

Ayudantía 3

Diagramas espacio tiempo, adición de velocidades y efecto doppler.

Profesor: Benjamin Koch
Ayudante: Federico Márquez (cfmarque@uc.cl)

Problema 1: Diagramas

Construya los diagramas espacio temporales de los dos últimos problemas de la ayudantía anterior (la paradoja del garrochero y la paradoja de las naves). Verifique que puede llegar a las mismas conclusiones a partir de estos diagramas y sin realizar ningún cálculo.

Problema 2: Lanzamiento de la Jabalina

Un atleta olímpico es capaz de lanzar la jabalina con una velocidad v relativista (es decir, menor, pero no mucho menor, que la velocidad de la luz). La jabalina tiene un largo en reposo L_0 .

a) ¿Cuál es el largo de la jabalina en vuelo, medido en el sistema de referencia \mathcal{O} del público de las olimpiadas?

Considere ahora qué pasa si la jabalina choca con un muro y, por lo tanto, se detiene.

b) Suponga que toda la jabalina se detiene simultáneamente en el sistema \mathcal{O} . Muestre que existen observadores para los cuales la cola de la jabalina se detiene antes que la punta. ¿Cómo tienen que moverse respecto a \mathcal{O} ? (Considere solo movimientos a lo largo del mismo eje del movimiento de la jabalina).

c) Imponga ahora que la detención de la jabalina se produzca de tal manera que satisfaga la condición de “causalidad”, es decir, para ningún observador, la cola se detiene antes que la punta. ¿Cuál es el tiempo mínimo que debe transcurrir entre la detención de la punta y la cola para \mathcal{O} ?

d) Si la cola se detiene exactamente en el tiempo mínimo calculado en (c), ¿cuál es el largo de la jabalina cuando esto ocurre, medido en el sistema \mathcal{O} ? ¿Qué debe ocurrir después?

e) Dibuje las líneas de universo de la punta y la cola de la jabalina para la situación descrita en (d), antes y después del choque, desde el punto de vista de un observador inercial \mathcal{O}' que se movía con la jabalina antes de que esta chocara.

Problema 3: Adición de velocidades

Considere 2 sistemas inerciales S y S' , este último moviéndose con velocidad v según x respecto a S .

a) En $t=0$ un fotón sale del origen de S viajando en una dirección a 45 grados con el eje x . ¿Qué ángulo forma con el eje x' de S' ?

b) Repita el cálculo anterior para una partícula que sale con una rapidez u .

c) Una barra estacionaria en S forma un ángulo de 45 grados con el eje x . ¿Qué ángulo forma con

el eje x' de S' ?

Problema 4: Efecto Doppler

Dos galaxias se alejan de nuestra galaxia en direcciones opuestas. Un observador en la Tierra detecta un corrimiento hacia el rojo de la línea amarilla del espectro del sodio proveniente de la primera galaxia, tal que $(\nu - \nu_0)/\nu_0 = -0.5$, mientras que para la segunda galaxia el corrimiento detectado es $(\nu - \nu_0)/\nu_0 = -0.35$. ¿Cuál es la velocidad con que cada una de las galaxias se alejan respecto a un observador en Tierra? ¿Con que velocidad se aleja la segunda galaxia, respecto de un observador situado en la primera galaxia?

Problema 5: Dinámica

Un protón se mueve con cantidad de movimiento p en la dirección \hat{x} . Choca con un segundo protón que se encuentra en reposo. Como resultado de la colisión se producen tres protones y un antiprotón. las cuatro partículas resultantes permanecen unidas, esto es, no se mueven entre sí. Usando conservación de energía y momentum, encuentre p .