Relatividad

Los astronautas de una nave interestelar que se desplazan a una velocidad de 0,8c llevan, según los relojes de la nave, 30 días exactos de viaje. ¿Cuánto tiempo han estado viajando según el centro de control de Tierra? Resultado: 50 días

Una vara de 1 m de longitud se mueve con respecto a nuestro sistema de referencia con una velocidad de 0,7c. ¿Cuál sería la longitud que mediríamos?

Resultado: ΔL_0= 0.71 m

4) Un cohete tiene una longitud de 100 m para un observador en reposo respecto al cohete. Calcular la longitud que tendrá cuando para este observador el cohete se mueva a 200000 km/h y cuando se mueva a 200000 km/s. Resultado: $\Delta L = 1.7\ 10^{-6}$ m ; L = 74.53 m

5) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una cierta velocidad. ¿Cuál será el valor de dicha velocidad para que la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X sea de 1m?

PAU ULL septiembre 2008

6) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0,8·c. ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

PAU ULL junio 2008

7) Una varilla, cuya longitud y masa en reposo son 3 m y 10 kg respectivamente, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0.8·c. ¿Cuál será la longitud y la masa de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado: L = 1,80 m m = 16,7 kg

PAU ULL septiembre 2011

8) Una varilla, cuya longitud en reposo es de 2 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0,7·c. ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado: L = 1,43 m

PAU ULL septiembre 2010

9) Vemos pasar una nave espacial una velocidad cercana a la velocidad de la luz y medimos que el segundero del reloj tarda 75 segundos en dar una vuelta. ¿Cuánto tiempo tardará en dar una vuelta el segundero si lo mide un tripulante de la nave? ¿Cuál es la velocidad de la nave respecto a nosotros?

Resultado: t' = 60 s; v = 0,6 c = 1,8 108 m/s

10) Analicemos un viaje espacial a una estrella que se encuentra a 2.10^{20} m de la Tierra. Un observador en reposo en la Tierra pone en marcha su cronómetro cuando ve pasar por delante de él la nave, que se aleja con una velocidad constante v=0.8c. Calcula la duración del viaje para el observador terrestre y para un ocupante de la nave.

Resultado: $t = 8{,}3\ 10^{11}$ s ; $t' = 4{,}97\ 10^{11}$ s

PAU ULL septiembre 2010

www.yoquieroaprobar.es

Los astronautas de una nave interestelar que se desplazan a una velocidad de 0,8c llevan, según los relojes de la nave, 30 días exactos de viaje. ¿Cuánto tiempo han estado viajando según el centro de control de Tierra? Resultado: 50 días

Hipótesis y modelo

- Modelo de relatividad de Einstein
- Transformaciones de Lorentz

Funciones y parámetros

$t = t' \cdot \gamma$

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

$v = 0,8c$

$t' = 30$ días

Cuestiones.

Calculamos γ y aplicamos la transformación de Lorentz-Fitzgerald para el tiempo

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-0,8^2}} = 1,667$

$t = 30 \cdot 1,667 = 50$ días

Una vara de 1 m de longitud se mueve con respecto a nuestro sistema de referencia con una velocidad de 0,7c. ¿Cuál sería la longitud que mediríamos? Resultado: $\Delta L_0 = 0.71$ m

Aplicando la transformación de Lorentz para longitudes

$l = \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}\, l' = \sqrt{1-\frac{0,7^2\cancel{c^2}}{\cancel{c^2}}} \cdot 1 = 0,714$ m

Un cohete tiene una longitud de 100 m para un observador en reposo respecto al cohete. Calcular cuánto cambiará su longitud cuando para este observador el cohete se mueva a 200000 km/h y qué longitud observará cuando se mueva a 200000 km/s.

Resultado: $\Delta L = 1.7\ 10^{-6}$ m ; L = 74.53 m

www.yoquieroaprobar.es

Aplicando la contracción de Lorentz_Fitzgerald

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Como $v = 2 \cdot 10^5 \frac{km}{h} \cdot \frac{10^3 m}{1 km} \cdot \frac{1h}{3600 s} = 5{,}55 \cdot 10^4 \, m/s$

$$v = \frac{5{,}55 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^8} = 1{,}85 \cdot 10^{-4} c$$

$$l = 100 \cdot \sqrt{1 - \frac{(1{,}85 \cdot 10^{-4} c)^2}{c^2}} = 100 \sqrt{1 - (1{,}85 \cdot 10^{-4})^2} = 99{,}999 \, m$$

Se habrá reducido en:

$$\Delta l = 100 - 100 \sqrt{1 - (1{,}85 \cdot 10^{-4})^2} = 1{,}7 \cdot 10^{-6} \, m$$

Si $v = 2 \cdot 10^8 \, m/s = 0{,}666 \, c$

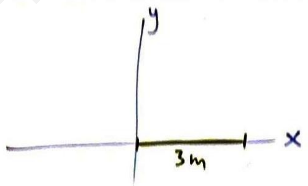
$$l = 100 \sqrt{1 - \frac{(0{,}6666)^2 \cancel{c^2}}{\cancel{c^2}}} = 100 \cdot 0{,}745 = 74{,}53 \, m$$

Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una cierta velocidad. ¿Cuál será el valor de dicha velocidad para que la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X sea de 1m?

