

6. TAUSTASÄTEILY

Kosmisella taustasäteilyllä tarkoitetaan sitä avaruudesta tulevaa säteilyä, minkä aallonpituus on pääosin alueella 1 mm100 mm. Tämän säteilyn alkuperä on alkuaineiden ja molekyylien kentissä, sähköisissä ilmiöissä, tähtien plasmakentissä ja ehkä ennen kaikkea gravitaatiokentässä. Taustasäteilyn huippu saattaa olla juuri peruselektronin e_0 kohdalla $\rightarrow \lambda(e_0) = 137^2 \cdot \lambda_0 = 137^2 \cdot 91,2670537 \text{ nm} = 1,711255864 \text{ mm}$ ja kun näkyvän valon hiukkaset ovat yleisesti elektronikenttien tuotetta suhteella $1 : 137^2$, niin on helppo huomata, että UV + näkyvän valon alue liittyy tällä suhteella läheisesti mm-aallonpituusalueeseen. Kosminen taustasäteily on aivan arkipäiväistä ja joka hetki tapahtuvaa säteilyä, mitä oletettavasti voi syntyä sähköhitsauslaitteistakin ja huonoista sähköliitoksista yhtä hyvin kuin gravitaatiokentän vapautuvista jakeista.

Kun avaruussatelliitti COBE (Cosmic Background Explorer) mittasi taustasäteilyä, niin sen mittaussektori oli todennäköisesti 15 täyden kuun suuruinen, siis varsin suuri, mikä antaa jo hyvän tasaisuuden. Tästä huolimatta sen tulokset poistivat suuren määrän alkuräjähdyksen = "Big Bang" teorioita ja tästä asiasta on kirjoittanut tunnettu Jayant Narlikar (Particle Physics and Cosmology at Interface, s. 446) : *"Anisotropies of the type found by COBE have served to eliminate a large class of theories attempting to form structures in a big bang universe. Those that still survive do so by a delicate tuning of parameters and could hardly be considered proved by COBE"*.

COBE:n tulokseksi ilmoitetaan usein yksi ainoa tarkkatulos, minkä mukaan avaruussäteilyn lämpötila on $2,726 \pm 0,010 \text{ K}$, mutta harvemmin mainitaan, että tämän onkin vastusmittauksen tuloksen $2,730 \text{ K}$ ja "taajuuspiikistä" saadun tuloksen $2,722 \text{ K}$ keskiarvo. Eräiden kirjallisuustietojen mukaan taustasäteily olikin COBE:n mittauksissa sellaisen mustan kappaleen säteilyä, mikä on lämpötilassa $2,735 \text{ K}$ (Alonso, Physics, s. 851 ja Halliday, Physics, s. 1204). Näiden arvo kuitenkin enemmän kuin kyseenalaistuu, koska ensinnäkin laskutoimituksissa jouduttiin tekemään oletuksia, joiden ei tarvitse pitää paikkaansa ja toiseksi juuri avaruussäteily on tyypillisesti sitä, missä hiukkasfysiikan massat ja energiat ovat ylösalaisin. COBE:n tuloksissa jää askarruttamaan myös seuraava lause: *"The application of this model proceeds in two steps. The first step assumes that the cosmic distortions vanish, and that an approximation $g(f)$ to the galactic spectrum is known"*. (Particle Physics and Cosmology at the Interface, s. 581)

Edelleen COBE:n tuloksia tarkasteltaessa on ajateltava, että jos maapallolla absoluuttinen lämpötila $-273,16 \text{ }^\circ\text{C}$ on gravitaatiokentästä $r_0 = 4 \cdot e_c / 2$ tuleva lämpötila, niin linnunradasta ulospäin katsottuna tulee enemmistönä olla negatiiviset Kelvin-asteet, jos kysymyksessä on "avaruussäteily". Kun maapallolta katsotaan linnunradan keskusta ja sitten ulospäin, niin toiseen suuntaan absoluuttinen 0-lämpötila muuttuu riittävän kaukana aurinkokunnasta positiivisesti ja toiseen suuntaan negatiivisesti. Kun linnunradan keskustan suuntaan gravitaatiokentän N-komponentti kasvaa ja linnunradasta ulospäin N-komponentti pienenee, niin kysymys absoluuttisen 0-lämpötilan suunnasta riippuu kenttien kääntymisestä. Olettaen, että lämpötilan b-kvarkkiryhmä on samoin päin lämpötilassa kuin sähkömagnetismin potentiaali- ja jännitekäsitteissä sekä oikeinpäin gravitaatiokentän N-komponenttiin nähden, niin silloin juuri absoluuttinen 0-lämpötila laskee linnunradasta pois päin. Kineettisesti liikkeestä ja energiasta ei lämpötilassa T ole ollenkaan kysymys, kuten jo fysiikan kohdan 4 alussa todetaan ja ajatus atomien liikkeen pysähtymisestä 0-lämpötilassa on tosiasiallisesti fysiikassa mieletön eikä siitä tietenkään ole todisteita. Gravitaatiokenttä taas puolestaan on kuin eräänlainen koko avaruuden täyttävä potentiaalitenttä = "jännitekenttä", missä absoluuttinen 0-lämpötilakäsite voidaan rinnastaa potentiaali-/jännitekäsitteeseen tavanomaiseen tapaan. Tässä yhteydessä on välttämätöntä myös huomata, että Planckin energialla $E = hf$ ja Boltzmannin energialla $E = kT$ ei ole yhteistä ja yleistä pätevyyttä yksinkertaisessa muodossa $hf = kT$, vaikka ehkä lähitulevaisuudessa löydetään rajatuissa

tapauksissa uusi täsmällinen yhteys taajuuden f ja lämpötilan T välille. Tämän asian paremmaksi ymmärtämiseksi on aihetta katsoa historiaan.

