

Nama : Annisa Ayu Agustin

NPM : 2313022034

Kelas : 23 A

MK : FISM00

1. Diketahui : Panjang asli (L_0) adalah panjang meteran dalam kerangka acuan O' (kerangka diam) = a) kerangka acuan O bergerak relatif terhadap O' dengan kecepatan V ,
b) Dalam kerangka O , panjang meteran diukur sebagai $L = X_2 - X_1$ secara bersamaan ($t_1 = t_2$)

Ditanya : Gunakan transformasi Lorentz $X' = \gamma (X - Vt)$ dengan faktor Lorentz $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$

- Jawab : •> Kerangka acuan O' (kerangka diam dengan meteran) $L_0 = X'_2 - X'_1$
•> Kerangka acuan O (pengamat bergerak), gunakan transformasi Lorentz untuk setiap ujung : $X'_1 = \gamma (X_1 - Vt)$, $X'_2 = \gamma (X_2 - Vt)$
•> Selisih antara kedua ujung meteran dalam kerangka $O' = L_0 = X'_2 - X'_1$
•> Substitusi transformasi Lorentz $L_0 = \gamma (X_2 - Vt) - \gamma (X_1 - Vt)$

$$L_0 = \gamma (X_2 - X_1)$$

$$L_0 = \gamma L$$

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

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

Jadi, kita mendapatkan rumus kontraksi panjang

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

2. Diketahui : $L_0 = 300 \text{ m}$

$$E = 25 \text{ GeV}$$

$$m_0 c^2 = 0,511 \text{ MeV}$$

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

Ditanya : a) $\Delta V \dots ?$

b) $t \dots ?$

c) $j \dots ?$

d) $t' \dots ?$

Jawab : a) Hitung kecepatan elektron yang energinya 25 GeV dan selisihnya dengan kecepatan cahaya.

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

$$\gamma = \frac{E}{m_0 c^2} = \frac{25 \times 10^9}{0,511 \times 10^6} = \frac{25 \times 10^3}{0,511} \approx 48924,66$$



Kecepatan elektron diabaikan oleh :

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

$$V = (3 \times 10^8) \sqrt{1 - \frac{1}{(48924.66)^2}}$$

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

=> Selisih dengan kecepatan cahaya

$$\Delta V = c - V$$

$$\approx 3 \times 10^8 - 2,99999 \times 10^8 = 1 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan elektron adalah sekitar $2,99999 \times 10^8 \text{ m/s}$ dengan selisih sekitar 1 m/s dari kecepatan cahaya.

$$\begin{aligned} \text{b) } t &= \frac{L_0}{V} \cdot \frac{300}{2,99999 \times 10^8} \\ &\approx 1,0000000003 \times 10^{-5} \text{ s} \\ &= 10 \text{ ns} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } L &= L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 3000 \times \frac{1}{48924,66} \\ &\approx 0,0613 \\ &= \underline{\underline{6,13 \text{ cm}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } t' &= \frac{t}{\gamma} = \frac{10^{-5}}{48924,66} \approx 2,04 \times 10^{-10} \text{ s} \\ &= \underline{\underline{0,204 \text{ ns}}} \end{aligned}$$

3. Diketahui : $\lambda_0 = 122 \text{ nm}$
 $\lambda' = 366 \text{ nm}$
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Ditanya : a) Kecepatan galaksi V jika spektrum bergeser dari λ_0 menjadi λ' ...?
b) Panjang gelombang baru λ'' jika galaksi mendekati kita dengan kecepatan yang sama V ...?

Jawab : a) Gunakan pergeseran merah relativistik

$$\frac{\lambda'}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

$$\frac{366}{122} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

$$3 = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

Kuadratkan kedua sisi

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

Kemudian kali silang :

$$g(1 - v/c) = 1 + v/c$$

$$g - g v/c = 1 + v/c$$

$$g - 1 = g v/c + v/c$$

$$8 = 10 v/c$$

$$v = \frac{8}{10} c$$

$$v = 0,8 c$$

$$v = (0,8 c) (3 \times 10^8)$$

$$v = \underline{\underline{2,4 \times 10^8 \text{ m/s}}}$$

b) Panjang gelombang λ'' saat galaksi mendekati kita. Gunakan pergeseran biru relativistik.

$$\frac{\lambda''}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}}$$

$$\lambda'' = \lambda_0 \times \sqrt{\frac{1 - 0,8}{1 + 0,8}}$$

$$= 122 \times \sqrt{\frac{0,2}{1,8}}$$

$$= 122 \times \sqrt{0,1111}$$

$$= 122 \times 0,3333$$

$$\approx \underline{\underline{40,67 \text{ nm}}}$$

4. Diketahui : E per atom = 200 meV

$$M_{\text{uranium}} = 1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

$$A = 235 \text{ g}$$

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

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

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

Ditanya : Perubahan massa Δm akibat reaksi fiksi 1 kg uranium ...?

