

7A.4 Hiukkanen sähkömagneettisessa kentässä

Elektronin e_0 ominaiskenttä on $r_0 = 5,291772492 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ ja seuraavat kondensoitumispisteet eli interferenssipisteet ovat aina $11,7^2 = 137$ -kertaisella etäisyydellä, mikä tulee pilkkoutumisajoista ja kenttien nopeuksista. Vastaavaan tulokseen tulee tulla myös resonanssimittausten kautta.

Aallonpituus saadaan kertomalla ominaiskenttä pilkkoutumiskerroilla ja luvulla $2 \cdot 2\pi = 4\pi$, koska $d = 2r$ ja ”kondensoitumispisteet” liikkuvat kehämäisesti. Tällä tavalla kolmasti pilkkoutuvan elektronin e_0 ominaisaallonpituudeksi tulee

$$\lambda_e = 4\pi \cdot 137^3 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} = 1,711255853 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (7A.39)$$

mikä on myös kosmisen taustasäteilyn huippu. Kun tavallisten elektronien aallonpituudet ovat alueella $0,5 \dots 10 \text{ mm}$, mikä on myös taustasäteilyn alue, niin tämä yksinkertainen jokapäiväinen asia on siis kosmisen taustasäteilyn eräs alkuperä. Tunnetut röntgensäteet syntyvät elektronien käänteiskentistä ja sähkökentästä. Mikäli tulos 7A.39 saadaan radioteknisin mittauksin, niin se voidaan saada myös gravitaatiokentän ominaisaalloista ilman, että mitään elektronia e_0 on olemassa. Tämä syntymekanismi joudutaan oletamaan kosmisen taustasäteilyn pääasialliseksi alkuperäksi ja tämä on selvitetty esimerkiksi fysiikan kohdan 5 lopussa ja tähtitieteen kohdassa 6.

Elektronin kenttä pilkkoutuu kolmasti b-kvarkkikokoon asti $e_0 \rightarrow \gamma_0 \rightarrow r_0 \rightarrow b$, joista viimeistä edellistä kondensoitumispistettä kutsutaan vaikutusetäisyydeksi $\lambda = \lambda_e / 137 = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ m}$. Kun 1 teslan magneettikenttään, minkä perusrakenneosa on oletettavasti hiukkasen $2 \cdot 5 \cdot m_m = 10 \cdot m_m = e_0 / 13,6$ kentän alkiorhyhmä, laitetaan 5kV:n jännitteellä kiihdytetty elektroni, niin sen pyörimissäteeksi voidaan mitata $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. Elektroni e_0 on siis kasvanut kentältään, koska elektronin N-kenttä mukautuu jännitekentän N-kenttään. Kun jännitekentät ovat säännöllisten hiukkasten rakenteita, niin niille pätee

$$r_1 : r_2 = \sqrt{M_1} : \sqrt{M_2} = \sqrt{V_1} : \sqrt{V_2} \quad (7A.40A)$$

ja siten 5 kV:n elektronille voidaan laskea matemaattisesti

$$1,25 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{5000 : 13,6} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \quad (7A.40B)$$

Varauksellinen elektroni siis vain orientoituu magneettikentässä ja pyörii omaa rataansa, mikä ei ole yhteneväinen magneettikentän ominaisratojen kanssa, vaikka magneettikenttä aiheuttaa painetta varattuun hiukkaseen. Viimeksi mainitusta asiasta ja magneettikentän sisäisestä liikkeestä saattaa sitten aiheutua hiukkaselle spiraalimainen rata.

Sähkömagneettisilla kentillä, hiukkasten kentillä ja niiden kondensoitumispisteiden kehän kentällä on toiseen suuntaan kulkeva positiivinen hidas N-kenttä ja toiseen suuntaan kulkeva negatiivinen nopea 1/N-kenttä. Normaalisissa tilanteissa nämä ovat saman kentän eri värähdykset vastakkaisiin suuntiin. Tämän takia negatiiviset ja positiiviset varaukset kulkevat vastakkaisiin suuntiin ja vetävät toisiaan puoleensa. On pidettävä mahdollisena, että hiukkanen voi lähteä kulkemaan myös omaa kenttäänsä pitkin. Valohiukkasessa sähkökenttä on itse valohiukkasessa, mikä tahdistuu gravitaatiokenttään. Tilanne tässä on siis käänteinen elektronin kiihdytykselle sähkökentässä.

