

Tugas 5

Nama : Indah Sukma Melati

NPM : 2213022047

M.k : Teori Relativitas

① Diketahui:

Waktu di bumi ($\Delta t'$) = 1 jam $\rightarrow \Delta t = 3600$ detik

Waktu di roket (Δt_0) = 1 jam - 1 detik = 3600 detik - 1 detik = 3599 detik.

Ditanya:

kecepatan roket v ?

Penyelesaian:

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

$$\rightarrow \text{Nilai } \frac{v}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{3599}{3600}\right)^2}$$

$$3600 = \frac{3599}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - 0.999941 \dots}$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{3599}{3600}$$

$$\frac{v}{c} = \sqrt{0.000558 \dots}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{3599}{3600}\right)^2$$

$$\frac{v}{c} = 0.02357 \text{ c}$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{3599}{3600}\right)^2$$

Jadi, kecepatan roket tersebut adalah sekitar
0.02357 kali kecepatan cahaya.

② Diketahui:

$H = 200 \text{ km}$

$v = 0.99 \text{ c}$

$\Delta t_0 = 2.5 \times 10^{-8} \text{ detik}$

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

Ditanya:

ketinggian saat terintegrasi menurut pengamat bumi?

Penyelesaian:

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.99)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.9801}} = \frac{1}{\sqrt{0.0199}} = 7.089$$

Waktu hidup meson yang diamati dari bumi akan mengalami dilatasi waktu.

$\Delta t = \gamma \times \Delta t_0$

$$\Delta t = 7.089 \times (2.5 \times 10^{-8} \text{ s}) = 1.77225 \times 10^{-7} \text{ s}$$



Menghitung jarak yang ditempuh meson sebelum berintegrasi (b)

$$L = v \times \Delta t$$

$$L = (0,99 \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}) \times (1,77225 \times 10^{-7} \text{ s})$$

$$L = (2,97 \times 10^8 \text{ m/s}) \times (1,77225 \times 10^{-7} \text{ s}) = 5260 \text{ m.}$$

Jarak ini setara dengan 5,26 km.

$$\text{ketinggian akhir} = \text{ketinggian awal} - \text{ketinggian}$$

$$= 200 \text{ km} - 5,26 \text{ km}$$

$$= 194,74 \text{ km} \text{ Meson akan berintegrasi menurut Pengamat bumi.}$$

(3) Diketahui:

$$v = 0,97 c$$

$$f_0 = 104 \text{ Pulsa/s}$$

Ditanya: f' ?

Penyelesaian:

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

$$f' = 104 \sqrt{\frac{1-0,97c/c}{1+0,97c/c}} = 104 \cdot \sqrt{\frac{1-0,97}{1+0,97}}$$

$$= 104 \cdot \sqrt{\frac{0,03}{1,97}}$$

$$f' = 104 \cdot \sqrt{0,0152284}$$

$$f' = 104 \cdot 0,123402 \dots$$

$$f' = 12,83 \text{ Pulsa/s.}$$

(4) Diketahui: $v = 0,6c$

$$L = 45 \text{ m (Pengamat terhadap Peron)}$$

$$L = 45 \text{ m}$$

$$\text{Jawab: } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1-(0,6)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1-0,36}} = \frac{1}{\sqrt{0,64}} = \frac{1}{0,8} = 1,25$$

a. Waktu yang diamati oleh pengamat di Peron

$$\Delta t = \frac{L}{v} = \frac{45 \text{ m}}{0,6 c} = \frac{45 \text{ m}}{0,6 \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 2,5 \times 10^{-7} \text{ s.}$$

b. Panjang sebenarnya (Panjang diam) kereta.

$$L = \frac{L_0}{\gamma} = L_0 \cdot \frac{1}{\gamma}$$

$$L_{\text{kereta}} - 0 = \gamma \times L_{\text{kereta}} - \text{Peron} = 1,25 \times 45 \text{ m} \\ = 56,25 \text{ m}$$



c. Panjang peron menurut pengamat kereta

$$L = \frac{L_0}{\gamma}$$

$$L_{\text{peron-kereta}} = \frac{L_{\text{peron-0}}}{\gamma} = \frac{45 \text{ m}}{1.25} = 36 \text{ m}$$

d. Waktu yang diperlukan suatu titik pada peron untuk melewati panjang kereta secara penuh, menurut pengamat dalam kereta.