Kun Planckin vakio h syntyi 1900-luvun vaihteessa, niin oli jo kauan tunnettu Avogadronin luku, mikä ilmoittaa hiukkasten määrän moolissa ja kaasuyhtälö $PV = RT$, joista sitten yhdessä saadaan Boltzmannin vakio k . Atomeiden koostakin oli jo idea, joten kaasuatomin ja sen ottaman tilavuuden suhteeksi voitiin laskea $1 : 78943,29821$. Tässä käytetään nyt tarkkoja lukuja mallin vuoksi, mutta 1900-luvun vaihteessa ne olivat hieman toisia. Kun Boltzmannin mukaan $E = kT$, niin yhden asteen lämpötilaa vastaa energia $E = 1,38065812 \cdot 10^{-23} \text{ J / atomi}$. Jotta tämä energia syntyisi atomista sen ottamaan tilavuuteen, tulee atomin energian olla

$$78943 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} = 1,089937057 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (6.1)$$

Tulos 6.1 vastaisi siis esimerkiksi vetymolekyyliä H_2 . Aikanaan voitiin ajatella, että $H_2 = 2H$ atomin tilavuutena, jolloin vetyatomien H energiaksi saadaan

$$2 \cdot 1,08 \cdot 10^{-18} = 2,179874113 \cdot 10^{-18} \text{ J} \quad (6.2)$$

Tätä matematiikkaa ei voi mitenkään kiistää ja on aikaisempien sukupolvien aliarvostamista ajatella, että tämä matematiikka ei olisi ollut heidän tiedossa.

Kun vetyatomien perusspektriviivan taajuudeksi oli jo aikaisemmin laskettu $f = 3,289841928 \cdot 10^{15} \text{ 1/s}$ niin tästä seuraa

$$\frac{E}{f} = \frac{2,17 \cdot 10^{-18}}{3,28 \cdot 10^{15}} = 6,626075540 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \quad (6.3)$$

Tulos on siis Planckin vakio ja tämä voi olla se tie, miten Planckin vakioon alun perin tultiin, mutta tämä asia puettiin sitten hienommin. Näissä yhtälöissä siis asetettiin

$$hf = kT \quad (6.4)$$

kun $T = 1 \text{ K}$. Kun sitten tätä sovellettiin ideana lämpötilaan $274 \text{ K} = 2 \cdot 137$, niin on luonnollista ajatella, että juuri tätä kautta tuli Planckin vakioon h sisällytettyä luku 137, mikä siinä on ikään kuin ”ylimääräinen”.

Yhtälössä $hf = kT$ Planckin vakio h liittyi siis yhteen ainoaan tilanteeseen ja laskutapaan. Myöhemmin h liitettiin matemaattisesti elektroniin $e_{91} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ eikä h ole vakio, vaan $h \rightarrow 0$ kun $m \rightarrow 0$. Taajuus f liittyy vedyn perustilan käänteiskentästä lähteneeseen fotonin $\lambda_0 = 91,12670537 \text{ nm}$, mikä ei tarkalleen liity elektroniin e_{91} ja Boltzmannin vakio k liittyy kaikkiin atomeihin. Näin tarkastellen on yhtälö $hf = kT$ täysin yleispätevä, minkä seurauksena sitten kaikki yhtälöt missä esiintyy hf / kT ovat epäpäteviä. Aivan erikoisesti tämä epäpätevyys koskee taustasäteilyä. Tässä yhteydessä on aihetta huomata ja ajatella sitä tosiasiaa, että samassa lämpötilassa olevat atomit ja molekyylit, vaikkapa vetymolekyyli H_2 , emittoi ja absorboi useita eri aallonpituuksia, koska sillä on erikokoisia kenttiä. Tämän saman voidaan ajatella pätevän myös avaruuden plasmakentille, missä tyypillisiä rakenteita ovat 1, 3, 5, 7 ... sekä nämä 2-kertaisina tai 3-kertaisina. Nämä kukin voivat lähettää eri aallonpituuksilla olevaa säteilyä, vaikka plasmakentän nimellislämpötila olisi kaikkialla sama. Lämpötilasta T ei todellakaan voida johtaa yleistä ja yksinkertaista yhteyttä lähtevän säteilyn taajuuteen f , mistä voi vakuuttautua jo niinkin yksinkertaisella tavalla kuin katsomalla huoneessaan ympärilleen \rightarrow lukuisia eri taajuuksisia = eri värisiä valohiukkasia tulee silmään, vaikka kaikki ovat samassa lämpötilassa. Jokainen erivärinen valohiukkanen ilmoittaa aivan tarkasti jonkun määrätyn kentän ja sen alkiorhyhmien koon

samanaikaisesti kaikkien muidenkin kenttien kanssa. Sama pätee myös infrapuna-alueella ja mm-alueella.

