

SOAL LATIHAN PEMBINAAN JARAK JAUH IPhO 2017

PEKAN VI

1. Dua buah partikel dari tanah liat masing-masing dengan massa m saling bertumbukan dengan kecepatan masing-masing $v = \beta c$, kemudian keduanya bergabung menjadi satu. Nilai $\beta < 1$. Tentukan massa partikel tanah liat setelah tumbukan.
2. Sebuah partikel dengan massa M mula-mula dalam keadaan diam kemudian meluruh menjadi dua bagian masing-masing dengan massa m . Tentukan kecepatan relativistik relatif massa m terhadap massa m lainnya.
3. Sebuah pion (massa m_π) dalam keadaan diam meluruh menjadi sebuah muon (massa m_μ) dan neutrino tak bermassa menurut persamaan reaksi $\pi^- \rightarrow \mu^- + \nu$. Tunjukkan bahwa kecepatan muon adalah

$$v_\mu = \frac{m_\pi^2 - m_\mu^2}{m_\pi^2 + m_\mu^2} c$$

4. Bevatron di Berkeley dibangun untuk memproduksi antiproton melalui reaksi $p + p \rightarrow p + p + p + \bar{p}$. Disini, sebuah proton berenergi tinggi menabrak sebuah proton lainnya yang diam dan menghasilkan (selain dua proton mula-mula) sebuah pasangan proton-antiproton. Jika massa proton sama dengan m , tunjukkan bahwa energi ambang (*threshold energy*) untuk reaksi ini adalah $7mc^2$. Ini adalah energi ambang untuk proton yang menumbuk.
5. Sebuah positron (elektron yang bermuatan positif) yang bergerak dengan energi kinetik K menabrak sebuah elektron dengan energi diam E_0 . Akibatnya terjadilah *pair annihilation* yang menghasilkan dua buah foton dengan energi masing-masing yang sama yang terpisah membentuk sudut θ antara keduanya. Tentukan besar sudut θ dan panjang gelombang foton tersebut.

6. Sebuah foton dengan energi E_γ datang menabrak sebuah elektron yang diam yang memiliki energi relativistik E_e , sehingga setelah terpental arah gerak foton tersebut tegak lurus arah gerak elektron. Tentukan nilai E_γ/E_e .

7. (IPhO 1983) Sebuah foton dengan panjang gelombang λ_i ditabrak oleh sebuah elektron bebas. Akibatnya, elektron tersebut berhenti dan menghasilkan foton dengan panjang gelombang λ_0 yang dihamburkan pada sudut $\theta = 60^\circ$ terhadap arah foton mula-mula. Foton ini kemudian ditabrak oleh elektron bebas kedua yang mula-mula diam. Hasilnya adalah foton dengan panjang gelombang $\lambda_i = 1,25 \times 10^{-10}$ m yang bergerak dengan sudut $\theta = 60^\circ$ terhadap arah foton dengan panjang gelombang λ_0 . Tentukan panjang gelombang de Broglie untuk elektron pertama.

8. Sebuah pesawat bergerak ke arah timur dengan laju $0,8 c$ diukur menurut menara yang diam. Pesawat tersebut melepaskan peluru dengan laju $0,6 c$ terhadap pesawat. Carilah masing-masing laju dan arah gerak peluru terhadap menara jika arah peluru terhadap pesawat membentuk sudut θ terhadap arah pesawat. Sebagai contoh, arah peluru terhadap pesawat adalah
 - a. timur
 - b. utara
 - c. barat
 - d. timur laut.

9. Tunjukkan bahwa rumus efek Doppler relativistik dapat diturunkan dari transformasi Lorentz untuk vektor momentum-4 (energi dan momentum) antara dua kerangka acuan yang mana kerangka I bergerak terhadap kerangka II dengan kecepatan \mathbf{V} .

Selamat bekerja