

Respuestas Problemas de Relatividad (1^{er} grupo)

- 1) Ver documento relatividad_9
- 2) 1×10^{-4} segundos antes de la 1:00 p.m.
- 3) $v = 0.141 c$
- 4) 6378 cm
- 5) 600 cm^3
- 6) 11.6 días
- 7) 4.32 m, $3 \times 10^{-8} \text{ s}$, 7.2 m
- 8) $v = 0.548 c$
- 9) 1.553 MeV
- 10) 724.5 m_{oe}

Respuestas Problemas Relatividad (2^{do} grupo)

1) $v = \sqrt{\frac{2}{3}} c$

2) $4 \times 10^{-13} \text{ s}$

3) $\phi = \phi(x', y', z', t')$ (1)

$x' = x'(x, y, z, t)$ (2)

$y' = y'(x, y, z, t)$ (3)

$t' = t'(x, y, z, t)$ (4)

$$\nabla^2 \phi(x, y, z, t) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi(x, y, z, t)}{\partial t^2} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{\partial \phi}{\partial x'} \frac{\partial x'}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial y'} \frac{\partial y'}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial z'} \frac{\partial z'}{\partial x} + \frac{\partial \phi}{\partial t'} \frac{\partial t'}{\partial x} \quad (7)$$

TG $\Rightarrow x' = x - vt ; y' = y ; z' = z ; t' = t$ (8)

$$\frac{\partial \phi}{\partial x} = \frac{\partial \phi}{\partial x'} \Rightarrow \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \phi}{\partial x'} \right) = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x'^2} \quad (9)$$

Similarmente $\frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y'^2} ; \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial z'^2}$ (10)

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} = ?$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{\partial \varphi}{\partial x'} \frac{\partial x'}{\partial t} + \frac{\partial \varphi}{\partial y'} \frac{\partial y'}{\partial t} + \frac{\partial \varphi}{\partial z'} \frac{\partial z'}{\partial t} + \frac{\partial \varphi}{\partial t'} \frac{\partial t'}{\partial t} \quad (11)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = -v \frac{\partial \varphi}{\partial x'} + \frac{\partial \varphi}{\partial t'} \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = \left(-v \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x' \partial t'} \right) (-v) + \left(-v \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x' \partial t'} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t'^2} \right) \quad (13)$$

Case (6), (9), (10) y (13):

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z'^2} - \frac{1}{c^2} \left(-2v \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x' \partial t'} + v^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t'^2} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z'^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t'^2} + \frac{1}{c^2} \left(2v \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x' \partial t'} - v^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} \right) = 0 \quad (14)$$

⇒ La ecuación de onda no es invariante bajo la TG's
 pague la forma de la ecuación ⁽¹⁴⁾ no es

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z'^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t'^2} = 0.$$

$$4) \vec{r} = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j}$$

$$x(t) = 0.739 ct$$

$$y(t) = 0.301 ct$$

$$5) 11.11 \times 10^{-8} \text{ s}, 8.89 \times 10^{-8} \text{ s}, 16 \text{ m}$$

6) ✓ Distancia que el mesón viajaría (si no hubiese obstáculo) medida por el observador O = 9461,04 m

✓ El observador O dirá que el mesón choca con La Tierra pues la distancia que viaja (sin obstáculos) antes de decaer (9461,04 m) es mayor que 6000 m.

✓ Con respecto al observador O' (fijo al mesón), la Tierra se mueve 379.28 m.

✓ La distancia que viajaría el mesón antes de decaer (sin ningún obstáculo) medida por O' sería 598.8 m

✓ El observador O' dirá que el mesón choca con la Tierra.

$$7) 1.6 \text{ s}$$

8) El viajero O' regresa 4 años más joven que su gemelo O.

$$9) a) 3 \times 10^{-7} \text{ s} \quad b) 10^{-7} \text{ s}$$

$$10) 10 \text{ segundos}, 90 \text{ segundos}$$