Kun tutkitaan taustasäteilyä, niin aivan ensimmäiseksi kiinnittyy huomio siihen spektrin jakauman samankaltaisuuteen, mikä taustasäteilyllä, infrapunalähteillä ja optisella havaintoalueella on. Tästä on erinomainen kuva kirjassa Grigoriev, Physical Quantities, s. 1521 ja sen enempää samankaltaisuutta kuin säännöllisyyttä ei voi olla huomaamatta → nämä eri aallonpituusalueita kuvaavat käyrät ovat kuin sukulaisia keskenään. Tällä samalla sivulla on esitetty myös kokeelliset arvot hajontoineen taustasäteilyn luminositeettilämpötiloille kuvassa 45.56 ja ne osoittavat lämpötilalle T arvoja 2 ... 4.5 K käytännössä aallonpituudesta riippumatta. Kun huomioidaan edellä esitetty, tähtien yleiset spektrijakaumat ja ylösalaisin olevat energiat sekä COBE:n tulokset, niin voidaan perustellusti kirjoittaa ainakin suuruusluokkana yhtälö

$$\text{taustasäteily} = 137^2 \cdot \text{optinen alue} \quad (6.5)$$

Toisaalta on helppo huomata myös yhteys vedyn 21 cm:n viivan kanssa, mikä tulee suoraan vetyatomin alkiorhyhmärakenteesta

$$210,5 \text{ mm} / 137 = 1,54 \text{ mm} \quad (6.6)$$

$$\rightarrow \text{alkiorhyhmärakenteet} = n \cdot 1,54 \text{ mm} \quad (6.7)$$

missä n voi olla myös murtoluku. Kun fysiikan kohdan 2 mukaisesti valohiukkasten sähkökentille kirjoitetaan yleinen muoto

$$\gamma_N = N \cdot 20 \cdot 137^2 \cdot x^x \cdot \text{b-kvarkki} \quad (6.8)$$

$$= 20 \cdot 137^2 \cdot y^y \cdot \text{b-kvarkki} \quad (6.9)$$

$$= 20 \cdot 137^4 \cdot y^y \cdot \text{gravitoni } g_0 \quad (6.10)$$

missä

$$x^x = 4,530471774^{4,53} = 137^2 / 20 \quad (6.11)$$

ja sitten verrataan näitä tuloksia yhtälöön 6.5, niin vaikuttaa aivan ilmeiseltä, että taustasäteilyn alkiorhyhmät voivat olla samoja kuin valohiukkasten alkiorhyhmät. Vaikka valohiukkaset ovat gravitaatiokentässä lähes inerttejä ja huonoja reagoimaan, niin siitä huolimatta jo käsittämättömän pienellä todennäköisyydellä syntyy taustasäteily. Asia voidaan ajatella sitenkin, että tietyllä todennäköisyydellä valohiukkanen hukkaa yhden alkiorhyhmän yhtälöistä 6.9 tai 6.10, mikä pilkkoutuu $1/137^2$ -osaan ja jatkaa säteilynä

$$r_N = N \cdot 137^2 \cdot y^y \cdot g_0 = \text{taustasäteily} \quad (6.12)$$

Tällaisen säteilyn radioaallonpituus on juuri alueella 1 mm ... 100 mm ja sen suunta määräytyy syntyhetkellä sattumanvaraisesti. Tätä alkiorhyhmien irtoamista valohiukkasista tukee sekin mahdollisesti yleisesti tunnettu asia, että valohiukkasten kuljettua pitkiä matkoja avaruudessa, ne vaikuttavat jotenkin ”repaleisilta”. Tekijä y^y tulee tässä nyt ymmärtää joksikin rakenteeksi, mikä poikkeaa gravitaatiokentästä, koska muutenhan alkiorhyhmät liukenevat gravitaatiokenttään, kuten juuri suurimmalle osalle hiukkastörmäyskokeiden tuloksista käy. Taustasäteilyn syntymekanismeja voi selvästikin olla useita. Se, että radiotaajuuksina mitattuna taustasäteily syntyisi valohiukkasten irronneista alkiorhyhmistä on niin yksinkertaista ja selvästikin mahdollista, että tämä voi todellakin

olla taustasäteilyn eräs oikea alkuperä. Kerrataan vielä, että tällainen irronnut valohiukkasen alkiryhmä on yhtäpitävästi yhtälön 6.12 kanssa perusmuodossaan $N = 1$

$$\begin{aligned} \text{taustasäteily} &= r_0 = 2 \cdot \text{Comptonin elektroni } e_c \\ &= \text{fotoni } \gamma_0 / 137^2 \\ &= 137^2 \cdot b = 137^2 \cdot 137^2 \cdot g_0 \end{aligned} \quad (6.13)$$

