

KYLMÄLABORATORION TOIMINTAKERTOMUS

1.9.1979 - 30.9.1980



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Kylmälaboratorio

TOIMINTAKERTOMUS

1.9.1979 - 30.9.1980

ISBN 951-752-088-3

TKK OFFSET

A s e m a j a t e h t ä v ä t

Kylmälaboratorio on hallintokollegin alainen tutkimuslaitos, jonka tehtävänä on

- suorittaa tutkimustyötä matalien lämpötilojen fysiikassa ja kryogeniikassa sekä läheisillä fysiikan ja tekniikan aloilla,

- antaa alan koulutusta mm. järjestämällä tutkimusmahdollisuuksia sekä ohjausta opinnäytteiksi tarkoitettuja tutkimustöitä varten,

- edistää alan tutkimuksen ja sovellutusten kehitystä maassamme tarjoamalla asiantuntija-apua sekä tutkimusmahdollisuuksia,

- ylläpitää sekä kehittää maamme kansainvälisiä yhteyksiä toimialueellansa.

V o i m a v a r a t

Kylmälaboratoriolla on hallintokollegin asettama johtokunta, jonka jäseninä olivat 1.10.1978 - 30.9.1979:

vararehtori Matti A. Ranta	puheenjohtaja
apulaisprofessori Pekka Hautojärvi	varapuheenjohtaja
tutkijaprofessori Olli V. Lounasmaa	
tekniikan tohtori Tapio Alvesalo	
(varalla filosofian tohtori Seppo Islander)	
tekniikan tohtori Gösta Ehnholm	
(varalla filosofian lisensiaatti Marja Holmström)	
tekniikan tohtori Heikki Collan	
(varalla diplomi-insinööri Börje Rantala)	

Johtokunnan jäsenet 1.10.1979 - 30.9.1980:

rehtori Paul A. Wuori	puheenjohtaja
apulaisprofessori Pekka Hautojärvi	varapuheenjohtaja
tutkijaprofessori Olli V. Lounasmaa	
tekniikan tohtori Peter Berglund	
(varalla diplomi-insinööri Matti Savelainen)	

laboratorioinsinööri Marja Holmström
(varalla diplomi-insinööri Olli Ikkala)
filosofian tohtori Seppo Islander
(varalla diplomi-insinööri Jouko Soini)

Johtokunnat ovat pitäneet kaksi kokousta, joissa sihteerinä on toiminut osastosihteeri Kyllikki Jauho.

VANHEMPI TUTKIMUSHENKILÖKUNTA

- O.V. Lounasmaa, Ph.D., Suomen Akatemian tutkijaprofessori,
laboratorion johtaja
- A.I. Ahonen, TkT, tutkija, dos., Suomen Akatemian vanhempi
tutkija, v.s., 31.3.1980 saakka
- T.A. Alvesalo, TkT, tutkija, dos., varttuneen tieteenhar-
joittajan apuraha, 31.12.1979 saakka
- M.P. Berglund, TkT, tutkija, dos., TKK:n vanhempi tutkija,
v.s., 31.12.1979 saakka, VTT:n tutkija 1.1.1980 alkaen
- Ju.M. Bunkov, Dr., vieraileva tutkija (Institute for Phys-
ical Problems, Moskova) 17.10. - 16.12.1979
- H.K. Collan, TkT, dos., laboratorioinsinööri, Suomen Akate-
mian vanhempi tutkija 1.9. - 31.12.1979, virkavapaa
(apuraha) 1.1. - 30.6.1980
- G.J. Ehnholm, TkT, dos., TKK:n vanhempi tutkija, virkavapaa
(tutkimustyö Cornellin yliopistossa USA:ssa) 1.1. -
31.12.1979
- D.I. Garibashvili, Dr., vieraileva tutkija (Institute of
Physics of the Georgian Academy of Sciences, Tbilisi)
- Vera Garibashvili, vieraileva tutkija (Institute of Physics
of the Georgian Academy of Sciences, Tbilisi) 1.3. -
30.4.1980
- T. Haavasoja, TkT, tutkija 11.6.1980 saakka
- Marja Holmström, FL, laboratorioinsinööri
- S.T. Islander, FT, dos., kryokeskuksen johtaja
- M.J. Kurkijärvi, TkT, apulaisprofessori (F-os.)
- M.T. Loponen, TkT, tutkija 15.10.1979 saakka

