

Tiede

Vanhoja tieteen mysteereitä yritetään nyt selvittää kvanttien avulla

Kvanttimekaniikkaa on alettu käyttää selittämään muun muassa, miten kasvit pystyvät yhteyttämään niin tehokkaasti ja linnut pystyvät navigoimaan maapallon magneettikentän avulla.



Auringon valo irrottaa viherhiukkasista elektroneja, ja ne siirtävät valon energian eteenpäin.
KUVA: KIMMO TASKINEN HS

Juha Merimaa

5.5.2015 2:00 | Päivitetty 5.5.2015 13:45

Yhteyttäminen on elämän keskeisimpiä mekanismeja. Samalla se on yksi tehokkaimmista. Siinä kasvit sitouttavat auringonvaloa kemialliseksi energiaksi.

Yksi syy tehokkuuteen on lähes sadan prosentin tarkkuus, jolla energia siirtyy valon kanssa reagoivasta lehtivihreästä eli klorofyllimolekyyleistä yhteyttämiskalvon reaktiokeskuksiin. Keskuksissa energia saadaan tallennettua kemialliseen muotoon.

VALO IRROTTAA klorofyllimolekyyleistä elektroneja, ja nämä elektronit siirtävät valon energian klorofylleista reaktiokeskuksiin.

Vaikka etäisyys on vain metrin miljardisosa, on se hiukkasten mittakaavassa pitkä. Lisäksi se täytyy taittaa nopeasti, jotta energia

saadaan talteen. Muutoin energia muuttuu hukkalämmöksi,

Näin käy harvoin. Energia löytää tiensä reaktiokeskuksiin tehokkuudella, jota perinteinen näkemys ei täysin selitä.

Vuonna 2007 Berkeley'n yliopiston kemian professori **Graham Fleming** kuitenkin ehdotti, että energian siirtyminen voidaan ymmärtää, jos sitä tarkastellaan kvanttimekaanisesti eksitonien liikkeenä.

EKSITONI on pari, jonka muodostavat irronneen elektronin ja sen jättämän elektroniaukon käytös.

Siinä missä elektroni joutuisi etsimään reittinsä reaktiokeskukseen suunta kerrallaan, eksitoni voi edetä kaikkia reittejä samanaikaisesti kunnes pääsee määränpäähensä.

Tässä fotosynteesi toimii kuin kvanttietokone. Flemingin teoria onkin osa kvanttibiologiaksi kutsuttua uutta tutkimussuuntausta, jossa biologisia tapahtumia pyritään ymmärtämään kvantti-ilmiöiden kautta.

Helsingin yliopiston biofysiikan professorin **Arto Annilan** mukaan lähestymistavassa ei sinänsä ole mitään yllättävää.

"Niin sanottu klassinen fysiikka ja kvanttimekaniikka ovat tapoja mallintaa todellisuutta. Pienessä mittakaavassa, jossa luonnon kvantittunut olemus on ilmeistä, klassisen fysiikan malli toimii huonosti."

Eksitonin liike yhteyttämiskalvolla mallintuu nyt hyvin, mutta edelleen on epäselvää, kuinka suuri merkitys kvantti-ilmiöllä lopulta on fotosynteesin toiminnassa.

KVANTTIMEKANIIKAN tarve tulee biologiassa muutenkin vastaan lähinnä siellä, missä perinteinen fysiikka ei tunnu löytävän ratkaisuja.

Fotosynteesin ohella kuuluisin tapaus on lintujen magneettiaisti. Useat kokeet ovat osoittaneet, että linnut aistivat maapallon heikon magneettikentän.

Illinois'n yliopiston biofysiikan professorin **Klaus Schultenin** vuonna 2000 julkaisemassa artikkelissa ilmiö selitettiin kvanttimekaniikalla. Ajatuksena on, että linnun magneettiaistin ytimessä ovat sen verkkokalvolla syntyvät kvanttipariutuneet hiukkaset. Pariutumisessa kaksi hiukkasta on yhteydessä toisiinsa välimatkastaan huolimatta.

Tämä lomittuminen on kuitenkin altis häiriöille. Jopa maan magneettikentän heikko vuorovaikutus vaikuttaa pariin, ja tämän vaikutuksen lintu kykenee jotenkin aistimaan.

