

## 7. VALOHIUKKASEN NOPEUS JA AIKA

Valohiukkanen ja valohiukkasen nopeus synkronoituvat gravitaatio-kenttään samantapaisesti kuin elektronien kenttä ja nopeus pyrkii synkronoitumaan hiukkaskiihdyttimissä sähkökenttään. Valohiukkasten tapauksessa kuitenkin roolit ovat vaihtuneet siten, että sähkökentän muodostaa valohiukkasten kondensoitumispisteiden kehät ja erikoisesti 1. kondensoitumispiste, mikä joudutaan olettamaan samanlaiseksi kaikilla valohiukkasilla. Kun valohiukkanen saa nopeutensa gravitaatiokentästä, niin sitä ei mitenkään voida heittää, mikä on myös kokeellisen fysiikan todellinen tulos.

Koska gravitaatiokenttä on erilainen eri paikoissa avaruutta, niin valohiukkasellakin on vaihteleva nopeus. Valohiukkasten perusnopeuden voidaan ajatella tulevan aivan yksinkertaisesta yhtälöstä

$$v = \omega \cdot d = \text{värähdysluku} \cdot \text{värähdysmatka} \cdot 2 \quad (7.1)$$

mikä kuvaa teoreettisesti kevyiden alkioryhmien nopeutta gravitaatiokentässä. Kun gravitaatiokenttä on rakennettu termoneista  $r_0 = 2 \cdot$  Comptonin elektroni  $e_c$ , niin raja-aallonpituudesta  $\lambda_c = 2,42 \cdot 10^{-12}$  m saadaan gravitaatiokentän ominaiskentän säteeksi redusoitu Comptonin aallonpituus

$$\lambda_{c,red} = \frac{\lambda_c}{2\pi} = 3,861593229 \cdot 10^{-13} \text{ m} \quad (7.2)$$

ja termonin  $r_0$  värähdysluvun  $\omega_r = 5,319353137 \cdot 10^{22}$  1/s avulla gravitaatiokentän nopeudeksi

$$\begin{aligned} v &= \omega \cdot d = 5,3 \cdot 10^{22} \cdot 3,8 \cdot 10^{-13} \cdot 2 \\ &= 4,108235615 \cdot 10^{10} \text{ m/s} \\ &= 137 \cdot c \end{aligned} \quad (7.3)$$

Kun valohiukkanen pilkkoutuu  $1/137^n$ -osaan ja hidastaa gravitaatio-kenttää, niin tästä juuri tulee valohiukkasen ominaisnopeudeksi maapallon pinnalla  $c$ .

Samaan tulokseen tullaan, kun ajatellaan, että gravitaatiokentän ensimmäinen kondensoitumispiste a-kvarkki on termonin  $r_0$  ominais-säteen etäisyydellä ja tämä ominaissäde on  $2,817940924 \cdot 10^{-15}$  m, mikä on sitten ”sattumalta” sama kuin elektronin klassinen säde.

Kun a-kvarkin värähdysluku on  $\omega_a = 7,289428208 \cdot 10^{24}$  1/s, niin laskutoimitukseksi saadaan

$$\begin{aligned} v &= \omega \cdot d = 7,2 \cdot 10^{24} \cdot 2,8 \cdot 10^{-15} \cdot 2 \\ &= 137 \cdot c \end{aligned} \quad (7.4)$$

Gravitaatiokentällä on siis ”sisäänpäin” sama nopeus on ”ulospäin”. Kun Britannicassa 28 sivulla 657 esitetään, että aika voisi olla rakennettu erillisistä jaksoista, joiden minimimitta voi olla  $10^{-24}$  s, niin se on juuri gravitaatiokentän ja a-kvarkin värähdysaika. Jotenkin ihmeellisesti eri asiat sopivat toisiinsa.