- Zaira Nadirashvili, Dr., vieraileva tutkija (Institute of Physics of the Georgian Academy of Sciences, Tbilisi) 1.8.1980 alkaen
- A.A. Penttinen, TkT, laboratorioinsinööri, v.s., 1.9.1979 - 31.3.1980, Suomen Akatemian vanhempi tutkija, v.s. 1.4.1980 alkaen
- P.M. Roubeau, Dr., vieraileva tutkija (C.E.N.-Saclay) 1.1. - 15.2.1980
- R.E. Sepponen, TkL, tutkija 10.1.1980 alkaen (Oy Instrumentarium Ab)
- J.S. Tsakadze, Dr., vieraileva tutkija (Institute of Physics of the Georgian Academy of Sciences, Tbilisi) 3.8.1979 alkaen

NUOREMPI TUTKIMUSHENKILÖKUNTA JA JATKO-OPISKELIJAT

- | | |
|---------------------------------------|---|
| H.A. Ahola | 7.9.1980 saakka |
| M.A. Arkkio | 1.1. - 18.1.1980 |
| J.P. Ekström | 12.2.1980 alkaen |
| J.J. Heino | 31.7.1980 asti, 1.8.1980 alkaen Oy Instrumentarium Ab |
| O.T. Ikkala | |
| M.A. Kokkala | |
| S.T. Laamanen (VTT) | 15.3.1980 alkaen |
| M.T. Manninen | |
| E.A. Nieminen (Oy Instrumentarium Ab) | 10.1. - 31.8.1980 |
| M.K. Savelainen (VTT) | |
| J.K. Soini | |
| Leila Östman | 2.8.1980 asti |

OPISKELIJAT

- | | |
|----------------|-----------------------------------|
| P.J. Hakonen | |
| M.T. Huiku | |
| R.J. Ilmoniemä | |
| S.T. Kauntola | 1.6. - 30.6.1980, 1.8.1980 alkaen |
| T.K. Markkula | 15.9.1980 alkaen |
| K.J. Niskanen | |

J.P. Pekola	1.6. - 30.6.1980, 1.8.1980 alkaen
R.K. Ritala	1.6. - 30.9.1980
K.M. Saloheimo	30.6.1980 saakka
M.K. Seppänen	1.6. - 30.6.1980, 1.8.1980 alkaen
Terhikki Soinne	
O.E. Toikka	
Maarit Tuomisaari	31.8.1980 asti

MUU HENKILÖKUNTA

Hely Ennari, toimistos sihteeri
A.J. Huvila, laboratoriomestari
A.A. Isomäki, nesteyttimen käyttöpäällikkö
Kyllikki Jauho, osastosihteeri
R.J. Kaasinen, laboratoriomestari
I.V. Kettunen, tutkimusapulainen, 31.12.1979 saakka
Tuula Kortelainen, piirtäjä, 27.8. - 31.12.1979
A.A. Laakso, nuorempi mekaanikko
Mairit Lemettinen, toimistos sihteeri, v.s. 4.9. - 5.10.1980
Maria Lindström, toimistos sihteeri, 19.12.1979 saakka
E.P. Nykänen, laboratorioteknikko, 5.5. - 31.8.1980
K.A. Salminen, mekaanikko
M.V. Tuominen, tutkimusapulainen, 28.1. - 31.7.1980
S.K. Utriainen, laboratorioteknikko

AKATEEMISET TUTKINNOT

Selostuskauden aikana ovat laboratoriossa työskennelleet henkilöt suorittaneet seuraavat tutkinnot:

diplomi-insinööri

M.A. Arkkio: "Nestemetallin aiheuttama korroosio virran-siirtolaitteessa"
J.P. Ekström: "Ydinmagneettisia resonanssikokeita kaksois-ydindemagnetointikryostaatilla"

tekniikan tohtori

- T. Haavasoja: "NMR and Specific Heat Measurements in Normal and Superfluid ^3He "
- M.T. Loponen: "Experiments with Superfluid ^3He and Nuclear Spins of Copper at Very Low Temperatures"

LUOTTAMUSTOIMET

Opetusministeri Kalevi Kivistö asetti 1.11.1979 työryhmän, jonka tehtävänä oli keksiä keinot perustutkimuksen ja sen rahoituksen kohentamiseksi. Työryhmän puheenjohtajaksi määrättiin tutkijaprofessori Lounasmaa ja se jätti mietintönsä 29.4.1980.

