

Palautus ke 29.11. klo 22:00 mennessä, ks. tarkemmat ohjeet Moodlesta.

- ^{239}Pu on α -aktiivinen ydin, jonka puoliintumisaika $\tau_{1/2} = 2.41 \times 10^4$ vuotta. Laske millä teholla $m = 1.00\text{g}$ -massainen ^{239}Pu -kappale säteilee ympäristöönsä.
- Luonnollisissa yksiköissä asetetaan $c = 2.99792458 \times 10^8\text{m/s} = 1$ ja $\hbar = 1.05457 \times 10^{-34}\text{ Js} = 6.58212 \times 10^{-25}\text{ GeVs} = 1$, jolloin pituus, aika, massa $^{-1}$ ja energia $^{-1}$ ovat kaikki samoissa yksiköissä. Harjoitellaan yksikkömuunnoksia:
 - Sijoita SI-yksiköissä annetut c :n ja \hbar :n arvot luonnollisissa yksiköissä pätevään yhtälöön $\hbar c = 1$ ja kirjoita tulos muotoon $1\text{J} = \text{numero} \times \text{m}^{-1}$. Tulos antaa luonnollisissa yksiköissä pätevän yksikkömuunnoskaavan, jolla Joulet voidaan muuntaa metreiksi. Kirjoita myös vastaava muunnoskaava eV ja m välillä käyttämällä edelleen relaatiota $1\text{eV} = 1.602176634 \times 10^{-19}\text{J}$.
 - Nukelonien välistä vahvaa vuorovaikutusta voidaan efektiivisesti kuvata pionin välittämänä prosessina. Luonnollisissa yksiköissä pionin massa $m_\pi = 140\text{ MeV}/c^2 = 140\text{ MeV}$. Mikä on vuorovaikutuksen kantamaa karakterisoiva pituusskaala m_π^{-1} metreissa? Entä vastaava aikaskaala m_π^{-1} sekunneissa?
- Hiukkaskiihdyttimessä syntyvä Λ^0 -suihku halutaan törmäyttää etäisyyden $\Delta x = 2.0\text{m}$ päässä sijaitsevaan p^+ -kohtioon. Λ^0 -hiukkasten keskimääräinen elinikä on $\tau = 2.6 \times 10^{-10}\text{ s}$. Kuinka suuri energia syntyvillä Λ^0 -hiukkasilla täytyy olla, jotta vähintään 50% niistä saavuttaisi p^+ -kohtion?
- Piirrä alimman kertaluvun Feynmanin diagramma(t) QED-prosessille: $e^- + \mu^- \rightarrow e^- + \mu^-$. Laske, miten sähkövaraus ja leptoniluku per maku (L_e, L_μ, L_τ , missä $L_e(e^\pm) = \pm 1$ jne.) muuttuu kussakin verteksissä.
- Piirrä alimman kertaluvun Feynmanin diagramma(t) seuraaville QED-prosesseille:
 - $e^+ + e^+ \rightarrow e^+ + e^+$
 - $e^- + \gamma \rightarrow e^- + \gamma$
 - $\tau^+ + \tau^- \rightarrow \gamma + \gamma$