

Nama : Hani Olivia Christine Br Surbakti

NPM : 2313022004

Kelas : 23A

Tugas / Kuiz Fisika Modern

- 1.) Sebuah meteran yang panjangnya L_0 memotong dalam kerangka acuan O dari x_1 hingga x_2 . Seorang pengamat $O'O'$ bergerak relative terhadap O dengan laju u mengukur panjang meteran $L = x_2 - x_1$ secara bersamaan. Gunakan transformasi Lorentz untuk menurunkan penyusutan panjang yang mengaitkan L dan L_0 .

Jawab:

$$L_0 = x_2' - x_1' \rightarrow t_1 = t_2 \text{ di } O \quad L = x_2 - x_1$$

transformasi Lorentz

$$x' = \gamma (x - vt) \quad t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

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

Gunakan transformasi untuk x_1 dan x_2 pada waktu yang sama ($t_1 = t_2$)

$$x_1' = \gamma (x_1 - vt)$$

$$x_2' = \gamma (x_2 - vt)$$

Panjang kerangka di O' adalah

$$L_0 = x_2' - x_1'$$

$$L_0 = \gamma (x_2 - vt) - \gamma (x_1 - vt) \quad ; \text{ karena } vt \text{ sama, maka}$$

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

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

karena $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ maka, $L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

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

Dit: a) kecepatan elektron yang energinya 25 GeV?

b) waktu yang diperlukan elektron untuk menempuh jarak 3000 m?

c) Panjang akselerator dalam kerangka acuan elektron

d) Waktu tempuh elektron dalam kerangka acuan inersialnya sendiri?

Jawab:

a. $E = \gamma M_0 c^2$

$$\gamma = \frac{E}{M_0 c^2}$$

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

$$= 4,89 \times 10^4$$

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

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

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

$$V = c (1 - 1,05 \times 10^{-10})$$

$$V \approx 2,99 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$b) t = \frac{d}{v} = \frac{3000 \text{ m}}{2,999 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1,000,000,000 \times 10^{-3} \text{ s} \approx 10 \text{ ms}$$

$$c) L' = L \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} = \frac{L}{\gamma}$$

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

$$L' = \frac{3000}{4,89 \times 10^4}$$

$$L \approx 0,061 \text{ m} = 6,1 \text{ cm}$$

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

$$= \frac{10^{-5}}{4,89 \times 10^4}$$

$$t \approx 2,04 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$t \approx 0,204 \text{ ns}$$

b) λ tera

4) Dik:

Dit

Jaw

n

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

Et

3)

Dik: λ asal = 122 nm

λ teramati = 366 nm

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

Dit: a) kecepatan galaksi yang bergerak menjauhi agar garis spektrum teramati 366 nm?

b) panjang gelombang?

Jawab:

$$a) \frac{\lambda \text{ teramati}}{\lambda \text{ asal}} = \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$$

$$g = 1 + \frac{v}{c}$$

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

$$1 - \frac{v}{c}$$

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

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

$$g - g \frac{v}{c} = 1 + \frac{v}{c}$$

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

$$1 - \frac{v}{c}$$

$$g - 1 = \frac{v}{c} + \frac{g v}{c}$$

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

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

$$1 - \frac{v}{c}$$

Jadi, kecepatan galaksi menjauhi kita adalah $0,8c$ atau $2,4 \times 10^8 \text{ m/s}$



$$b) \lambda_{\text{teramati}} = \lambda_{\text{asal}} \sqrt{\frac{1 - \frac{v}{c}}{1 + \frac{v}{c}}} \quad \lambda_{\text{teramati}} = 122 \text{ Jm} \\ = 122 (0,3333) \approx 40,7 \text{ nm}$$

$$= 122 \sqrt{\frac{1 - 0,8}{1 + 0,8}} \\ = 122 \sqrt{\frac{0,2}{1,8}}$$

Jadi, panjang gelombang yg teramati jika galaksi mendekati kita dg kecepatan sama adalah 40,7 nm. (ultraviolet ekstrem)

4) Dik: Energi per fisi = 200 MeV = $200 \times 10^6 \text{ eV}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 massa yg mengalami fisi = 1 kg
 massa atom = $235 \times 1,66 \times 10^{-27} = 235 \text{ amu}$

Dit: Δm ?

