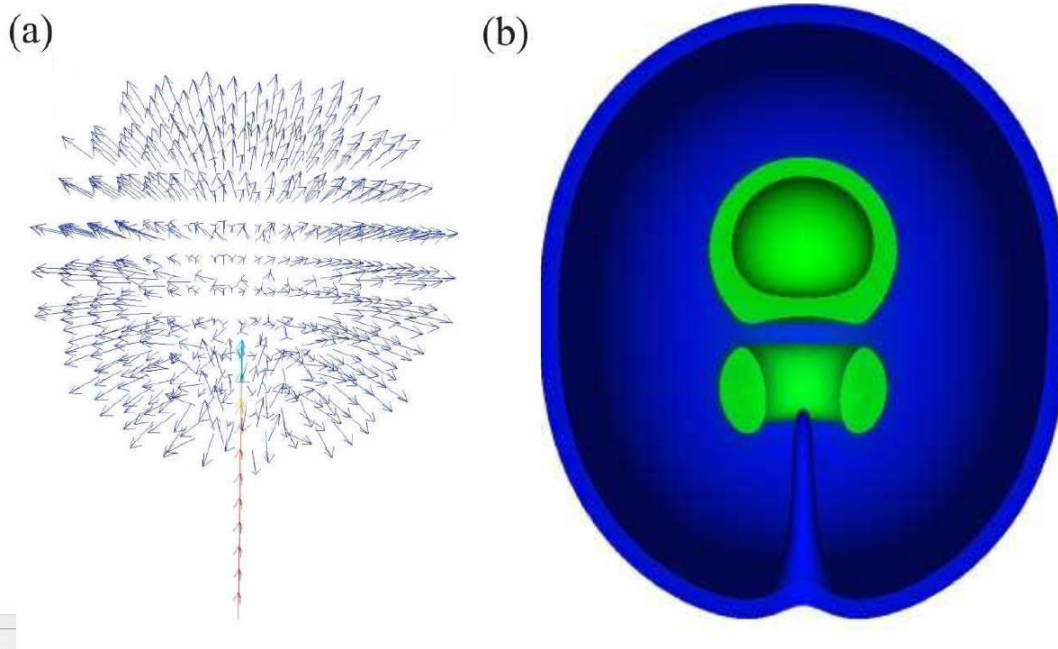


TKK:n tutkijat ovat magneettisen monopolin jäljillä – analogia magneettikentän lähteelle löytymässä?

Teknillisen korkeakoulun ja University of New South Walesin tutkijat ovat löytäneet menetelmän, jonka avulla niin sanotun Diracin monopolin voi luoda Bosen-Einsteinin kondensaattiin käyttämällä nykypäivänä kokeellisesti rutiininomaisia menetelmiä. Tutkimustulos julkaistiin juuri *Physics Review Letter*issä.

Vain kymmenien mikrometrien kokoinen kondensaatti muodostuu harvaan alkaliatomikaasuun, joka on jäädytetty alle miljoonasosaasteen päähän absoluuttisesta nollapisteestä. Monopoli luodaan lasersäteiden avulla loukutettuun kondensaattiin muuttamalla muutamassa johtimessa kulkevaa virtaa.



Kuvateksti: (a) Kondensaatin vortisiteetti, eli pyörteisyys, joka on analoginen magneettisen monopolin magneettikentän kanssa. Monopoli on kohdassa, josta siniset nuolet osoittavat pois päin. (b) Poikkileikkaus kondensaatin hiukkastiheyden kahdesta alueesta, jossa sininen vastaa pieniä ja vihreä suuria hiukkastiheyksiä.

”Diracin monopoli on teoreettinen malli, joka kuvaa esimerkiksi magneettikentän pistemäistä lähdeettä. Magneettikentälle tällaista monopolia ei ole kuitenkaan löydetty ja tyypillisesti magneettikenttä oletetaan lähteettömäksi.”, kertoo dosentti **Mikko Möttönen** TKK:n teknillisen fysiikan laitokselta. ”Uskomme, että nyt kehittämämme menetelmä mahdollistaa ensimmäisen tarkan analogian luomisen magneettiselle monopolille”, jatkaa Möttönen.

