

Nama : Ariya Mustofa
NPM : 2313022007 / 23A
Fisika Modern

- 1) Diketahui : Panjang meteran dalam kerangka diam = L_0
- Meteran memanjang dari x_1 hingga x_2 dalam kerangka O'
 - Pengamat di kerangka O melihat O' bergerak dengan kecepatan v
 - Panjang yang diukur dalam kerangka $O = L$

⇒ kontraksi panjang relativistik

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

⇒ Penjelasan

- Jika meteran dalam kerangka O' , maka pengamat dalam O' akan mengukur panjangnya L_0 .
- Namun, karena dalam pengamat O melihat meteran bergerak dengan kecepatan v , maka panjangnya meteran tampak lebih pendek.
- Faktor $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ disebut Faktor kontraksi panjang, yg selalu kurang dari 1 untuk $v > 0$

- 2) Diketahui =
- Panjang akselerator. $d = 300 \text{ m}$
 - Energi total elektron = 25 GeV
 - $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
 - $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$a. E_{\text{total}} = 25 \text{ GeV} = 25 \times 10^9 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ = 4.0 \times 10^{-9} \text{ J}$$

$$E_{\text{rest}} = m_e c^2 = (9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}) (3.0 \times 10^8 \text{ m/s})^2 \\ E_{\text{rest}} \approx 8.198 \times 10^{-14} \text{ J}$$

• Faktor Lorentz

$$\gamma = \frac{E_{\text{total}}}{E_{\text{rest}}} = \frac{4.0 \times 10^{-9} \text{ J}}{8.198 \times 10^{-14} \text{ J}} \\ \gamma \approx 48791.79$$

• Kecepatan elektron

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} \\ v \approx 2.9999 \times 10^8 \text{ m/s} \approx c$$

b. Waktu tempuh

$$t_{\text{lab}} = \frac{d}{v} = \frac{300}{2.9999 \times 10^8} \\ t_{\text{lab}} \approx 1.00 \times 10^{-9} \text{ detik}$$

c. Panjang akselerator

$$L_{\text{elektron}} = \frac{d}{\gamma} = \frac{300}{48791.79} \\ L_{\text{elektron}} \approx 0.00615 \text{ m}$$

d. Waktu tempuh

$$t_{\text{elektron}} = \frac{t_{\text{lab}}}{\gamma} \\ = \frac{1.00 \times 10^{-9}}{48791.79} \\ t_{\text{elektron}} \approx 2.05 \times 10^{-10} \text{ detik}$$

3) Diketahui : $\lambda_0 = 122 \text{ nm}$
 $\lambda' = 366 \text{ nm}$
 $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$

a. $\lambda' = \lambda_0 \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}}$
 $\left(\frac{\lambda'}{\lambda_0}\right)^2 = \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$
 $\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}} = \left(\frac{366}{122}\right)^2$
 $= 9$
 $1 + \frac{v}{c} = 9 \left(1 - \frac{v}{c}\right)$
 $= 9 - 9 \frac{v}{c}$
 $1 + \frac{v}{c} = 9$
 $10 \frac{v}{c} = 8$
 $\frac{v}{c} = 0.8$
 $v = 0.8 \times (3.0 \times 10^8) \text{ m/s}$
 $= 2.4 \times 10^8 \text{ m/s}$

Jadi, kecepatan galaksi yang menjauh adalah
 $v \approx 2.4 \times 10^8 \text{ m/s} = 0.8 c$

b. $\lambda' = \lambda_0 \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}}$ dengan $v = 0.8 c$
 $\lambda' = 122 \times \sqrt{\frac{1 - 0.8}{1 + 0.8}}$
 $\lambda' = 122 \times \sqrt{\frac{0.2}{1.8}}$
 $= 122 \times \sqrt{0.1111}$
 $= 122 \times 0.333$
 $\lambda \approx 40.7 \text{ nm}$

Jadi, jika galaksi mendekat dengan $v = 0.8 c$,
 Panjang gelombang yg diamati yaitu
 $\lambda_1 = 40.7 \text{ nm}$
 (bergeser ke wilayah sinar-x)

1 Diketahui = $E_{\text{fisi}} = 200 \text{ MeV}$
 $1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$
 massa = 1 kg

Ditanya $\Delta m \dots ?$

Jawab =

• Massa molar uranium - 235.

