_f}{c} \qquad \eta_0 = 1 + \frac{v_0}{c} \qquad \theta = \frac{\eta_f}{\eta_0} = \frac{c + v_f}{c + v_0} \tag{3}$$

se obtiene finalmente **la transformación de coordenadas deseada entre S_0 y S_f** :

$$t_0 = \theta \cdot t_f \qquad \text{ó} \qquad t_0 = \frac{c + v_f}{c + v_0} \cdot t_f \tag{4}$$

$$x_0 = x_f + (v_f - \theta \cdot v_0) \cdot t_f \qquad \text{ó} \qquad x_0 = x_f + \frac{v_f - v_0}{\eta_0} \cdot t_f \tag{5}$$

$$y_0 = y_f \qquad \text{y} \qquad z_0 = z_f$$

4. Consecuencias:

Antes de proseguir, veamos varias consecuencias importantes:

1ª) Los intervalos de tiempo transcurridos entre dos eventos producidos en un mismo punto espacial P no son iguales para cada observador, dependen del sistema inercial elegido.

Veámoslo:

En un punto P de S_f se produce un suceso en el tiempo t_{f1} , luego, se produce otro suceso en el tiempo t_{f2} .

El observador S_f medirá un intervalo de tiempo $\Delta t_f = t_{f1} - t_{f2}$, y el observador S_0 hará las siguientes cuentas en función de la hora registrada de la llegada de dichos sucesos

$$t_{01} = \theta \cdot t_{f1} \qquad t_{02} = \theta \cdot t_{f2} \qquad \Delta t_0 = t_{01} - t_{02} = \theta \cdot \left(t_{f1} - t_{f2}\right) = \theta \cdot \Delta t_f$$

por lo que podemos afirmar que:

"Los intervalos de tiempo se dilatan ó se contraen en función del valor de θ".

Una primera aplicación de este resultado es considerar el periodo T de una onda electromagnética como un intervalo de tiempo, y automáticamente tenemos las fórmulas del Efecto Doppler longitudinal clásico.

Periodo $$T_0 = \theta \cdot T_f = \frac{c + v_f}{c + v_0} \cdot T_f$$

Longitud de Onda $$\lambda_0 = cT_0 = c \cdot \theta \cdot T_f = \theta \cdot \lambda_f = \frac{c + v_f}{c + v_0} \cdot \lambda_f$$

Frecuencia $$\nu_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{\theta \cdot T_f} = \frac{\nu_f}{\theta} = \frac{c + v_0}{c + v_f} \cdot \nu_f$$

2ª) La distancia ó intervalo espacial entre dos puntos A y B, medido en un instante dado, es igual para cada uno de los observadores.

El observador S_f mide un intervalo espacial $\Delta x_f = x_{fA} - x_{fB}$, y el observador S_0 registra que las coordenadas espaciales son:

$$x_{0A} = x_{fA} + (v_f - \theta \cdot v_0) \cdot t_{fA}$$
$$x_{0B} = x_{fB} + (v_f - \theta \cdot v_0) \cdot t_{fB}$$

luego la distancia que mide es: $\Delta x_0 = x_{0A} - x_{0B} = (x_{fA} - x_{fB}) + (v_f - \theta \cdot v_0)(t_{fA} - t_{fB})$,

y como la medición Δx_f se produce en el mismo instante, es decir: $t_{fA} = t_{fB}$, se obtiene finalmente que $\Delta x_0 = \Delta x_f$. De tal manera que podemos concluir que:

"Las distancias medidas en un instante dado son iguales en cualquier sistema inercial".

3ª) La transformada cumple con el principio de la invariancia de la velocidad de la luz.

Veámoslo: si una onda luminosa esférica abandona el origen común (*0*, 0_0 y 0_f) en $t = t_0 = t_f = 0$, la invariancia exige que para cualquier instante posterior se cumpla que la ecuación del frente de ondas sea la misma en ambos sistemas inerciales, es decir:

$$c=\frac{\sqrt{x_0^2+y_0^2+z_0^2}}{t_0}=\frac{\sqrt{x_f^2+y_f^2+z_f^2}}{t_f}$$

De aquí deducimos que si $x_0^2+y_0^2+z_0^2=c^2t_0^2$, también se tiene que cumplir que $x_f^2+y_f^2+z_f^2=c^2t_f^2$.

En nuestro caso unidimensional, al ser $y_0=y_f$ y $z_0=z_f$ en todo momento, bastará con demostrar que si $x_0=c\cdot t_0$, siempre se cumple que $x_f=c\cdot t_f$.

