

TEKNILLINEN KORKEAKOULU, OTANIEMI

KYLMÄLABORATORION TOIMINTAKERTOMUS  
1974



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Kylmälaboratorio

TOIMINTAKERTOMUS 1974

ISBN 951-750-434-9

TKK OFFSET 1975

TEKNILLINEN KORKEAKOULU  
Kylmälaboratorio  
02150 Espoo 15

## TOIMINTAKERTOMUS 1974

### YLEISTÄ

Kylmälaboratoriossa suoritetaan kiinteän olomuodon fysiikan perus- ja soveltavaa tutkimusta matalissa lämpötiloissa.

Vuonna 1965 toimintansa aloittanut laboratorio sijaitsee teknillisen fysiikan osaston (F-os.) laitosrakennuksen pohjakeroksessa teknillisen korkeakoulun alueella Otaniemessä.

### HENKILÖKUNTA

#### Tutkimushenkilökunta

O.V. Lounasmaa, D.Phil., Suomen Akatemian tutkijaprofessori,  
laboratorion johtaja  
T.A. Alvesalo, TT, tutkija  
M.P. Berglund, TT, tutkija  
H.K. Collan, TT, vanhempi tutkija, dosentti  
J.M. Daniels, Ph.D., vieraileva tutkija (University of  
Toronto, Canada)  
G.J. Ehnholm, TT, vt. apulaisprofessori (F-os.)  
S.T. Islander, FT, tutkija, dosentti (Neuvostoliitossa)  
T.E. Katila, TT, apulaisprofessori (F-os.)  
M.F. Krusius, TT, vanhempi tutkija, dosentti  
Ulla Lähteenmäki, FT, tutkija (4 kk)  
M. Vuorio, TT, vt. apulaisprofessori (F-os.)  
Marja Holmström, FL, laboratorioinsinööri

Jatko-opiskelijat

A.J. Ahonen  
 J.-Th. Eriksson  
 Mona Grönstrand  
 M.T. Hirvonen (F-os.)  
 M.T. Lopenen (F-os.)  
 M.A. Paalanen 01.09.74 alkaen  
 Y. Takano (Japanista) 01.09.74 alkaen  
 Maija Veuro

Opiskelijat

I.E. Ekman 30.09.74 asti  
 D. Fisher (USA:sta) 01.06.74 - 31.08.74  
 T. Haavasoja (F-os.)  
 M.T. Haikala  
 A.P. Jauho (F-os.)  
 P.K. Juvonen 18.10.74 alkaen  
 S.J. Koski 01.06.74 alkaen  
 M.T. Manninen 01.06.74 alkaen  
 T.B. Rantala 01.06.74 alkaen  
 K.J. Riski (F-os.)  
 M.K. Savelainen  
 J.K. Soini  
 H.J. Vidberg (F-os.) 01.06.74 alkaen  
 R.A. Voutilainen 14.06.74 asti

Muu henkilökunta

Marjatta Friman, toimistos sihteeri  
 Hely Ennari, toimistoapulainen  
 A.A. Isomäki, kryogenikko  
 R.J. Kaasinen, laboratoriomestari  
 M. Lindroos, mekaanikko 07.10.74 asti  
 S.J. Mannila, mekaanikko 07.05.74 asti ja 01.12.74  
 alkaen  
 J.T. Määttänen, laboratoriaoapulainen 30.01.74 asti  
 S.S. Niskanen, piirtäjä 15.01.74 alkaen  
 K.A. Salminen, mekaanikko  
 Eine Salomaa, laboratoriaoapulainen 01.12.74 alkaen  
 E.O. Turtiainen, laboratoriaoapulainen 30.11.74 asti



## JOHTOKUNTA

Hallintokollegi vahvisti kokouksessaan 21.1.1974 kylmälaboratorion johtosäännön.

Johtosäännön mukaisesti hallintokollegi nimesi 4.2.1974 kylmälaboratorion ensimmäisen johtokunnan jäseniksi syyskuun 1974 loppuun asti seuraavat henkilöt:

prof. Olli Lounasmaa, puheenjohtaja,  
prof. Eero Byckling, varapuheenjohtaja,  
vararehtori, prof. Jan-Erik Jansson,  
DI Antti Ahonen (varalla DI Martti Hirvonen),  
TT Gösta Ehnholm (varalla FL Marja Holmström)  
TT Heikki Collan (varalla Ty Markku Lopenen).

Edellämainitussa kokoonpanossaan kylmälaboratorion johtokunta on pitänyt kolme kokousta, joissa sihteerinä on ollut toimistos sihteeri Marjatta Friman.