VIHKIMISTILAISUUS

Kylmälaboratorioon rakennetun magneettisesti suojatun huoneen vihkimistilaisuus pidettiin 27.5.1980. Tilaisuudessa esittivät puheenvuoron kansliapäällikkö Jaakko Numminen (opetusministeriö), pääjohtaja Pekka Jauho (VTT) ja rehtori Paul A. Wuori.

Tutkimustyö

Kylmälaboratorion perustutkimus on keskittynyt ultramatalissa lämpötiloissa suoritettaviin mittauksiin. Laboratoriossa on käytetty kaikkia niitä jäähdytystapoja, joilla voidaan saavuttaa alle 1 K:n lämpötiloja. Viime vuosina kryogeeninen kehitystyö on kohdistunut erityisesti adiabaattiseen ydindemagnetointiin, minkä ohella on rakennettu tehokkaita dilutiojäähdyttimiä. Laboratorion kaikilla kolmella perustutkimuskryostaatilla voidaan suorittaa mittauksia alle 1 mK:n lämpötiloissa. Kaksivaiheista ydindemagnetointia käyttämällä laboratoriossa saavutettiin vuonna 1979 kupariytymien muodostamassa spinsysteemissä 50 nanokelviiniä, mikä on uusi kylmyyden maailmanennätys. Suprajuoksevan ^3He :n sekä kokeellinen että teoreettinen tutkimus ovat edelleen vahvasti edustettuina. ROTA-projektin pyörivä kryostaatti valmistuu vuoden 1980 loppuun mennessä.

Soveltavassa tutkimuksessa on niinikään saavutettu mielenkiintoisia tuloksia. Magneettiseen suurgradienttiseparointiin liittyvä tutkimustyö on pääsemässä sovellutusten asteelle. SQUIDien ja niihin liittyvien elektronisten mittalaitteiden kehitystyö jatkuu vilkkaana. Laboratorion magneettisesti suojattu huone vihittiin tarkoitukseensa toukokuussa 1980. Tämä tutkimustila avaa ainutlaatuisia mahdollisuuksia mm. fysiikan, lääketieteen ja geologian piirissä. SQUID-ryhmä on osallistunut huoneen instrumentoinnin suunnitteluun ja rakentamiseen. Uutena projektina laboratoriossa on aloitettu tutkimus, joka tähtää NMR kuvauksen käyttämiseen lääketieteellisiin tarkoituksiin.

Perustutkimus

^3He :n SUPRAFAASIT (HELY-projekti) (Ahonen, Alvesalo, Haavas-oja, Manninen, Pekola, Soinne)

Ryhmän tutkimuskohteena oli vuoden 1979 loppuun saakka normaalin ja suprajuoksevan ^3He :n ominaislämmön mittaaminen. Kevään 1980 aikana suunniteltiin ja rakennettiin uusi laitteisto, jota tullaan käyttämään ^3He :n kriittisten nopeuksien ja Josephsonin ilmiön tutkimiseen. Aluksi tätä koekammiota on käytetty lämpötilaskaalojen tarkistuksiin alle 20 mK:n lämpötiloissa.