En nuestra transformada esto es verdad, podemos comprobar que si sustituimos las transformadas (4) y (5) en $x_0=c\cdot t_0$, automáticamente obtenemos $x_f=c\cdot t_f$

Si queremos resaltar la invariancia de c, podemos ponerlo de la forma:

$$c=\frac{x_0}{t_0}=\frac{x_f}{t_f}$$

4ª) La transformada cumple con el principio de la invariancia de la ecuación de ondas.

Toda función de onda del tipo $\phi(x,t)=\phi(x-c\cdot t)$

cumple la ecuación de ondas $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2}+\frac{\partial^2}{\partial y^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)\phi-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\phi}{\partial t^2}=0$

Por lo tanto, bastará para ello demostrar la invariancia de la función de onda, es decir:

$$\phi(x_0,t_0)=\phi(x_0-c\cdot t_0)=\phi(x_f-c\cdot t_f)=\phi(x_f,t_f)$$

ó lo que es lo mismo, demostrar que $x_0-c\cdot t_0=x_f-c\cdot t_f$

Sustituyendo las transformadas (4) y (5) comprobamos que esta identidad es correcta.

5ª) Si $v_0=0$ y v_f es pequeña frente a c tal que v_f/c sea despreciable obtenemos la Transformada de Galileo

$$t_0=\frac{c+v_f}{c+v_0}\cdot t_f=\left(1+\frac{v_f}{c}\right)\cdot t_f=t_f$$

$$x_0=x_f+(v_f-\theta\cdot v_0)\cdot t_f=x_f+v_f\cdot t_f \qquad y_0=y_f \qquad \text{y} \qquad z_0=z_f$$

5. Transformada de la velocidad y la aceleración

El punto $P(x_f, y_f, z_f)$ en el sistema inercial S_f en un instante dado lleva velocidad u_f de componentes:

$$u_{fx} = \frac{dx_f}{dt_f} \qquad u_{fy} = \frac{dy_f}{dt_f} \qquad u_{fz} = \frac{dz_f}{dt_f}$$

¿Qué velocidad u_0 detectará el observador S_0?

Teniendo en cuenta que las componentes de u_0 son:

$$u_{0x} = \frac{dx_0}{dt_0} = \frac{dx_0}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0} \qquad u_{0y} = \frac{dy_0}{dt_0} = \frac{dy_0}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0} \qquad u_{0z} = \frac{dz_0}{dt_0} = \frac{dz_0}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0}$$

sustituyendo y derivando obtenemos:

$$u_{0x} = \frac{\eta_0 \cdot u_{fx} + v_f - v_0}{\eta_f} \qquad u_{0y} = \frac{u_{fy}}{\theta} \qquad u_{0z} = \frac{u_{fz}}{\theta} \qquad (6)$$

Y si el punto P lleva aceleración a_f de componentes

$$a_{fx} = \frac{du_f}{dt_f} \qquad a_{fy} = \frac{du_f}{dt_f} \qquad a_{fz} = \frac{du_f}{dt_f}$$

¿Qué aceleración a_0 detectará el observador S_0?

Teniendo en cuenta que las componentes de a_0 son:

$$a_{0x} = \frac{du_{0x}}{dt_0} = \frac{du_{0x}}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0} \qquad a_{0y} = \frac{du_{0y}}{dt_0} = \frac{du_{0y}}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0} \qquad a_{0z} = \frac{du_{0z}}{dt_0} = \frac{du_{0z}}{dt_f}\frac{dt_f}{dt_0}$$

sustituyendo y derivando obtenemos:

$$a_{0x} = \frac{a_{fx}}{\theta^2} \qquad a_{0y} = \frac{a_{fy}}{\theta^2} \qquad a_{0z} = \frac{a_{fz}}{\theta^2} \qquad (7)$$

que podemos poner en forma vectorial $\qquad \vec{a}_0 = \dfrac{\vec{a}_f}{\theta^2} \qquad (8)$

6. Transformada de los campos eléctrico y magnético

Considerando que la masa m es invariante en cualquier sistema inercial, podremos afirmar que si en el sistema S_f existe una fuerza $\vec{F}_f$ que produce sobre la masa m una aceleración $\vec{a}_f$ tal que

$$\vec{F}_f = m \cdot \vec{a}_f$$

en el sistema S_O existirá ó se detectará una fuerza $\vec{F}_0$ tal que

$$\vec{F}_0 = m \cdot \vec{a}_0 = m \cdot \frac{\vec{a}_f}{\theta^2} = \frac{\vec{F}_f}{\theta^2} \qquad \vec{F}_0 = \frac{\vec{F}_f}{\theta^2} \tag{9}$$

