



Massa ja energia

Martti Pekkanen



Sanojen 'massa' ja 'energia' merkityksistä on esitetty ristiriitaisia tulkintoja (ks. Tieteessä tapahtuu 7/2001, 1 ja 2/2002). Nämä ristiriitaiset merkitykset johtavat toisensa poissulkeviin väitelauseisiin, josta siis osa on epätosia.



Fysiikka käsittelee fyysistä todellisuutta. Fyysisen todellisuuden väitettäessä fysiikka joutuu käyttämään jotain kieltä. Kun kieltä käytetään viittamaan todellisuuteen, ei voi kiertää sitä tosiasiaa, että kieli viittaa todellisuuteen vain kielen merkityksen kautta.



Lähtökohdani (Tieteessä tapahtuu 1/2002) termien 'massa' ja 'energia' merkityksen pohdinnassa oli: 1) Fyysinen todellisuus koostuu jostakin, johon voi viitata esimerkiksi termillä 'substanssi'. 2) Substanssia ei voi tuottaa tai hävittää eli substanssi on säilyvä. 3) Substanssin esiintymismuotoja ovat aine ja sähkömagneettinen säteily. 4) Massa ja energia ovat substanssin määrän ekvivalentteja mittoja yhtälön $E = mc^2$ mukaan siten kuin maili ja kilometri ovat pituuden ekvivalentteja mittoja yhtälön $m = 1,6 \text{ km}$ mukaan. Tämä lähtökohhta määrää termien 'massa' ja 'energia' merkitykset. Tästä lähtökohdasta välttämättä seuraa, että kappaleen massa kasvaa, kun kappale liikkuu.



Jukka Maalammen lähtökohhta on (Tieteessä tapahtuu 2/2002): 5) Kappaleen massa on havaittajasta riippumaton. Tämä lähtökohhta määrää termin 'massa' merkityksen: massa = lepomassa. Tästä lähtökohdasta välttämättä seuraa, että kappaleen massa ei kasva, kun kappale liikkuu.



Osoittautuu siis, että lähtökohhta 1)-4) ja lähtökohhta 5) johtavat ristiriitaisiin tuloksiin ja toisensa poissulkeviin väitelauseisiin, josta siis osa on epätosia. Ei siis ole ihme, että termien 'massa' ja 'energia' merkitys on epäselvä. Tämä käsitteellinen epäselvyys ei voi olla vaikuttamatta "yleistajuiseen kirjallisuuteen (ja suomalaisiin lukion oppikirjoihin!)", kun se kerran vaikuttaa "fysiikan jättiläisten" - so. Einsteinin ja Feynmanin - esityksiin.



Jos massa = lepomassa, massa on vain aineen ominaisuus, fotoneilla ei ole massaa ja massa ja energia eivät ole ekvivalentteja. Jukka Maalampi kirjoittaa Tieteessä tapahtuu 2/2002:ssa:



"Massa on aineellisen kappaleen ominaisuus, joka klassisen fysiikan mukaan kuvaa toisaalta kappaleen hitautta eli siitä, miten kappale vastustaa kiihdyttämistään ja toisaalta siitä, miten painovoima vaikuttaa siihen. Einsteinin suhteellisuusteorian mukaan näissä kahdessa massan puolessa on kyse yhdestä ja samasta asiasta. Tämä massa, jota kutsutaan myös lepomassaksi, [...] Kun elektroni ja sen antihiukkanen protoni joutuvat kosketuksiin toistensa kanssa, ne annihiloituvat eli muuttuvat puhtaaksi energiaksi eli massattomiksi fotoneiksi. Massa on energiaa, mutta energia ei ole pelkkää massaa."



Toisaalta Jukka Maalampi kirjoitti (Tieteessä tapahtuu 7/2001): "Sitten Einsteinin päivien on tiedetty, että painovoima vaikuttaa myös valoon, sillä massa ja energia ovat gravitaation kannalta samanarvoisia."

Jos "kahdessa massan puolessa [hitaus ja gravitaatio] on kyse yhdestä ja samasta asiasta", ja jos "massa ja energia ovat gravitaation kannalta samanarvoisia", lienevät massa ja energia myös hitauden kannalta "samanarvoisia". Tämä tarkoittanee, että massa ja energia ovat sekä hitauden että gravitaation kannalta "samanarvoisia". Tämä on yhteensopivaa massan ja energian ekvivalenssi kanssa, mutta näyttäisi olevan ristiriidassa sen kanssa, että massa = lepomassa.

Tämä ja muut massan ja energian käsitteisiin liittyvät ongelmat merkittävästi vaikeuttavat käsitteiden massa ja energia ymmärtämistä ja siten esimerkiksi lukion oppikirjojen kirjoittamista.

Ainoa tapa, jolla lukion oppikirjat saadaan oikealle tolalle on se, että joku (fysiikan ammattilainen) esittää ristiriidattoman ja kattavan kuvauksen termien 'massa' ja 'energia' merkityksistä jollain luonnollisella kielellä eikä vain matematiikan kielellä.

Oleellista on se, ovatko massa ja energia substanssin määrän ekvivalentteja mittoja vai eivätkö ole eli onko alussa esittämäni lähtökohhta oikea vai virheellinen. Lopulta on kyse siitä, mitkä ovat termien 'massa' ja 'energia' merkitykset.

Kirjoittaja on assistentti Teknillisen korkeakoulun kemian tekniikan osastolla.