28.10.1974 hallintokollegi nimesi uudeksi johtokunnaksi ajaksi 1.10.1974 - 30.9.1975:

prof. Olli Lounasmaa, puheenjohtaja,  
prof. Eero Byckling, varapuheenjohtaja,  
vararehtori, prof. Jan-Erik Jansson,  
TT Gösta Ehnholm (varalla TT Tapio Alvesalo),  
prof. James Daniels (varalla DI Martti Hirvonen),  
DI Antti Ahonen (varalla Ty Mikko Haikala).

Uuden johtokunnan kokouksia ei vuoden 1974 aikana pidetty.

## NIMITYKSET

Krusius on nimitetty matalien lämpötilojen fysiikan dosentiksi 1.2.1974 alkaen.

Islander on nimitetty materiaalfysiikan dosentiksi 1.2.1974 alkaen.

Ehnholm on nimitetty elektroniikan laboratorioinsinöörin virkaan 1.6.1974 alkaen.

Lounasmaa on valittu Suomalaisen Tiedeakatemiaan fysiikan ryhmän puheenjohtajaksi 11.4.1974 alkavaksi kolmivuotiskaudeksi sekä Kungliga Vetenskapsakademienin (Tukholma) ulkomaiseksi jäseneksi.

#### AKATEEMISET TUTKINNOT

Vuoden 1974 kuluessa ovat seuraavat henkilöt suorittaneet akateemisen tutkinnon:

Tekniikan tohtori

Tapio Alvesalo

Peter Berglund

Diplomi-insinööri

Markku Loponen

Reijo Voutilainen

#### TUTKIMUSOHJELMA

Kylmälaboratoriossa suoritettava tieteellinen työ voidaan jakaa perus- ja soveltavaan tutkimukseen; eri projektit ovat läheisessä vuorovaikutuksessa keskenään.

Perustutkimusohjelmaan kuuluvat mittaukset, joissa pyritään selvittämään nestemäisen  $^3\text{He}$ :n suprafaasien ominaisuuksia lämpötilavälillä 0.6 - 2.6 mK; työtä suoritetaan kahdella koelaitteistolla. Näitä projekteja tukevat myös teoreettiset tutkimukset. Mössbauer-laitteistolla tehtävät työt kuuluvat niinikään laboratorion perustutkimusohjelmaan.

Soveltavaa tutkimusta edustavat kvanttielektroniikkaprojekti, johon liittyy runsaasti elektronisten mittauslaitteiden kehittämistyötä, sekä suprajohtavia moottoreita koskeva esitutkimus.

Vastaisuudessa on tarkoitus pitää perustutkimuksen volyyymi suunnilleen nykyisellä tasolla, mutta soveltavien projektien osuutta pyritään mahdollisuuksien mukaan lisäämään.

MÖSSBAUER- JA MAGNETOITUMISMITTAUKSET (Daniels, Hirvonen, Jauho, Katila, Riski)

Tutkimustyö on tehty pääasiassa matalissa lämpötiloissa käyttäen kahta  $^3\text{He}/^4\text{He}$ -laimennusjäähdytintä, joilla saavutettu alin tutkimuslämpötila on n. 20 mK. Mössbauer-mittauksissa voidaan jäähdyttää joko lähde tai absorbaattori.

Tavanomaisilla Mössbauer-kokeilla on tutkittu kvadrupoolivuorovaikutusten lämpötilariippuvuutta eräissä orgaanisissa rautayhdisteissä sekä magneettisia transiitioita yhdisteessä  $\text{ErCoO}_3$  ja  $\text{FeGe}_x\text{Si}_{1-x}$ -tyyppisissä yhdisteissä. On aloitettu koesarja, jolla pyritään selvittämään kaliumferrisyaniidin spin-rakenne magneettisen transiitopisteen alapuolella mittaamalla erilliskidenäytteiden spektrejä polarisoiduilla gammasäteillä.

Toisena tutkimuskohteena ovat olleet magnetoitumismittaukset laimennusjäähdyttimen yhteyteen konstruoidulla SQUID-magnetometrillä. Näin on voitu eräissä tapauksissa täydentää Mössbauer-kokeista saatua tietoa magneettisista transiitioista. Laajajaksossa koesarjassa on tutkittu ohuiden alumiini- ja titaanikalvojen soveltuvuutta magneettisten transiitoiden indikaattoreiksi havaitsemalla näytteen pinnalle höyrystetyn kalvon suprajohtavuustransiitio SQUID-magnetometrillä. Aikaisemmin tehtyjen terbiumetyylisulfaatin susceptibiliteetti- ja ominaislämpömittausten analysointi on saatettu päätökseen.

