

Selasa, 25 Maret 2025

NAMA = AMELIA PUTRI JOVITA

NPM = 2313022013

KELAS = 23 A

MATEMATIKA = FISIKA MODERN

① Diketahui :

- Panjang meteran dalam kerangka diam (kerangka acuan O') = L_0
- Meteran membentang dari x'_1 ke x'_2 dalam kerangka O'
- Kerangka O' bergerak relatif terhadap kerangka O dengan kecepatan u
- Panjang meteran yang diukur dalam kerangka O adalah $L = x_2 - x_1$

Gunakan Transformasi Lorentz :

$$\begin{aligned}x' &= \gamma (x - ut) \\t' &= \gamma \left(t - \frac{ux}{c^2} \right)\end{aligned}$$

Dengan faktor Lorentz :

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

Karena meteran diam dalam kerangka O' , panjang aslinya adalah :

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

$$\Rightarrow x'_1 = \gamma (x_1 - ut_1)$$

$$x'_2 = \gamma (x_2 - ut_2)$$

Karena dalam kerangka O' meteran benda dalam keadaan diam, pengukuran panjangnya dilakukan pada waktu yang sama $t'_1 = t'_2$

Selisin posisi dalam kerangka O' :

$$L_0 = x'_2 - x'_1 = \gamma (x_2 - ut_2) - \gamma (x_1 - ut_1)$$

Karena pengamat di kerangka O mengukur panjang dalam waktu yang sama, berarti $t_1 = t_2$. Sehingga :

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

$$L = x_2 - x_1 = \frac{L_0}{\gamma}$$

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

- 2) a) Hitung kecepatan elektron yang energinya 25 GeV. Nyatakan selisih kecepatan elektron itu dengan kecepatan cahaya dalam Meter Per detik.

=> Energi total relativistik di berikan oleh rumus :

$$E = \gamma mc^2$$

dengan :

E = Energi total elektron (25 GeV)

γ = Faktor Lorentz

m = Massa diam elektron ($0,511 \text{ MeV}/c^2$)

c = Kecepatan cahaya ($3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$)

konversi satuan :

$$1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$$

$$E = 25 \times 10^9 \text{ eV} = 25 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$mc^2 = 0,511 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\gamma = \frac{E}{mc^2} = \frac{25 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-19}}{0,511 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19}}$$

$$\gamma = \frac{25 \times 10^9}{0,511 \times 10^6} = 4893$$

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

Substitusi $\gamma \approx 4893$

$$\Rightarrow v = c \sqrt{1 - \frac{1}{(4893)^2}}$$

karena γ sangat besar, $\frac{1}{\gamma^2}$ sangat kecil, sehingga :

$$v = c \left(1 - \frac{1}{2\gamma^2} \right)$$

$$v = c \left(1 - \frac{1}{2(4893)^2} \right)$$

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

$$v = (3,0 \times 10^8) \times (1 - 2,1 \times 10^{-10}) = 2,99999999 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$c - v = 3,0 \times 10^8 - 2,99999999 \times 10^8 = 6 \text{ m/s}$$

- b) Hitung waktu yang diperlukan elektron berenergi 25 GeV untuk menempuh jarak 3000 m.

$$t = \frac{\text{Jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{3000}{2,99999999 \times 10^8}$$

$$t = 1,0 \times 10^{-5} \text{ detik} = 10 \text{ Mikrodetik}$$

c) Berapa panjang asselerator tersebut dalam kerangka acuan inersial elektron yang berenergi 25 GeV?

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

$$L' = 3000 \times \sqrt{1 - \frac{(299999994 \times 10^8)^2}{(3,0 \times 10^8)^2}}$$

$$L' = 3000 \times \sqrt{1 - (1 - 2,1 \times 10^{-10})}$$

$$L' = 3000 \times \sqrt{2,1 \times 10^{-10}}$$

$$L' = 3000 \times (1,45 \times 10^{-5}) = 0,0435 \text{ m} = 4,35 \text{ cm}$$

d) Berapa waktu tempuh elektron bersangkutatan dalam kerangka acuan inersialnya?

$$t' = \frac{t}{\gamma} = \frac{10^{-5}}{48893} = 2,05 \times 10^{-10} \text{ detik}$$

3) a) Menentukan kecepatan Galaksi yang menjauh (Red shift)

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

Diketahui :

• Panjang gelombang asli (dari Hidrogen) =

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

$$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\lambda_0 = 366 \text{ nm}$$

