

Fusión Nuclear

¿Por qué se pierde masa durante el proceso?

Definición de Fusión Nuclear

- La **fusión nuclear** es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor peso atómico.
- El nuevo núcleo tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que se han fusionado para formarlo.
- Esta diferencia de masa es liberada en forma de energía. La energía que se libera varía en función de los núcleos que se unen y del producto de la reacción.

Pregunta: ¿Por qué la masa del núcleo resultante de la fusión es inferior a la suma de las masas de los núcleos iniciales?. ¿Qué ocurre para que una parte de la masa se convierta en Energía?

Conceptos

Teóricos:

- Transformada de Lorentz
- Consecuencias de la Transformada de Lorentz respecto a la masa y la Energía.

Prácticos:

- Defecto de la masa en los átomos.
- Fusión de átomos de Hidrógeno (formación de núcleo de Helio)

Conclusiones

Transformada de Lorentz

Previo:

¿Qué nos dice la mecánica Clásica respecto a las transformaciones de coordenadas?

- Las leyes que describen los sistemas mecánicos deben ser las mismas en todos los sistemas de referencia inerciales, o sea, en movimiento relativo rectilíneo y uniforme.
- El tiempo, t , es una variable absoluta independiente de los sistemas de referencia

*Transformada de
Galileo*

$$\begin{aligned}x' &= x - v_x t \\y' &= y - v_y t \\z' &= z - v_z t \\t' &= t\end{aligned}$$

x', y', z' : son los vectores de posición respecto a un sistema de referencia $O'x'y'z'$. x, y, z : son los vectores de posición respecto a otro sistema de referencia $Oxyz$, v es la velocidad del sistema $O'x'y'z'$ respecto al $Oxyz$

Problema: En particular la velocidad de la luz no sería constante, sino que dependería del movimiento relativo fuente-observador.

Transformada de Lorentz

Solución: Si se considera una transformación de coordenadas, en donde la velocidad de la luz es constante respecto a cualquier sistema de referencia se tiene entonces la TRASFORMADA DE LORENTZ definida por:

$$x' = \frac{x - v_x t}{\sqrt{1 - \frac{v_x^2}{c^2}}}; y' = \frac{y - v_y t}{\sqrt{1 - \frac{v_y^2}{c^2}}}; z' = \frac{z - v_z t}{\sqrt{1 - \frac{v_z^2}{c^2}}}$$

$$t' = \frac{t - \frac{\mathbf{v} \cdot \mathbf{r}}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

Coordenadas respecto al sistema O'x'y'z't' en función de los valores de las coordenadas x, y, z, t.

¿La transformada de Galileo es incorrecta?

Consecuencias de la Transformada de Lorentz respecto a la masa y la Energía.

- La masa de los cuerpos no es una constante características de los mismo, sino que depende también del sistema de referencia utilizado:

$$m' = \frac{m}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- Einstein utiliza los resultados de Lorentz para establecer la Teoría Especial de la Relatividad
- Un cuerpo sometido a una fuerza que produce una aceleración no puede alcanzar nunca la velocidad de la luz.
- La energía total de una partícula con velocidad v respecto a un sistema de referencia es:

$$E = mc^2$$

Defecto de la masa en los átomos.

Ejemplo:

- Átomo de $^{12}_6\text{C}$ tiene 12 nucleones, 6 protones y 6 neutrones.
- suma de masas = $20.088 \times 10^{-26} \text{ kg}$
- Sin embargo la masa de un átomo de $^{12}_6\text{C}$ resulta ser:
- masa de un átomo de = $19.9238 \times 10^{-26} \text{ kg}$
- Es decir, no se cumple el principio de conservación de la masa (válido únicamente en Física Clásica). Aparentemente falta una cierta cantidad de masa: $0.1642 \times 10^{-26} \text{ kg}$
- que se denomina **defecto de masa**.

Formación núcleo de Helio

• ELECTRON

✓ NEUTRINO

● PROTON

● NEUTRON



Conclusiones

- El concepto de la transformada de Lorentz y el Teorema Especial de la Relatividad de Einstein no es intuitivo, ya que, a nuestra escala de velocidades (muy pequeñas en comparación a la velocidad de la luz) no se observan variaciones en las masas de los objetos.
- Al considerar un sistema de referencia con velocidad de la luz constante (transformada de Lorentz), la masa de un objeto no es absoluta, ya que, varía respecto al sistema de referencia utilizado. Esta diferencia entre la masa inicial y la final que resulta de la transformación de un sistema en otro esta afectada por la velocidad que hay entre ambos, que es constante, por lo que se transforma en energía (Teoría Especial de la Relatividad) y la masa final, en este caso, resultante de la fusión de dos núcleos es menor que la suma de las masas iniciales de cada núcleo.