Lisäksi on Faradayn rotaation avulla pyritty selvittämään terbiumetyylisulfaatin magneettisen transition luonnetta tutkivala näytteen läpi kulkenutta valoa magneetikentän ja lämpötilan funktiona. Nämä mittaukset osoittivat, että menetelmää voidaan käyttää vielä alle 100 mK:n lämpötiloissa; saadut tulokset ovat suurin piirtein sopusoinnussa muiden menetelmien antamien tietojen kanssa.

Pomeranchuk-ryhmän tutkimuskohteena ovat  $^3\text{He}$ :n ominaisuudet sulamispaineessa lämpötilavälillä 1 - 100 mK. Matalimmat lämpötilat saavutetaan nestemäisen ja kiinteän  $^3\text{He}$ :n seosta adiabaattisesti kokoonpuristamalla, ns. Pomeranchukin menetelmällä. Esijäähdytys 15 mK:n lämpötilaan toteutetaan dilutiojäähdytyksellä.

Vuoden 1973 aikana suoritettut viskositeettimittaukset värähtelevän langan avulla on perusteellisesti analysoitu ja tulokset osoittavat, että nesteen efektiivinen viskositeetti alkaa lämpötilan  $T_A = 2,6$  mK alapuolella nopeasti pienetä; 1 mK:n lämpötilassa viskositeetti on jo noin kolme kertalukua alempi kuin normaalin ferminesteteorian mukaisesti olisi odotettavissa.

Kun mittaustuloksiin sovellettiin yksinkertaista kaksinestemallia, voitiin samanaikaisesti määrätä sekä normaalikomponentin viskositeetti  $\eta_n$  että sen suhteellinen tiheys  $\rho_n/\rho$ . A-faasissa, lämpötilavälillä 2,0 - 2,6 mK,  $\rho_n/\rho$  on suunnilleen verrannollinen  $T/T_A$ :han, kun taas B-faasissa, 2,0 mK:n alapuolella,  $\rho_n/\rho$  vähenee huomattavasti nopeammin ja on alimmissa lämpötiloissamme enää vain noin 0,01. 2,6 mK:n alapuolella  $\eta_n$  puolestaan pienenee nopeasti vakioarvoon, joka on noin 1/4 normaalinesteen viskositeetista juuri  $T_A$ :n yläpuolella. B-faasissa, siis 2,0 mK:n alapuolella,  $\eta_n$  on hieman pienempi kuin A-faasissa, mutta kasvaa lämpötilan aletessa lähestyessä 1 mK:ä.

Vuoden loppupuolella kryostaattia on muutettu siten, että sillä voidaan mitata värähtelevän sylinterin vaimennusta  $^3\text{He}$ -supranestefaaseissa.

Koska on osoittautunut, että ydindemagnetointia voidaan tehokkaasti käyttää  $^3\text{He}$ :n jäähdyttämiseen jopa 1,0 mK:n alapuolelle, on hankittu uusi dilutiokone, johon on tarkoitus liittää ydindemagnetointiaste puristuskammioineen.

ADIABAATISELLA YDINDEMAGNETOINTIJÄÄHDYTYKSELLÄ TAPAHTUVIA SUPRAJUOKSEVIEN  $^3\text{He}$  FAASIEN TUTKIMUS (Ahonen, Alvesalo, Fisher, Grönstrand, Haikala, Koski, Krusius, Lounasmaa, Lähteenmäki ja Paalanen)

Koelaitteistolla jäähdytettiin kuparia demagnetoimalla nestemäisen  $^3\text{He}$  0,7 mK:n lämpötilaan, alemmaksi kuin koskaan aikaisemmin. Tulos on herättänyt paljon huomiota ulkomailla. Samoissa kokeissa kuparikappale jäähdytettiin 0,3 mK:iin; tämä on matalin lämpötila, johon tasapainotilassa oleva kappale on koskaan saatu.

Laitteistolla on pääasiassa suoritettu ydinmagneettisia resonanssimittauksia suprajuoksevilla  $^3\text{He}$  faaseissa. Ensimmäiseksi määrättiin paineen ja lämpötilan funktiona faasiraja, joka erottaa supranesteet normaalifaasista. Rajakäyrä on koko painealueella lämpötilan mukana monotonisesti nouseva; kyllästetyn höyryn paineen alaisena transitio tapahtuu 0,93 mK:ssa. Nämä havainnot ilmeisesti merkitsevät, että uusia  $^3\text{He}$  suprafaaseja ei enää tule löytymään.

