

Nama : Eva Maretha Naila

NPM : 2313022029

Kelas : 23 A

Matkul : Fisika Modern

- 1) Diketahui panjang 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

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

- 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 peroleh rumus kontraksi panjang

$$L = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

2) Dik :

$$l_0 = 3000 \text{ m}$$

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

$$m_0 c^2 = 0.511 \text{ MeV}$$

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

Ditanya a. dv ? b. t ? c. i ? d. t' ?

Jawab :

- a. Hitung kecepatan elektron yg energinya 25 GeV dan selisihnya dgn 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 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

$$\Delta v = c - v$$

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

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

$$b. t = \frac{t_0}{\gamma} = \frac{300}{2,99999 \times 10^8}$$

$$\approx 1,0000000003 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$= 10 \text{ } \underline{\underline{\mu\text{s}}}$$

$$c. l = l_0 = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 5000 \times \frac{1}{48924,66}$$

$$\approx 0,10613$$

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

$$d. t' = \frac{t}{\gamma} = \frac{10^{-5}}{48924,66} \approx 2,04 \times 10^{-10} \text{ s}$$

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

3) Dik :

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

$$\lambda' = 366 \text{ nm}$$

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

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. Gerakan pergeseran merah relativistik.

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

$$\frac{366}{112} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}}$$

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

• Kuadratkan kedua sisi

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

• kemudian kali silang

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

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

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

$$8 = 10v/c$$

$$v = 0,8c$$

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

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

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) Dik :

$$E \text{ per atom} = 200 \text{ meV}$$

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

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

$$1 \text{ meV} = 1,602 \times 10^{-15} \text{ J}$$

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

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

Ditanya perubahan massa Δm akibat reaksi jika 1 kg uranium?

Jawab:

• Hitung 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

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

$$= (2,56 \times 10^{24}) \times (200 \times 1,602 \times 10^{-15})$$

$$= 8,12 \times 10^8 \times 1,602 \times 10^{-15} = 1,3 \times 10^{-6} \text{ J}$$

- Hitung perubahan massa

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

$$\Delta m = \frac{8,2 \times 10^{15}}{(3 \times 10^8)^2} = \frac{8,2 \times 10^{15}}{9 \times 10^{16}}$$

$$\approx 9,1 \times 10^{-9} \text{ kg}$$

$$= \underline{0,01 \text{ kg}}$$

c) Dik :

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

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

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

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

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

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

Ditanya a. energi ikat inti helium 4

b. Beda massa inti helium dengan total massa partikel penyusun dalam kg.

Jawab :

a. Hitung massa total partikel penyusun

$$m_{\text{total}} = 2m_p + 2m_n$$

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

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

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

• Hitung defisit massa

$$\Delta m = m_{\text{total}} - m_{\text{He}}$$

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

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

• Hitung energi ikat

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

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

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

b. Beda Massa dalam kg

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

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

6) Dik :

$$V_A = 0,8c$$

$$V_B = 0,6c$$

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

Jawab :

Rumus transformasi kecepatan relativistik.



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

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

$$= \frac{1,4c}{1 + 0,48} = \frac{1,4c}{1,48} \approx 0,946 \underline{\underline{c}}$$

7) Dik:

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

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

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

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

Ditanya jumlah foton yang dipancarkan perdetik (N)?

Jawab

$$E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \text{rumus energi foton}$$

$$N = \frac{P}{E} \rightarrow \text{rumus jumlah foton perdetik}$$

• Hitung energi foton

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

• Hitung jumlah foton perdetik

$$N = \frac{20}{3,37 \times 10^{-19}} \approx 5,94 \times 10^9 \text{ foton/detik}$$

8) Dik:

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

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

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

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

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

Dit energi kinetik maks. Fotoelektron (K) dalam eV?

Jawab:

- Rumus efek fotolistrik

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

Konversikan ke eV

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

- Rumus energi kinetik fotoelektron

$$K = E - W \\ = 3,55 - 2,2 \\ = \underline{\underline{1,35 \text{ eV}}}$$

Jadi, energi kinetik maksimum foto elektron adalah 1,35 eV