

Pimeä aine pakenee etsijöitä – suomalaistutkijat mukana uudessa jäljitysprojektissa

Italian Gran Sasso-vuoren alle 1400 metrin syvyyteen on päätetty rakentaa yhteiseurooppalainen COSINUS-koelaitteisto jäljittämään maailmankaikkeuden kätkeytyä puolta, pimeää ainetta. Suomalaiset tutkijat osallistuvat kokeiden tulosten teoreettiseen analyysiin.

Vaikka pimeä aine on maailmankaikkeudessa viisi kertaa tavallista ainetta yleisempää, ei sitä ole vielä pystytty havaitsemaan kuin epäsuorasti sen painovoimasta. Ei ole pystytty, lukuun ottamatta yksittäistä signaalia, joka on jo 20 vuoden ajan mitattu eurooppalaisissa DAMA-kokeissa.

Pimeä aine ympäröi galaksimme keskustaa kuin pilvi. Koska aurinkokuntamme kiertää tätä keskustaa ja Maapallo kiertää Aurinkoa, pimeän aineen aiheuttamien signaalien pommituksen tulisi vaihdella vuodenaikojen mukaan. Koska kesäisin Maa on kuin vastatuulella suhteessa pimeään aineeseen, on pommitus silloin tiuhempaa.

DAMA-kokeissa on havaittu juuri tämä signaalien vaihtelu – havainto pimeästä aineesta. Ongelma on, että DAMA-kokeissa havaittua signaalia ei ole pystytty toistamaan missään muissa kokeissa. Ollakseen totta tieteellinen tulos vaatii vahvistusta.

Valon tuikahdus ja lämmön nousu

Nyt tutkijat aikovat varmistaa DAMA-kokeissa saadun havainnon pimeästä aineesta COSINUS-koelaitteistolla ja -kokeilla. COSINUS on päätetty rakentaa Italian kansalliseen Gran Sasson laboratorioon 1400 metrin syvyyteen suojaan kosmiselta säteilyltä, joka muutoin haittaisi mittauksia.

DAMA-koe onnistui muuttamalla natriumjodidi-kide ilmaisimeksi. Myös COSINUS:ssa ilmaisimena toimivat natriumjodidi-kiteet, jotka jäädytetään lähelle absoluuttista nollapistettä (-273 °C). COSINUS-koe pystyy erottelemaan erilaisten hiukkasten osumat toisistaan. Pimeän aineen tuottamat hiukkaset jättävät COSINUS-laitteiston ilmaisimeen osuessaan kaksi jälkeä: lyhyen valon tuikahduksen ja äärimmäisen pienen lämpötilan nousun, joka voidaan mitata erityisen herkällä lämpömittarilla.

COSINUS-kokeen tavoitteena on havaita natriumjodidi-kiteessä tapahtuvat ydinsironnat, joiden energia on suurempi kuin yksi kiloelektronivoltti. Yhdistämällä valo- ja lämpötilamittausten tulokset on mahdollista selvittää, millaisesta sirontaprosessista on kyse. Jos sironta käyttäytyy pimeän aineen teorioiden ennustamalla tavalla, havainto pimeästä aineesta on varmistunut.

COSINUS-koelaitteisto koostuu sylinterimäisestä vesitankista, jonka korkeus ja halkaisija ovat 7 metriä. Tankki on täytetty ultrapuhtaalla vedellä, joka suojaa ilmaisimia luonnon radioaktiivisuudelta. Tankin yläpuolelle rakennetaan puhdashuone ilmaisinalaitteiden käsittelyä ja asentamista varten. Kokeen rakennus alkaa vuonna 2021 ja ensimmäiset mittaukset aloitetaan 2022. Ensimmäisiä tuloksia odotetaan vuonna 2023.

Vahvistavatko havainnot teoreettiset mallit?

Projektiä rahoittavat Italian kansallinen ydinfysiikan tutkimuslaitos INFN, Saksan Max Planck seura, Itävallan HEPHY ja Wienin teknillinen yliopisto sekä Suomessa Fysiikan tutkimuslaitos (HIP), joka liittyi mukaan vuonna 2020.

