

Nama : Adnanta Ikbar

NPM : 2313022012

Kelas : 23 A

1. Diketahui :
- Panjang asli (L_0) = Panjang meteran dalam kerangka acuan O' (kerangka diam)
 - Kerangka acuan O bergerak relatif terhadap O' dengan kecepatan v
 - Kerangka Dalam O , Panjang meteran diukur sebagai $L = x_2 - x_1$, secara bersamaan ($t_1 = t_2$)

Ditanya : Gunakan transformasi Lorentz untuk menentukan hubungan antara panjang meteran dalam kerangka $O(L)$ & Panjang aslinya dalam kerangka $O'(L_0)$.

Jawab :

Gunakan transformasi Lorentz : $x' = \gamma(x - vt)$

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

→ kerangka acuan O' (kerangka diam dengan meteran) : $L_0 = x'_2 - x'_1$

→ " " O (pengamat bergerak)

gunakan transformasi Lorentz "setrap 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 : $L_0 = \gamma(x_2 - vt) - \gamma(x_1 - vt)$

$L_0 = \gamma(x_2 - x_1) = \gamma L$

→ karena $L = x_2 - x_1$, maka : $L_0 = \gamma L$

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

Jadi, diperoleh rumus kontraksi panjang : $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

2. Diketahui : $L_0 = 3000 \text{ m}$, $E = 25 \text{ GeV}$, $M_0 c^2 = 0,511 \text{ MeV}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Ditanya : a) Δv ? , b) t ? , c) L ? , d) t' ?

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

$$E = \gamma M_0 c^2 \Rightarrow \gamma = \frac{E}{M_0 c^2} = \frac{25 \times 10^9}{0,511} = 48924,66$$

→ Kecepatan elektron diberikan oleh :

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = (3 \times 10^8) \sqrt{1 - \frac{1}{(48924,66)^2}} \approx 2,99999 \times 10^8 \text{ m/s}$$

→ Selisih dengan kecepatan cahaya : $\Delta v = c - v \approx (3 \times 10^8) - 2,99999 \times 10^8$

$$\approx 1 \text{ m/s}$$

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

$$b). t = \frac{L_0}{v} = \frac{3000}{2,99999 \times 10^8} \\ \approx 1,000000003 \times 10^{-8} s \\ = 10 \text{ ns}$$

$$d) t' = \frac{t}{\gamma} = \frac{10^{-8}}{48924,66} \\ \approx 2,04 \times 10^{-16} s \\ = 0,204 \text{ fs}$$

$$c). L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 3000 \times \sqrt{1 - \frac{(2,99999 \times 10^8)^2}{(3 \times 10^8)^2}} \\ \approx 3000 \times \frac{1}{48924,66} \\ \approx 0,0613 \text{ m} = 6,13 \text{ cm}$$

- 3) diketahui: $\lambda_0 = 122 \text{ nm}$, $\lambda' = 366 \text{ nm}$, $C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
ditanya: a) kecepatan galaksi jika spektrum bergeser dari λ_0 menjadi λ' ?
b) Panjang gelombang baru λ'' jika galaksi mendekati kita dengan kecepatan yg = v ?

Jawab:

- a) Gunakan pergeseran merah relativistik

$$\frac{\lambda'}{\lambda_0} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} \\ \frac{366}{122} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} \\ 3 = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

- b) Panjang gelombang λ' saat galaksi mendekati kita:

Gunakan pergeseran biru relativistik

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

kuadratkan kedua sisi $\Rightarrow 9 = \frac{1 + v/c}{1 - v/c}$

→ kali silang: $9(1 - v/c) = 1 + v/c$

$$9 - 9v/c = 1 + v/c$$

$$9 - 1 = 9v/c + v/c$$

$$8 = 10v/c$$

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

- 4) diketahui: $E/\text{atom} = 200 \text{ MeV}$, Uranium = $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$, $A = 235$

$$1 \text{ MeV} = 1,602 \times 10^{-13} \text{ J}, \quad C = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, \quad M_{\text{atom}} = \frac{235}{6,022 \times 10^{23}}$$

ditanya: Perubahan massa (ΔM) akibat reaksi fiksi (kg uranium)?