Kun varattu hiukkanen reagoi sähkömagneettisen kentän kanssa tai päinvastoin, niin se saa yleispätevästi nopeuden $v = f \cdot d = 137 \cdot \omega d$, kuten juuri valohiukkasten käy. Tässä ω ja d ovat

hiukkasen ominaisuudet. Jos elektroni kiihdytetään 5 kV jännitteellä ja reagoiva kenttä on käänteinen N-kenttä, niin tämän kentän nopeudeksi tulee

$$\begin{aligned}
 v &= 137 \cdot \omega d \cdot \sqrt{5000 : 13,6} & (7A.41) \\
 &= 137 \cdot 1,5 \cdot 10^{14} \cdot 2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-11} \cdot \sqrt{5000 : 13,6} \\
 &= 593096 \cdot \sqrt{5000} = 4,2 \cdot 10^7 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Tämä on fysiikan todellisten mittaustulosten mukainen tulos varsin hyvällä tarkkuudella.

Tässä yhteydessä on aihetta käsitellä myös synkrotronia. Sähkökentän yksikkö on 1 voltti = $13,6 \cdot e_0$ kokoisen hiukkasen kenttä ja magneettikentän yksikkö on 1 tesla = $10 \cdot m_m$ kokoisen hiukkasen kenttä. Kun huomataan, että 1 V kentässä käänteisalkioryhmä on $e_0 / 13,6 = 10 \cdot m_m$, niin tämä johtaa ajattelemaan, että kysymyksessä on jotenkin sama asia ja historiallisesti tarkasteltuna on pelkästään luonnollista, että mittayksiköt 1 V ja 1 T todella olisivat syntyneet tarkalleen määrättyihin luonnonmukaisiin kohtiin. Tässä tapauksessa magneettikenttää voidaan pitää sähkökentän kondensoitumispisteiden hilana, jolla taas puolestaan on sisäinen sähkökenttä ja tällainen vuorottelu voisi periaatteessa ulottua hyvinkin syvälle. Tämä tilanne vastaisi atomissa aikaisemmin esitettyä näkökantaa, että kun atomissa magneettikenttä 1 on kohtisuorassa sähkökenttää $1 + 3 + 5 + \dots$ vastaan, niin edellinen voi sisältä olla muuttuva sähkökenttä ja jälkimmäinen taas sisältä magneettikenttä. Edellä esitettyä tukee se, että sauvamagneetissa voidaan olettaa kiertävän ”äärettömän” sähkövirran kuten eräissä oppikirjoissa on esitettykin (esim. Sihvola, Lindell: Sähkömagn. kenttäteoria 2, s. 51) mutta tässäkin tapauksessa magneettikenttää tulee pitää ”stabiilina” hilajärjestelmänä. Tätä tukee edelleen myös se käytännön tunnettu tosiasia, että sähkökenttiä ja magneettikenttiä voidaan muuttaa toisikseen, vrt. kaavio 2A.27. Kun tunnettu elektroni $e_{91} = 9,1 \cdot 10^{-31} = 2 \cdot 5 \cdot e_0^-$, niin ilmeisesti samalla tavalla on olemassa $m_{64} = 6,453287589 \cdot 10^{-33} \text{ kg} = 2 \cdot 5 \cdot m_m^-$. Toisaalta protonirakenteissa yleinen magnetonin m_m esiintymismuoto on positiivinen magnetoni $m_m^+ = 0,9928558295 \cdot m_m = 6,453287586 \cdot 10^{-34} \text{ kg}$, kuten esimerkiksi kohdassa 7A.5 on selvitetty ja nyt on mielenkiintoista ajatella, että atomirakenteissa tai erillisinä hiukkasina saattaa myös esiintyä positiivinen elektroni $e_0^+ = 8,843326498 \cdot 10^{-32} \text{ kg}$ tai nämä $2 \cdot 5 = 10$ -kertaisina.