Pues bien, aplicando esta última transformación para las fuerzas electromagnéticas (Lorentz) junto con las otras halladas, considerando que la carga q es invariante en cualquier sistema inercial y aplicando la técnica clásica de obtención de transformaciones de campos eléctrico y magnético (Ver por ejemplo "Introducción a la teoría especial de la relatividad" de Robert Resnick, Ed. Limusa, 1981) se obtiene la siguiente transformación de campos:

Si en S_f tenemos un campo eléctrico $\vec{E}_f$ y un campo magnético $\vec{B}_f$ de componentes

$$\vec{E}_f\left(E_{fx}, E_{fy}, E_{fz}\right) \qquad \vec{B}_f\left(B_{fx}, B_{fy}, B_{fz}\right)$$

En S_0 observaremos un campo eléctrico $\vec{E}_0$ y un campo magnético $\vec{B}_0$ de componentes

$$\vec{E}_0\left(E_{0x}, E_{0y}, E_{0z}\right) \qquad \vec{B}_0\left(B_{0x}, B_{0y}, B_{0z}\right)$$

tal que deberán cumplir entre si las siguientes relaciones:

$$E_{0x} = \frac{E_{fx}}{\theta^2} \qquad \vec{B}_0 = \frac{\vec{B}_f}{\theta}$$

$$E_{0y} = \frac{E_{fy} + \left(v_f - \theta \cdot v_0\right) \cdot B_{fz}}{\theta^2}$$

$$E_{0z} = \frac{E_{fz} - \left(v_f - \theta \cdot v_0\right) \cdot B_{fy}}{\theta^2} \tag{10}$$

7. Las ecuaciones de Maxwell son invariantes en la forma

El cumplimiento de las ecuaciones de Maxwell en el sistema inercial S_f implica que:

$$div\vec{B}_f = 0 \qquad \text{y} \qquad rot\vec{E}_f = -\frac{d\vec{B}_f}{dt_f}$$

Pues bien, aplicando la transformada se obtiene:

$$div\vec{B}_0 = 0 \qquad \text{y} \qquad rot\vec{E}_0 = -\frac{d\vec{B}_0}{dt_0}$$

por lo que podemos afirmar que:

“La transformada deja invariantes las ecuaciones de Maxwell”.

8. Invariancia de la fuerza de Lorentz

La fuerza $\vec{F}_f$ electromagnética (ó de Lorentz) sobre una partícula de carga q^+ que se mueve con velocidad $\vec{u}_f$, en un punto *P* del sistema inercial S_f y en un instante en el que el campo eléctrico es $\vec{E}_f$ y el campo magnético es $\vec{B}_f$, es $\vec{F}_f = q \cdot \left(\vec{E}_f + \vec{u}_f \wedge \vec{B}_f\right)$.

Aplicando la transformada a todos los elementos, se obtiene que en el sistema inercial S_0 actúa una fuerza $\vec{F}_0$ sobre la carga q^+ igual a $\vec{F}_0 = q \cdot \left(\vec{E}_0 + \vec{u}_0 \wedge \vec{B}_0\right)$ que nos demuestra que **la fuerza de Lorentz también es invariante** como era de esperar al serlo las ecuaciones de Maxwell.

Una explicación sería la siguiente: el sistema inercial S_f hace el papel de un laboratorio en donde comprobamos in situ que la ley de Lorentz se cumple midiendo exhaustivamente las magnitudes $\vec{F}_f$, $\vec{u}_f$, $\vec{E}_f$ y $\vec{B}_f$; además, sabemos que este laboratorio lleva una velocidad v_f respecto de otro sistema inercial *S* (en reposo o con movimiento). En cuanto al sistema inercial S_0 que lleva velocidad v_0 respecto de *S* podemos pensar que es otro laboratorio que también comprueba que la ley de Lorentz se cumple con los valores $\vec{F}_0$, $\vec{u}_0$, $\vec{E}_0$ y $\vec{B}_0$ que mide y que a la vez, son el resultado de la transformada. Tengamos en cuenta que estos valores $\vec{F}_0$, $\vec{u}_0$, $\vec{E}_0$ y $\vec{B}_0$, medidos o transformados son el resultado de que la información de la situación de la carga q^+ y de los efectos producidos por los campos en S_f se han transmitido al laboratorio S_0 a la velocidad de la luz *c*. Destaquemos que los propios campos son los mensajeros ya que hemos supuesto que su propia radiación viaja a la velocidad de la luz.