Suomalaistutkijat osallistuvat ainakin koetulosten teoreettiseen analyysiin tutkimalla, miten COSINUS-kokeen tuottamaa dataa voi tulkita pimeän aineen teorioiden kannalta.

– Meillä on erinomainen mahdollisuus yhdistää materiaalfysiikan osaamistamme hiukkasfysiikan kanssa, kertoo laskennallisen materiaalfysiikan professori **Kai Nordlund** Helsingin yliopistosta.

– Tutkimme lämmön muodostumista ja kulkeutumista natriumjodidikiteessä teoreettisten mallien ja atomitason simulaatioiden avulla. Nämä mallit on alun perin kehitetty tavanomaisen materiaalfysiikan tarpeisiin, mutta muutama vuosi sitten keksimme, miten näitä malleja voidaan hyödyntää, kun tutkitaan pimeän aineen vuorovaikutusta ilmaisimateriaalien kanssa, Nordlund jatkaa.

– Tutkimme, mitä pimeän aineen malleja havaintodata mahdollisesti sulkee pois ja mitä malleja se taas puoltaa, dosentti **Matti Heikinheimo** Helsingin yliopistosta ja Fysiikan tutkimuslaitoksesta täydentää.

Idean signaalin etsimiseen saivat jo vuonna 2015 **Karoline Schöffner** Max Planck Instituutista sekä **Florian Reindl** HEPHYstä ja Wienin teknillisestä yliopistosta. Heidän johdollaan natriumjodidi-ilmaisimia on testattu ja kehitetty COSINUS-kokeen tarpeisiin. He pystyivät myös ensimmäisinä maailmassa osoittamaan, että natriumjodidia voidaan käyttää hyvin matalassa lämpötilassa.

Lisätiedot:

[Matti Heikinheimo](#)

dosentti, yliopistotutkija, Fysiikan tutkimuslaitos
Helsingin yliopisto
050 448 5599
matti.heikinheimo@helsinki.fi

[Kai Nordlund](#)

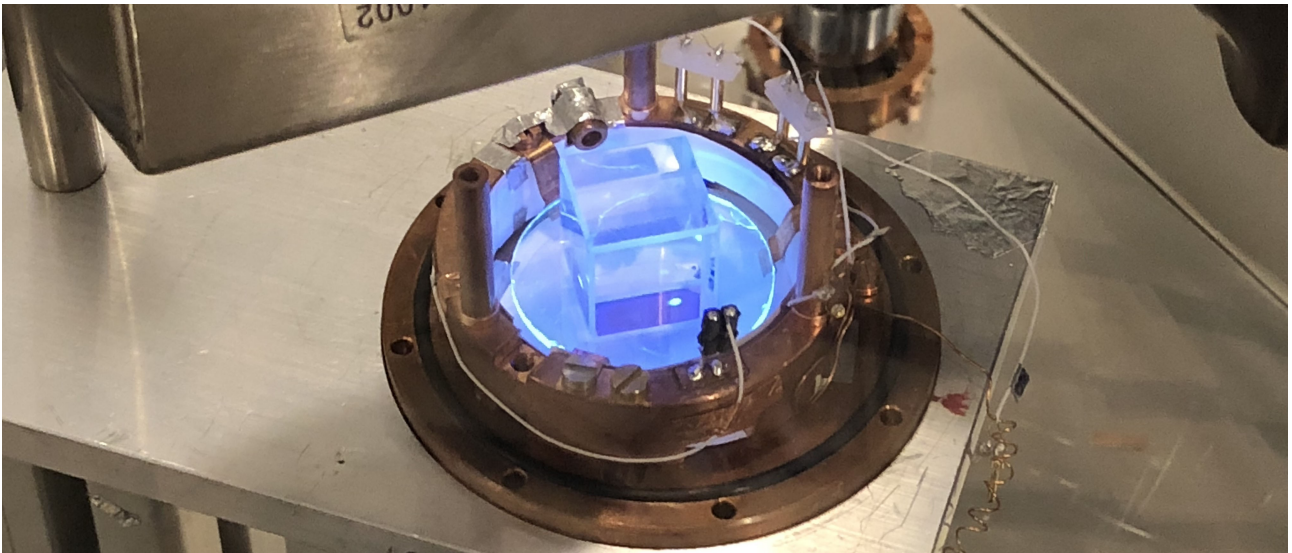
laskennallisen materiaalfysiikan professori, dekaani
Helsingin yliopisto
02 9415 0007
kai.nordlund@helsinki.fi
Twitter: [@kai_nordlund](#)