PAU ULL septiembre 2008

Hipótesis y modelo

- Modelo de relatividad de Einstein
- Transformaciones de Lorentz



Funciones y parámetros

$$l = l'/\gamma$$

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

$l' = 3m$

$l = 1m$

Cuestiones

Aplicando la transformación de Lorentz para longitudes.

$$1 = 3/\gamma \Longrightarrow \gamma = 3$$

$$\gamma = 3 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \; ; \; 9 = \frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} \; ; \; 1 - \frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{9}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9} \; ; \; v^2 = \frac{8}{9} c^2 \; ; \; v = \frac{\sqrt{8}}{3} \cdot c = 0{,}942 \, c$$

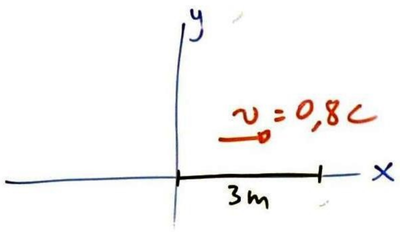
www.yoquieroaprobar.es

Una varilla, cuya longitud en reposo es de 3 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0,8·c. ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

PAU ULL junio 2008

Hipótesis y modelo

- Modelo de relatividad de Einstein
- Transformaciones de Lorentz



Cuestiones

Aplicando la transformación de Lorentz para longitudes:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-0,8^2}} = 1,667$$

$$l = \frac{3m}{1,667} = 1,8m$$

Funciones y parámetros

$$l = l'/\gamma$$

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

$$v = 0,8c$$

www.yoquieroaprobar.es

Una varilla, cuya longitud y masa en reposo son 3 m y 10 kg respectivamente, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0.8·c. ¿Cuál será la longitud y la masa de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado: L = 1,80 m m = 16,7 kg

PAU ULL septiembre 2011

Funciones y parámetros

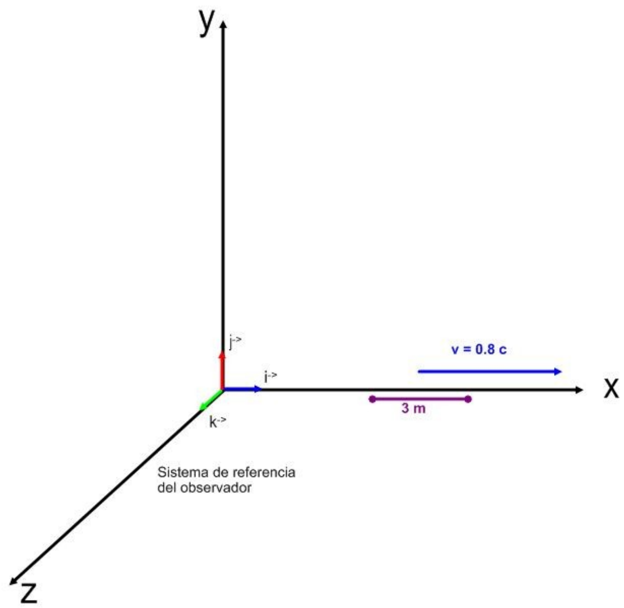
$$l = l'/\gamma$$

$$m = \gamma m_0$$

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

$$l' = 3m$$

$$m_0 = 10 kg$$



Aplicamos las transformaciones de Lorentz para $v = 0,8\,c$

Calculamos γ

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,8c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0,64\cancel{c^2}}{\cancel{c^2}}}} = 1,67$$