Jawab: → hitung jumlah atom uranium dalam 1 kg:

$$N = \frac{1000}{M_{\text{atom}}} = \frac{1000}{\frac{235}{6,022 \times 10^{23}}} = \frac{1000 \times 6,022 \times 10^{23}}{235}$$

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

→ hitung total energi yang dilepaskan

$$E_{\text{tot}} = N \times E/\text{atom}$$

$$= (2,56 \times 10^{24}) \times (200 \times 1,602 \times 10^{-13})$$

$$= 8,2 \times 10^{13} \text{ J}$$

→ hitung perubahan massa → $E = \Delta mc^2 \rightarrow \Delta M = \frac{E}{c^2}$

$$\Delta M = \frac{8,2 \times 10^{13}}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{8,2 \times 10^{13}}{9 \times 10^{16}} \approx 9,1 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\Delta M = 0,91 \text{ kg} //$$

c) diketahui : $M_{He} = 4,001506 \text{ u}$, $M_p = 1,007276 \text{ u}$, $M_n = 1,008665 \text{ u}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$
 $1 \text{ u} = 1,66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ u} c^2 = 931,5 \text{ MeV}$

ditanya : a) Energi ikat inti helium E_b

b) beda massa inti helium dengan total massa partikel penyusun dalam kg

Jawab : a) → Hitung tot. massa partikel penyusun $\rightarrow 2p + 2n$ b) beda massa dalam kg

$$M_{tot} = 2M_p + 2M_n$$

$$= 2(1,007276) + 2(1,008665)$$

$$= 2,014552 + 2,01733$$

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

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

$$\Delta m_{kg} \approx 5,04 \times 10^{-29} \text{ kg}$$

→ hitung defisit massa : $\Delta m = m_{tot} - M_{He}$

$$\Delta m = m_{tot} - M_{He}$$

$$= 4,031882 - 4,001506$$

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

→ hitung E_{ikat} dengan $E = \Delta m \cdot c^2$

$$E_b = (0,030376) \times (931,5 \text{ MeV})$$

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

b) diketahui : $V_A = 0,8 \text{ c}$, $V_B = 0,6 \text{ c}$

ditanya : Kecepatan pesawat A menurut pengamat di bulan (V')

Jawab : Rumus transformasi kecepatan relativistik : $V' = \frac{V_A + V_B}{1 + \frac{V_A V_B}{c^2}}$

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

$$V' \approx 0,946 \text{ c} //$$

7) diketahui : $P = 20 \text{ W}$, $\lambda = 589 \text{ nm} = 589 \times 10^{-9} \text{ m}$, $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

ditanya : jumlah foton yg dipancarkan / s (N) ??

Jawab : Rumus E_{foton} : $E = \frac{hc}{\lambda}$, Rumus $n \text{ foton}$: $N = \frac{P}{E}$

$$\rightarrow \text{hitung energi per foton} \rightarrow E = \frac{(6,626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}} = \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{589 \times 10^{-9}}$$

$$E \approx 3,37 \times 10^{-19} \text{ J}$$

→ hitung jumlah foton / s $\Rightarrow N = \frac{20}{3,37 \times 10^{-19}}$

$$N \approx 5,94 \times 10^{19} \text{ foton/s}$$

8) diketahui : $\lambda = 3500$, $A = 3500 \times 10^{-10}$ m, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $W = 2.2$ eV, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js
 dan $c = 3 \times 10^8$ m/s, $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J

ditanya: Energi kinetik max Fotoelektron (E_k) dalam eV?

Jawab: Rumus efek foto listrik : $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$E = \frac{(6.626 \times 10^{-34}) (3 \times 10^8)}{3500 \times 10^{-10}}$$

$$E = \frac{1.9878 \times 10^{-25}}{3500 \times 10^{-10}}$$

$$E = 5.68 \times 10^{-16} \text{ J}$$

→ konversi ke eV

$$E = \frac{5.68 \times 10^{-16}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.55 \text{ eV}$$

$$E = 3.55 \text{ eV}$$

→ Rumus E_k foto elektron : $k = E - W$

$$k = 3.55 - 2.2 = 1.35 \text{ eV}$$

$$k = 1.35 \text{ eV}$$

Jadi, energi kinetik max foto elektron adalah 1.35 eV