Samantapaista mutta hieman yksinkertaisempaa menetelmää on jo käytetty luomaan kokeellisesti maailman ensimmäiset monikvanttivorteksit, eli kvantittuneet virtauspyörteet. Teknisesti yksinkertaisella muutoksella nyt keksityn menetelmän avulla voidaan luoda ensimmäinen tarkka analogia magneettiselle pistevaraukselle. Tällä hetkellä monopolin luonnille ei nähdä yhtään teknistä tai periaatteellista estettä ja siksi sen kokeellinen todentaminen joltain useasta maailman huippuryhmästä kestäisi todennäköisesti minimissään vain noin puoli vuotta projektin aloittamisesta.

”Mikäli onnistumme luomaan ensimmäisen tarkan analogian magneettiselle pistevaraukselle, monopolifysiikka ottaa jättiharppauksen eteenpäin ja voidaan tutkia muun muassa monopolien vuorovaikutuksia, hajoamista ja dynamiikkaa,” kertoo Möttönen. ”Ehkä tämän jälkeen voitaisiin kondensaatteihin yrittää luoda myös niin sanottu ei-Abelinen monopoli, jonka mahdollisesta realisoinnista olemme hiljattain julkaisseet teoreettisen artikkelin Tämä monopoli on Diracin monopolia monimutkaisempi, koska sen mittavapausaste on $U(2)$ ”, jatkaa Mikko Möttönen ja visioi tulevaa.

Elektroni on nykytiedon mukaan pistemäinen hiukkanen, jolla on sähköinen varaus. Toisin sanottuna elektroni on sähkökentän lähde, eli sähköinen monopoli. Vastaavaa hiukkasta magneettikentälle ei ole löydetty vaan magneettikenttä oletetaan tyypillisesti lähteettömäksi. Esimerkiksi sauvamagneettia voidaan kuvata kahdella sauvan päässä olevalla erimerkkisellä monopolilla, mutta jos sauvamagneetti katkaistaan keskeltä, syntyy katkaisukohtaan uusi pohjois- ja etelänäpa, eli napoja ei saada koskaan erilleen.

Vaikka todellista magneettista monopolia ei olla kokeellisesti löydetty, sen olemassaolo ei kuitenkaan ole nykytiedon mukaan teoreettisesti mahdotonta. Magneettisia monopoleja on voinut syntyä esimerkiksi alkuräjähdyksen jälkeen tapahtuneen universumin jäähtymisen ja faasitransitioiden seurauksena. Monopoleja on yritetty tuloksetta etsiä sähkömagneettisesta kentästä vuosikymmeniä. Sen vuoksi saman tyyppisiä otuksia on etsitty muista kvanttimekaanisista systeemeistä, esimerkiksi ^3He supranesteestä, mutta tässäkään ei olla onnistuttu. Nyt esitettyjen laskujen mukaan kuitenkin tällainen analoginen monopoli voidaan luoda Bosen-Einsteinin kondensaattiin.

Creation of Dirac monopoles in spinor Bose-Einstein condensates

V. Pietilä and M. Möttönen, Phys. Rev. Lett. **103**, 030401 (2009)

<http://link.aps.org/abstract/PRL/v103/e030401>

<http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.103.030401>

Non-Abelian magnetic monopole in a Bose-Einstein condensate:

V. Pietilä ja M. Möttönen, Phys. Rev. Lett. **102**, 200801 (2009)

<http://arxiv.org/abs/0807.1433>

Lisätietoja:

Dosentti, TkT Mikko Möttönen

Teknillisen fysiikan laitos

mikko.mottonen@tkk.fi

Puh. (09) 451 2342 tai 050-594 0950