Se, että kysymyksessä todella on radioaallonpituuksien $\lambda = 1 \text{ mm} \dots 100 \text{ mm}$ alkiryhmät, voidaan laskelmin osoittaa seuraavasti, mutta sitä ennen tehdään muutama yleinen toteamus. Alunperin Penzias ja Wilson löysivät vuonna 1965 radiokohinaa ”nimellisaallonpituudella” 73,4 mm, siis kaukana nykyisestä säteilyhuipusta 1,7 mm. Koska fysiikan massat ja energiat tässä ovat ylösalaisin, niin tämä huippukohta saattaa kuitenkin tulla pikemminkin matematiikasta kuin fysiikasta ja oikein painotettu keskiarvoaallonpituus ”energian” suhteen saattaa hyvin olla kohdassa $\lambda = 15 \text{ mm}$. Koska huippukohdan $\lambda = 1,7 \text{ mm}$ käsittelyllä on tiettyjä mallinomaisia etuja, niin käytetään kuitenkin tätä ja oletetaan tarkaksi taustasäteilyn huipuksi $\lambda = 1,711255863 \text{ mm}$, mikä vastaa fotonimuotoista elektronia e_0 . Radiotekniikassa ja lähetysantennissa tämä vastaa sähkökentässä samaa ryhmää ja tällaisen ryhmän e_0 ominaistajuudeksi saadaan tutulla tavalla

$$f = c / \lambda = 1,751885644 \cdot 10^{11} \text{ 1/s} \quad (6.14)$$

mistä seuraa värähdysluvulle arvo

$$\omega = 2 \pi f \cdot 137 = 1,508412985 \cdot 10^{14} \text{ 1/s} \quad (6.15)$$

Tämä on tarkalleen elektronin $e_0 = 137 \cdot m_m$ värähdysluku. Tämä itsestään selvältä näyttävä asia on aihetta laskea tässä yhteydessä näin, koska ei ole täysin varmaa, että tämä olisi ollut fysiikalle myös itsestään selvää. Tämän jälkeen lasketaan niiden alkiryhmien koko, joita antennissa oleva kenttäryhmä e_0 lähettää ympäristöönsä ja joita se sieppaa ympäristöstään. Esimerkiksi fysiikan kohdassa 7A.6 esitetyn laskentamenetelmän mukaisesti alkiryhmä $e_0 = 137 \cdot m_m$ kääntyy magnetonin m_m suhteen ja pilkkoutuu kahdesti $1/137$ -osaan, jolloin syntyvät liikkuvat viestihukkaset.

$$m_m / (137 \cdot 137^2) = r_0 = 2 \cdot e_c = 4 \cdot e_c / 2 \quad (6.16)$$

Tämä on juuri tulos 6.13, mikä saadaan valohiukkasten alkiryhmänä arvolla $N = 1$. Tämä tulos 6.16 osoittaa, että valohiukkasten irronneet alkiryhmät ovat mahdollisia radiokohinan aiheuttajia alueella $\lambda = 0,5 \dots 17 \text{ mm}$ ja kun otetaan läheinen infrapuna-alue mukaan, niin radiokohina-alue voidaan ulottaa hyvinkin aallonpituuksiin $\lambda = 100 \text{ mm}$. Kun gravitaatiokentän koko maapallolla on

$$\text{gravitaatiokenttä} = r_0 = 4 \cdot e_c / 2 \quad (6.17)$$

niin voidaan todeta, että myös itse gravitaatiokenttä tulee perusmuodossaan kooltaan juuri taustasäteilyn huippukohtaan ja siten gravitaatiokentän plasmakentät yhdessä gravitaatiokentän jakeiden kanssa kykenevät tuottamaan koko radiokohina-alueen $\lambda = 0,5 \text{ mm} \dots 100 \text{ mm}$. Samoja hiukkasia gravitaatiokentän kanssa nämä eivät kuitenkaan ole. Kun gravitaatiokentän r_0 elektroni on b-kvarkki samalla tavalla kuin protonin p_0 elektroni on e_0 ja kun elektroni e_0 kykenee luomaan jännite = potentiaalitentistä fotoneja, niin aivan analogisesti voidaan ajatella, että b-kvarkki kykenee tuottamaan plasmakentistä gravitoni g_0 ryhmiä \rightarrow yhtälö 6.12, missä voidaan vielä huomata, että molekyylien hilajärjestelmän fotonia γ_0 vastaa gravitaatiokentässä juuri gravitoni g_0 .