9. Comparación con la transformada relativista de Lorentz-Einstein.

Para poder comparar nuestros resultados con la transformada relativista de Lorentz-Einstein, tendremos que restringir el carácter general de nuestra transformada.

Para ello, hagamos que nuestro sistema inercial o laboratorio S_0 lleve velocidad $v_0 = 0$, de tal forma que ahora los sistemas S y S_0 son coincidentes en todo momento y el sistema inercial S_f lleva la velocidad v_f respecto a ambos sistemas.

Y para evitarnos subíndices innecesarios, eliminemos el subíndice *0* de todas las magnitudes del sistema S_0, sustituyamos también el subíndice f de todas las magnitudes del sistema S_f por "prima" (*S', x', y', z'*, etc.), y finalmente, denominemos en particular a la velocidad v_f simplemente por la letra *v*.

Para comparar, coloquemos ahora a dos columnas los resultados de ambas transformadas.

Lorentz - Einstein	Aspin Bubbles
coordenadas	
$x = \gamma \cdot (x' + v \cdot t')$	$x = x' + v \cdot t'$
$y = y' \qquad z = z'$	$y = y' \qquad z = z'$
$t = \gamma \cdot \left(t' + \frac{v}{c^2} \cdot x' \right)$	$t = \left(1 + \frac{v}{c} \right) \cdot t' = \eta \cdot t'$
con $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	$\eta = 1 + \frac{v}{c}$
componentes vector velocidad $\vec{u}$	
$u_x = \frac{u'_x + v}{1 + \frac{u'_x \cdot v}{c^2}}$	$u_x = \frac{u'_x + v}{\eta}$
$u_y = \frac{u'_y}{\gamma \cdot \left(1 + \frac{u'_x \cdot v}{c^2} \right)}$	$u_y = \frac{u'_y}{\eta}$
$u_z = \frac{u'_z}{\gamma \cdot \left(1 + \frac{u'_x \cdot v}{c^2} \right)}$	$u_z = \frac{u'_z}{\eta}$

Antes de proseguir, fijémonos en varios puntos:

1º) La asimetría de la componente x de la velocidad en nuestra transformada frente a la simetría de Lorentz-Einstein.

Se puede ver rápidamente de esta forma:

Si $u'_x = c$ y son nulas las restantes componentes, obtenemos que $u_x = c$ en las dos transformadas, sin embargo, si $u'_x = -c$,

Lorentz-Einstein obtiene que $u_x = -c$

y Aspin Bubbles $u_x = -\frac{c-v}{c+v} \cdot c$

sin embargo, el comportamiento de las componentes *y* y *z* es parecido, sólo se diferencian en el factor de corrección relativista distinto.

Para $u'_y = c$ y $u'_z = c$, siendo nulas las restantes componentes, obtenemos para Lorentz-Einstein $u_y = u_z = \frac{c}{\gamma}$ y para Aspin Bubbles $u_y = u_z = \frac{c}{\eta}$

Para $u'_y = -c$ y $u'_z = -c$, siendo nulas las restantes componentes, obtenemos para Lorentz-Einstein $u_y = u_z = -\frac{c}{\gamma}$ y para Aspin Bubbles $u_y = u_z = -\frac{c}{\eta}$

2º) La uniformidad conceptual de nuestras tres componentes si $u'_x = 0$ *frente al resultado no homogéneo de la transformada Lorentz-Einstein.*

La transformada de Lorentz-Einstein obtiene lo siguiente:

$$u_x = v \qquad u_y = \frac{u'_y}{\gamma} \qquad u_z = \frac{u'_z}{\gamma}$$

sin embargo, la transformada restringida de Aspin Bubbles obtiene:

$$u_x = \frac{v}{\eta} \qquad u_y = \frac{u'_y}{\eta} \qquad u_z = \frac{u'_z}{\eta}$$

¿Por qué la componente u_x *de L-E no tiene el factor de corrección relativista* $1/\gamma$*?*

En nuestra transformada restringida, las tres componentes del vector velocidad $\vec{u}$ tienen el factor de corrección relativista $1/\eta$.

Conceptualmente, al ser $u'_x = 0$, todos los puntos del sistema inercial S' se mueven con velocidad *v* respecto del sistema *S*, y la información se transmite en ambas transformadas de S' a S a la velocidad de la luz *c*, por lo tanto, la componente u_x de la transformada de Lorentz-Einstein debería tener un factor de corrección relativista, entonces, ¿por qué no lo tiene? Tengamos en cuenta que en Aspin Bubbles el sistema S no sabe a que velocidad va el sistema S'. La información de la velocidad *v* es exclusiva del sistema inercial S'.

