

Nama : Seta Ora
NPM : 2313022045
Kelas : 23 A
Mata Kuliah : Fisika modern-

Tugas

1. Sebuah meteran yang panjangnya L_0 memanjang dalam kerangka acuan O' dan 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 menyatakan L dan L_0 .
2. Akselerator sepanjang 3000 m di Universitas Stanford mempercepat elektron hingga 25 GeV.
 - a. Hitung kecepatan elektron yang energinya 25 GeV. Nyatakan selisih kecepatan elektron itu dengan kecepatan cahaya dalam meter per detik.
 - b. Hitung waktu yang diperlukan elektron berenergi 25 GeV untuk menempuh jarak sejauh 3000 m.
 - c. Berapa panjang akselerator tersebut dalam kerangka acuan inersial elektron yang berenergi 25 GeV termasuk diatas.
 - d. Berapa waktu tempuh elektron bersangkutan dalam kerangka acuan inersialnya.
3. Salah satu garis spektrum emisi terkuat yang diamati dari galaksi-galaksi jauh berasal dari Hidrogen dan memiliki panjang gelombang 122 nm (dalam daerah ultraviolet).
 - a. Berapa kecepatan sebuah galaksi yang bergerak menjauhi kita agar garis spektrum tersebut teramati dalam daerah tampak pada 366 nm.
 - b. Berapa panjang gelombang garis spektrum tersebut jika galaksi itu sedang bergerak menuju kita dengan laju yang sama?
4. Dalam suatu reaktor nuklir, setiap atom uranium melepaskan energi sekitar 200 MeV ketika berfisi (memecah diri). Berapa perubahan massa yang terjadi bila 1 kg uranium berfisi.
5. Sebuah inti helium (partikel alpha) terdiri atas 2 proton dan 2 neutron dan memiliki massa 4,001506 u.
 - a. Berapa energi ikat sebuah inti atom Helium tersebut.
 - b. Berapa beda massa dalam kg antara 2 inti atom Helium dan partikel-partikel penyusunnya.
6. 2 buah pesawat angkasa A dan B bersisian beriringan. Kecepatan $A = 0,18 c$ terhadap B, dan kecepatan $B = 0,16 c$ terhadap pengamat yang berada di bulan. Berapa kecepatan A menurut pengamat di bulan?



7. Lampu natrium 20 W berwarna kuning ($\lambda = 589 \text{ nm}$). Berapakah jumlah foton yang dipancarkan oleh lampu tersebut setiap detiknya?

b) $t =$
 t

8. Cari energi kinetik foto elektron jika cahaya ultraviolet yang panjang gelombangnya 3500 Å jatuh pada permukaan kalium. Fungsi kerja kalium adalah 2,2 eV

$t =$

Jawab.

1. Diketahui: Panjang asli (L_0) adalah meteran dalam kerangka acuan O' (kerangka diam)

3. Diketat
Ditanya

Kerangka acuan O bergerak relatif terhadap O' dengan kec. V .

Dalam kerangka O , panjang meteran diukur $L = x_2 - x_1$ secara bersamaan ($t_1 = t_2$)

Ditanya: Bunuan transformasi Lorentz untuk menentukan hubungan panjang meteran dalam kerangka $O(L)$ dan panjang aslinya dalam kerangka $O'(L_0)$

Penyelesaian

Penyelesaian: Bunuan transformasi Lorentz = $x' = \gamma(x - vt)$, faktor Lorentz = $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

a) Bunan

Kerangka acuan O' (kerangka diam dengan : $L_0 = x_2' - x_1'$

x'

Kerangka acuan O (pengamat bergerak). Bunuan transformasi Lorentz :

x_0

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

366

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

122

Selisih antara kedua ujung meteran dalam kerangka $O' = L_0 = x_2' - x_1'$

3 =

Substitusi transformasi Lorentz: $L_0 = \gamma(x_2 - vt) - \gamma(x_1 - vt)$

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

b) Panj

$$L_0 = \gamma L$$

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

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

2. Diketahui: $E = 25 \text{ GeV}$, $d = 3000 \text{ m}$, $m_0 = 0,511 \text{ MeV}/c^2$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

Ditanya: a) kec. 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 laboratorium sendiri?

4. Dik e

Penyelesaian:

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

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

$$= \frac{25 \times 10^9 \text{ eV}}{0,511 \times 10^6 \text{ eV}} = 4,89 \times 10^4$$

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

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

$$V \approx 2,999999999 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Dika

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

$$\text{Selisih dengan kec. cahaya: } c - v = 3,00 \times 10^8 - 2,9999999$$

Pen

$$= 3,00 \times 10^8 - 2,9999999$$

$$= 3,00 \times 10^8 - 2,9999999$$

$$\text{Jarak tempuh elektron dalam kerangka laboratorium}$$

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



$$b) t = \frac{L_0}{v}$$

$$t = \frac{3000}{2.99999996 \times 10^8}$$

$$t \approx 1.00000000 \times 10^{-5} \text{ s} = 10 \text{ ns}$$

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

$$L = L_0 \times \frac{1}{\gamma}$$

$$L = \frac{3000}{4.89 \times 10^4}$$

$$L \approx 0.0613 \text{ m} \\ = 6.13 \text{ cm}$$

$$d) t' = \frac{L}{v}$$

$$t' = \frac{10.0 \times 10^{-6}}{4.89 \times 10^4}$$

$$t' \approx 2.04 \times 10^{-10} \text{ s} \\ = 0.204 \text{ ns}$$

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

Ditanya : a) kec. galaksi v jika spektrum bergeser dari λ_0 menjadi λ' ?

b) Panjang gelombang baru λ'' jika galaksi mendekati kita dengan kec. yang sama v ?

