

FÍSICA CONTEMPORÁNEA

TAREA 5

Fecha de entrega 18 de noviembre del 2011

■ Problemas

1. Si v' y v denotan la velocidad uniforme de una partícula descrita desde dos sistemas de referencia inerciales K' y K (el primero se mueve con velocidad w respecto del segundo), use las transformaciones de Lorentz para encontrar la relación que guardan entre sí.
 - a) ¿Qué ocurre si w es muy cercana a la velocidad de la luz?
 - b) ¿Cuál es valor de v' si $v = c$?
 - c) ¿Cuál es valor aproximado de v' en el caso $w/c \ll 1$? Compare con la adición de velocidades en el caso de una transformación de Galileo.
2. Considere la transformación de Lorentz entre los sistemas de referencia inerciales K_1 y K_2 dada por

$$\mathcal{L}_{12} = \begin{pmatrix} \gamma_{12} & i\beta_{12}\gamma_{12} \\ -i\beta_{12}\gamma_{12} & \gamma_{12} \end{pmatrix} \quad (1)$$

y la transformación entre K_2 y K_3 dada por

$$\mathcal{L}_{23} = \begin{pmatrix} \gamma_{23} & i\beta_{23}\gamma_{23} \\ -i\beta_{23}\gamma_{23} & \gamma_{23} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

donde $\gamma_{ij} = [1 - v_{ij}^2/c^2]^{-1/2}$, $\beta_{ij} = v_{i,j}/c$, $v_{i,j}$ es la velocidad del sistema de referencia inercial K_j respecto del sistema K_i y c es la rapidez de la luz en el vacío.

- a) Calcule el producto $\mathcal{L}_{12} \cdot \mathcal{L}_{23}$ (producto matricial) y demuestre que este es igual a \mathcal{L}_{13} con

$$v_{13} = \frac{v_{12} - v_{23}}{1 - \frac{v_{12}v_{23}}{c^2}} \quad (3)$$

- b) ¿Cuál es la transformación resultante si $v_{23} = v_{12}$?
3. El radio de nuestra galaxia es 3.0×10^{20} m. (a) ¿ Con qué velocidad debe de viajar una nave espacial para cruzar la galaxia entera en 1000 años medidos desde un sistema de referencia que viaja con la nave? b) ¿Cuánto tiempo pasará durante el recorrido para un observador en la Tierra?
 4. Un muón (partícula sub-atómica) se mueve a una velocidad de $0,40c$, ¿Qué tanto más lento “envejece” en comparación a si estuviera en reposo?
 5. Próxima Centauri, la estrella más cercana al Sol, se encuentra a 4.2 años luz. a) Si una nave espacial pudiera viajar a una velocidad de $0.24c$, ¿Cuál es el tiempo que le llevaría a la nave alcanzar la estrella según el piloto? b) ¿Cuál es la distancia que el piloto mediría?

6. Un estudiante tiene un aparato que puede medir longitudes con una precisión en una parte en 10^{12} . ¿Cuál es la velocidad mínima para la cual el estudiante puede notar la contracción de Lorentz?

■ Preguntas

1. Dos eventos ocurren simultáneamente en la misma posición de un sistema de referencial inercial, ¿Es posible que dichos eventos no sean simultáneos en otro sistema de referencia inercial?
2. Sean K y K' dos sistemas de referencia inerciales que se mueven a lo largo del eje x con una velocidad relativa (velocidad de uno respecto del otro) u . El origen y los ejes de ambos sistemas coinciden al tiempo $t = t' = 0$. Suponga que un observador en K y otro en K' acuerdan que un evento ha ocurrido al mismo tiempo en sus respectivas coordenadas temporales, es decir, $t = t' = t_0$. ¿Es posible que el evento ocurra también con las mismas coordenadas espaciales en cada sistema?
3. La transformación de Lorentz entre dos sistemas de referencia inerciales que se mueven a lo largo del eje x con velocidad relativa v_0 , relaciona las coordenadas (x, ict) de uno con las (x', ict') del otro. Explique en que sentido la transformación es análoga a una rotación.
4. Suponga que un evento B con coordenadas (x_B, ict_B) ocurre después de un evento A con coordenadas (x_A, ict_A) , con $t_B > t_A$ en un sistema de referencia inercial K . ¿Podría existir un sistema de referencia inercial K' tal que el evento B (x'_B, ict'_B) ocurra antes que el evento A (x'_A, ict'_A) ? Justifique su respuesta.