Edellä esitetyn perusteella on helppo ymmärtää Lorentzin yhtälö

$$F = q \cdot E + q \cdot (v \times B) \quad (7A.42A)$$

Kun varaus on luonteeltaan fysiikassa vaihtelevasti sekä lukumäärä että liikemäärän mittari ja sen aiheuttama voima on muotoa

$$F = mvf \quad (7A.42B)$$

missä f on liikemäärän mv reagointitiheys, niin yhtälöt 7A.42A ja 7A.42B vastaavat toisiaan. Yhtälön 7A.42A ensimmäinen tekijä $F = q \cdot E$ kertoo sähkökentän sisäisestä liikkeestä siirtyvän liikemäärän tiheyden. Koska kenttä B on stabiili, niin sen suhteen on liikuttava nopeudella v , jotta saadaan syntymään liikemäärän siirtymä $F = q \cdot (v \times B)$. Tähän kaikkeen liittyy reagointitiheys, mikä on tietysti täysin välttämätön käsite ja mikä on yhtälössä 7A.42A sisällytetty tekijöihin E ja B , mutta mikä on myös riippuvainen reagoivan hiukkasen taajuudesta, mikä puolestaan voidaan ajatella sisällytetyksi tekijään q . Tämän takia juuri on olemassa tulot $q \cdot E$ ja $q \cdot (v \times B)$.

Synkrotronin taajuuden laskemisessa on jo kineettisen energian 50 MeV protonille ($v/c = 0,3$) käytettävä relativistista liikemäärän lauseketta (esim. Halliday, Physics, s. 742)

$$p = mv / (1 - v^2 / c^2)^{1/2} \quad (7A.42C)$$

Tämä yhtälö 7A.42C antaa aivan väärän käsityksen asiasta \rightarrow se saa asian näyttämään siltä kuin massa ja liikemäärä kasvaisivat nopeuden kasvaessa, mutta näin ei tapahdu. Liikemäärä $p = mv$ reaktiota ja vuorovaikutusta kohti säilyy ennallaan, mutta reaktiitiheys muuttuu jäljempänä osoitettavalla tavalla. Tällöin liikemäärän sieppaus aikayksikössä pienenee, minkä seurauksena ulkopuolisen magneettikentän G vaikutusta on nostettava. Kun perusyhtälöstä $qvB = mv^2 / r$ eli magneettivoima = keskeisvoima johdetaan taajuusyhtälö $f = \omega / 2\pi = v / 2\pi r = qB / 2\pi m$, niin suurilla nopeuksilla edellä esitetty taajuuden muutos on huomioitava, jolloin saadaan tarkaksi synkrotronitaajuudeksi

$$f_s = q \cdot B (1 - v^2 / c^2)^{1/2} / 2\pi m \quad (7A.42D)$$

Tämä pitää kokeellisten mittausten mukaan paikkansa hyvällä tarkkuudella ja tulos 7A.42C on ollut olemassa jo kauan ennen suhteellisuusteorioiden aikaa. Julkaistuja tuloksia on ainakin vuosilta v. 1901 / Kaufmann, v. 1909 / Buckerer ja v. 1915 / Lavanchy (esim. Alonso: Physics, s. 497). Kysymyksessä onkin tavallinen sähkömagneettinen ilmiö. Yleensä on ajateltu, että kysymyksessä on massan kasvu, mutta kysymyksessä on reagointihiheyden alenema ja sitä kautta ”painon” kasvu spektroskopiassa. Ajattelu menee tältä osin seuraavasti.