$M_u = 235 \text{ g/mol} = 0.235 \text{ kg/mol}$

• Jumlah mol

$n = \frac{1 \text{ kg}}{0.235 \text{ kg/mol}} = 4.255 \text{ mol}$

• Jumlah atom

$N_{\text{atom}} = n \times N_A$
 $= 4.255 (6.022 \times 10^{23})$
 $N_{\text{atom}} \approx 2.56 \times 10^{24} \text{ atom}$

$E_{\text{total}} = N_{\text{atom}} \times E_{\text{fisi}}$

$= (2.56 \times 10^{24}) \times (200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-13})$

$= (2.56 \times 10^{24}) \times (3.2 \times 10^{-5})$

$E_{\text{total}} = 8.19 \times 10^{19} \text{ J}$

Jadi, total energi yg dipancarkan oleh 1 kg uranium

yaitu $8.19 \times 10^{19} \text{ J}$

• $E = \Delta m c^2$

$\Delta m = \frac{E}{c^2}$

$\Delta m = \frac{8.19 \times 10^{19}}{(3.0 \times 10^8)^2}$
 $= \frac{8.19 \times 10^{19}}{9.0 \times 10^{16}}$

$\Delta m = 0.91 \text{ gram}$

- 5) Diketahui $\Rightarrow$
- Int helium terdiri dari 2 proton dan 2 neutron
 - Massa inti helium = 4,001506 u
 - Massa proton = 1,007276 u
 - Massa neutron = 1,008665 u

$$\begin{aligned} a) \Rightarrow m_{\text{total}} &= (2 \times m_p) + (2 \times m_n) \\ &= (2 \times 1,007276) + (2 \times 1,008665) \\ &= 2,014552 + 2,017330 \\ &= 4,031882 \text{ u} \end{aligned}$$

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

$$\cdot E = \Delta m \cdot c^2 \quad (\text{dengan } 1 \text{ setara } 931,5 \text{ MeV})$$

$$\begin{aligned} E_{\text{ikat}} &= 0,030376 \times 931,5 \\ &= 28,3 \text{ MeV} \end{aligned}$$

$$b) \Delta m = 0,030376 \text{ u}$$

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

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

$$6) \text{ Diketahui } = V_{AB} = 0,8c$$

$$V_B = 0,6c$$

$$\text{Ditanya} = V_A \dots ?$$

$$\begin{aligned} \text{Jawab} \Rightarrow V_A &= \frac{V_{AB} + V_B}{1 + \frac{V_{AB}V_B}{c^2}} \\ &= \frac{0,8c + 0,6c}{1 + \frac{(0,8)(0,6)}{c^2}} \\ &= \frac{1,4c}{1 + 0,48} \\ &= \frac{1,4c}{1,48} \\ &= 0,946c \end{aligned}$$

Jadi, kecepatan pesawat A menurut pengamat di bumi adalah 0,946 atau 94,6% kecepatan cahaya

$$7) \text{ Diketahui } \Rightarrow \text{Daya lampu} = 20 \text{ W}$$

$$\lambda = 589 \text{ nm}$$

Ditanya $\Rightarrow$ berapa jumlah foton yg dipancarkan per detik?

$$\begin{aligned} \text{Jawab} \Rightarrow E &= \frac{hc}{\lambda} \\ &= \frac{(6,626 \times 10^{-34}) (3,0 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}} \\ &= \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{589 \times 10^{-9}} \\ E &= 3,375 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$P = N \cdot E$$

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

$$N = \frac{20}{3,375 \times 10^{-19}}$$

$$N = 5,93 \times 10^{19}$$

Jadi, jumlah foton yang dipancarkan oleh lampu natrium setiap detik adalah $5,93 \times 10^{19}$ foton.

8) Diketahui $\lambda = 3500 \times 10^{-10} \text{ m} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $W = 2,2 \text{ eV}$

Ditanyakan $\Rightarrow$ Energi kinetik maksimum elektron yang terlepas?

Jawab

$$\begin{aligned} E &= \frac{hc}{\lambda} \\ &= \frac{(6,626 \times 10^{-34}) (3,0 \times 10^8)}{3,5 \times 10^{-7}} \\ &= \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{3,5 \times 10^{-7}} \\ E &= 5,68 \times 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

Dikonversi ke eV $\Rightarrow$

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

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

$$E = 3,55 \text{ eV}$$

$$\begin{aligned} \cdot k_{\text{maks}} &= E - W \\ &= 3,55 - 2,2 \end{aligned}$$

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