Myöhemmissä mittauksissa keskityttiin B-supranesteen magneettisten ominaisuuksien selvittämiseen. Määräämällä kokonaisresonanssiabsorptio lämpötilan funktiona todettiin tuloksen hyvin vastavan  $^3\text{He}$ -kondensaattien parinmuodostusteorioiden ennustamaa staatista susceptibiliteettia. Mittausgeometrian havaittiin ratkaisevasti vaikuttavan resonanssiabsorptiojakaumaan. Valitsemalla riittävän yksinkertainen, tässä tapauksessa tasomainen geometria voitiin havaintoja tehdä B-supranesteen dynaamisessa magnetismissa esiintyvistä anisotropiatekijöistä ja näiden synnyttämistä nesteeseen sisäisistä tekstuureista. Tässä tutkimustyössä on saavutettu suuri määrä uusia tuloksia, erityisesti aikaisempaa matalampien lämpötilojen tultua kokeellisesti mahdollisiksi.

Teoreettinen tutkimus tapahtuu yhteistyössä kylmälaboratorion, teknillisen fysiikan osaston materiaalfysiikan laboratorion sekä Helsingin yliopiston teoreettisen fysiikan tutkimuslaitoksen kesken.

Työ on kohdistunut lähinnä suprajuoksevan  $^3\text{He}$ -nesteen ydinmagneettisiin resonanssiominaisuuksiin. Toisaalta on tutkittu seinämien vaikutusta levypakkageometriassa resonanssitaajuuksiin ja absorption voimakkuuteen molemmissa  $^3\text{He}$ :n suprafaseissa sekä toisaalta on etsitty  $\ell = 3$  rataimpulssimomentin omaavia pareja, joiden ominaisuudet olisivat sopusoinnussa kokeiden kanssa. Työn tuloksena löytyikin B-faasille malli, joka voidaan erottaa tavanomaisesta  $\ell = 1$  mallista epälineaaristen NMR-ominaisuuksiensa perusteella.

KVANTTIELEKTRONIIKKA (Ehnholm, Ekman, Juvonen, Rantala, Soini ja Voutilainen yhteistyössä T. Wiikin kanssa TKK:n elektronifysiikan laboratoriossa)

Suprajohtavat kvantti-interferometrit eli SQUIDit soveltuvat erittäin pienten jännitteiden, virtojen ja magneettikenttien muutosten mittauksiin. Tyhjäohyrystettyjä suprajohtavia tunneliliitoksia käyttäen voidaan valmistaa SQUID-antureita, jotka ovat mekaanisesti luotettavia. Kyseinen menetelmä soveltuu myös hyvin massatuotantoon.

Sekä yhdellä että kahdella tunneliliitoksella toimivia antureita on valmistettu. Lisäksi on kokeiltu erilaisia vuonmuuntajakonstruktioita signaalilähteen ja anturin välisen kytkennän parantamiseksi. Antureiden dynamiikkaa on tutkittu mittaamalla niiden sähköisiä ominaisuuksia ja vertaamalla tuloksia arvoihin, jotka on saatu simuloimalla SQUIDejä tietokoneella.

SQUIDien käyttöelektronikkaa on kehitetty mm. rakentamalla lukitusvahvistin, joka ilmaisee signaalin digitaalimuodossa. Laitteen

lämpötilastabiilisuuteen ja nopeuteen on kiinnitetty erityistä huomiota. Vahvistimen käyttöä on helpotettu automatisoimalla mahdollisimman usea säätö- ja trimmaustoiminta.

SQUIDien kohinan mittaamiseksi ja silmälläpitäen rakennettavaa kohina-lämpötilastandardia on valmistettu dilutiokryostaatti, joka jäähtyy 10 mK:iin. Laitteen avulla on suoritettu alustavia kohinanmittauskokeita; jatkossa on tarkoitus vastuksen termistä kohinaa käyttäen mitata absoluuttista lämpötilaa ja tarkistaa sekundäärisiä lämpömittareita.

#### SUUREN MITTAKAAVAN SUPRAJOHDESOVELLUTUKSET (Collan, Eriksson)

Vasta nyt, kun jo 60 vuotta on kulunut suprajohdavuusilmiön alku- peräisestä löytymisestä, on käynyt täysin selväksi, että supra- johtavuus näyttelee tärkeää osaa tulevaisuuden sähkötekniikassa. Sovellutuksia tulevat olemaan esimerkiksi suprajohdavin magne- tointikämeihin varustetut suuret vaihtovirtageneraattorit, isot tasavirtakoneet, suuritulavuuksiset magneettikämeihin teollisiin ja ympäristösuojelullisiin sovellutuksiin sekä fuusioreaktoreiden plasman koossapitomagneetit. Tämän vuoksi alettiin vuoden 1974 alussa selvittää maailmassa käynnissä olevia suprajohdavuuden sovellutustutkimuksia silmälläpitäen suomalaisen, suprajohdoteita hy- väkseen käyttävän tasavirtakoneen prototyypin rakentamista.

