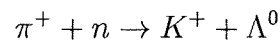


Tfy-44.139 Kvanttimekaniikka IV

Syksy 2003 / 1. välikoe / Jan Westerholm

- Tarkastellaan tilannetta, jossa havaitsija on paikallaan origossa ja hiukkanen liikkuu x-akselin suuntaista rataa pitkin (esim. viivaa $y = 10$ pitkin). Jos hiukkanen liikkuu relativistisella nopeudella v ja emittoi fotonin taajuudella ν (hiukkasen lepokoordinaatistossa) niin millä taajuudella fotoni havaitaan origossa?
 - Argumentoi, että Lorentz-muunnosten joukko koostuu neljästä alijoukosta, jotka eivät ole jatkuvan muunnoksen avulla yhteydessä toisiinsa.
- (Hiukkastuotto) Tarkastellaan reaktiota



Hiukkasten lepomassat ovat $m_\pi = 140$ MeV, $m_n = 940$ MeV, $m_K = 494$ MeV and $m_\Lambda = 1115$ MeV. Arvioi pienin mahdollinen energia pionille π^+ tässä reaktiossa, kun neutroni on paikallaan laboratoriokoordinaatistossa ja K^+ lähtee 90 asteen kulmassa suhteessa π^+ :n suuntaan.

- Kenttien kvantisointi. Selosta miten kenttä kvantisoidaan. Esimerkkinä olkoon massallinen vektorikenttä, $\Phi_\nu(t, \vec{x})$ joka toteuttaa klassisen liikeyhtälön

$$[\partial^\mu \partial_\mu + m^2] \Phi_\nu(t, \vec{x}) = 0$$

Olkoon $|t\rangle$ kvantisoidun kentän tila vuorovaikutuskuvassa ajanhetkellä t . Selosta erittäin suurpiirteisesti miten sirontamatriisi S :

$$|t = +\infty\rangle = S |t = -\infty\rangle$$

lasketaan, (eli mikä on S :n lauseke vuorovaikutushamiltonialaisen avulla lausuttuna, ja miten sitä käsitellään sirontavaikutusalvoja ja elinaikoja laskettaessa).

- Olkoon $\{\gamma^\mu, \gamma^\nu\} = g^{\mu\nu} I_{4 \times 4}$, $\gamma^5 = i\gamma^0\gamma^1\gamma^2\gamma^3$ ja $\not{a} = \gamma^\mu a_\mu$.
 - Osoita, että $\gamma_5\gamma_5 = 1$ ja $\{\gamma^\mu, \gamma_5\} = 0$.
 - Osoita, että $\gamma^\mu \not{a} \gamma_\mu = -2\not{a}$
 - Osoita, että

$$Tr [\not{a}_1 \not{a}_2 \dots \not{a}_n] = (-1)^n Tr [\not{a}_1 \not{a}_2 \dots \not{a}_n]$$