

Fisika modern

Nama : Hefi Putri Anggraini

NPM/Kelas : 2313022020 / 23B

① Diketahui :

- Panjang meteran di kerangka acuan O' (diam) = L_0
- Pengamat O' bergerak relatif terhadap O dengan laju u .
- Panjang meteran yang diukur oleh pengamat O (bergerak) adalah $L : x_2 - x_1$

Di Tanya :

Persamaan Penyusutan Panjang yang mengaitkan L dan L_0 ?

Di Jawab :

- Transformasi lorentz untuk koordinat ruang dan waktu.

$$x' = \gamma (x - ut)$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{ux}{c^2} \right)$$

dengan :

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

- misal meteran diam di kerangka acuan O' dengan ujung-ujungnya berada di x'_1 dan x'_2 . maka panjang meteran di kerangka acuan O' adalah :

$$L_0 = x'_2 - x'_1$$

- $t = t' = 0$.

Dengan menggunakan transformasi lorentz, Kita dapat menuliskan

x'_1 dan x'_2 dalam koordinat kerangka acuan O :

$$x'_1 = \gamma (x_1 - ut) = \gamma x_1$$

$$x'_2 = \gamma (x_2 - ut) = \gamma x_2$$

maka, Panjang ~~Panjang~~ meteran yang diukur pengamat di kerangka acuan O adalah :

$$L = x_2 - x_1 = \frac{x'_2 - x'_1}{\gamma} = \frac{L_0}{\gamma}$$

Jadi, Persamaan Penyusutan Panjang yang mengaitkan L dan L_0 adalah :

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

2. Di Ketahui :

• $E : 25 \text{ GeV}$

• $d : 3000 \text{ m}$

• $m_0 = 0,511 \text{ MeV}/c^2$

• $c : 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Di Tanya :

- Kecepatan elektron yang energinya 25 GeV
- waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 300 m ?
- Panjang akselerator dalam kerangka acuan elektron?
- waktu tempuh elektron dalam kerangka acuan inersianya sendiri?

a) $E = \gamma m_0 c^2$

$$\gamma = \frac{E}{m_0 c^2}$$

$$= \frac{25 \times 10^9 \text{ eV}}{0,511 \times 10^6 \text{ eV}}$$

$$= 4,89 \times 10^4$$

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

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{1}{(4,89 \times 10^4)^2}$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{(4,89 \times 10^4)^2}}$$

$$v \approx c (1 - 1,05 \times 10^{-10})$$

$$\approx 2,99999 \times 10^8 \text{ m/s}$$

selisih dengan kecepatan cahaya

$$c - v \approx 0,031 \text{ m/s}$$

maka, elektron hampir bergerak dengan kecepatan gaya

b) $t = \frac{d}{v} = \frac{3000 \text{ m}}{2,99999 \times 10^8 \text{ m/s}}$

$$\approx 1,0000000001 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$\approx 10 \text{ ns}$$

c) $L' = L \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$. karena $\gamma \approx 4,89 \times 10^4$, maka : $L' = \frac{3000}{4,89 \times 10^4}$

$$\approx 0,061 \text{ m}$$

$$\approx 6,1 \text{ cm}$$

d) $t' = \frac{t}{\gamma} = \frac{10^{-5}}{4,89 \times 10^4} = 2,04 \times 10^{-9} \text{ s}$

$$= 0,204 \text{ ns}$$

3. Diketahui :

$$\bullet \lambda_0 = 122 \text{ nm}$$

$$\bullet \lambda_1 = 366 \text{ nm}$$

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

Ditanya :

a. Kecepatan galaksi v jika spektrum bergeser dari λ_0 menjadi λ_1 ?

b. Panjang gelombang baru λ jika galaksi mendekati kita dengan kecepatan yang sama ?

Di Jawab :

$$\begin{aligned} \text{a. } \frac{\lambda_1}{\lambda_0} &= \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \\ \frac{366 \text{ nm}}{122 \text{ nm}} &= \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \\ 3 \text{ nm} &= \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}} \\ g &= \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g(1 - \frac{v}{c}) &= 1 + \frac{v}{c} \\ g - g \frac{v}{c} &= 1 + \frac{v}{c} \\ 8 &= 10 \frac{v}{c} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{8}{10} c = 0,8 c \\ &= 0,8 (3 \times 10^8 \text{ m/s}) \\ &= 2,4 \times 10^8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

maka, kecepatan galaksi yaitu $2,4 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$\text{b. } \frac{\lambda''}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}$$

$$\begin{aligned} \lambda'' &= \lambda_0 \times \sqrt{\frac{1 - 0,8}{1 + 0,8}} \\ &= 122 \times \sqrt{\frac{0,2}{1,8}} \\ &= 122 \times \sqrt{0,1111} \\ &= 122 \times 0,3323 \\ &= 40,67 \text{ nm} \end{aligned}$$