Aiheesta on julkaistu viime vuosina useita artikkeleita, mutta teorian lopullinen todistus puuttuu. Kukaan ei myöskään ole kyennyt selvittämään mekanisme, jolla tieto siirtyisi kvanttiparista linnun hermostoon.

IHMISEN näköäkään ei voi täysin ymmärtää ilman valon kvanttiluonnetta. Näin sanoo näkökyvyn rajoja tutkiva Aalto-yliopiston apulaisprofessori ja Helsingin yliopiston akatemiaturkija **Petri Ala-Laurila**. Hän keskittyy tutkimuksissaan yksittäisten fotonien havaitsemiseen verkkokalvolla.

Näköaistin ääri rajoilla myös silmän täytyy huomioida kvanttitaso ilmiöt. Atomien sisäisten kvanttitilojen vaihtelusta johtuen näköaistinsolujen valoherkät pigmenttimolekyylit aktivoituvat välillä itsestään, ilman ärsykettä. Tämä luo verkkokalvolle kohinaa. Siksi verkkokalvon hermoverkossa on kohinan poistoon erikoistuneita mekanismeja.

"Käytännössä emme aisti yhtä fotonia. Niitä tarvitaan useampia ennen kuin aistimme valon", Ala-Laurila selittää.

Tämä heikentää hieman näkömme herkkyyttä, mutta toisaalta suojaa suurelta määrältä virheellisiä havaintoja.

SUURIN osa kvanttibiologian pohdinnoista on vieläkin teoreettisempia.

Kirjassaan *Life on The Edge - The Coming of Age of Quantum Biology* brittiläiset fyysikot **Jim Al-Khalili** ja **Johnjo McFadden** teoretisoivat, kuinka kvantti-ilmiöt selittävät solujen entsyymitoimintaa, hajuaistia, solujen mutaatioherkkyyttä ja jopa tietoisuutta.

Lopulta he esittävät, että koko elämän salaisuus saattaa piillä sen kvanttimaailmaa ja klassisen fysiikan mekanismeja yhdistävässä luonteessa.

Elämä esiintyy kvanttimaailman ja isomman mittakaavan rajalla, molempia yhdistäen. Ehkä elämän keskeinen tekijä onkin sen kyky hyödyntää kvanttimaailmaa osana suurempaa mittakaavaa.

Vastaavasti kuoleman voisi ymmärtää häiriönä, joka katkaisee kvantti-ilmiöiden vaatiman herkän tasapainon. Kun yhteys katkeaa, katkeaa myös elämä.

HELSINGIN yliopiston biofysiikan professori **Juha Voipio** suhtautuu kaksikon ajatuksiin varauksella.

Aivojen toimintaa tutkiva Voipio pitää ainakin spekulatioita tietoisuuden kvanttiluonteesta täysin tuulesta temmattuina.

"Aivoista ei ole tähän mennessä löydetty toimintoja, joiden selittämiseen tarvittaisiin kvanttimekaniikkaa." Biologian tutkimuksen kokonaiskuvassa kvanttibiologia on Voipion mukaa marginaalinen ala.

"Saattaa toki olla vain ajan kysymys, että kvanttibiologian merkitys kasvaa ja sen selityksiä aletaan tarvita yhä useampien biologisten ilmiöiden kohdalla. Mutta en usko, että olemme vielä lähiaikoina tällaisen murroksen edessä."

Atomien mittakaavassa pätevät omat lait

Kvanttimekaniikka kuvaa äärimmäisen pienen, atomaarisen mittakaavan tapahtumia. Tässä maailmassa klassinen fysiikka ei enää päde.

Kvanttimekaniikka perustuu pitkälti todennäköisyyksiin. Se hahmottuu usein arkijärjen vastaisesti. Esimerkiksi kvanttihiukkanen voi kulkea samaan aikaan useaa reittiä.

Kvanttilomittumisessa kaksi hiukkasta on välittömässä yhteydessä toisiinsa, vaikka niiden välinen etäisyys kasvaisi.

Kvanttibiologia pohtii, miten kvantti-ilmiöt voivat selittää biologisia prosesseja.