Työn ensimmäisessä vaiheessa on vierailtu useissa tutkimuslabora- torioissa USA:ssa, Euroopassa ja Japanissa sekä otettu osaa sup- rajohdavuutta ja kryogeniikkaa käsitteleviin kansainvälisiin ko- kouksiin ja kesäkouluihin. Saavutettu tietous on esitetty yleisinä suprajohdinsovellutuksia esittelevinä selvityksinä sekä suprajoh- dinkoneen teknisiä osaongelmia käsittelevinä raportteina. Ensim- mäinen vaihe päättyy loppuraporttiin, jossa esitetään detaljoitu ohjelma prototyypikoneen suunnittelemiseksi ja rakentamiseksi.

Työ tehdään valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, Oy Strömberg Ab:n ja kylmälaboratorion yhteisprojektina.



## YHTEISTYÖ MUIDEN LABORATORIOIDEN KANSSA

Seuraavat henkilöt ovat vierailleet kylmälaboratoriossa pitäen seminaariesitelmää ja osallistuen tieteellisiin keskusteluihin:

- Dr. B.M. Abraham, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA
- Prof. V. Ambegaokar, Cornell University, Ithaca, New York, USA
- Mr. O.C. Avenel, CEN, Saclay, Ranska
- Akateemikko N.N. Bogoliubov, Dubna, Neuvostoliitto
- Dr. W.F. Brinkman, Bell Telephone Laboratories, New Jersey, USA
- Dr. T. Claeson, Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg, Ruotsi
- Prof. H.E. Hall, University of Manchester, Manchester, Englanti
- Dr. H. Kolm, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA
- Prof. D.M. Lee, Cornell University, Ithaca, New York, USA
- Dr. M. Moore, University of Sussex, Brighton, Englanti
- Dr. G.R. Pickett, University of Lancaster, Lancaster, Englanti
- Dr. H. Smith, Ørsted Institutet, Kööpenhamina, Tanska
- Dr. T. Wingbro, Aga-Cryo, Göteborg, Ruotsi
- Dos. R. Wäppling, Institute of Physics, Uppsala University, Uppsala, Ruotsi
- Dr. K.N. Zinovyeva, Institute for Physical Problems, Moscow, Neuvostoliitto
- Dr. E. Östgaard, University of Trondheim, Trondheim, Norja.

Kylmälaboratorio järjesti yhdessä Teknillisten Tieteiden Akatemian kanssa Otaniemessä 10.10.1974 symposion "Kryogeniikan teollisia sovellutuksia". Tilaisuudessa pidettiin seuraavat esitelmät:

- Dr. T. Wingbro (Aga-Cryo, Göteborg), "Industrial Uses of Liquefield Airgases and Natural Gas".
- Prof. E. Mäntysalo (Tampereen TKK), "Kryogeenisten nesteiden käyttömahdollisuuksista shokkijäähdytyksessä".
- Luk B.-G. Holmström (Jalostuspalvelu r.y.), "Solujen syväjäädettäminen: esimerkkinä siittiösolujen pakastaminen keinosisennyksessä".
- TT M. Aalto (Instruments for Technology Oy), "Suomalainen kryoelektroniikkateollisuus".

- Dos. M. Krusius (TKK), "Teknillisen korkeakoulun kylmälaboratoriossa suoritettavasta tutkimuksesta".
- Dr. H. Kolm (Massachusetts Institute of Technology), "The Future of Superconducting Magnets".
- Dos. H. Collan (VTT), "Suprajohtavuus - sähkötekniikan uusi dimensio".
- TT G. Ehnholm (TKK), "Josephson-ilmion soveltaminen herkkiin elektronisiin vahvistimiin".
- Apul.prof. T. Katila (TKK), "SQUIDin käyttösovellutuksia".
- Tekn.lis. P. Somervuo (TKK), "Josephson-ilmion hyväksikäyttö mikroaaltotekniikassa".

Lounasmaa on vuoden 1974 aikana pitänyt seuraavat tieteelliset esitelmät:

- "Experimental Properties of Liquid  $^3\text{He}$  Below 3 mK", Institute for Physical Problems, Moskova 27.3.1974.
- "The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ ", Central Research Institute of Physics, Budapest 8.8.1974.
- "Lähellä absoluuttista nolllapistettä", Matemaattisten Aineiden Opettajien liiton syyspäivillä Otaniemessä 11.10.1974.
- "The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ ", Ruotsin kiinteän olomuodon fyysikkojen neuvottelupäivillä Uppsalassa 8.11.1974.
- "Temperatures Below 1 K - How and Why?", Kenyatta University, Nairobi 22.11.1974 ja Dar-es-Salaam University, Tansania 22.11.1974.
- "The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ ", Technische Hochschule, Darmstadt 18.12.1974.