$$\Delta t_{\text{kereta}} = \frac{L_{\text{kereta-0}}}{v} = \frac{56.25 \text{ m}}{0.6c} = 3.125 \times 10^{-7} \text{ s}$$

e. Pengamat di kereta melihat kereta lebih panjang (56,25 m) dari pada peron yang bergerak (36 m) jarak antara ujung depan kereta dan ujung belakang peron dari sudut pandang kereta $\Delta x_{\text{kereta}} = L_{\text{kereta-0}} - L_{\text{peron-kereta}}$

$$= 56.25 \text{ m} - 36 \text{ m}$$

$$= 20.25 \text{ m.}$$

Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak ini $\Delta t_{\text{internal}} = \frac{\Delta x_{\text{kereta}}}{v}$

$$= \frac{20.25 \text{ m}}{0.6c} = 1.125 \times 10^{-7} \text{ s.}$$

(5) Diketahui: $V_{AE} = 0.9c$

$$V_{BA} = 0.5c$$

Ditanya: A. $V_{RE} = V_{AE} + V_{BA}$

$$= 0.9c + 0.5c = 1.4c$$

$$B. V_{RE} = \frac{V_{AE} + V_{BA}}{1 + \frac{V_{AE} \cdot V_{BA}}{c^2}}$$

$$V_{RE} = \frac{0.9c + 0.5c}{1 + \frac{(0.9c)(0.5c)}{c^2}} = \frac{1.4c}{1 + \frac{0.45c^2}{c^2}} = \frac{1.4c}{1.45} = \frac{1.4}{1.45}c = 0.9655c.$$

Jadi, menurut mekanika klasik, kecepatan pesawat Rusia terhadap Bumi adalah

1.4c Sedangkan menurut teori relativitas Einstein, kecepatan pesawat

Rusia terhadap bumi adalah 0.9655c.

⑥ Diketahui: $m_0 = 100 \text{ kg}$

$$m = 101 \text{ kg}$$

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

Ditanya: $v = ?$

$$\text{Jawab: } \frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\Rightarrow v = c \sqrt{1 - \left(\frac{100 \text{ kg}}{101 \text{ kg}}\right)^2}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0}{m}$$

$$v = c \sqrt{1 - (0,9900992)^2}$$

$$v = c \sqrt{1 - 0,980296}$$

$$v = c \sqrt{0,019704}$$

$$v = c (0,14037)$$

$$v = 0,14c \text{ atau } 14\%$$

dari kecepatan cahaya.

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$v^2 = c^2 - \left(1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2\right)$$

$$v = c \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$$

⑦ Diketahui: $V = 5 \text{ MV} = 5 \times 10^6 \text{ V}$

$$m_0 = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

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

Jawab:

a. Menghitung energi kinetik

$$k = eV = (1,602 \times 10^{-19}) \times (5 \times 10^6) = 8,01 \times 10^{-13} \text{ J}$$

b. Menghitung massa elektron saat bergerak (m)

$$E_0 = m_0 c^2 = (9,109 \times 10^{-31}) \times (3 \times 10^8)^2 = 8,1981 \times 10^{-14} \text{ J}$$

$$E = E_0 + k = 8,1981 \times 10^{-14} + 8,01 \times 10^{-13} = 8,8298 \times 10^{-13} \text{ J}$$

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{8,8298 \times 10^{-13}}{(3 \times 10^8)^2} = 9,81 \times 10^{-30} \text{ kg}$$

c. Menghitung kecepatan elektron

$$v = \frac{m}{m_0} = \frac{9,81 \times 10^{-30}}{9,109 \times 10^{-31}} = 10,77$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = (3 \times 10^8) \sqrt{1 - \frac{1}{(10,77)^2}}$$
$$= 2,907 \times 10^8 \text{ m/s.}$$