Penyelesaian:

a) Bunaran 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:

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

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, Bunaran pergeseran biru relativistik.

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

$$\lambda'' = \lambda_0 \times \sqrt{\frac{1 - 0.8}{1 + 0.8}}$$

$$\lambda'' = 122 \times \sqrt{\frac{0.2}{1.8}}$$

$$\lambda'' = 122 \times \sqrt{0.1111} = 122 \times 0.3333 \\ \approx 40.67 \text{ nm}$$

4. Diketahui : Energi yang dilepasakan per fisis atom uranium = 200 MeV

Massa uranium yang mengalami fisis = 1 kg

massa 1 atom uranium = 235 $\approx$ 235 amu

$$1 \text{ amu} = 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule} , c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Ditanya : Berapa Perubahan massa (Δm) yang terjadi jika 1 kg uranium terfisiskan?

Penyelesaian: Hitung jumlah atom dalam 1 kg uranium - 235:

$$N = \frac{\text{massa total}}{\text{massa per atom}}$$

$$N = \frac{1 \text{ kg}}{(235 \times 1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg})}$$

$$N \approx 2.56 \times 10^{24} \text{ atom}$$

Total energi yang dilepaskan:

$$\begin{aligned} E_{\text{total}} &= N \times 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \\ &= (2.56 \times 10^{24}) \times (3.2 \times 10^{-11}) \\ &\approx 8.2 \times 10^{13} \text{ Joule} \end{aligned}$$

Hitung Perubahan massa (Δm)

$$\begin{aligned} \Delta m &= \frac{E}{c^2} \\ &= \frac{8.2 \times 10^{13}}{(3 \times 10^8)^2} \\ &= \frac{8.2 \times 10^{13}}{9 \times 10^{16}} \\ &= 9.1 \times 10^{-14} \text{ kg} = 0.91 \text{ gram} \end{aligned}$$

5. Diketahui: $p=2$
 $n=2$

massa proton = 1.007276 u

massa neutron = 1.008665 u

massa inti helium (partikel alpha) = 4.001506 u

konversi 1 u ke kg = $1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Energi ekuivalen massa = $E = \Delta m \cdot c^2$

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

Ditanya: a) Energi ikat inti helium?

b) Beda massa antara inti helium dan penyusunnya dalam kg?

Penyelesaian:

a) Hitung massa total partikel:

massa proton = $2 \times 1.007276 = 2.014552 \text{ amu}$

massa neutron = $2 \times 1.008665 = 2.017330 \text{ amu}$

massa total partikel bebas = $2.014552 + 2.017330 = 4.031882 \text{ amu}$.

Hitung defek massa:

$$\begin{aligned} \Delta m &= 4.031882 - 4.001506 \\ &= 0.030376 \end{aligned}$$

Konversi ke energi ikat:

1 amu = 931.5 MeV

$$E = 0.030376 \times 931.5$$

$$E \approx 28.3 \text{ MeV}$$

b) beda massa dalam kg.

Bantuan konversi 1 amu = $1.66054 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\Delta m = 0.030376 \times 1.66054 \times 10^{-27}$$

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

6. Diketahui : $V_A = 0,8c$
 $V_B = 0,6c$

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

Penyelesaian:

Rumus transformasi kec. relativistik.

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

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

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

7. Diketahui: $P = 20 \text{ W} = 20 \text{ J/s}$

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

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

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

Ditanya : Jumlah Foton yang dipancarkan lampu per detik (N)

Penyelesaian:

Hitung energi 1 foton

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

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

$$= \frac{1,9878 \times 10^{-25}}{5,89 \times 10^{-7}}$$

$$\approx 3,375 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Jumlah foton per detik.

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

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

$$\approx 5,92 \times 10^{19} \text{ foton/detik.}$$

8. Diketahui: $\lambda = 3500 \text{ \AA} = 3,5 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $W_0 = 2,2 \text{ eV} = 2,2 \times 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$
 $= 3,52 \times 10^{-19} \text{ J}$

Penyelesaian:

$$E = W_0 + E_k$$

$$E = h \times \frac{c}{\lambda}$$

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

$$= 5,66 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$E > W_0$ maka terjadi fotolistrik.

$$E_k = E - W_0$$

$$= 5,66 \times 10^{-19} \text{ J} - 3,52 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 2,14 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{2,14 \times 10^{-19}}{1,6 \times 10^{-19}}$$

$$E_k = 1,34 \text{ eV}$$