Collan on pitänyt esitelmän "The Superfluid Phases of  $^3\text{He}$ ",

- Osaka City University 11.5.1974 ja
- Institute for Solid State Physics, University of Tokyo 13.5.1974.

Eriksson suoritti 1.8. - 24.8.1974 tutustumismatkan Yhdysvaltoihin seuraaviin kryoprojektin kannalta tärkeisiin tutkimuskeskuksiin:

- General Electric Corporation Research & Development Center (Schenectady),
- Westinghouse Research and Development Center (Pittsburgh),
- US Naval Ship Research and Development Center (Annapolis) ja
- Brookhaven National Laboratory (Upton, New York).

Alvesalo tutustui kylmälaboratorion nesteytinkeskuksen päällikkönä 27. - 31.10.1974 seuraaviin englantilaisiin tutkimuskeskuksiin:

- The British Oxygen Companyn kryoteknillinen osasto Lontoossa ja
- Central Electricity Research laboratorio Surreyssa, jossa on vuodesta 1965 alkaen ollut käytössä BOC:n valmistama turbiini-nesteytin.

Samalla matkalla Alvesalo vieraili 1. - 4.11.1974 Trondheimin Yliopistossa pitäen esitelmän "The Viscosity of Superfluid  $^3\text{He}$ ".

Collan ja Eriksson suorittivat 8. - 11.12.1974 tutustumismatkan seuraaviin tutkimuslaitoksiin Englannissa:

- General Electric Company, Hirst Research Center, London
- International Research and Development Co, Ltd, Newcastle.

#### OSALLISTUMINEN KONFERENSSEIHIN JA KESÄKOULUIHIN

Lounasmaa piti Englannin fyysikkoseuran 11. vuosittaisessa kiinteään olomuodon fysiikan konferenssissa Manchesterissa 2.4.1974 kutsutun esitelmän aiheesta "Experiments on Liquid  $^3\text{He}$  Below 3 mK".

Suomen fyysikkoseuran kokouksessa Lammilla 7. - 8.2.1974 Haikala piti esitelmän "Experiments on the New Phases of Liquid  $^3\text{He}$  Using Nuclear Refrigeration" ja Loponen esitelmän "Experimental Determination of the Viscosity and Density of the Normal Component of Superfluid  $^3\text{He}$  at the Melting Pressure". Lisäksi kokoukseen osallistui Lounasmaa ja Riski.

Alvesalo, Krusius, Veuro, ja Vuorio osallistuivat Aussois'ssa, Ranskassa 5. - 9.3.1974 pidettyyn konferenssiin "Condensed Phases of Helium". Alvesalo piti esitelmän "Experimental Determination of Viscosity and Density of the Normal Component of Superfluid  $^3\text{He}$  at the Melting Curve" ja Krusius esitelmän "NMR on the New Phases of Liquid  $^3\text{He}$  in Contact with Platinum Powder".

Collan ja Eriksson osallistuivat 7.5. - 10.5.1974 välisenä aikana Kyotossa, Japanissa järjestettyyn kansainväliseen kokoukseen "5th International Cryogenic Engineering Conference". Konferenssimatkan yhteydessä he vierailivat seuraavissa supramoottoreita

ja suprajohavuuden sovellutuksia tutkivissa laitoksissa Japanissa ja Ranskassa:

- Asada Fundamental Research Laboratory, Kobe Steel Ltd, Osaka
- Osaka City University, Osaka
- Institute for Solid State Physics, University of Tokyo, Tokyo
- Electrotechnical Laboratory, Tokyo
- Technical Research Institute, Japanese National Railways, Tokyo
- Tokyo Shibaura Electric Co Ltd (Toshiba)  
Research and Development Center, Kawasaki  
Electric Motors Factory, Tsurumi
- Fuji Electric Co Ltd, Central Research Laboratory, Yokosuka
- Pariisin Yliopiston ja Ranskan tieteellisten toimikuntien fyysikan tutkimuslaitokset, Orsay ja Saclay
- Laboratoire Central des Industries Electriques, Fontenay-aux-Roses.

Hirvonen osallistui Uppsalassa 10. - 14.6.1974 pidettyyn konferenssiin "International Conference on Hyperfine Interactions Studied by Nuclear Reactions and Decay".