Gravitaatiokenttä on kaikkea muuta kuin yksitoikkoisen rauhallinen, missä N-kentät virtaavat galaksien keskustoista ja suurista taivaankappaleista ulospäin ja 1/N-kentät päinvastaiseen suuntaan. Näistä viimeksi mainituista kentistä tulee juuri painovoimailmiö maapallolla kuten fysiikan kohdassa 5 on selvitetty. Gravitaatiokentässä tulee olettaa olevan sekä erilaisia virtauksia että pyörteitä ja se saattaa spontaanisti luoda enemmän tai vähemmän kestäviä plasmakenttiä muodoissa 1, 3, 5, 7 ... ja $1 + 3 + 5 + 7 + \dots$. Sen lisäksi, että nämä ovat potentiaalisia lähteitä radiosäteilyn taustasäteilyn alueella, niin nämä ovat tietysti potentiaalisia gammasäteilijöitä ja röntgensäteilijöitä. Tämän takia monet kaukaisiksi ja valtaviksi energialähteiksi tulkitut radiokohteet saattavatkin olla vain lähiavaruutemme plasmakenttien purkauksia tai hyvinkin stabiilien plasmakenttien säteilyä. Tämä on paljon järkevämpää kuin tulkita nämä kohteet sata kertaa kirkkaammiksi kuin kirkkaimmat galaksit pitäen mielessä, että fotonirakenteiden sinisiirtymät ja punasiirtymät kertovat vain paikallisista olosuhteista, mutta eivät mitään nopeuksista ja etäisyyksistä. Mielenkiintoisella tavalla kirjallisuus (Teerikorpi, Valtonen, Cosmos, s. 354) ottaa esille juuri radiogalaksit $3C\ 48 \rightarrow z = 0,16$ ja $3C\ 273 \rightarrow z = 0,37$, joista paikallisiksi aallonpituussiirtymiksi saadaan $1,16 \rightarrow 1,37^{1/2} = 1,17$ ja $1,37$. Nämä ovat suorastaan standardimuodossaan eräitä perustavanlaatuisia hiukkasrakenteita. Vertaa fysiikan kohdat 7 ja 8 sekä erikoisesti rakenteet $1 + 3 + 5 \dots$ ja $1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \dots$. Tätä näkemystä tukee myös se, että useiden gammalähteiden vaihtelu tapahtuu nopeasti (... tunti ... vuorokausi ...) ja erikoisesti se, että usein ensiksi tulee gampapurkaus, sitten röntgenpurkaus ja lopulta voi tulla jopa näkyvän valon purkaus. Tyypillisesti tämä ei ole mitään muuta kuin N-plasmakentän pilkkoutuminen, jolloin pilkkoutumisen edetessä 1/N-alkioryhmät kasvavat. Tietyissä mielessä voidaan siis sanoa, että gravitaatiokentästä syntyvän taustasäteilyn erikoistapauksia ovat tavallista suurempien plasmakenttien röntgen- ja gampapurkaukset, mitkä saattavat olla joskus määrättyyn gravitaatiokentän kohtaan liittyviä pitkäaikaisia ilmiöitä.

Säteilyä voidaan tutkia myös siten, että lasketaan hiukkasten lukumääriä ja energioita. Oletetaan nyt oppikirjamaisesti, että taustasäteilyn tuomasta ”energiasta” saadaan laskettua energiatiheys $0,25\text{ eV} / \text{cm}^3$, mikä voidaan olettaa myös oikeaksi luvuksi. Tämän jälkeen voidaan keksiä yhtälö, mikä antaa hiukkasten lukumääräksi $400\text{ kpl} / \text{cm}^3$ ja saada keskimääräiseksi aallonpituudeksi 2 mm tai keksiä laskentamenetelmä, mikä antaa aallonpituudeksi 2 mm , jolloin hiukkasten lukumääräksi saadaan $400\text{ kpl} / \text{cm}^3$. Miten päin tahansa tämä tehdäänkin, niin saadaan virheellinen laskelma, mikä tietysti antaa oikean tuloksen.

$$400\text{ kpl} / \text{cm}^3 \cdot 0,000625\text{ eV} / \text{kpl} = 0,25\text{ eV} / \text{cm}^3 \quad (6.18)$$

Virhe syntyy ylösalaisin olevista energioista. Otetaan peruslähtökohdaksi fotonin $\gamma_0 = 91,12670537\text{ nm}$ käänteisenergian määritelmä $\gamma_0 = 13,60569811\text{ eV}$, mikä tulee fysiikan aikanaan tekemistä valinnoista. Tällöin vastaavalla tavalla lausuttuna keskimääräisen hiukkasen $\lambda = 2\text{ mm}$ energia todellisuudessa on

$$0,002 / (9,11 \cdot 10^{-8}) \cdot 13,6 = 30\text{ keV} \quad (6.19)$$

Tämä vastaa hyvin sitä tulosta, mikä saadaan kun fotonimaiselle elektronille $e_0 = 8,906959334 \cdot 10^{-32}\text{ kg}$ ja $\lambda = 1,711\text{ mm}$ lasketaan matemaattinen energia $E = mc^2 / 2$

$$8,9 \cdot 10^{-32} \cdot c^2 / 2 = 25\text{ keV} \quad (6.20)$$

$$\rightarrow 30 / 25 \cdot 1,711 = 2,05\text{ mm} \quad (6.21)$$

Tuloksen 6.21 mukaan 30 keV vastaa hiukasta $\lambda = 2,05\text{ mm}$, mikä on käytännössä yhtäpitävä tuloksen 6.19 kanssa. Nämä tulokset ovat puhtaasti matemaattisia ja saattavat päteä, mutta missä muodossa ”energia” todellisuudessa siirtyy, sillä liike-energioista ei ole hiukkasfysiikassa ollenkaan kysymys sen enempää energioissa kuin lämpötilassa (vrt. fysiikan kohdat 3 ja 4). Kun

