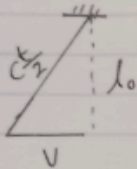


Ti Sulistowati
2313022040

No.

Date

Tinjau kembali ke Pemuaian Waktu



$$l_0^2 = \left(c \frac{t}{2}\right)^2 - \left(V \frac{t_0}{2}\right)^2 = \frac{t^2}{4} (c^2 - V^2)$$
$$t^2 = \frac{4 l_0^2}{c^2 (1 - \frac{V^2}{c^2})}$$

$$t = \frac{2 l_0 / c}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} = \frac{l_0}{\sqrt{1 - V^2/c^2}} \rightarrow \text{Penc. dilatasi waktu}$$

Ditanya : t_0 = waktu yg diukur dalam kerangka diam

t = waktu yg diukur bergerak

V = kecepatan relatif antara 2 kerangka

c = kecepatan cahaya

Syarat - syarat dalam transformasi waktu :

1. Pengamat diam atau bergerak waktu dan ruang mengalami dilatasi
2. Gerak relatif antara rocket dan pengamat harus konstan
3. Kecepatan V harus lebih kecil dari kecepatan cahaya c , yaitu $V < c$.

Contoh Soal : Berapa kec rocket, jika rocket bergerak dg waktu $t_0 = 3600$ s dan di kerangka diam waktu yg terukur adalah $t = 3601$ s. Berapakah kec V rocket?

Jawab : Gunkan penc dilatasi waktu

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

$$\text{Substitusi nilai : } \frac{t_0}{t} = \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} \quad \text{kuadrat 2 sisi}$$

$$\left(\frac{t_0}{t}\right)^2 = 1 - \frac{V^2}{c^2}$$

$$V^2 = c^2 \left(1 - \frac{t_0^2}{t^2}\right)$$

$$V = \left(\sqrt{1 - \frac{3600^2}{3601^2}}\right) c$$

Efek Doppler Relativistik

↳ terjadi ketika sumber cahaya atau pengamat bergerak relatif satu sama lain dg kecepatan mendekati c .

$$f = f_0 \frac{1 + V/c}{1 - V/c}$$

Jika sumber mendekati pengamat, frekuensi meningkat & jika sumber menjauhi pengamat, frekuensi menurun.

Efek Doppler Transversal cahaya

Persamaan dasar :

$$t' = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

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

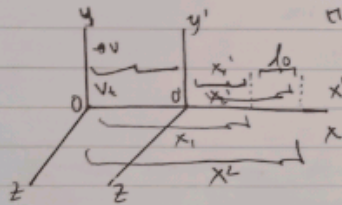
$$t' = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$f = f_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Terjadi ketika kecepatan v adlhr kec.
Pengamat relatif tdrpd sumber cahaya

Persamaan umum:

$$f = f_0 \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} \Rightarrow \text{Pergerakan Frekuensi akibat gerak relatif antara sumber \& pengamat benda yg bergerak dengan kecepatan } v \text{ akan tampak lebih pendek dari panjang muatan: } (L_0)$$



$$L_0 = x_2' - x_1' \quad \text{Dengan transformasi Lorentz}$$

$$L = x_2 - x_1$$

$$x_1' = \frac{x_1 - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \text{ \& \quad } x_2' = \frac{x_2 - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\text{Diperoleh: } x_1 = vt + x_1' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$x_2 - x_1 = (x_2' - x_1') \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$\text{Sehingga: } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

T. Alisrawati

22.10.2020

Percepatan Masalah

1. Sebuah roket bergerak dengan kecepatan v sehingga tampak memendek 2%, berapa kecepatan roket tersebut?

Pertanyaan

Diketahui: $L = 2\% \Rightarrow L = 0,98 \times L_0$
 $v = v$

Ditanya: kecepatan roket (v)

$$L = L_0 \sqrt{\frac{1-v^2}{c^2}}$$
$$0,98 \times L_0 = L_0 \sqrt{\frac{1-v^2}{c^2}}$$
$$0,98 = \sqrt{\frac{1-v^2}{c^2}} \Rightarrow (0,98)^2 = \frac{1-v^2}{c^2}$$

$$0,9604 = \frac{1-v^2}{c^2}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - 0,9604 \Rightarrow 0,0396$$

$$v = c \times \sqrt{0,0396}$$

$v = c \times 0,199$, jadi kecepatan roket adalah 0,199c atau sekitar 19,9%

2. Diameter bumi 12.740 km, bumi berputar dengan kecepatan $v = 2 \cdot 10^8$ m/s. berapa pertambahan panjang menurut pengamat bergerak?