La razón está en que en la obtención de la transformada relativista de Lorentz-Einstein se impuso directamente la condición de exigir simetría en las coordenadas cuando se invirtiesen los papeles de S y S'. ¿Es correcta esta restricción de simetría? Nosotros no la hemos exigido porque entendemos que cada sistema inercial tiene su papel, en S' están siempre los eventos y las fuentes, e intentamos medir desde S dichos acontecimientos que están modificados porque la información de ellos se transmite entre los sistemas siempre a la velocidad de la luz c. Esto no quiere decir que no podamos invertir los papeles de S' y S, es decir, despejar las componentes S' en función de las de S; sí lo podemos hacer y los resultados son los mismos, siempre y cuando, tengamos la precaución de situar los eventos en S y la observación de los mismos en S'. Por lo tanto, este cambio de papeles no interesa.

Nuestra transformada es conceptualmente unidireccional, y lo que si podemos hacer es despejar las componentes S' en función de las de S si queremos saber las magnitudes reales de un fenómeno físico que sucede en S' visto desde nuestro puesto de observación S ó S_0, en donde medimos también magnitudes reales, pero que deberíamos decir magnitudes "aparentes", ya que todas ellas están modificadas por un factor de corrección relativista debido a que la información ó los efectos producidos por los eventos de S', se han transmitido al sistema inercial S ó S_0 a la velocidad de la luz c.

Continuemos con los resultados comparativos de ambas transformadas:

Lorentz - Einstein	Aspin Bubbles

componentes vector fuerza $\vec{F}$

Lorentz - Einstein	Aspin Bubbles
$F_x = F'_x + \dfrac{u'_y \cdot v}{c^2 + u'_x \cdot v} \cdot F'_y + \dfrac{u'_z \cdot v}{c^2 + u'_x \cdot v} \cdot F'_z$	$F_x = \dfrac{F'_x}{\eta^2}$
$F_y = \dfrac{F'_y}{\gamma \cdot \left(1 + \dfrac{u'_x \cdot v}{c^2}\right)}$	$F_y = \dfrac{F'_y}{\eta^2}$
$F_z = \dfrac{F'_z}{\gamma \cdot \left(1 + \dfrac{u'_x \cdot v}{c^2}\right)}$	$F_z = \dfrac{F'_z}{\eta^2}$

componentes del campo eléctrico $\vec{E}$

Lorentz - Einstein	Aspin Bubbles
$E_x = E'_x$	$E_x = \dfrac{E'_x}{\eta^2}$
$E_y = \gamma \cdot \left(E'_y + v \cdot B'_z\right)$	$E_y = \dfrac{E'_y + v \cdot B'_z}{\eta^2}$
$E_z = \gamma \cdot \left(E'_z - v \cdot B'_y\right)$	$E_z = \dfrac{E'_z - v \cdot B'_y}{\eta^2}$

componentes del campo magnético $\vec{B}$

$$B_x = B'_x \qquad\qquad B_x = \frac{B'_x}{\eta}$$

$$B_y = \gamma \cdot \left(B'_y - \frac{v}{c^2} \cdot E'_z \right) \qquad\qquad B_y = \frac{B'_y}{\eta}$$

$$B_z = \gamma \cdot \left(B'_z + \frac{v}{c^2} \cdot E'_y \right) \qquad\qquad B_z = \frac{B'_z}{\eta}$$

10. Resumen conceptos en nuestra transformada general de S_f a S_0:

1º) Transformada unidireccional de sucesos de S_f *a* S_0.

2º) Los sucesos y las fuentes siempre están en S_f*; un observador en* S_f *mide siempre magnitudes reales (absolutas)*

3º) Sucesos en S_0*; un observador en* S_0 *mide siempre magnitudes "aparentes". Son magnitudes reales pero modificadas porque la información ó los efectos producidos por los eventos de* S_f *se han transmitido al sistema inercial* S_0 *a la velocidad de la luz c.*

4º) Las velocidades v_f *y* v_0 *de los sistemas inerciales* S_f *y* S_0 *respecto de un sistema inercial S son siempre reales (absolutas) y exclusivas de dichos sistemas.*

BIBLIOGRAFÍA

A. P. French. *Special Relativity*. W.W. Norton & Company, Inc., New York

A. P. French (1988). *Relatividad especial*. Editorial Reverté, S.A. Barcelona

Robert Resnick (1968). *Introduction to Special Relativity*. John Wiley & Sons, Inc.

Robert Resnick (1981). *Introduducción a la teoría especial de la Relatividad*. Editorial Limusa, S.A. México.