Kun hiukkanen kulkee paikallaan pysyvän gravitaatiokentän suhteen nopeudella v , niin se samalla värähtää ulospäin nopeasti $1/N$ -tyyppisenä kenttänä, kondensoituu elektroniksi ja värähtää takaisin hitaampana N -tyyppisenä kenttänä nopeudella c . Aivan yksinkertaisilla suorakulmaisilla kolmioilla tai nopeusvektoreilla saadaan paluumatkan kohtisuoraksi nopeuskomponentiksi

$$x = (c^2 - v^2)^{1/2} \quad (7A.42E)$$

ja tämä on koko asian ydin, sillä reagointihiheys muuttuu nyt tekijällä

$$x / c = (c^2 - v^2)^{1/2} / c = (1 - v^2/c^2)^{1/2} \quad (7A.42F)$$

Tällä asialla ei ole mitään tekemistä suhteellisuusteorian kanssa eikä ole olemassa mitään suhteellisuusteoreettista massan muuttumista nopeuden funktiona, sillä on olemassa vain reagointihiheyden muutos. Tällä asialla saattaa olla merkitystä myös massaspektrografiassa. Se, että kokeellinen fysiikka vahvistaa yhtälöt 7A.42F ja 7A.42D hyvällä tarkkuudella, saattaa tarkoittaa, että ulkopuolinen magneettikenttä B jotenkin stabiloi gravitaatiokenttää, sillä onhan luonnollista, että koska protonilla on liikemäärän siirtymä gravitaatiokenttään G , niin silloin gravitaatiokentän G pitäisi saada liikettä protonin suuntaan. Tämän näyttäisivät myös Fizeaun vanhat kokeet valon nopeuksista virtaavassa nesteessä osoittavan, jonka mukaisesti valo kulkee nopeammin virtaavan nesteen suuntaan.

Yhtälön 7A.42F suora johdannainen on taajuusyhtälö

$$f = f_0 \cdot (1 - v^2/c^2)^{1/2} \quad (7A.42G)$$

mikä voidaan monin tavoin osoittaa oikeaksi, esimerkiksi synkrotronikokeilla, radioaktiivisten aineiden vaihtelevan absorption avulla tai eräiden hiukkasten hajoamisnopeuden avulla. Tässä yhteydessä valitaan esimerkiksi pioni-hajoaminen (esim. Blatt: Modern Physics, s. 18).

Pioni = π on perusrakenneosa a-kvarkissa myonin kanssa siten, että $4\pi = 3\mu = a = 35 \text{ MeV}$, josta käänteisenergiana pionille tulee 140 MeV . Kun a-kvarkki on eräs perusrakenneosa sekä hiukkasissa että gravitaatiokentässä, niin tämän takia hiukkastörmäyskokeissa π ja μ ovat yleisiä ja tämän takia kumpikin pilkkoutuu ja liukenee gravitaatiokenttään määrätyn ajan kuluessa. Puolet varatuista pioneista π^+ ja π^- hajoaa normaaliolosuhteissa ajassa $1,8 \cdot 10^{-8} = T_{1/2} = n$ värähdystä ja tätä aikaa kutsutaan puoliintumisajaksi tai elinajaksi. Jos nyt pioneille annetaan nopeus $0,996 \cdot c$, niin ajassa $1,8 \cdot 10^{-8} \text{ s}$ ne lentävät vapautettuina $5,4 \text{ m}$. Hajoamistulokseen $T_{1/2}$ vaadittiin n värähdystä ja koska värähdysnopeus nopeudella $0,996 \cdot c$ muuttuu yhtälön 7A.42G osoittamalla tavalla, niin uudeksi hajoamisajaksi tulee $T'_{1/2} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ s}$. Tänä aikana pionit lentävät laboratoriossa noin 60 metriä nopeudella $0,996 \cdot c$, mikä on myös kokeellisen fysiikan mukainen oikea tulos. Tämän esimerkin ja myös synkrotronikokeiden perusteella voidaan todeta, että on olemassa tulos

$$f_s = f_0 \cdot (1-v^2/c^2)^{1/2} \quad (7A.42H)$$

Joten tekijä $(1-v^2/c^2)^{1/2}$ yhtälössä 7A.42D ei liity massaan vaan taajuuteen ja suhteellisuusteoriaan tämä ei liity mitenkään, pikemminkin päinvastoin.