Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Física

FI34A-03 Control 1

Profesor: **Sebastián López**
Auxiliares: Diego Muñoz
Sebastián Santana

4 de abril de 2005, Duración 2.5 Horas

Pregunta 1

a) Si la velocidad de la luz fuera menor de lo que realmente es, serían los efectos relativistas más o menos evidentes? Justifique. `[2 frases]`

b) Enuncie los dos postulados en los que se basa la Relatividad Especial. `[2 frases]`

c) ¿Para qué velocidad (en términos de c) se comete un error de 1 % al considerar transformaciones Galileanas?

d) Para 2 sistemas en movimiento relativo sólo según su eje X: explique por qué se dan las igualdades $y = y'$ y $z = z'$, pero no se dan las igualdades $V_y = V'_y$ y $V_z = V'_z$. `[Máximo 2 frases]`

e) El espectro de un cuásar muy lejano, muestra una línea de Hidrógeno a $\lambda = 2430$ Å, que corresponde a una línea conocida en los laboratorios terrestres a $\lambda = 1215$ Å. ¿Cuál es la velocidad del cuásar con respecto a la Tierra?

Pregunta 2 Una barra de largo propio L_0 lleva una pequeña luz verde en un extremo y una roja en el extremo opuesto. La barra se mueve con velocidad v relativa a un sistema inercial asumido en reposo. Un pequeño proyectil es disparado con velociad u, relativa a la barra, desde la posición donde se encuentra la luz verde hacia la luz roja (evento A). Cuando el proyectil alcanza la luz roja, ésta se enciende (Evento B).

a) ¿Cuál es el intervalo de tiempo en el sistema de la barra entre A y B ?

b) Usando **transformaciones de Lorentz** determine el intervalo de tiempo entre estos dos eventos medido desde el sistema inercial asumido en reposo.

c) Reemplace ahora el proyectil por un fotón de modo que ahora $u \to c$. Si el experimento se repite periódicamente, "*disparando*" fotones a intervalos de $\Delta\tau$, defina una frecuencia de emisión y deduzca el efecto Doppler midiendo ésta en ambos sistemas de referencia.

Pregunta 3

a) El diagrama de Minkowski de la figura muestra el sistema S representado por (x, t) y el sistema no ortogonal (ξ, τ) que no es más que un sistema de ejes ficticios que se relaciona proporcionalmente al sistema S' de ejes (x', ct') mediante $c\tau = \alpha \times ct'$ y $\xi = \alpha \times x'$ donde α es el factor de escala usual.

En el sistema S' hay una barra en reposo de largo propio L_0 (en el sistema de ejes reescalados se puede entender como ξ_0) y a su vez este sistema se mueve con velocidad v respecto a S según el eje x .

A Ud se le pide:

1) Trazar **claramente** líneas de simultaneidad arbitrariamente espaciadas tanto en el sistema S como en el sistema (ξ, τ)
2) Los eventos A y B corresponden a los extremos de la barra en algún instante del tiempo en (ξ, τ) de forma que sean eventos simultáneos en ese sistema. Prolongue las líneas de mundo de A y B.
3) Proyecte las longitudes de modo que se pueda medir el largo de la barra en S. ¿Qué valor toma la longitud medida en este sistema? Recuerde que las mediciones deben hacerse de forma *simultánea* para que sean válidas. Son simuláneos A y B en S ? Lo que se le pide es demostrar la contracción de Lorentz
4) Ahora haga lo mismo para el caso inverso. En el mismo diagrama considere una longitud L_1 esta vez medida en reposo desde S. Dibuje la barra en el diagrama y calcule la longitud que tendrá en S'. El resultado debe ser totalmente simétrico al anterior.
   HINT1: $\tan\delta = v/c$ y $\beta = v/c$.
   HINT2: $\alpha = \sqrt{\frac{1+\beta^2}{1-\beta^2}}$.

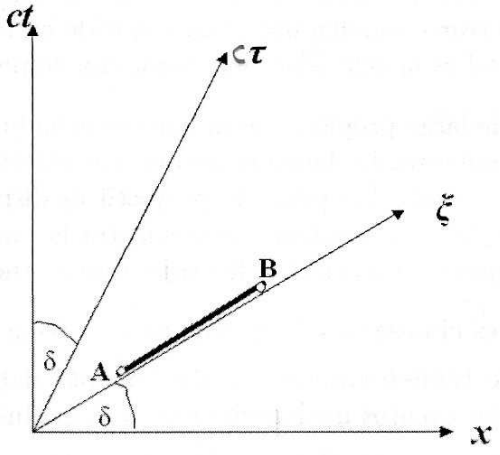

Figura 1: Diagrama de Minkowski. La barra en el sistema propio está representada por la separación **espacial** de los eventos A y B

b) Ahora estudiaremos un objeto con profundidad, como se ilustra en la Figura 2. Un observador en el origen O del sistema S ve pasar un cubo con velocidad v y aristas de lado l, cuya distancia de menor acercamiento a O es $h \gg l$. En esta posición es cuando salen los rayos de luz de la cara inferior y el observador **observa** el objeto.

Pruebe que el observador ve un cubo rotado pero no contraido (como se ve en la Figura 3), y calcule este *ilusorio* ángulo de rotación.

HINT1: Considere que los fotones emitidos por los vértices C y D demoran más que los emitidos por A y B para llegar a O.

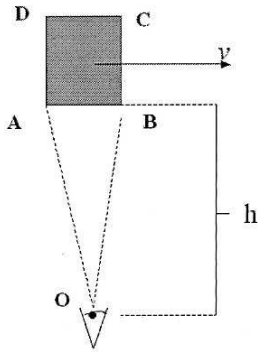

Figura 2: Cubo pasando frente al observador y emitiendo rayos de luz de su cara más cercana. $h \gg l$

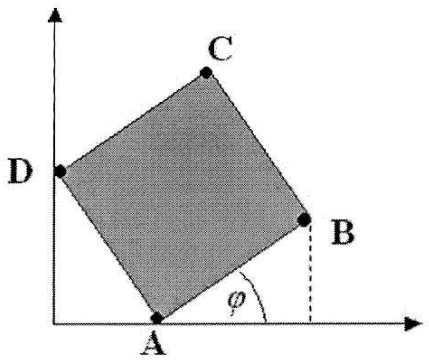

Figura 3: Cubo aparentemente rotado en un ángulo ϕ