Valohiukkasen nopeus gravitaatiokentässä on muotoa  $v = \omega \cdot d \sim \omega^{1/2}$ . Jos kentän värähdysluku on suorassa verrannollisuussuhteessa atomikellojen värähdyslukuun, niin atomikelloilla mitattu ajan nopeus ja aika  $t \sim \omega$ . Atomikellot saattavat olla aivan epäluotettavia avaruusmatkailussa, mutta vieterikellot voisivat olla hyviä. Edellä esitetystä saadaan yhteys valohiukkasen nopeuden ja atomikellojen ajan  $t$  nopeuden välille

$$\text{kun } v \sim \omega^{1/2} \text{ ja } t \sim \omega \rightarrow v^2 \sim t \quad (7.5)$$

Todellinen aika  $T$  on vain eteenpäin kulkeva ja se voidaan aina valita tasaväliseksi, mahdollisesti juuri vieterikellon avulla. Tätä aikaa  $T$  voitaisiin kutsua Newtonin absoluuttiseksi ajaksi, koska se on täysin riippumaton mistään.

Yhtälöiden 7.1 ja 7.5 perusteella valohiukkanen kulkee hitaammin suurissa kentissä ja gravitaatiokentän ”solukoko” kasvaa painovoimakeskusten lähellä. Valohiukkasten nopeuden onkin havaittu hidastuvan auringon lähellä ja galaksin keskustan lähellä sen sanotaan olevan  $0,1 \cdot c$ . Jos yhtälö 7.5 pitää paikkansa, niin atomikellon ajan nopeus  $t$  on muuttunut tällöin nopeudeksi  $t/100$ , mutta vieterikellon ajan nopeus  $T$  on edelleenkin  $T$ .

Maapallo on kauimpana auringosta aphelion kohdassa heinäkuussa ja lähinnä aurinkoa perihelion kohdassa tammikuussa. Tämän mukaisesti on kokeellisesti voitu mitata, että kauempana = pienimmässä gravitaatiokentässä atomikello värähtää  $6,6/10^{10}$  – osan verran nopeammin, mikä sopii hyvin yhteen edellä selvitetyn kanssa. Einsteinin teorioista voidaan laskea, että fotonin taajuus kasvaa meren pinnalta luettuna  $1,09/10^{16}$  – osan metriä kohti ylös mentäessä (Britannica 28, s. 662). Luvulla tuskin on mitään merkitystä, mutta suunta on oikea ja sama kuin edellä on esitetty  $\rightarrow$  fotonin värähtää nopeammin pienemmässä kentässä. Samaa osoittaa myös aurinkokuntaa tutkivat pioneer – satelliitit, joiden nopeuden epäillään hidastuneen, mutta todellisuudessa kauempana signaalinopeus vain on kasvanut.

Kun maapallon gravitaatiokenttä on rakennetta  $r_0 = 2 \cdot \text{Comptonin elektronin}$  ja jos linnunradan reunalta saadaan röntgensäteilyä Comptonin aallonpituusalueella, niin siellä gravitaatiokenttä on  $e_c/2 + e_c/2 = e_c$ . Tässä on käytetty analogiaa, minkä mukaan auringon kromosfäärin plasmakentästä  $2,85 \text{ GHz}$  ( $10,5 \text{ cm}$ ) syntyy aallonpituus  $21 \text{ cm}$ . Edellä esitetty tarkoittaa, että linnunradan reunalla valonhiukkasella on nopeus

$$v = \left( \frac{e_c}{e_c/2} \right)^{1/2} \cdot c = c \cdot \sqrt{2} \quad (7.6)$$

Galaksien välisellä alueella se on luonnollisesti vielä suurempi. Sen lisäksi, että valohiukkasen nopeus vaihtelee edellä esitetyllä tavalla, sen kulkureitti ei koskaan ole suora, vaan valohiukkanen polarisoi laajalta alueelta gravitaatiokentän, minkä suhteen se kulkee suoraan. Kun gravitaatiokenttä liikkuu tai kaartuu, niin myös valohiukkasten kulkurata kaartuu, minkä tähtitieteen kokeelliset mittaukset osoittavat todeksi. Valohiukkaset eivät myöskään tämän takia yleensä kulje kahden pisteen välistä lyhintä matkaa ja on aivan väärin sanoa avaruuden kaartuvan, kun valohiukkanen kaartuu. Avaruutemme on tuttu euklidinen suora avaruus.