Jawab: n = jumlah atom

$$n = \frac{\text{massa total}}{\text{massa per atom}} = \frac{1}{235 \times 1,66 \times 10^{-27}} \approx 2,56 \times 10^{27} \text{ atom}$$

$$E_{\text{total}} = n \times \text{energi per fisi} \\ = (2,56 \times 10^{27}) (200 \times 10^6 \times 1,6 \times 10^{-19}) \\ = (2,56 \times 10^{27}) (3,2 \times 10^{-11}) \\ = 8,2 \times 10^{13} \text{ J}$$

$$\Delta m \neq \frac{E}{c^2} \quad \Delta m = \frac{8,2 \times 10^{13}}{9 \times 10^{16}} \quad \text{Jadi, perubahan massa yang terjadi jika 1 kg uranium-235 mengalami fisi total adalah } 9,1 \times 10^{-4} \text{ kg atau } 0,91 \text{ g}$$

5) Dik: massa proton = 1,007276 amu
 massa neutron = 1,008665 amu
 massa inti helium = 4,001506 amu

Dit: a) Energi ikat inti atom helium
 b) beda massa dalam kg antara 2 inti atom helium dan partikel penyusunnya.

Jawab:

$$a) \text{ massa proton} = 2 \times 1,007276 \text{ amu} = 2,014552 \text{ amu (2 proton)} \\ \text{ massa neutron} = 2 \times 1,008665 \text{ amu} = 2,017330 \text{ amu (2 neutron)} \\ \text{ massa total partikel bebas} = 2,014552 + 2,017330 = 4,031882 \text{ amu}$$

Defek massa

$$\Delta m = \text{massa total partikel bebas} - \text{massa inti helium}$$

$$\Delta m = 4,031882 - 4,001506$$

$$\Delta m = 0,030376 \text{ amu}$$

$$E = 0,030376 \times 931 \text{ MeV} = 28,3 \text{ MeV} \quad \text{jadi, energi ikatnya } 28,3 \text{ MeV}$$

b. Beda massa dalam kg

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

$$\Delta m = 0,030376 \text{ amu} \times 1,66054 \times 10^{-27} = 5,04 \times 10^{-29}$$

Jadi, beda massanya adalah $5,04 \times 10^{-29} \text{ kg}$,

6) Dik: Kecepatan A terhadap B (V_1) = $0,8 \text{ c}$

Kecepatan B terhadap pengamat di bulan (V_2) = $0,6 \text{ c}$

Dit: Kecepatan A menurut pengamat di bulan (V_{total})

Jawab:

$$V_{\text{total}} = \frac{V_1 + V_2}{1 + \frac{V_1 V_2}{c^2}}$$

$$V_{\text{total}} = \frac{0,8 \text{ c} + 0,6 \text{ c}}{1 + \frac{(0,8 \text{ c})(0,6 \text{ c})}{c^2}} \\ = \frac{1,4 \text{ c}}{1 + 0,48}$$

$$V_{\text{total}} = \frac{1,4 \text{ c}}{1,48}$$

$$V_{\text{total}} \approx 0,946 \text{ c}$$

Jadi, kecepatan pesawat A menurut pengamat di bulan adalah $0,946 \text{ c}$

7) Dik: $P = 20 \text{ W} = 20 \text{ J/s}$

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

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

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

Dit: Jumlah foton yg dipancarkan tiap detik (n) = ?

$$\text{Jawab: } E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{(6,626 \times 10^{-34})(3 \times 10^8)}{589 \times 10^{-9}} = \frac{1,9878 \times 10^{-21}}{5,89 \times 10^{-7} \times 10^{-9}} \approx 3,375$$

$$n = \frac{P}{E} = \frac{20}{3,375 \times 10^{-19}} \approx 5,93 \times 10^{19} \text{ foton/s}$$

Jadi, jumlah fotonnya $5,93 \times 10^{19}$ perdetik

8) Dik: $\lambda = 3500 \text{ \AA} = 3500 \times 10^{-10} \text{ m} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$

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

Dit: $E_k = ?$

$$\text{Jawab: } f = \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{3,5 \times 10^{-7}}$$

$$= 0,857 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E_k = E - \phi$$

$$= 3,55 - 2,2$$

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

Jadi, energi kinetiknya = $1,35 \text{ eV}$

$$E = hf = (6,626 \times 10^{-34})(0,857 \times 10^{15})$$

$$= 5,68 \times 10^{-19} \text{ J} = 3,55 \text{ eV}$$