

Física Moderna FI-3102

Tarea 2: Cinemática relativista II

Prof. Gonzalo Palma. - Aux. Esteban Castillo.

Fecha: Viernes 3 de Septiembre 2010

INDICACIONES: Fecha de Entrega: Jueves 9 de Septiembre, Clase Auxiliar. No se aceptarán tareas entregadas después.

PROBLEMA 1

El diagrama representa un policía midiendo la velocidad de un auto mediante el efecto Doppler. Nos instalamos en el sistema de referencia de la autoridad. Del auto sólo indicamos la flecha del tiempo para no complicar el dibujo. Se indica la trayectoria de dos nodos separados por una longitud de onda (λ) emitida por la pistola del policía y la recibida después de reflejarse en el auto unos instantes más tarde. (recuerde que los largos, como la longitud de onda, se miden en intervalos tipo espacio).

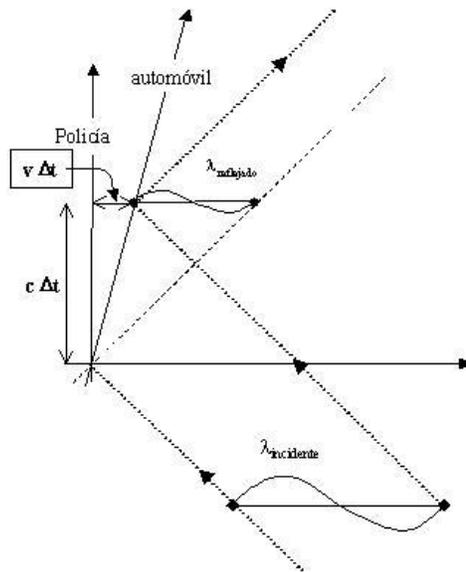
i.- De la figura, demuestre (no sólo afirme, explique por qué) que: $c\Delta t = V\Delta t + \lambda_{\text{reflejado}}$, y que $c\Delta t = \lambda_{\text{incidente}} - V\Delta t$, donde V es la velocidad del auto con respecto al policía.

ii.- A partir del resultado anterior obtenga ($f \equiv$ frecuencia), $f_{\text{reflejada}} = kf_{\text{incidente}}$, con $k = \frac{1+V/c}{1-V/c}$.

iii.- Suponiendo que el cambio de frecuencia es pequeño debido a que V/c lo es, muestre que $(\Delta f/f) \approx 2V/c$. Calcule esta expresión para $V = 120$ km/h.

iv.- Supongamos que el radar de la policía de Santiago, opera con una frecuencia de 10.525×10^9 ciclos/s. ¿Cuántos ciclos por segundo cambia el haz reflejado comparado con el incidente (o enviado)?

v.- ¿Qué resolución debe tener la maquinita de la policía para poder distinguir entre un automovilista que viaja a 120 km/h y otro, infractor, que guía a 121 km/h?



PROBLEMA 2

Tres eventos, P_1 , P_2 y P_3 son vistos por un observador O ocurriendo en el orden $P_1P_2P_3$. Otro observador, O' , ve estos mismos eventos ocurrir en el orden $P_3P_2P_1$. ¿Es posible que un tercer observador vea estos eventos en el orden $P_1P_3P_2$? Apoye su conclusión utilizando diagramas espacio-temporales.

PROBLEMA 3

(a) Considere una partícula en movimiento acelerado (arbitrario) a lo largo del eje x de un sistema inercial K fijo. En cierto instante t_0 la partícula se mueve a una velocidad v_0 . En dicho instante existe un sistema inercial K' para el cual la partícula está en reposo. Es decir $u'(t'_0) = 0$. Considere ahora lo que ocurre en un instante $t = t_0 + dt$ posterior, donde dt es un infinitésimo (en el sistema K' , esto corresponde a $t' = t'_0 + dt'$). En dicho instante se ve que $u'(t') = u'(t'_0) + du' = du'$ en el sistema K' y $u(t) = u(t_0) + du = v + du$ en el sistema K . Usando la regla de adición de velocidades (tome $c = 1$), derive la siguiente ecuación relacionando las aceleraciones en ambos sistemas:

$$\left. \frac{du}{dt} \right|_{t=t_0} = (1 - v^2)^{3/2} \left. \frac{du'}{dt'} \right|_{t'=t'_0}. \quad (1)$$

Explique por qué la ecuación anterior puede ser generalizada para todo instante t , de la forma:

$$\frac{du}{dt} = (1 - u^2)^{3/2} \frac{du'}{dt'}, \quad (2)$$

donde $\frac{du'}{dt'}$ es la aceleración de la partícula en un sistema instantáneamente en reposo con respecto a ella.

(b) Suponga que, en todo momento, todo observador K' instantáneamente en reposo con respecto a una partícula acelerada constata que $\frac{du'}{dt'} = a_0$, donde a_0 es un valor constante. Diremos que dicha partícula está siendo acelerada en forma uniforme. Si en $t = 0$ la partícula está en reposo ($u = 0$) y en la posición $x = 1/a_0$, determine la trayectoria que sigue la partícula en el sistema de referencia K . Para un tiempo t arbitrario, determine la “distancia” a la cual la partícula se encuentra del origen $(t, x) = (0, 0)$.

(c) La estrella más cercana al Sol está a unos 4 años luz. Imaginemos una nave que parte desde las vecindades del sistema solar con velocidad inicial cero y movimiento acelerado. Debido a esta aceleración, los habitantes de esta gran nave se sienten pegados al suelo con aceleración g igual que en casa. A mitad del viaje los cohetes son apagados y encendidos en la dirección opuesta, de modo que al llegar a la distancia deseada tiene velocidad cero nuevamente. El tiempo que tarda la operación de invertir los motores podemos despreciarlo: ¿Cuánto tarda el viaje de ida según los tripulantes? ¿Cuánto tarda el viaje según los observadores en tierra?