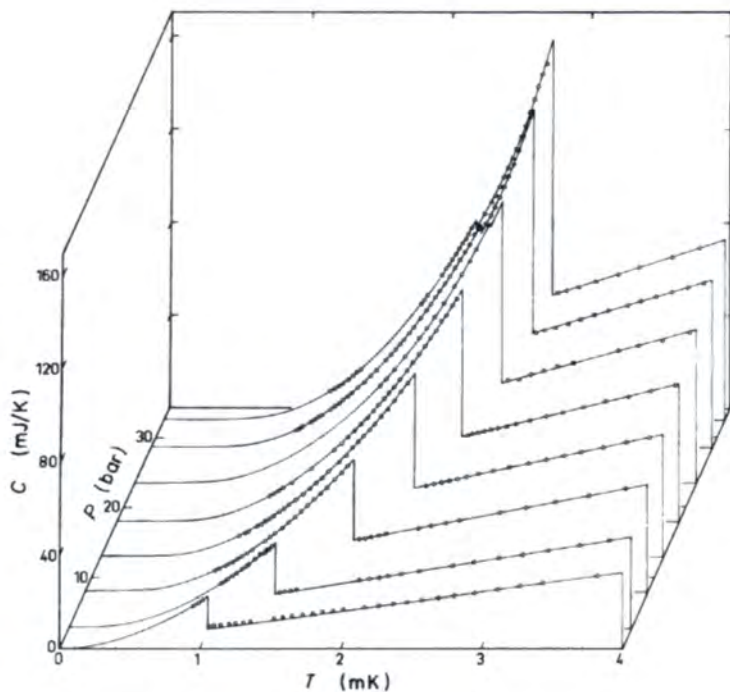
^3He -nesteen ominaislämpö mitattiin painealueella 0 - 32,5 baaria 10 mK:n alapuolella. Lisäksi määrättiin A-B -transition latentti lämpö paineen funktiona. Mittauksissa käytetty lämpötilaskaala on kiinnitetty ^3He :n faasidiagrammiin, jonka paine- ja lämpötilakoordinaatit on havaittu tarkasti. Lämpötilan mittauksessa käytetään laimennetun cerium-magnesium-nitraatin susceptibiliteettia, joka määrätään SQUID-menetelmällä. Laitteen erotuskyky on parempi kuin $1:10^4$. Absoluutiset lämpötilat saadaan platinan NMR:ään perustuvasta lämpömittarista käyttäen ns. Korringan lakia.

Suprajuoksevuustransition yläpuolella ^3He :n ominaislämpö on ferminesteteorian mukaisesti verrannollinen lämpötilaan ja mitatusta ominaislämmöstä saadaan lasketuksi ^3He :n efektiivinen massa. Mitatut arvot ovat n. 30% pienempiä kuin yleisesti käytössä olevat massat. Tulosten perusteella ferminesteparametrien arvoissa on suoritettava huomattavia tarkistuksia.

Suprajuoksevuustransitiossa havaittava ominaislämpöhyppy kyettiin mittaamaan hyvällä tarkkuudella paineen funktiona. Nollapaineessa hypyn suuruus on lähellä BCS-teorian ennustamaa arvoa 1,43; 32,5 baarin paineessa hyppy on B-faasissa 1,90 ja A-faasissa 2,04. Ominaislämpöhypyn paineriippuvuus antaa suoran mitan ns. vahvan kytkennän ilmiöille.

A- ja B-faaseissa mitattiin ominaislämmön lämpötilariippuvuus. Vertaamalla tulosta olemassaoleviin teorioihin voidaan arvioida vahvan kytkennän ilmiöiden lämpötilariippuvuutta.

Ominaislämpömittausten jälkeen on suoritettu kokeita, joissa platinan NMR:ään perustuvaa lämpötilaskaalaa verrataan USA:n National Bureau of Standards:in (NBS) kehittämään kohina- ja ydinorientaatiomittauksiin perustuvaan lämpötilaskaalaan. Vertailu tapahtuu siten, että mitataan wolfram-kappaleen suprajohtavuustransition lämpötila, joka tunnetaan NBS:n asteikolla. Alustavien tulosten mukaan lämpötilaskaalojen välillä on muutaman prosentin ero.



^3He :n ominaislämpö lämpötilan ja paineen funktiona.

ATOMIYTIMIEN VÄLISET KO-OPERATIIVISET ILMIÖT (YKI-projekti)
(Ahola, Ehnholm, Ekström, Huiku, Loponen, Lounasmaa, Niskanen, Soini, Tuomisaari, Östman)

Ryhmän tutkimuskohteena on kupariytimien muodostama spinsysteemi, jonka magneettista järjestäytymistä on tutkittu alle mikrokkelvinin lämpötiloissa. Spinien dipoli-dipoli-vuorovaikutus ja epäsuora vaihtovuorovaikutus johtavat teoreettisten laskujen mukaan antiferromagneettiseen spintilaan n. 150 mK:n lämpötilassa. Mittaukset vahvistavat toistaiseksi systeemin pyrkimisen antiferromagneettiseen tilaan.