Materian nopeus gravitaatiokentän suhteen muuttaa valohiukkasen nopeutta  $c$  ja aikaa  $t$ , mutta ei aikaa  $T$ . Tämä näkyy jo siinä kokeellisen fysiikan tuloksessa, että valohiukkasen nopeus on toinen virtaavassa nesteessä kuin seisovassa nesteessä. Tämä voidaan ymmärtää siten, että vaikka materian ja gravitaatiokentän reaktio tapahtuukin ytimen kenttien kautta, niin atomin elektronikentät eivät ole täysin immuuneja gravitaatiokentän liikkeelle. Tästä taas seuraa, että kun materia liikkuu gravitaatiokentän suhteen niin elektronikenttien sisäinen alkiorhytmien kulkumatka kasvaa, joten

myös atomikellojen aika  $t$  kulkee hitaammin. Jos elektronien reaktiot tapahtuvat pelkästään gravitaatiokentän välityksellä, niin kenttien sisäinen vaihtonopeus  $v$  saa yhtälön

$$v = \sqrt{c^2 - v_m^2} \rightarrow v = c\sqrt{1 - (v_m / c)^2} \quad (7.7)$$

mistä  $v_m$  on materian nopeus gravitaatiokentän suhteen. Näin ei kuitenkaan uskota yksiselitteisesti olevan, koska gravitaatiokenttä pyrkii seuraamaan materiaa, vaan nopeuden  $v_m$  vaikutus  $v$  jää todennäköisesti yhtälöä 7.7 huomattavasti vähäisemmäksi. Koska tällä asialla on syvälinen merkitys sekä teorioihin, että käytännön avaruusmatkailuun, niin tätä asiaa on aihetta tarkastella yksityiskohtaisemmin. Koska atomiytimet reagoivat gravitaatio- ja  $\phi$ -kentän kanssa ja koska aivan ilmeisesti atomien elektronien kentät käyttävät gravitaatiokenttää hyväksi värähdysliikkeissään, niin syntyy vuorovaikutus, minkä johdosta koko gravitaatiokenttä lähtee liikkeelle, kun kappale liikkuu gravitaatiokentässä. Tätä tilannetta voisi verrata avoautoon jota ilma pyrkii seuraamaan. Avoauto on suurilla nopeuksilla ongelmallinen kun taas tavallinen henkilöauto, missä ilma kulkee auton mukana sisällä on ongelmaton. Nyt avaruusalukselle pitäisi saada sama tilanne ja näyttää siltä, että synkrotroneilla suoritettavat kokeet antavat tähän ratkaisumallin. Yhtälön 7.7 ja ”suhteellisuusteorian” mukainen lauseke synkrotronitaajuudelle on

$$f_s = q \cdot B (1 - v^2/c^2)^{1/2} / 2\pi \cdot m \quad (7.8)$$

Tässä yhtälössä suhteellisuusteoreettiseksi tekijäksi sanotaan tekijää

$$(1 - v^2/c^2)^{-1/2} \quad (7.9)$$

mutta tällä ei ole mitään tekemistä suhteellisuusteorian kanssa, vaan ilmiö on yksinkertaisesti seuraava. Protonin värähtäessä sen kenttähiukkasesta  $p_i$  lähtevät alkiryhmät kulkevat kohtisuorassa kulkusuuntaa vastaan elektronille  $e_0$ , joita protonillakin on aina vähintään 2 ja näiden elektronien kentät ovat ne, jotka reagoivat magneettikentän  $B$  kanssa. Värähdys ulos elektroniin on nopea  $1/N$  – värähdys, mutta elektroni värähtää takaisin sisäänpäin hitaampia  $N$ -fotoneja, joiden nopeudeksi tulee  $c$ . Nyt syntyy hyvällä tarkkuudella Pythagoraan suorakulmainen kolmio, jonka hypotenuusa on  $c$  ja toinen kateetti hiukkasen nopeus  $v$ . Tällöin kohtisuoraksi nopeudeksi ja toiseksi kateetiksi tulee ”nopeusvektori”

$$x = (c^2 - v^2)^{1/2} \quad (7.10)$$

Tästä edelleen saadaan liikkuvan hiukkasen ja levossa olevan hiukkasen nopeusvektorien suhteeksi

