Nama : Nirma Dwi Anjaswati
Npm : 2313022059
Kelas : 23 A
MK : Fisika Modern

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

Ditanya : Gunakan tranformasi lorentz untuk menentukan hubungan antara panjang meteran dalam kerangka O(L) dan panjang aslinya dalam kerangka O' (L_0).

Jawab :

Gunakan transformasi lorentz

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

dengan faktor lorentz : $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

→ kerangka acuan O' (kerangka diam dengan meteran)

$L_0 = x'_2 - x'_1$

→ 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' = $L_0 = x'_2 - x'_1$

→ Subtitusi transformasi lorentz = $L_0 = \gamma(x_2 - vt) - \gamma(x_1 - vt)$

$L_0 = \gamma(x_2 - x_1)$

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

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

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

Jadi kita memperoleh rumus kontraksi panjang $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

② Diketahui: $L_0 = 3000\,m$

$E = 25\,GeV$

$m_0c^2 = 0.511\,MeV$

$c = 3 \times 10^8\,m/s$

Ditanya : a). ΔV?

b). t?

c). L?

d). t'?

SIDU

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

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

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

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

$$= \frac{25 \times 10^3}{0{,}511}$$

$$\approx 48924{,}66$$

→ kecepatan elektron diberikan 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:

$$\Delta V = C - V$$

$$\approx 3 \times 10^8 - 2{,}99999 \times 10^8$$

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

Jadi kecepatan elektron adalah sekitar $2{,}9999 \times 10^8$ m/s, dengan selisih sekitar 1 m/s dari kecepatan cahaya.

b). $t = \frac{l_0}{V}$

$$= \frac{3000}{2{,}99999 \times 10^8}$$

$$\approx 1.0000000003 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$= 10 \text{ μs}$$

c). $L = l_0\sqrt{1 - \frac{V^2}{C^2}}$

$$L = 3000 \times \sqrt{1 - \frac{1}{(48924{,}66)^2}}$$

$$L \approx 3000 \times \frac{1}{48924{,}66}$$

$$\approx 0{,}0613$$

$$= 6{,}13 \text{ cm}$$

d). $t' = \frac{t}{\gamma}$

$$t' = \frac{10^{-5}}{48924{,}66}$$

$$t' \approx 2{,}04 \times 10^{-10} \text{ s}$$

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

SIDU

③. Diketahui : $\lambda_0 = 122\ nm$

$\lambda' = 366\ nm$

$C = 3 \times 10^8\ m/s$

Ditanya : a). Kecepatan galaksi V jika spektrum bergeser dari λ_0 menjadi λ' ?

b). Panjang gelombang baru λ'' jika galaksi mendekati bumi dgn kecepatan yg 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 :

$$9 = \frac{1+V/c}{1-V/c}$$

→ kali silang :

$$9(1-V/c) = 1+V/c$$

$$9 - 9\,V/c = 1+V/c$$

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

$$8 = 10\,V/c$$

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

$$V = 0,8\,c$$

$$V = (0,8)(3\times10^8)$$

$$V = 2,4\times10^8\ m/s$$

b). Panjang gelombang λ'' saat galaksi mendekati kita

→ Gunakan pergeseran biru relativistik :

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

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

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

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

$$\lambda'' = 122 \times 0,3333$$

$$\lambda'' \approx 40,67\ nm$$

④. Diketahui : $E_{per\ atom} = 200\ MeV$

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

$A = 235$

$1\ MeV = 1,602\times10^{-13}\ J$

$C = 3\times10^8\ m/s$

$$M_{atom} = \frac{235\ g}{6,022\times10^{23}}$$

Ditanya : Perubahan massa ΔM akibat reaksi fiksi 1 kg uranium ?

Jawab : → Hitung jumlah atom uranium dalam 1 kg :

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

$$N = \frac{1000}{\frac{235}{6,022\times10^{23}}}$$

$$N = \frac{1000 \times 6,022\times10^{23}}{235} \approx 2,56\times10^{24}\ atom$$

SIDU

→ Hitung total energi yang dilepaskan

$E_{total} = N \times E$ per atom

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

$= 5,12 \times 10^{26} \times 1,602 \times 10^{-13}$

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

→ Hitung perubahan massa

$E = \Delta m c^2 \rightarrow \Delta M = \frac{E_{total}}{c^2}$

$\Delta M = \frac{8,2 \times 10^{13}}{(3 \times 10^8)^2}$

$\Delta M = \frac{8,2 \times 10^{13}}{9 \times 10^{16}}$

$\Delta M \approx 9,1 \times 10^{-4}$ kg

$\Delta M = 0,91$ kg

⑤. Diketahui : $M_{He} = 4.001506$ u

$M_p = 1.007276$ u

$M_n = 1.008665$ u

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

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

$1 uc^2 = 931,5$ MeV

Ditanya : a). Energi ikat inti helium E_b

b). Beda massa inti helium dgn total massa partikel penyusun dalam kg

Jawab :

a). → Hitung massa total partikel penyusun :

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

$= 2(1.007276) + 2(1.008665)$

$= 2.014552 + 2.01733$

$= 4.031882$ u

→ Hitung defisit massa :

$\Delta M = M_{total} - M_{He}$

$= 4.031882 - 4.001506$

$= 0,030376$ u

→ Hitung energi ikat dengan $E = \Delta m . c^2$

$E_b = (0.030376) \times (931,5$ MeV$)$

$E_b \approx 28,3$ MeV

b). beda massa dalam kg :

$\Delta M_{kg} = (0.030376) \times (1.66054 \times 10^{-27})$

$\Delta M_{kg} \approx 5.04 \times 10^{-29}$ kg

SIDU

⑥. Diketahui : $V_A = 0,8c$

$V_B = 0,6c$

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

Jawab :

Rumus transformasi kecepatan relativistik :

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

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

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

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

$$V' \approx 0,946c$$

⑦. Diketahui : $P = 20\ W$

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

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

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

Ditanya : jumlah foton yg dipancarkan perdetik (N)?

Jawab :

Rumus Energi foton = $E = \frac{hc}{\lambda}$

Rumus Jumlah foton per detik : $N = \frac{P}{E}$

→ hitung energi per foton :

$$E = \frac{(6.626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}}$$

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

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

→ hitung jumlah foton per detik

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

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

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

$W = 2{,}2\ eV$

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

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

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

Ditanya : Energi kinetik Maksimum fotoelektron (k) dalam eV?

Jawab :

→ Rumus efek foto listrik :

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{(6{,}626 \times 10^{-34})(3 \times 10^{8})}{3{,}5 \times 10^{-7}}$$

$$E = \frac{1{,}9878 \times 10^{-25}}{3{,}5 \times 10^{-7}}$$

$$E \approx 5{,}68 \times 10^{-19}\ j$$

konversi ke eV:

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

$$E \approx 3{,}55\ eV$$

→ Rumus energi kinetik fotoelektron :

$$k = E - W$$

$$k = 3{,}55 - 2{,}2$$

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

Jadi, energi kinetik Maksimum fotoelektron adalah 1.35 eV.