taustasäteilyhiukkanen törmää, niin sen alkiorhyvät reagoivat atomien elektronikenttien kanssa yksinkertaisimmillaan siten, että törmäävät alkiorhyvät pilkkoutuvat tasan elektronikentässä jo olevien alkiorhyvien kesken vastaavalla tavalla kuin Nobel-fysiikassa 1998 esitetään tapahtuvan. Tässä tapauksessa voidaan ajatella niinkin, että taustasäteilyn hiukkasten alkiorhyvät tarttuvat tasaisesti jo olemassa oleviin elektronikentän alkiorhyymiin. Tästä seuraa, että hävikillä 0 % kaikki taustasäteily näkyy hetkellisesti atomin elektronikentän lämpötilan nousuna. Mikäli energiatiheys $0,25 \text{ eV} / \text{cm}^3$ pätee ja reaktioihin osallistuvat hiukkaset ovat säännöllisiä, niin 30 keV :n suuruusluokan hiukkasia tulee olla $8,6 \cdot 10^{-6} \text{ kpl} / \text{cm}^3$ ja näiden liikkuvia alkiorhyymiä $= 1/137^4$ -osa on silloin $3040 \text{ kpl} / \text{cm}^3 = 7,6 \cdot 400 \text{ kpl} / \text{cm}^3$. Jos mittaustulos todella on $400 \text{ kpl} / \text{cm}^3$, niin tämä matematiikka osoittaa, että hiukkaset ovatkin todellisuudessa keskimäärin 7,6-kertaa suurempia kuin $\lambda = 2 \text{ mm} \rightarrow \lambda = 15 \text{ mm}$. Tämä tällöin syntyvä yhtäpitävä tulos $\lambda = 15 \text{ mm}$ voi syntyä taustasäteilystä juuri silloin, kun painotus ylösalaisin olevilla energioilla on tehty väärinpäin pitäen mielessä, että Penziaksen ja Wilsonin alkuperäinen nimelliskoko oli $\lambda = 73,4 \text{ mm}$.

Edellä esitetyssä tarkastelussa tulee lisäksi huomata, että jos tunkeutumissyvyyttä käytetään energian mittana, niin nämäkin energiat ovat ylösalaisin. Mitä pienempi hiukkanen on, sitä syvemmälle se tunkeutuu ja sitä pienempi on sen todellinen matemaattinen energia mc^2 . Tämä näkyy jo niinkin yksinkertaisista asioista kuin että α -hiukkaset voidaan pysäyttää paperiarkilla, mutta β -hiukkasia voidaan käyttää paperin paksuuden mittaamiseen. Vielä ”kansanomaisempaa” on ajatella, että valohiukkasilla voidaan tarkastella ihmisen pintaa, näitä pienemmillä ($1/137$) äänihiukkasilla saadaan jo kuvia sisäelimestä ja sikiöistä ja vielä pienemmillä ($1/137^2$) röntgenhiukkasilla saadaan vielä tarkempia kuvia erikoisesti pienten kenttien (luustot) rakenteista. Radiohiukkasten alkiorhyvät ovat jo niin pieniä, että ne läpäisevät kaikkien tuntemalla tavalla lähes täysin useimmat seinämät. Jos tunkeutumissyvyyttä käytetään hyväksi taustasäteilyn tutkimisessa, niin tämä edellä esitetty on huomioitava ja käänteinen verrannollisuus löydettävä.

Seuraavaksi taustasäteilyä tarkastellaan lämpötilanäkökulmasta ja tässä yhteydessä on välttämätöntä tutkia hieman tarkemmin sitä, miten säteily ja lämpötila syntyvät. Olkoon atomilla suurin vuorovaikuttava elektronijae $N \cdot e_0$, jolloin tämän vuorovaikuttava kenttä on $1/137$ -osa tästä

$$N \cdot e_0 / 137 = N \cdot 137 \cdot \gamma_0 \quad (6.22)$$

$$= N^3 \cdot 137 / N^2 \cdot \gamma_0 \quad (6.23)$$

$$= N^3 \cdot 11,7^2 / N^2 \cdot \gamma_0 \quad (6.24)$$

$$= N^3 \cdot 11,7^2 / N^2 \cdot 137^2 \cdot 137^2 \cdot b\text{-kvarkki} \quad (6.25)$$

$$= 11,7^2 \cdot N^2 \cdot 137^2 / N^2 \cdot 137^2 \cdot N \cdot b \quad (6.26)$$

$$= (11,7 \cdot N^2) \cdot (11,7 \cdot 137^2 / N^2 \cdot 137^2 \cdot N \cdot b) \quad (6.27)$$

$$= (11,7 \cdot N^2) \cdot (11,7 \cdot 137^2 A \cdot y^y / N^2 \cdot b) \quad (6.28)$$