Substitusi dalam rumus :

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

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

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

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

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

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

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

$$8 = 10 v/c$$

$$v/c = \frac{8}{10} = 0,8$$

$$v = 0,8 \times (3,0 \times 10^8) = 2,4 \times 10^8 \text{ m/s}$$

b) Menentukan panjang gelombang jika galaksi bergerak mendekati kita (Blueshift)

$$\lambda'_0 = \lambda_e \sqrt{\frac{1-v/c}{1+v/c}}$$

Substitusi nilai :

$$\lambda'_0 = 122 \times \sqrt{\frac{1-0,8}{1+0,8}}$$

$$\lambda'_0 = 122 \times \sqrt{\frac{0,2}{1,8}}$$

$$\lambda'_0 = 122 \times \sqrt{0,1111}$$

$$\lambda'_0 = 122 \times 0,333 = 40,6 \text{ nm}$$

④ $\Rightarrow$ Jumlah mol uranium dalam 1 kg :

$$n = \frac{1000 \text{ g}}{235 \text{ g/mol}} = 4,2553 \text{ mol}$$

Jumlah atom dalam 1 kg uranium :

$$N = n \times N_A$$

$$N = (4,2553 \text{ mol}) \times 6,022 \times 10^{23} \text{ atom/mol}$$

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

$$E_{\text{per atom}} = 200 \text{ MeV}$$

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

$$E_{\text{per atom}} = 200 \times (1,602 \times 10^{-13}) \text{ J}$$

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

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

$$= (2,56 \times 10^{24}) \times (3,204 \times 10^{-11})$$

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

$$\Delta m = \frac{E_{\text{total}}}{c^2} = \frac{8,2 \times 10^{13}}{(3,0 \times 10^8)^2} = \frac{8,2 \times 10^{13}}{9,0 \times 10^{16}} = 9,11 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

⑤ a) Menghitung energi ikat inti Atom Helium

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

Diketahui massa partikel penyusun :

- Massa 1 proton = 1,007276 u

- Massa 1 neutron = 1,008665 u

- Massa inti Helium = 4,001506 u

Ditanya : Energi ikat inti atom Helium ?

Jawab : $M_{\text{total}} = (2 \times 1,007276) + (2 \times 1,008665)$

$$M_{\text{total}} = 2,014552 + 2,017330$$

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

Diper massa :

$$\Delta m = 4,031882 - 4,001506 = 0,030376 \text{ u}$$

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

$$E = \Delta m \times 931$$

$$E = 0,030376 \times 931,5 = 28,3 \text{ MeV}$$

b) Menghitung Beda Massa dalam kilogram

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

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

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

6) Diketahui :

• Kecepatan pesawat A terhadap pesawat B : $V_{AB} = 0,8 \text{ c}$

• Kecepatan pesawat B terhadap pengamat di bulan $V_B = 0,6 \text{ c}$

Ditanya = kecepatan pesawat A terhadap pengamat di bulan (V_A)

Jawab :

$$V_A = \frac{V_{AB} + V_B}{1 + \frac{V_{AB} V_B}{c^2}}$$

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

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

$$V_A = \frac{1,4}{1,48} = 0,946 \text{ c}$$

7) Diketahui :

• Daya lampu natrium = 20 W

• Panjang gelombang cahaya = $\lambda = 589 \text{ nm} = 589 \times 10^{-9} \text{ m}$

Ditanya = Jumlah foton yang dipancarkan per detik ?

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

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J.s (konstanta Planck)}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s (kecepatan cahaya)}$$

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

$$E = \frac{(6,626 \times 10^{-34}) (3 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}}$$

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

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

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

$$N = \frac{P}{E}$$

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

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

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

$$N = 5,93 \times 10^{19} \text{ foton/detik}$$

⑧ Diketahui :

• Panjang gelombang cahaya ultraviolet :

$$\lambda = 3500 \text{ Å}$$

$$1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$$

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

• Fungsi kerja katoda = $W = 2,2 \text{ eV}$

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

$$W = 2,2 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,52 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Ditanya : Energi kinetik fotoelektron ?

$$\text{Jawab : } E = \frac{hc}{\lambda}$$

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

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

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

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

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

$$E = 5,68 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_k = E - W$$

$$E_k = (5,68 \times 10^{-19}) - (3,52 \times 10^{-19})$$

$$E_k = 2,16 \times 10^{-19} \text{ J}$$