

Hiukkasteknologian perusteet (3 ov), kuulustelu 9.5.2005

1. Piirrä seuraavien reaktioiden Feynmanin diagrammit eli graafit perushiukkasten (so. kvarkkien jne.) tasolla

a) $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$

b) $\nu_\mu + e^- \rightarrow \nu_\mu + e^-$

c) $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$

d) $\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$

e) $K^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$

f) $e^+ + e^- \rightarrow \nu_\mu + \bar{\nu}_\mu$

($\pi^+ = (u\bar{d})$; $K^+ = (u\bar{s})$; $p = (uud)$; $n = (udd)$; $\Delta^{++} = (uuu)$)

2. a) Laske π^0 :n hajoamisen $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ faasiavaruustekijä eli faasiavaruusintegraali R_2 .

$$R_n = \int \dots \int_{3n-2} \prod_{i=1}^{n-1} (d^3p_i/2E_i) \delta[(P - \sum_{i=1}^{n-1} p_i)^2 - m_n^2]$$

$$\delta[f(x)] = \sum_i \delta(x-x_i) / |f'(x_i)|$$

- b) Laboratoriossa levossa oleva Σ^0 -hiukkanen hajoaa Λ^0 -hiukukseksi emittoimalla fotonin. Laske fotonin energia laboratoriossa.

($m(\pi^0) = 134,98 \text{ MeV}/c^2$; $m(\Sigma^0) = 1192,6 \text{ MeV}/c^2$; $m(\Lambda^0) = 1115,7 \text{ MeV}/c^2$)

3. Oleta yksinkertaistuksen vuoksi, että $dE/dx = (dE/dx)_{\min} \cdot \beta^{-2}$. Osoita, että lähtöenergian $E_0 = m_0\gamma_0$ omaavan hiukkasen kantama R on

$$R = m_0 c^2 (\gamma_0 - 1)^2 / (C \gamma_0),$$

missä C on tarkasteltavalle väliaineelle ominainen vakio. Arvioi a) $0.1 \text{ GeV}/c$:n ja b) $1.0 \text{ TeV}/c$:n myonin kantama raudassa, kun raudalle vakio C saa arvon $C = 1.48 \text{ MeV cm}^2 \text{ g}^{-1}$?

4. Hiukkasen kulkiessa monilankaverrannollisuuskammion (Multi Wire Proportional Chamber) läpi se aiheuttaa keskimäärin 3 ionisaatiota. Mikä on kammion havaintotehokkuus?

Normaalijakauma: $f(x) = (1/\sqrt{2\pi\sigma}) \exp[-(x-\mu)^2/2\sigma^2]$

Poisson-jakauma: $p_k = a^k e^{-a}/k!$

Geometrisen jakauma: $p_k = q^k p$

5. Miten hiukkasia tunnistetaan kokeellisessa suurenergiafysiikassa eli miten määritetään niiden lepomassa ja sähkövaraus?