Mahdollisen järjestyneen tilan kestoaikaa on yritetty pidentää käyttämällä puhtaampaa näytettä ja parantamalla laitteistoa. Vaikka magneettisten epäpuhtauksien määrä oli tuntuvasti pienentynyt, oli Korringan vakio nollamagneettikentässä entistä pienempi, mikä merkitsi lyhentynyttä relaksaatioaikaa, päinvastoin kuin oli odotettu. Laitteistoa parannettiin uusimmalla ensimmäisen ydinasteen tukirakenteet ja siirtämällä mittauskelat säteilysuojasta ydinpanoksen päälle. Lämpövuoto ydinasteisiin on nyt 0,8 nW, eli kolmasosa entisestä arvostaan, mutta näytteen elektronilämpötilaa ei kuitenkaan ole onnistuttu alentamaan alle 0,2 mK:n. Rajoittavina tekijöinä lienevät lämpövuoto näytteeseen ja lämpövastus ydinasteiden välillä. Lämpökytkintä ydinasteiden välillä kokeiltiin myös, mutta vuoto näytteeseen, jonka ominaislämpö nollakentässä on vähäinen, lämmitti sen välittömästi.

Kokeita jatkettiin mittaamalla kupariytimien susceptiivisuutta samanaikaisesti sekä lankojen suunnassa että niitä vastaan kohtisuorassa asennossa. Pienentyneen lämpövuodon ansiosta pitäisi järjestyneen tilan havaintoaajan pidetä, jolloin sen löytyminen pitäisi helpottua.

PYÖRIVÄN ^3He :n OMINAISUUDET (ROTA-projekti) (Bunkov, Devi Garibashvili, Vera Garibashvili, Hakonen, Ikkala, Islander, Kauntola, Markkula, Zaira Nadirashvili, Roubeau, Saloheimo, Tsakadze)

Kysymyksessä on yhteistyöprojekti kylmälaboratorion ja Gruusian tiedeakatemian fysiikan instituutin (Tbilisi) välillä. Tarkoituksena on rakentaa ydinjäähdytyskryostaatti, jota voidaan pyörittää tasaisella nopeudella 0-1 kierrosta/s, ja tutkia tällä laitteella pyörivän nestemäisen ^3He :n ominaisuuksia alueella 0,5 - 3 mK. Kryostaatti oli syyskuussa 1980 miltei valmis ja saadaan periferia-laitteineen täysin rakennetuksi vuoden loppuun mennessä, jolloin varsinaiset mittaukset voidaan aloittaa. Useat kokeet ovat olleet jo pitempään suunnitteluvaiheessa ja NMR mittauksen tarvitsemat koekammiot ovat valmiina.

TEOREETTINEN MATALIEN LÄMPÖTILOJEN FYSIIKKA (Kjälldman (TFT), Kurkijärvi, Niskanen, Ritala, Salomaa (TFT), Thuneberg (TFT), Tilli (TFT))