Lounasmaa, Ahonen ja Collan osallistuivat Haifassa, Israelissa 1. - 4.7.1974 pidettyyn konferenssiin "Europhysics Topical Conference on Liquid and Solid Helium". He pitivät seuraavat esitelmät: Lounasmaa "Nuclear Refrigeration of  $^3\text{He}$ " (kutsuttu esitelmä), Ahonen "NMR Experiments on the B-Phase of Liquid  $^3\text{He}$  between 0.7 and 2.4 mK" ja Collan "Viscosity Measurements in the Normal and Superfluid Phases of  $^3\text{He}$  along the Melting Curve" (palkinto parhaasta nuoren fyysikon esityksestä).

Haavasoja ja Loponen osallistuivat 21.7. - 10.8.1974 järjestettyyn 15. Skotlannin yliopistojen kesäkouluun "The Helium Liquids".

Eriksson osallistui Massachusetts Institute of Technolgyyn 5.8. - 9.8.1974 järjestämälle kesäkurssille "Superconducting Electric Machinery".

Daniels osallistui Bendorissa, Ranskassa 2. - 6.9.1974 pidettyyn konferenssiin "International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect".

Collan osallistui Chicagossa 30.9. - 2.10.1974 järjestettyyn konferenssiin "1974 Applied Superconductivity Conference" ja Madisonissa, Wisconsinissa 3. - 4.10.1974 pidettyyn konferenssiin "Superconductive Energy Storage Inductors for Power Systems". Samalla matkalla Collan vieraili seuraavissa tutkimus- ja teollisuuslaitoksissa USA:ssa ja Kanadassa.

- Brookhaven National Laboratory, New York
- Francis Bitter National Magnet Laboratory, MIT, Cambridge, Massachusetts
- Sala Magnetics, Inc., Cambridge, Massachusetts
- Cryogenic Technology Inc., Waltham, Massachusetts
- Magnetic Corporation of America, Waltham, Massachusetts
- McGill Magnet Laboratory, Longueuil, Quebec
- Canada Superconductor and Cryogenic Company, Ltd., St. Lambert, Quebec
- Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois.

Lounasmaa piti Witwaterstrandin Yliopistossa Johannesburgissa 26. - 27.11.1974 järjestetyssä symposiossa "Liquid Helium" kutsuttuna luennoitsijana esitelmät "Millidegree Temperatures" ja "Superfluid  $^3\text{He}$ ".

TIETEELLISET JULKAISUT

- T.A. Alvesalo, H.K. Collan, M.T. Loponen, and M.C. Veuro, "Experimental Determination of the Viscosity and Density of the Normal Component of Superfluid  $^3\text{He}$  at the Melting Curve", Phys. Rev. Lett. 32, 981 (1974).
- M. Krusius, G.R. Pickett, and M.C. Veuro, "Hyperfine Heat Capacity of Metallic Europium and Erbium", Solid State Comm. 14, 191 (1974).
- A.I. Ahonen, M.T. Haikala, and M. Krusius, "NMR on the New Phases of Liquid  $^3\text{He}$  in Contact with Platinum Powder", Phys. Lett. 47A, 215 (1974).
- O.V. Lounasmaa, "Low Temperature Education and Research in China", Cryogenics 14, 241 (1974).
- O.V. Lounasmaa, "Fysiikan opetus ja tutkimus nykypäivän Kiinassa", Arkhimedes 26. vsk, 13 (1974).
- O.V. Lounasmaa, "The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ ", Contemp. Phys. 15, 353 (1974).
- O.V. Lounasmaa, " $^3\text{He}$  - Two Superfluid Phases", Europhysics News 5, No 10, 1 (1974).
- O.V. Lounasmaa, "Experimental Principles and Methods below 1 K", Academic Press (London), 1974 (328 sivua).
- T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, P. Buch Lund, H.K. Collan, and M.T. Loponen, "A Cryogenic System for Studying the Properties of  $^3\text{He}$  between 1 and 15 mK", Cryogenics 14, 384 (1974).
- A.I. Ahonen, M.T. Haikala, M. Krusius, and O.V. Lounasmaa, "Transverse NMR Measurements on Superfluid  $^3\text{He}$ ", Phys. Rev. Lett. 33, 1595 (1974).

TIETEELLISET JULKAISUT

T.A. Alvesalo, H.K. Collan, M.T. Lojonen, and M.C. Veuro, "Experimental Determination of the Viscosity and Density of the Normal Component of Superfluid  $^3\text{He}$  at the Melting Curve", Phys. Rev. Lett. 32, 981 (1974).

M. Krusius, G.R. Pickett, and M.C. Veuro, "Hyperfine Heat Capacity of Metallic Europium and Erbium", Solid State Comm. 14, 191 (1974).

A.I. Ahonen, M.T. Haikala, and M. Krusius, "NMR on the New Phases of Liquid  $^3\text{He}$  in Contact with Platinum Powder", Phys. Lett. 47A, 215 (1974).