Jawab : $\rightarrow$ Hitung jumlah atom uranium dalam 1 kg

$$N = \frac{1000 \text{ g}}{M_{\text{atom}}} = \frac{1000}{\frac{235}{6,022 \times 10^{23}}} = \frac{1000 \times 6,022 \times 10^{23}}{235} \approx 2,56 \times 10^{24} \text{ atom}$$



•> Hitung total energi yang dilepaskan

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= N \times E \text{ per atom} \\ &= (2,56 \times 10^{24}) \times (200 \times 1,602 \times 10^{-13}) \\ &= 5,12 \times 10^{26} \times 1,602 \times 10^{-13} \\ &= 8,2 \times 10^{13} \text{ J.} \end{aligned}$$

•> Hitung perubahan massa

$$E = \Delta m c^2 \Rightarrow \Delta m = \frac{E_{\text{total}}}{c^2}$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= \frac{8,2 \times 10^{13}}{(3,10^8)^2} \\ &= \frac{8,2 \times 10^{13}}{9 \times 10^{16}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\approx 9,1 \times 10^{-4} \text{ kg} \\ &= \underline{\underline{0,91 \text{ kg.}}} \end{aligned}$$

5. Diketahui : $M_{\text{He}} = 4,001506 \text{ u}$

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

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

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

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

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

Ditanya : a) Energi ikat inti helium E_b

b) Beta massa inti helium dengan total massa penyusun dalam kg.

Jawab :

a) Hitung massa total partikel penyusun

$$\begin{aligned} M_{\text{total}} &= 2m_p + 2m_n \\ &= 2(1,007276) + 2(1,008665) \\ &= 2,014552 + 2,01733 \\ &= 4,031882 \text{ u} \end{aligned}$$

•> Hitung defisit massa

$$\begin{aligned} \Delta m &= M_{\text{total}} - M_{\text{He}} \\ &= 4,031882 - 4,001506 \\ &= 0,030376 \text{ u} \end{aligned}$$

•> Hitung energi ikat dg

$$\begin{aligned} E &= \Delta m \cdot c^2 \\ E_b &= (0,030376) \times (931,5 \text{ MeV}) \\ &\approx \underline{\underline{28,3 \text{ MeV.}}} \end{aligned}$$

b) Beda massa dalam kg

$$\begin{aligned} \Delta m \text{ kg} &= (0,030376) \times (1,66054 \times 10^{-27}) \\ &\approx \underline{\underline{5,04 \times 10^{-29} \text{ kg.}}} \end{aligned}$$



6. Diketahui : $V_A = 0,8c$

$$V_B = 0,6c$$

Ditanya : Kecepatan pesawat A menurut pengamat di bulan (V')...?

Jawab : Rumus transformasi kecepatan relativistik

$$V' = \frac{V_A + V_B}{1 + \frac{V_A V_B}{c^2}}$$

$$V' = \frac{(0,8c) + (0,6c)}{1 + \frac{(0,8c)(0,6c)}{c^2}}$$

$$= \frac{1,4c}{1 + 0,48}$$

$$= \frac{1,4c}{1,48}$$

$$\approx \underline{\underline{0,946c}}$$

7. Diketahui : $P = 20W$

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

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$$

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

Ditanya : Jumlah foton yang dipancarkan per detik (N)?

Jawab : Rumus energi foton = $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$\text{Rumus jumlah foton per detik} \cdot N = \frac{P}{E}$$

$$E = \frac{(6,626 \times 10^{-34})}{589 \times 10^{-9}}$$

$$= \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{589 \times 10^{-9}}$$

•> Hitung jumlah foton per detik

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

$$\approx \underline{\underline{5,94 \times 10^{19} \text{ foton / detik}}}$$

8. Diketahui : $\lambda = 3500 \text{ \AA} = 3500 \times 10^{-10} \text{ m} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$.

$$W = 2,2 \text{ eV}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$$

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

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Ditanya : Energi kinetik maksimum fotoelektron (k) dalam eV ...?

Jawab : $\rightarrow$ Rumus efek fotolistrik

$$\begin{aligned} E &= \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \times 10^{-34}) (3 \times 10^8)}{3,5 \times 10^{-7}} \\ &= \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{3,5 \times 10^{-7}} \\ &\approx 5,68 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

Konversikan ke eV :

$$\begin{aligned} E &= \frac{5,68 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}} \\ &\approx 3,55 \text{ eV} \end{aligned}$$

$\rightarrow$ Rumus energi kinetik fotoelektron

$$k = E - W$$

$$= 3,55 - 2,2$$

$$= 1,35 \text{ eV}$$

Jadi, energi kinetik maksimum fotoelektron adalah 1,35 eV.