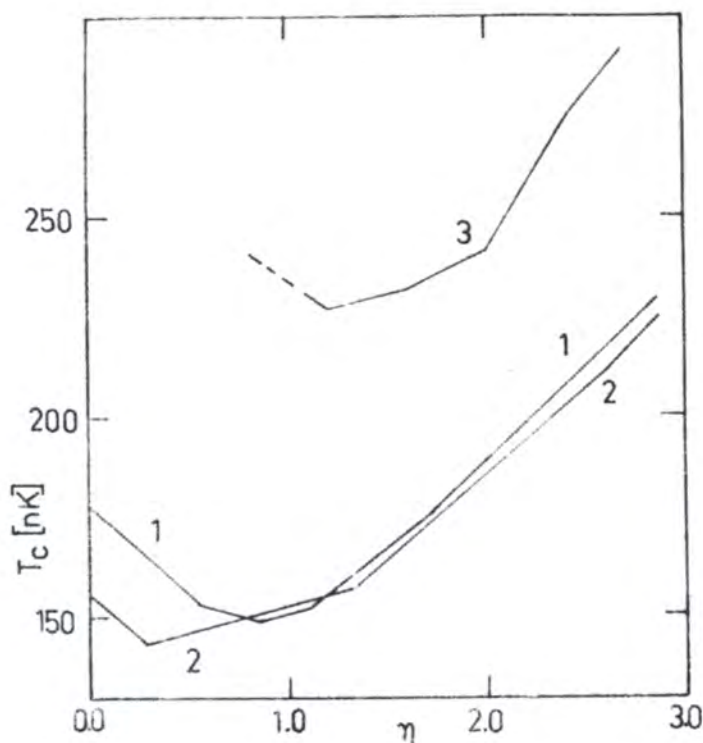
Matalien lämpötilojen teoriaryhmä on yhteistyössä Helsingin yliopiston teoreettisen fysiikan tutkimuslaitoksen (TFT), NORDITAN ja TKK:n F-osaston kanssa.

Ryhmä on laskenut korkealämpötilakehitelmiä dipoli-dipoli- ja Ruderman-Kittel -vuorovaikuttavalle järjestelmälle kuparin ytimien magneettisen järjestäytymislämpötilan määrittämiseksi (Niskanen, Kurkijärvi). Kupariytimien järjestäytymistä ja magneettista vastetta on tutkittu myös mikroskooppisesta kuvauksesta lähtien korrelaatiofunktioformalismin avulla (Salomaa).

Niinikään on selvitetty ^3He :n A-faasin virtaamista ohuissa kanavissa HELY-ryhmässä suunniteltua Josephson-koetta silmälläpitäen (Thuneberg, Kurkijärvi).

Laskuja vahvojen vuorovaikutusten merkityksestä taajuudesta riippuvaan energia-aukkoon ^3He :n suprajuoksevissa faaseissa on jatkettu (Tilli).

Lisäksi on tehty työtä kollektiivisen kvanttitunneloinnin ymmärtämiseksi sekä tutustuttu amorfisten aineiden ominaisuuksiin mm. Andersonin lokalisoitumismallin avulla (Ritala, Kurkijärvi).



Kuparin transitiolämpötila Ruderman-Kittel -vuorovaikutuksen voimakkuuden funktiona:

1. Keskimääräisen kentän approksimaatio
2. Korkealämpötilakehitelmät
3. Curie-Weiss θ (korkealämpötilakehitelmät)

Soveltava tutkimus

SQUID-projekti (Ehnholm, Heino, Ilmoniemi, Penttinen)

Ryhmä on kehittänyt SQUID-magnetometrejä laboratorion magneettisesti suojatussa huoneessa tehtäviä mittauksia varten. Olemassa olevaa laitetta, jossa vuon poimii tavanomainen vuonmuuntaja, on käytetty mm. huoneen suojaustekijämittauksissa ja geologisten näytteiden tutkimisessa. Biologisiin, lähinnä aivomagneettisiin tutkimuksiin on suunniteltu laite, joka mittaa pystykenttää samanaikaisesti seitsemässä eri pisteessä. Siinä käytetään uudentyyppistä anturia, jossa suprajohtava vuonohjain johtaa mitattavan magneettivuon suoraan lasilevyllä höyrystetyn SQUID-renkaan läpi. Ensimmäinen anturi on rakennettu ja testattu. Sen herkkyudeksi mitattiin $55 \text{ fT}/\sqrt{\text{Hz}}$ (yhden hertsin kaistalla mitatun kohinan tehollisarvo on 55 femtoteslaa). 7-kanavaiseen magnetometriin tarvittava elektroniikka on osittain olemassa, loppuosa on rakenteilla. Anturien välisen kytkennän vaikutus toimintaan mitataan. Asennus dewariastiaan on suunniteltu ja tarpeelliset osat rakennettu, joten laite saadaan käyttöön ensi vuoden alkupuolella.