$$c / x = (1 - v^2/c^2)^{-1/2} \quad (7.11)$$

Tämän laskemisessa ei todellakaan tarvita suhteellisuusteoriaa. Se oleellinen kohta tässä on nyt, että koska fysiikan kokeelliset mittaustulokset synkrotroneille osoittavat yhtälön 7.11 päteväksi, niin tämän takia ulkoisella magneettikentällä  $B$  on ilmeisesti onnistuttu pitämään gravitaatiokenttää paikallaan. Kun tämä yhdistetään tietoon, että jo pelkkä materian liike saa myös gravitaatiokentän liikkumaan, niin näyttää aivan ilmeiseltä, että avaruusalus voidaan tehdä magneeteilla ”umpinaiseksi” gravitaatiokentän suhteen eli se kuljettaisi gravitaatiokenttää mukanaan saman kaltaisesti kuin suljettu auto kuljettaa ilmaa mukanaan. Tämä mahdollistaisi hyvin suuret nopeudet ja ei voida olla aivan varmoja, ettei tällä jo nykyisillä avaruusmatkoilla voitaisi vaikuttaa terveydellisiin asioihin.

Nopeuden vaikutusta atomikellojen käyntiin on yritetty tutkia eri tavoin. Tunnetuin näistä on ajan t testaus lentokoneella lokakuussa 1971, mutta tätä ennenkin oli tehty vastaavia aikaisempia kokeita, mitkä antoivat nollakeskeisiä tuloksia vaihteluvälin ollessa  $\pm 60$  ns/vrk (Science vol 177, s. 168).

Kun tarkastellaan lokakuun 1971 testin tuloksia, niin ensimmäiseksi kiinnittyy huomio siihen, että jo ennen lentoa kellot olivat joutuneet epästabiiliin tilaan siten, että 2 kelloa edisti epälineaarisesti, 1 kello jätätti epälineaarisesti ja 1 kello jätätti lineaarisesti  $\rightarrow$  tarkennettuna kellot 361,408 ja 447 kiihtyvästi hidastuivat. Lento itään vaikutti siten, että 2 kelloa (361 ja 408) lähtivät lennon vaikutuksesta käymään entistä nopeammin ja 2 kelloa (120 ja 447) entistä hitaammin. Lennon länteen vaikutukset olivat eri kelloihin täysin epäyhtenäiset ja voisi arvata, että joku ylimääräinen häiriötekijä on tullut mukaan. Kellojen 361 ja 120 aikaviivat ovat selvästi käyriä, mutta eri suuntaan. Tässä on eräs sanatarkka lainaus tilanteesta (Science 14 July 1972, s. 170): "*No significant changes in rate were found for clocks 408 and 447 during the westward trip*", mutta kuvia tarkastellen tämä ei voi olla tosi kellon 408 osalta ja kellon 408 muutoksen suunta oli päinvastainen kun kellolla 120. Tämä lentokonetesti osoitti ainoastaan, että kuinka vaikeaa asian tutkiminen on atomikelloilla, eikä mitään muuta. Koska gravitaatiokenttä pyörii maapallon mukaan, tosin hyvin pienellä viiveellä, ja koska gravitaatiokentän muutos näissä korkeuksissa on aivan mitätön, niin mitään eroa ei olisi kuulunutkaan löytyä. Tämän takia aikaisemmin mainitut muut tutkimukset, jotka antoivat nollakeskeisiä tuloksia suunnilleen atomikellon tarkkuudella, saattoivat antaa oikeita tuloksia.

Lopuksi voidaan tarkastella esimerkkiä, missä valohiukkanen lähtee auringosta kohti maapallolla olevaa kaukoputkea. Sitä vastaan lähetetään läpinäkyvä lasi nopeudella  $c/2$ . Vallitseva teoria sanoo, että valohiukkasella on vakionopeus  $c$  molempien suhteen ja nyt pyydetään keksimään matematiikka, millä tämä onnistuu. Ensimmäinen henkilö sanoo, että täysin mahdotonta, mutta toinen sanoo, että aivan helppoa: kiinnitetään lasiin oma kello, mikä käy nopeammin ja lasketaan lasin aika sillä, mihin kolmas toteaa, että eikö kellon käynnin pitänyt hidastua. Tähdistä tai auringosta tulevan valohiukkasen vakionopeus  $c$  vaihtelevalla nopeudella kulkevan havaintolaitteen suhteen kuuluu tiedeyhteisön valtavirran uskomuksiin ja tämä virheellinen sukupolvia kestänyt uskomus tulee tulevaisuudessa kuulumaan tieteenhistorian uskomattomimpiin tapauksiin.