[Katri Huitu](#)

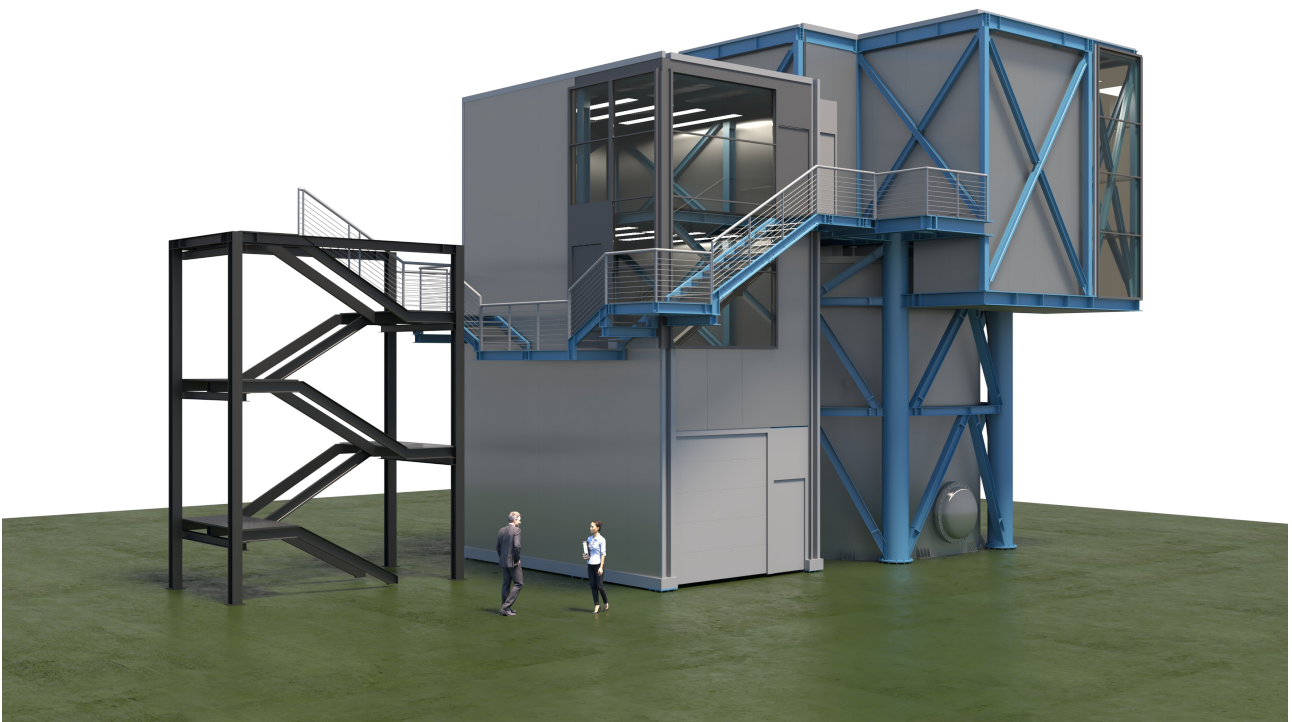
hiukkasfysiikan fenomenologian professori, johtaja, Fysiikan tutkimuslaitos
Helsingin yliopisto
050 448 4678
katri.huitu@helsinki.fi

Lue lisää:

[Helsinki Institute of Physics \(HIP\)](#) (Sivut vain englanniksi)
cosinus.it



Kokeessa ilmaisimena toimiva natriumjodidi-kide jäähdytetään lähelle absoluuttista nollapistettä (-273 °C).



COSINUS-koelaitteisto koostuu sylinterimäisestä vesitankista sekä sen yläpuolelle rakennettavasta puhdahuoneesta. Havainnekuva.

Kuvat: COSINUS/Karoline Schäffner