MAGNEETTINEN EROTUS SUPRAJOHTAVIN MAGNEETEIN (MASU-projekti) (Collan, Huiku, Kokkala, Toikka)

MASU-tutkimusryhmä on jatkanut kahta aikaisemmin aloitettua tutkimushanketta. Suomen Akatemian teknistieteellisen toimikunnan rahoittamissa puitteissa on jatkettu suprajohtavalla magneetilla synnytettyyn ns. avoimeen gradienttiin perustuvan magneettierotuksen välineistön konstruointia. Koelaite valmistunee vielä vuoden 1980 kuluessa. Maj ja Tor Nesslingin säätiön rahoituksella on tutkittu lähinnä terästeollisuuden jätevesien puhdistusta magneettisella suodatuksella.

Koetulosten ja aiemmin hankitun tietouden pohjalta suoritettut laskelmat osoittavat, että useissa tapauksissa magneet-

tinen suodatus olisi sekä teknisesti että taloudellisesti edullinen menetelmä. Teollisuusmittakaavaa olevassa magneettisuotimessa olisi magneettikenttä kuitenkin, kylmälaboratorion koelaitteista poiketen, edullisinta kehittää normaali johdinta käyttävällä rautakuorisella sähkömagneetilla.

SUPRAJOHDEMOOTTORI (SUMO-projekti) (Arkkio, Berglund, Eriksson (S-os.), Luomi (S-os.), Nieminen (VTT), Savelainen)

VTT:n, kylmälaboratorion, TKK:n sähkömekaniikan laboratorion ja Oy Strömberg Ab:n yhteistyönä rakennettu 50 kW:n unipolaarimoottori koeajettiin syksyllä 1979. Projekti päättyi 31.3.1980. Kylmälaboratoriossa käännetty suprajohtava magneetti toimi kaikissa olosuhteissa odotusten mukaisesti ja moottori kehitti parhaimmillaan 102 kW. Koeajot osoittivat, että nestemetallikollektointia on kehitettävä edelleen, jotta laitteesta tulisi hyödylliseen käyttöön soveltuva moottori. Projektin välittömänä jatkona on kollektoinnin kehitystyö, joka tapahtuu TKK:n sähkömekaniikan laboratorion tiloissa.

INNO-projekti (Berglund, Heino, Laamanen, Nieminen, Savelainen, Sepponen)

1.3.1980 aloitettiin kylmälaboratorion tiloissa VTT:n projekti, jossa kehitetään yhteistyössä teollisuuden kanssa suprajohtavaa magneettia lääketieteellistä diagnosointimenetelmää varten. Rakennettava magneetti kehittää hyvin homogeenisen, noin 0,1 T:n suuruisen kentän huoneenlämpötilassa olevaan mittausalueeseen.

Palvelutoiminta

KRYOKESKUS (Haavasoja, Islander, Isomäki, Salminen)

Nesteytinkeskus on palvellut kylmälaboratoriota, teknillisen fysiikan osastoa, sähköosastoa sekä Tampereen teknillistä korkeakoulua (TTKK). Toimituksia on jouduttu rajoittamaan ainoastaan määräaikaishuoltojen yhteydessä.

Heliumin käyttö nestelitraina:

<u>Kyl-lab.</u>	<u>S-os.</u>	<u>Tf-os.</u>	<u>TTKK</u>	<u>Yhteensä</u>
10.850	3.250	2.600	120	16.820
64,5%	19,3%	15,5%	0,7%	100%

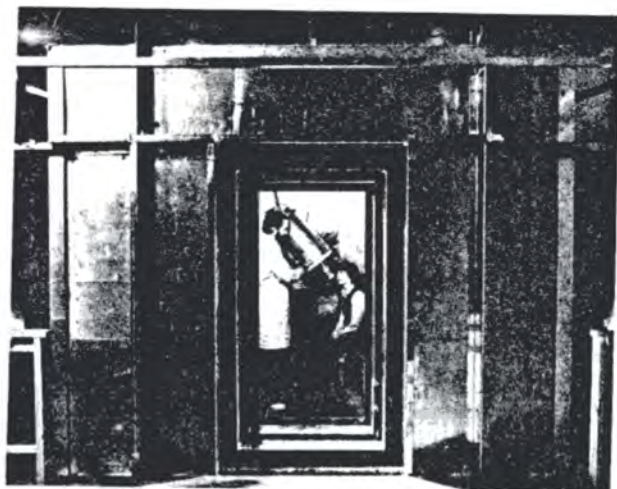
Nestemäistä ilmaa tuotettiin yhteensä n. 15.000 litraa.

