

$$L_0^2 = \left(c \frac{t_0}{2}\right)^2 - \left(v \frac{t_0}{2}\right)^2$$

$$= \frac{t_0^2}{4} (c^2 - v^2)$$

$$L^2 = \frac{4L_0^2}{(c^2 - v^2)}$$

$$L = \frac{2L_0/c}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$t = \frac{L_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \rightarrow \text{persamaan dilatasi waktu}$$

Dimana:

t_0 = waktu yang di ukur dalam kerangka diam

t = waktu yang di ukur dalam kerangka bergerak

v = kecepatan Relatif antara 2 kerangka

c = kecepatan cahaya

Syarat-syarat dalam transformasi Waktu:

- pengamat dan akan melihat waktu dalam roket mengalami dilatasi
- Gerak relatif antara roket dan pengamat harus konstan
- kecepatan v harus lebih kecil dari kecepatan cahaya c yaitu $v < c$

Contoh soal

- * berapa kecepatan roket, jika roket bergerak dengan waktu $t_0 = 3600$ detik dan dalam kerangka diam (bumi) waktu yang terukur adalah $t = 3601$ detik. berapakah kecepatan v roket tersebut?

Jawab

Gunakan persamaan dilatasi waktu

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

Substitusikan

$$\frac{t_0}{t} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad \text{kuadratkan kedua sisi}$$

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

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

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

efek doppler relativistik

↳ terjadi ketika sumber cahaya atau pengamat bergerak relatif satu sama lain dengan kecepatan menderati c .

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

dimana: f_0 = frekuensi sumber dalam kerangka diam

f = frekuensi yang diterima Pengamat

v = kecepatan relatif antara sumber dan Pengamat

c = kecepatan cahaya

Jika sumber mendekati Pengamat, frekuensi meningkat jika sumber menjauhi Pengamat, frekuensi

efek doppler transversal cahaya

Persamaan dasar:

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

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

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

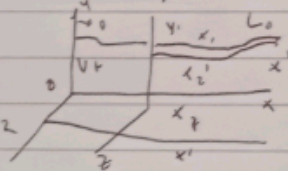
$$f = f_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

terjadi ketika kecepatan v adalah kecepatan pengamat relatif terhadap sumber daya

Persamaan umum

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

- Pergerakan frekuensi akibat gerak relatif antara sumber & Pengamat benda bergerak dengan kecepatan v akan tampak lebih pendek dari panjang muatan: (L_0)



Problema masalah

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

Penyelesaian:

Diket : roket memendek 2% $\rightarrow L = 0.98 \times L_0$

Ditanya : kecepatan roket (v)

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

$$0.98 \times L_0 \sqrt{\frac{1-v^2}{c^2}}$$

$$0 \sqrt{\frac{1-v^2}{c^2}} \rightarrow (0.98)^2 = \frac{1-v^2}{c^2}$$

$$0.9604 = \frac{1-v^2}{c^2}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - 0.9604$$

$$= 0.0396$$

$$v = c \times \sqrt{0.0396}$$

$v = c \times 0.199$, jadi kecepatan roket tersebut 0,199c atau sekitar 19,9%

2. ~~Diameter~~ ~~bumi~~ ~~Bersatara~~ bumi 12.740 Km dan bulan

Sebuah Pita Panjang Puc tsb jika bergerak sepanjang sumbu x dengan kecepatan $0,9c$ daerah sudutnya berubah

Jawab

Diket: ~~$40 \times 10^{-2} = 0,02$~~

$L_0 = 1 \text{ m}$

~~$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$~~

$v = 0,8c$

~~$L = (1 - 0,02) L_0 = 0,98 L_0$~~ $\theta = 60$

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

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

konstans. pada komponen sejajar

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

$$= 0,5 \sqrt{1 - (0,8)^2}$$

$$= 0,5 \sqrt{1 - 0,64}$$

$$= 0,5 \sqrt{0,36}$$

$$= 0,5 \times 0,6 = 0,3 \text{ m}$$

Komponen tegak lurus L_y tetap

$$L_y' = 0,866 \text{ m}$$

Panjang total setelah kontraksi

$$L_1 = \sqrt{(L_x')^2 + (L_y')^2}$$

$$= \sqrt{(0,3)^2 + (0,866)^2}$$

$$= \sqrt{0,09 + 0,75}$$

$$= \sqrt{0,84} = 0,916 \text{ m}$$

Perubahan sudut

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

$$\theta = \tan^{-1}(2,887) = 70,9^\circ$$

Jadi panjang batang menjadi $0,916 \text{ m}$

Sudut batang terhadap sumbu x berubah dari 60° menjadi $70,9^\circ$