Diketahui: $L_0 = 12.740 \text{ km} = 1,274 \times 10^7 \text{ m}$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$

Ditanya: ΔL ?

$$\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{2 \times 10^8}{3 \times 10^8} \right)^2 \Rightarrow \left(\frac{2}{3} \right)^2 = \frac{4}{9} = 0,4444$$

$$L = L_0 \sqrt{1 - 0,4444} \Rightarrow L = L_0 \sqrt{0,5556} \Rightarrow 1,274 \times 10^7 \times 0,7459$$

$$L = 9,49 \times 10^6 \text{ m}$$

Pertambahan Panjang

$$\Delta L = L_0 - L \Rightarrow 1,274 \times 10^7 - 9,49 \times 10^6$$

$$= 3,25 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\Delta L = 3,250 \text{ km}$$

3. Sebuah pipa panjang PVC panjangnya 1 m membentuk sudut 60° terhadap sumbu x. Berapa panjang PVC tsbt jika bergerak sepanjang sumbu x dg kec 0,8c

Diketahui: $L_0 = 1 \text{ m}$

$v = 0,8c$

Kasus 3: Terorisme Perilaku Perilaku

Misalkan sebuah robot

$$\theta = 60^\circ$$

Ditanya: L' ?

$$\text{Komponen sejajar sumbu } x = L_x = L_0 \cos \theta = 1 \cdot \cos 60^\circ = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{tegak lurus sumbu } x = L_y = L_0 \sin \theta = 1 \cdot \sin 60^\circ = 0,866 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Konstruksi pd komponen sejajar: } L_x' &= L_x \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \\ &= 0,5 \sqrt{1 - (0,8)^2} = 0,5 \sqrt{1 - 0,64} \\ &= 0,5 \sqrt{0,36} \Rightarrow 0,5 \times 0,6 \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Komponen tegak lurus } L_y \text{ tetap: } L_y' = 0,866 \text{ m}$$

Panjang total setelah kontraksi:

$$L' = \sqrt{(L_x')^2 + (L_y')^2} = \sqrt{(0,3)^2 + (0,866)^2} = \sqrt{0,09 + 0,75} = \sqrt{0,84} = 0,916 \text{ m}$$

Perubahan sudut:

$$\tan \theta' = \frac{L_y'}{L_x'} = \frac{0,866}{0,3} = 2,887$$

$$\theta = \tan^{-1}(2,887) = 70,9^\circ, \text{ jadi panjang batang adalah } 0,916 \text{ m}$$

Sudut batang thdp sumbu x dari 60° menjadi $70,9^\circ$.

Problema:

4. Diketahui: $v_1 = 15 \text{ c}$

$$v_2 = 2 \text{ c}$$

Ditanya: Non relatif? dan relatif

Jawab:

$$a. \quad v = v_1 + v_2$$

$$= 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$b. \quad v = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}} = \frac{15 + 2}{1 + \frac{15 \cdot 2}{(3 \times 10^8)^2}} = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$5. \text{ Dik: } v_A = 0,8 \text{ c}$$

$$v_B = 0,6 \text{ c}$$

Dit: a, b, c ?

a. kec A menurut pengamat = $0,8 \text{ c}$

kec B = $0,6 \text{ c}$

b. kec pengamat A menurut B

$$v' = \frac{v_A - v_B}{1 - \frac{v_A v_B}{c^2}} = \frac{0,8 \text{ c} - (-0,6 \text{ c})}{1 - \frac{(0,8)(-0,6)}{c^2}} = \frac{0,8 \text{ c} + 0,6 \text{ c}}{1 + 0,48} = \frac{1,4 \text{ c}}{1,48} = 0,946 \text{ c}$$