O.V. Lounasmaa, "Low Temperature Education and Research in China", Cryogenics 14, 241 (1974).

O.V. Lounasmaa, "Fysiikan opetus ja tutkimus nykypäivän Kiinassa", Arkhimedes 26. vsk, 13 (1974).

O.V. Lounasmaa, "The Superfluid Phases of Liquid  $^3\text{He}$ ", Contemp. Phys. 15, 353 (1974).

O.V. Lounasmaa, " $^3\text{He}$  - Two Superfluid Phases", Europhysics News 5, No 10, 1 (1974).

O.V. Lounasmaa, "Experimental Principles and Methods below 1 K", Academic Press (London), 1974 (328 sivua).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, P. Buch Lund, H.K. Collan, and M.T. Lojonen, "A Cryogenic System for Studying the Properties of  $^3\text{He}$  between 1 and 15 mK", Cryogenics 14, 384 (1974).

A.I. Ahonen, M.T. Haikala, M. Krusius, and O.V. Lounasmaa, "Transverse NMR Measurements on Superfluid  $^3\text{He}$ ", Phys. Rev. Lett. 33, 1595 (1974).



H. Collan ja M. Vuorio, "Viimeaikaisesta heliumtutkimuksesta",  
Arkhimedes 26. vsk, 35 (1974).

J.-Th. Eriksson, "Tasavirtakoneen tyristoriohjattu nopeudensäätö",  
Tutkimus ja tekniikka 5 (1974).

H. Collan, "Suprajohdetekniikka - sähkökoneiden uusin mutaatio",  
Insinööriutiset (1974).

A.I. Ahonen, M.T. Haikala, M. Krusius, and O.V. Lounasmaa, "Phase  
Diagram of Liquid  $^3\text{He}$  between 0.7 and 2.5 mK", Phys. Rev. Lett.  
33, 628 (1974).

H.K. Collan, "Melting Curve of  $^3\text{He}$  Between 2.6 and 10 mK", Phys.  
Lett. 50A, 305 (1974).

M.T. Hirvonen and T.E. Katila, "Nuclear Orientation in Mössbauer  
Spectroscopy; Nuclear Interactions with Extranuclear Fields", p.  
136, PWN Polish Scientific Publishers, Warszawa (1974).

T.A. Alvesalo, H.K. Collan, M.T. Loponen, O.V. Lounasmaa, and M.C.  
Veuro, "The Viscosity and Some Related Properties of Liquid  $^3\text{He}$   
at the Melting Curve between 1 and 100 mK", J. of Low Temp. Phys.  
19, (hyväksytty julkaistavaksi).

S.T. Islander and M.T. Loponen, "Thermal Relaxation in Liquid  
 $^3\text{He}/^4\text{He}$  Mixtures near the Tricritical Point", Phys. Lett., (hy-  
väksytty julkaistavaksi).

RAPORTIT

T.A. Alvesalo, H.K. Collan, M.T. Loponen, and M.C. Veuro, "Experimental Determination of the Viscosity and Density of the Normal Component of Superfluid  $^3\text{He}$  at the Melting Curve", Report TKK-F-A223 (1974).

A.I. Ahonen, O. Avenel, M.T. Haikala, M. Krusius, and M.A. Paalanen, "NMR on Superfluid  $^3\text{He}$  in Contact with Platinum Powder Cooled with Nuclear Refrigeration", Report TKK-F-A225 (1974).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, P. Buch Lund, H.K. Collan, and M.T. Loponen, "A Cryogenic System for Studying the Properties of  $^3\text{He}$  between 1 and 15 mK", Report TKK-F-A226 (1974).

T.A. Alvesalo, H.K. Collan, M.T. Loponen, O.V. Lounasmaa, and M.C. Veuro, "The Viscosity and Some Related Properties of Liquid  $^3\text{He}$  at the Melting Curve between 1 and 100 mK", Report TKK-F-A228 (1974).

V. Kelh , T. Katila ja J. Seligson, "Magneettisesti suojatun huoneen rakentamisesta teknillisen korkeakoulun teknillisen fysiikan osaston uudisrakennukseen", VTT:n kojetekniikan laboratorio, tiedonanto 1, (1974).

E. Byckling, O.V. Lounasmaa, and T.O. Niinikoski, "A Polarized  $^3\text{He}$  Target. Proposal for a Feasibility Study", Report TKK-F (1974).

Kryosymposio, Report TKK-F-B23 (1974).

J.M. Daniels, M.T. Hirvonen, A.P. Jauho, T.E. Katila, and K.J. Riski, "An Investigation of the Magnetism of Terbium Ethylsulphate Below 1 K using the Faraday Effect", Report TKK-F-A237 (1974).