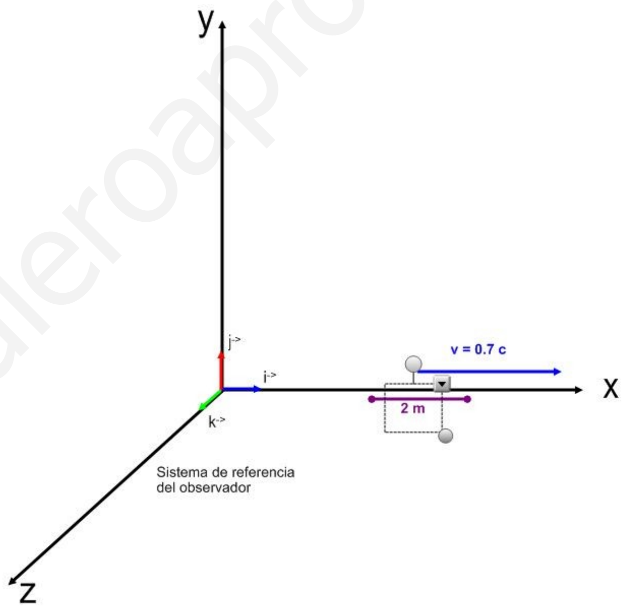
$$l = \frac{3\,(m)}{1,67} = 1,80\ m$$

$$m = 1,67 \cdot 10\,(kg) = 16,7\ kg$$

Una varilla, cuya longitud en reposo es de 2 m, está colocada a lo largo del eje X de un sistema de coordenadas, y se mueve en esa dirección con una velocidad de 0,7·c. ¿Cuál será la longitud de la varilla medida por un observador situado en reposo sobre el eje X?

Resultado: L = 1,43 m

PAU ULL septiembre 2010



Funciones y parámetros

$$l = l'/\gamma$$

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

$$l' = 2\ m$$

Aplicamos las transformaciones de Lorentz para $v = 0,7\,c$

Calculamos γ

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0,7c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0,49\cancel{c^2}}{\cancel{c^2}}}} = 1,40$$

$$l = l'/\gamma = \frac{2\ m}{1,40} = 1,43\ m$$

www.yoquieroaprobar.es

Vemos pasar una nave espacial una velocidad cercana a la velocidad de la luz y medimos que el segundero del reloj tarda 75 segundos en dar una vuelta. ¿Cuánto tiempo tardará en dar una vuelta el segundero si lo mide un tripulante de la nave? ¿Cuál es la velocidad de la nave respecto a nosotros?

Resultado: t' = 60 s; v = 0,6 c = 1,8 10^8 m/s

Hipótesis y modelo

- Aplicamos las transformaciones de Lorentz

Funciones y parámetros

$t = \gamma t'$

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

El reloj está en reposo respecto al astronauta de la nave, luego verá que el segundero tarda 60 s en dar una vuelta.

tiempo propio $t' = 60$ s

Para el observador fuera de la nave, $t = 75$ s

$75 = \gamma \cdot 60 \qquad \gamma = \frac{75}{60} = 1{,}25$

Para calcular v

$1{,}25 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad 1{,}25^2 = \frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}} \quad ; \quad 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{1{,}25^2}$

$-\frac{v^2}{c^2} = \frac{1}{1{,}25^2} - 1 \qquad \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{1{,}25^2} = 0{,}36$

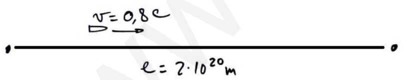
$v^2 = 0{,}36\, c^2 \qquad v = \sqrt{0{,}36 c^2} = 0{,}6\, c = 0{,}6 \cdot 3 \cdot 10^8 = 1{,}8 \cdot 10^8$ m/s

Analicemos un viaje espacial a una estrella que se encuentra a 2.10^{20} m de la Tierra. Un observador en reposo en la Tierra pone en marcha su cronómetro cuando ve pasar por delante de él la nave, que se aleja con una velocidad constante v=0.8c. Calcula la duración del viaje para el observador terrestre y para un ocupante de la nave.

Resultado: t = 8,3 10^{11} s ; t' = 4,97 10^{11} s

PAU ULL septiembre 2010

Aplicamos física relativística y transformaciones de Lorentz



$t = \gamma t'$

$v = 0{,}8\, c$

$e = 2 \cdot 10^{20}$ m $\simeq 21000$ años-luz

1 año-luz $= 9{,}5 \cdot 10^{15}$ m

El tiempo que la nave tardará en llegar a la estrella para el observador terrestre será:

$t = \frac{e}{v} = \frac{2 \cdot 10^{20} (m)}{0{,}8 \cdot 3 \cdot 10^{8} (m/s)} = 8{,}3 \cdot 10^{11}$ s $\simeq 26424$ años

Para el sistema de la nave, el valor de γ será:

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{(0{,}8c)^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{0{,}64c^2}{c^2}}} = 1{,}67$

El tiempo se contraerá para el observador de la nave en proporción a γ

$t' = \frac{t}{\gamma} = \frac{8{,}3 \cdot 10^{11}\, s}{1{,}67} = 5 \cdot 10^{11}$ s $\simeq 15823$ años

www.yoquieroaprobar.es