4. Diketahui :

$$\bullet E_{\text{peratom}} = 200 \text{ MeV}$$

$$\bullet \text{ Uranium :}$$

$$A = 235$$

$$\bullet 1 \text{ MeV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J}$$

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

$$\bullet m_{\text{atom}} = \frac{235g}{6,022 \times 10^{23}}$$

Ditanya : Perubahan massa Δm akibat reaksi 1 kg Uranium ?

Di Jawab :

$$E = 200 \text{ MeV} \times 1,602 \times 10^{-13} \text{ J/MeV}$$

$$= 3,204 \times 10^{-11} \text{ J}$$

Jumlah atom dalam uranium 1 kg :

$$N = \frac{1000 \text{ g}}{M_{\text{atom}}} = \frac{1000 \text{ g}}{238}$$

$$= 6,022 \times 10^{23}$$

$$= 2,56 \times 10^{24} \text{ atom}$$

$$E_{\text{total}} : (3,204 \times 10^{-11} \text{ J/atom})(2,56 \times 10^{24})$$

$$= 8,20 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$E = mc^2 \rightarrow m = E/c^2$$

$$m = \frac{(8,20 \times 10^{13} \text{ J})}{(3 \times 10^8 \text{ m/s})^2}$$

$$\approx 9,11 \times 10^{-9} \text{ kg.}$$

6. Di ketahui :

$$m_p = 1,007276 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,008665 \text{ u}$$

$$1 \text{ u} c^2 = 931,5 \text{ MeV}$$

$$m_{\text{helium}} = 4,001506 \text{ u}$$

Di tanya :

a) Energi ikat inti helium E_b ?

b) beda massa inti helium dengan total massa partikel pengusun dalam kg ?

Di Jawab :

$$a) \text{ massa total} = 2 m_p + 2 m_n = 2(1,007276) + 2(1,008665)$$

$$= 4,031882 \text{ u}$$

$$\Delta m = m_{\text{total}} - m_{\text{helium}} = 4,031882 - 4,001506$$

$$= 0,030376 \text{ u}$$

$$E = \Delta m c^2 = (0,030376 \text{ u})(931,5 \text{ MeV/u})$$

$$= 28,3 \text{ MeV}$$

$$b) \Delta m_{\text{kg}} = (0,030376 \text{ u}) \times (1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg/u})$$

$$= 5,04 \times 10^{-29} \text{ kg.}$$

6. • Diketahui :

$$\bullet V_A = 0,8c$$

$$\bullet V_B = 0,6c$$

• Di Tanya :

Kecepatan Pesawat menurut Pengamat di bulan (V') ?

• Di Jawab :

$$V' = \frac{V_A + V_B}{1 + \frac{V_A V_B}{c^2}} = \frac{0,8 + 0,6}{1 + \frac{(0,8)(0,6)}{c^2}} = \frac{1,4c}{1 + 0,48} = \frac{1,4}{1,48} = 0,946c.$$

7. Di Ketahui :

$$\bullet P = 20 \text{ W}$$

$$\bullet \lambda = 589 \text{ nm} = 589 \times 10^{-9}$$

$$\bullet h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

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

Di Tanya :

Jumlah Foton yang di Pancarkan ?

Di Jawab :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}} = \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{589 \times 10^{-9}} \approx 3,37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$N = \frac{20}{3,37 \times 10^{-19}}$$

$$= 5,94 \times 10^{19} \text{ Foton / detik.}$$

8. Di Ketahui :

- $w = 2,2 \text{ eV}$
- $\lambda = 3500 \text{ \AA} = 3500 \times 10^{-10} \text{ m} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$
- $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$
- $L = 3 \times 10^{-8} \text{ m/s}$
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

Di Tanya :

E_k maksimum Foto elektron (k) dalam eV ?

Di Jawab :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \times 10^{-34}) (3 \times 10^8)}{3,5 \times 10^{-7}} = \frac{1,9178 \times 10^{-25}}{3,5 \times 10^{-7}} = 5,68 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{5,68 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} = 3,53 \text{ eV}$$

$$\begin{aligned} K &= E - w \\ &= 3,53 - 2,2 \\ &= 1,35 \text{ eV} \end{aligned}$$