

Practico 7 – Transformaciones de Lorentz y Medidas Relativistas de Espacio y Tiempo

Ejercicio 1 Ejemplo de transformaciones de Galileo

Un pasajero de un tren que se mueve a 30 m/s pasa a una persona que se encuentra en la plataforma de la estación en $t = t' = 0$. Veinte segundos después, la persona en la plataforma calcula que un pájaro volando a lo largo de las vías en la misma dirección que el tren se encuentra a 800 m .

- ¿Cuáles son las coordenadas del pájaro estimadas por el pasajero?
- Cinco segundos después de hacer la primera medición de coordenadas, la persona en la plataforma estima que el pájaro se encuentra a 850 m . A partir de esta información, encuentre la velocidad del pájaro (suponiendo que es constante) determinada tanto por la persona sobre la plataforma como por el pasajero del tren.

Ejercicio 2 Invariancia de la ecuación de ondas

Considere la ecuación de ondas electromagnéticas:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0$$

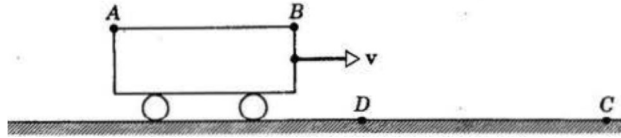
- Demuestre que la ecuación de onda electromagnética no es invariante bajo las transformaciones de Galileo.
- Demuestre que la ecuación si es invariante bajo las transformaciones de Lorentz.

Ejercicio 3 Ver (incluso en una foto) y medir son cosas diferentes.

Una varilla se mueve de izquierda a derecha. Cuando su extremo izquierdo pasa por una cámara se toma una fotografía de la varilla junto con una regla calibrada estacionaria. Al revelar la fotografía el extremo izquierdo de la varilla coincide con la marca cero, y el derecho con 0.9 m de la regla. Si la varilla se mueve a $0.8c$ con respecto de la cámara, determine su longitud real.

Ejercicio 4 Relatividad de la simultaneidad.

Un vagón de tren se mueve a velocidad constante v (véase la figura). A y B están en los extremos del vagón del tren y los observadores C y D están de pie junto a la vía. Definimos el evento AC como ocurrencia de A al pasar frente a C , y los otros similarmente.



- a) De los cuatro eventos BD , BC , AD , AC , ¿cuáles sirven para que los observadores que están sobre la vía midan el paso de un reloj llevado por A ?
- b) Sea Δt el intervalo de tiempo entre estos dos eventos para los observadores que están a un lado de la vía. ¿Qué intervalo de tiempo marca el reloj en movimiento?
- c) Suponga que los eventos BC y AD son simultáneos en el sistema de referencia de la vía. ¿Son simultáneos en el sistema de referencia del vagón? Si no, ¿cuál es primero?

Ejercicio 5 Transformaciones de Lorentz y ecuaciones de movimiento.

Suponga que una partícula se mueve con respecto a O' a una velocidad constante de $c/2$ en el plano $x'y'$, de manera que su trayectoria forma un ángulo de 60° con el eje x . Si la velocidad de O' con respecto a O es $0.6c$ a lo largo del eje $x-x'$, encuentre las ecuaciones de movimiento de la partícula determinadas por O .

Ejercicio 6 Variación de ángulos con la velocidad de movimiento.

Una regla graduada forma un ángulo de 30° respecto al eje x' de O' . ¿Cuál debe ser el valor de v si la regla forma un ángulo de 45° respecto al eje x de O ?

Ejercicio 7 Medidas relativistas de tiempo

Considere dos observadores O y O' que se aproximan el uno del otro con velocidad relativa de $0.6c$.

- a) Si O mide la distancia inicial hasta O' igual a 20 m. ¿Cuánto tiempo pasará, de acuerdo con O , antes de que ambos se encuentren?
- b) ¿Cuánto tiempo pasará, en función de O' , antes de que se encuentren en O ?

Ejercicio 8 Cálculo del intervalo propio entre dos eventos

Suponga que un observador O determina que dos eventos están separados por 3.6×10^8 m, y que ocurren con una separación de 2 s. ¿Cuál es el intervalo propio entre ambos?

Ejercicio 9 Solución de la paradoja de los gemelos

El gemelo O' , se mueve a una velocidad de $0.8c$ con respecto a una plataforma espacial; viaja a Alfa Centauro, la cual está a una distancia de 4 años luz, y es la estrella más cercana a la

plataforma. Cuando O' llega a la estrella, inmediatamente regresa a la plataforma a la misma velocidad.

a) Compare la edad de O' , en el momento en que llega, con la de su hermano gemelo O , quien ha permanecido en la plataforma.

b) Suponga que O envía cada año una señal luminosa a O' . ¿Cuántas señales son recibidas por O' en cada parte de su viaje? (En otras palabras, ¿qué es lo que en realidad *vería* el gemelo O' si mirara a su hermano O a través de un telescopio?)

Ejercicio 10 Medidas de tiempo de viaje de un rayo de luz en un cohete

Un cohete espacial de 90 m de longitud viaja a una velocidad constante de $0.8c$ con respecto a la Tierra. Cuando la nariz de la nave pasa a un observador en la Tierra, el piloto activa una linterna hacia la cola de la nave. ¿En que tiempo llega la señal, si es registrada por:

a) ¿El piloto?

b) ¿El observador en la Tierra.?