Clase Auxiliar 4, Fisica Contemporánea FI34A

Profesor Claudio Romero
Auxiliares Carolina Milad y Jocelyn Dunstan.

3 de Septiembre de 2008

P.1

1. Ud. es un observador estacionario en el sistema de laboratorio. Sus coordenadas espaciales en este sistema son: $x = 6$ [m], $y = 8$ [m] y $z = 0$ [m]. En esa misma posici'on está ubicado un reloj estacionario en el sistema de laboratorio. Ud. desea sincronizar este reloj con uno ubicado en el origen del sistema de referencia de laboratorio utilizando para ello un pulso de luz. Describa en detalle y **con números** el procedimiento que utilizaría. *(Ejercicio 1, Otoño '99, Profesor Claudio Romero.)*

Sea P la posición del observador estacionario. Puesto que todo rayo de luz viaja en un sistema estacionario con rapidez fija c (independiente si el rayo es emitido por un cuerpo estacionario o en movimiento), el tiempo que tarda el rayo de luz en viajar desde P hasta el origen O satisface la relación:

$$x^2 + y^2 = c^2 t_{PO}^2 \quad \rightarrow t_{PO} = \sqrt{100/c^2}$$

Por otra parte, diremos si enviamos un rayo de luz desde P hasta O en el "Tiempo P", t_P, es reflejado en O hacia P en el "tiempo O", t_O, y retorna a P en el "tiempo P", $t_{P'}$, los relojes en P y O están sincronizados si se cumple que:

$$t_O - t_P = t_{P'} - t_0$$

Por lo tanto, ya que conocemos el tiempo que tarda en viajar el rayo de luz desde P hasta O, podemos imponer la condición de sincronismo para sincronizar el reloj en el origen.

P.2

En el sistema de referencia de laboratorio una barra de longitud en reposo l_0 se mueve paralela al eje x con velocidad $\vec{u} = u_y\ \hat{y}$. **Calcule el ángulo que forma la barra** con el eje x' en un sistema de referencia S' que se mueve con velocidad $\vec{v} = v\ \hat{x}$. ¿Cuál es la causa de este fenómeno?

Sea A el extremo izquierdo de la barra y B el extremo derecho. Usando las transformaciones de Lorentz se tiene que:

$$\begin{aligned} x'_A &= \gamma(x_A - v\ t_A) \\ x'_B &= \gamma(x_B - v\ t_B) \\ t'_A &= \gamma(t_A - v\ x_A/c^2) \\ t'_B &= \gamma(t_B - v\ x_B/c^2) \end{aligned}$$

donde $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}}$

Puesto que decir: ”la barra tiene una longitud l_0 en el sistema de laboratorio”significa medir en un mismo tiempo la posición del punto A y del punto B en este sistema, podemos escoger que $x_A = -l_0/2$, $x_B = l_0/2$, $t_A = t_B = 0$

De ese modo,

$$\begin{aligned} x'_A - x'_B &= \gamma(x_A - x_B) \\ t'_A - t'_B &= \gamma\ v/c^2(x_B - x_A) \end{aligned}$$

De lo cual se desprende que en el sistema S' medir el extremo B ocurre primero que medir el A (y recuperamos la idea de que dos eventos simultáneos en un sistema de referencial inercial pueden no serlo en otro sistema de referencia inercial).

Puesto que la barra está subiendo con velocidad $u_y\hat{y}$ en S, ¿Cuál será la velocidad de la barra en S'?

Para responder a esta pregunta usamos la transformación de velocidades:

$$u'_y = u_y\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Por lo tanto, el extremo A, medido desde S', ha subido una cantidad igual a $(t'_A - t'_B)u'_y$. De modo que el ángulo que forma la barra en el sistema S' es:

$$tan\ \theta' = \frac{(t'_A - t'_B)u'_y}{x'_B - x'_A} = \frac{v}{c^2}u_y\sqrt{1 - v^2/c^2}$$