Yhtälö 6.22 ilmoittaa kentän ja sen kondensoitumispisteen koon. Jos kenttä perusmuodossaan on neliöityvä \rightarrow toisin sanoen jakautuu kahteen suuntaan suhteessa $11,7 / N$, niin tällaista kenttää kuvaa yhtälö 6.24 perusmuodossaan. Kenttä kuitenkin jakautuu edelleen kuten valohiukkasista, lämpötilasta ja termojännitteistä voidaan päätellä. Kaksi viimeksi mainittua ovat seurausta yhtälön 6.26 viimeisestä termistä $N \cdot b$. Yhtälön 6.28 on tarkoitus kuvata mallinomaisesti sitä tilannetta, missä elektronikenttä luo fotonin. Kenttä on luomishetkellä mallinomaisessa tilassa 6.27, kun sen eräs kondensoitumisjake saa yhtälössä 6.28 sulussa oikealla puolella olevan muodon ja irtoaa fotonina. Luvut A ja y jäävät avoimiksi, mutta asettamalla $A = 20$ ja $y = 4,53$ saadaan eräs

matemaattinen perusratkaisu fotonille. Sivuseikkana voidaan todeta, että luku $1 / 137^{1/2} = 1 / 11,7 = 0,0854245461$ on Nobel-fyysikko Feynmanin mukaan sen amplitudin vastaluku, millä todellinen elektroni emittoi tai absorboi fotonin (Feynman, QED, s. 130).

Taustasäteilyn yhteydessä on aiheellista tarkastella asiaa edellä esitettyjen yhtälöiden avulla, sillä vaikka ne ovat yksinkertaisiksi malleiksi tarkoitettu, niin ne selventävät monia asioita. Lämpötilaa kuvaa alkiryhmä $N \cdot b$, mikä ei säilytä kokoaan, vaan tasoittuu värähdysten tahdissa, mikä molekyylien hilajärjestelmässä on äänen nopeus. Valohiukkasia kuvaa alkiryhmä $A_N \cdot 137^2 \cdot y^y \cdot b$, mikä säilyttää kokonsa ja liikkuu puhtaassa gravitaatiokentässä nopeudella $137 \cdot c / 137 = c$. Nyt on erittäin tärkeää huomata, että vaikka luvut N ja A_N tulevat samasta kentästä, niin niillä ei ole yksiselitteistä yhteyttä, vaan tähän suhteeseen vaikuttaa voimakkaasti ympäristön olosuhteet \rightarrow esimerkiksi erilaisilla alkuaineilla ja erilaisissa paineissa saadaan erilaisia tuloksia. Tästä huolimatta voidaan tapausittain sanoa, että lämpötilan kasvaessa fotonien alkiryhmät myös kasvavat, mutta fotonin alkiryhmien määrä ja itse fotonit pienenevät eli lämpötilan kasvaessa aallonpituus pienenee ja taajuus kasvaa, mikä on hyvin tunnettu kokeellinen tulos. Kysymyksessä on itse asiassa kokonainen joukko erilaisia värähdysvaiheita, joilla on omat aallonpituutensa ja siksi voi olla oikeampaa sanoa, että säteilyjoukon painopiste muuttuu lyhytaaltoisempaan suuntaan lämpötilan noustessa.

Edelleen yhtälöstä 6.22 voidaan todeta, että vaikka se ulottuu kaukaiseen infrapuna-alueeseen, niin se ei ulotu mm-alueelle. Elektronin kenttä ei siis voi olla taustasäteilyn lähde, jos säteilyn todellinen aallonpituus on 1 mm ... 100 mm, mutta sen sijaan radioteknisissä mittauksissa se voi olla taustasäteilyn lähde, koska tällöin mitataan yksittäisiä alkiryhmiä. Matalissa lämpötiloissa kenttä yhtälössä 6.22 voi kuitenkin vakioitua, minkä seurauksena elektriryhmä $N \cdot e_0$ luokin uusia elektriryhmiä. Nämä voivat hyvin olla taustasäteilyn lähteitä mm-alueella samalla, kun ne selvästi alhaisissa lämpötiloissa voivat olla myös Cooperin parien eräs alkuperä.

Edellä esitetty alustus on jokseenkin välttämätön taustasäteilyn ymmärtämiseksi ja lämpötilaan liittyviä rakenteita on yksityiskohtaisemmin selvitetty fysiikan kohdissa 4 ja 4A. Fysiikan kohdassa 4 yhtälössä 4.35B on esitetty, miten luonnonlämpötila T voidaan määrittellä erään tasalukuisen kentän alkiryhmänä ja miten kelvin-lämpötila T_{kelvin} ja tämä luonnonlämpötila T liittyvät toisiinsa. Toistetaan tämä yhtälö tässä

$$T = (12519,24162 + T_{\text{kelvin}}) \cdot e_c \quad (6.29)$$

Matemaattisesti luku 12519 syntyy yhtälöstä

$$12519 = 2 \cdot 137^2 / 3 \quad (6.30)$$

ja tämän yhtälön alkuperä on myös selvitetty fysiikan kohdassa 4. Näiden tasalukuisten tulosten voidaan ajatella pätevän erikoisesti gravitaatiokentässä. Yhtälössä 6.29 Comptonin elektroni e_c on luonnollisesti edelleen rakenteinen ja perusmuodossaan $e_c = 137^2 \cdot b / 2$. Todellinen lämpötilan mitta onkin aina b-kvarkkiryhmä $N \cdot b$, kuten edelläkin on esitetty ja tämä liittyy atomin suurimpaan vuorovaikuttavaan kenttään. Tämän takia tulos 6.29 voidaan aina ajatella rakentuneeksi alkiryhmistä $N \cdot b$.

