

Física General IV - Curso 2008

Práctica 7: Mecánica Relativista I *

30 de octubre de 2008

Problema 1. Sea una partícula de masa m sometida a una fuerza del tipo $F = -k(x - x_0)$. Muestre que las ecuaciones de movimiento son invariantes ante una transformación de Galileo.

Problema 2. Muestre que la ecuación de onda

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

no es invariante ante una transformación de Galileo.

Problema 3. El sistema O' posee una velocidad de $0.6 c$ con relación a O . Se ajustan los relojes de manera que a $t = t'$ en $x = x' = 0$. Dos sucesos tienen lugar. El suceso 1 tiene lugar en $x_1 = 10m$, $t_1 = 2 \times 10^{-7}s$. El suceso 2 tiene lugar en $x_2 = 50m$, $t_2 = 3 \times 10^{-7}s$. Determine la distancia y la diferencia de tiempos entre los sucesos medidos en O' .

Problema 4. Un astronauta está viajando en un vehículo espacial que tiene una velocidad de $0,5c$ en relación a la Tierra. El astronauta mide su propio pulso, obteniendo 75 pulsaciones/min. Las señales correspondientes al pulso del astronauta son enviadas por radio hasta la Tierra mientras el vehículo se mueve en una dirección perpendicular a la línea que conecta la nave con un observador situado sobre la superficie terrestre. **a)** ¿Qué pulso medirá el observador situado en Tierra?; **b)** ¿Cuál sería el pulso del astronauta si la velocidad de la nave espacial se incrementa hasta $0,999c$?

Problema 5. En la cima de una montaña a $2000 m$ de altura se observaron un promedio de 568 muones. En mediciones de laboratorio se determinó que la vida media de los muones (τ) es de $2.2 \mu s$. Si el número de muones a un dado t está determinado por $N(t) = N_0 \exp(-t/\tau)$, determine el número de muones que se observaría a nivel del mar si éstos viajan a una velocidad de $0,994c$. Se realizó dicha medición dando como resultado un promedio de 400 muones. Determine a qué vida media corresponde esta medición y muestre que dicho valor

* Las prácticas están disponibles en la página: www.fisica.unlp.edu.ar/materias/fisica4gral/

es consistente con las predicciones de la teoría de la relatividad.

Problema 6. Una nave espacial con forma de triángulo (ver Figura 1) pasa volando junto a un observador situado en la Tierra, con una velocidad de $0,9c$ a lo largo de la dirección x . Un observador situado en la nave espacial mide $L' = 52m$ e $y' = 25m$. ¿Qué dimensiones de la nave medirá un observador situado en la Tierra, cuando la nave se mueve en la dirección mostrada en la Figura?.

Problema 7. ¿A qué velocidad debe moverse una regla de $1m$ en relación a un observador, si éste mide que su longitud es igual a $0,5m$?

Problema 8. ¿Cuál debe ser la velocidad relativa de dos observadores inerciales para que sus medidas de intervalos de tiempo difieran en 1 %?

Problema 9. Un avión vuela a $3240km/h$ ($\simeq 3 \times 10^{-6}c$). Asumiendo que la Tierra es un sistema inercial, indique: **a)** ¿En qué proporción se verá contraída la longitud del avión con respecto a un observador en Tierra? **b)** Durante un año medido en la Tierra ($3,16 \times 10^7s$), ¿qué intervalo de tiempo marcará el reloj del avión? **c)** ¿Qué puede concluir a partir de los resultados obtenidos en a) y b)?

Problema 10. Dos naves espaciales se aproximan desde posiciones opuestas en un sistema inercial. Si la velocidad de cada una de ellas es de $0,9c$, calcule la velocidad relativa entre las naves. (*Hint: sitúe su sistema de referencia sobre una de las naves*).

Problema 11. Suponga que una partícula se mueve respecto a un observador O' con velocidad constante $c/2$ en el plano $x' - y'$ en una trayectoria que forma un ángulo de 60° con el eje x' . Si la velocidad relativa de O' respecto a un observador O es $0,6c$ a lo largo del eje $x - x'$, encuentre las ecuaciones de movimiento de la partícula determinadas por O .

Problema 12. Un observador O nota que dos eventos están separados en tiempo y espacio $8 \times 10^{-7}s$ y $600m$. ¿Cuán rápido debe moverse un observador O' respecto a O para observar que los dos eventos son simultáneos?.

Problema 13. Muestre que el intervalo $ds^2 = c^2dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$ es invariante ante una transformación de Lorentz.

Problema 14. Muestre que la ecuación de onda del problema 2 es invariante ante una transformación de Lorentz.

Problema 15. Sea un tren que se mueve a una velocidad V respecto a la Tierra (ver Figura 2). Sobre los extremos del tren caen rayos que dejan marcas P' y Q' sobre él, y P y Q sobre la Tierra. Un observador O que está en la Tierra a mitad de camino entre P y Q ve caer los rayos simultáneamente. Indicar si ocurrirá o no lo mismo para un observador O' situado en el punto medio del tren.

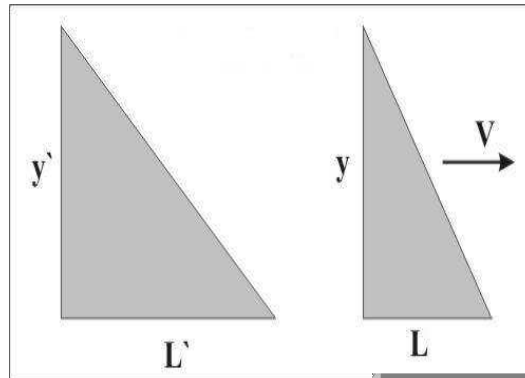


Figura 1: Problema 6.

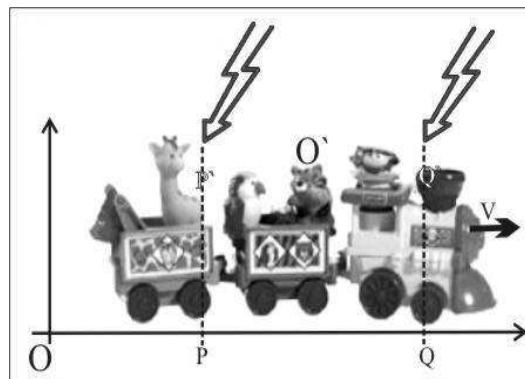


Figura 2: Problema 15.

Nota: Si no se indica lo contrario suponga que los sistemas de referencia son inerciales, incluso la Tierra.