Atomeilla tilanne kuitenkin on toinen ja atomiytimessä korkein energiataso on 13. Tämän mukaisesti atomirakenteissa ja erikoisesti ytimen sisäisissä rakenteissa tulee esiintyä rakennetekijä $1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 11 \cdot 13 = 135135$ (vrt. fysiikan kohta 7A.5). Ulkoisissa rakenteissa tämä kuitenkin saattaa periytyä vaiheittain siten, kuin fysiikan kaavion 7A.70 yhteydessä on esitetty, jolloin elektronikentällä on jaollisuus $1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9 = 945$. Alkiryhmissä tällaisen kentän tasajaollisuus ei enää olekaan 12519, vaan fysiikan kohdan 4 yhtälön 4.37 mukaisesti

$$2 \cdot 945 \cdot 1,37^6 = 12516,1179 \cdot e_c \quad (6.31)$$

$$\rightarrow T = (12516,1179 + T_{\text{kelvin}}) \cdot e_c \quad (6.32)$$

Nyt on helppo nähdä tämän ajattelun idea. Taustan lämpötila = ”taustasäteilyn” lämpötila = gravitaatiokentän lämpötila voi olla nimenomaisesti vastusmittauksissa yhtälöiden 6.29 ja 6.32 erotus, mistä seuraa

$$T_{\text{tausta}} = T_{\text{kelvin}} = 3,12372 \text{ K} \quad (6.33)$$

Tämä lämpötila saattaa siis löytyä gravitaatiokentälle silloin, kun sitä mitataan ”protonisilla” laitteilla ja sitä verrataan ihmiskunnan löytämään 0-lämpötilaan. Kun teoreettisten tulosten 6.29 ja 6.32 tulee olettaa olevan maapallon olosuhteissa hieman poikkeavia ja niin kuin ne yleensä jo luonnostaankin ovat, niin COBE:n saaman vastusmittaustuloksen 2,730 K ja tuloksen 3,12372 voidaan ajatella vastaavan toisiaan. Jo se Hall’in ilmiöön verrattava asia, että arvot 12519 ja 12516 voivat olla ”tasanteita”, joilla on luonnollinen leveys, antaa sen mahdollisuuden, että 2,73 K on eräs tarkka erotus. Matemaattisesti taas ”ykköseen” lisätyllä alkiorryhmällä $10 \cdot 945^2 \cdot 0,00137^4 - 10 \cdot 945 \cdot 0,00137^4 \rightarrow 1,000031458$ saadaan tulos 2,7300 K. On myös mahdollista, että mitään yhtälön 6.33 osoittamaa lämpötilaeroa ei käytännössä ole, vaan nämä arvot yhdistyvät yhteiseksi 0-pisteeksi. Joka tapauksessa asian tarkastelua myös tällä tavalla lämpötilanäkökulmasta ei voida laiminlyödä ja jättää pois, vaikka sen ainoa anti olisi toteamus siitä, että absoluuttinen 0-lämpötila on eri paikoissa avaruutta erilainen.

Se anisotropia, minkä avaruussatelliitti COBE löysi, sopii hyvin siihen kuvaan, mikä edellä on luotu taustasäteilystä. Sen lisäksi, että toisaalta optisen alueen hiukkasten vapautuneet alkiorryhmät ja toisaalta gravitaatiokentän plasmarakenteet antavat määrätyn taustasäteilyn jakauman ja anisotropian, niin myös mittalaitteen liike antaa toisenlaisen anisotropian. Kun mittalaite liikkuu gravitaatiokentän suhteen, niin edestäpäin tulee tulla keskimäärin enemmän säteilyä kuin takaapäin, mutta tällä ei ole mitään tekemistä lämpötilan kanssa. Edelleen koko se gravitaatiokentän osa, missä mittalaite sijaitsee, saattaa liikkua massiivisena taustana olevan gravitaatiokentän suhteen, mistä seuraa, että myös tämän liikkeen suunnassa säteily on voimakkaampaa. Koko aurinkokunta gravitaatiokenttineen näyttääkin tämän perusteella liikkuvan sitä ympäröivässä linnunradan gravitaatiokentässä nopeudella 300 – 400 km / s. Tällä tavalla taustasäteilyn avulla kyetään selvittämään myös gravitaatiokentän liikkeitä, joiden eräs toinen seurannaisilmiö on aberratio.