MAGNEETTISESTI SUOJATTU HUONE (Ehnholm, Heino, Ilmoniemi, Penttinen, Seppänen)

VTT:n kojetekniikan laboratoriolle annettu huoneen rakentaminen pääsi käyntiin, kun seinäelementteihin tarvittavat pu-metallilevyt saapuivat vuoden 1979 lopulla. Levyjen testauksen jälkeen huoneen kokoaminen alkoi vuoden 1980 alussa, ja huhtikuun lopulla se oli pääpiirteissään valmis. Kokoa-mistyön aikana ja sen jälkeen suoritettut magneettiset suo-jaustekijämittaukset osoittivat, että Otaniemen magneetti-sesti suojattu huone on tällä hetkellä maailman paras.

Toukokuussa 1980 pidettiin huoneen tuleville käyttäjille tarkoitettu kansainvälinen symposio, ja 27.5.1980 kanslia-päällikkö Jaakko Numminen opetusministeriöstä suoritti huoneen vihkimisen. Näissä tilaisuuksissa esiteltiin ihmisen magnetokardiogrammia rutiininomaisesti kylmälaboratoriossa rakennetuilla laitteilla. Kesällä 1980 tehtiin ensimmäiset keuhkokontaminaatiomittaukset rotilla yhteistyössä Työter-veyslaitoksen kanssa.

Huoneen ovikonstruktion ja aktiivisuojauksen kehittäely jatkuu yhteistyössä VTT:n kanssa. Kylmälaboratoriossa on magneettisia aivomittauksia varten rakenteilla 7-kanavainen SQUID-magnetometri, ja huoneen käyttämisestä herkkiin gravimagnetismimittauksiin on tehty soveltuvuustutkimus.



Magneettisesti suojattu huone.

Yhteistyö muiden laboratorioden
kanssa

LYHYTAIKAISET ULKOMAISET VIERAILIJAT

- Akateemikko A.S. Borovik-Romanov, Institute for Physical Problems, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. Ju.M. Bunkov, Institute for Physical Problems, Moskova, Neuvostoliitto
- Dr. S. Cox, University of Oxford, Englanti
- Dr. H. Fujino, Electric Co. Ltd., Tokio, Japani
- Dr. G. Haradze, Institute for Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto
- Dr. L. Jackel, Bell Laboratories, Murray Hill, USA
- Prof. R. Kirk, Kernforschungsanlage Jülich, Länsi-Saksa
- Dr. J. Mamaladze, Institute for Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto
- Dr. Zaira Nadirashvili, Institute for Physics, Georgian Academy of Science, Tbilisi, Neuvostoliitto
- Dr. J. Neighbours, Department of Navy, Washington, D.C., USA
- Dr. D.D. Osheroff, Bell Laboratories, Murray Hill, USA
- Prof. C.J. Pethick, NORDITA, Kööpenhamina, Tanska; University of Illinois, Urbana, Illinois, USA
- Prof. F. Pobell, Kernforschungsanlage Jülich, Länsi-Saksa
- Dr. G. Prusák, Nuclear Physics Institute, Rez, Tsekkoslovakia
- Prof. D. Rainer, Kernforschungsanlage Jülich, Länsi-Saksa
- Dr. K.V. Rao, University of Illinois, Urbana, Illinois, USA
- Dr. J.D. Reppy, University of Sussex, Brighton, Englanti
- Dr. P. Roubau, CEN-Saclay, Ranska
- Prof. R.S. Safrata, Institute for Physics, Praha, Tsekkoslovakia
- Dr. W. Schoepe, Institute for Low Temperature Research, München, Länsi-Saksa
- Dr. S.S. Shah, Marahwada University, Intia

- Prof. H. Smith, H.C. Ørsted Institute, Kööpenhamina, Tanska
- Dr. G. Volovik, Landau Institute, Moskova, Neuvostoliitto
- Prof. J.C. Wheatley, University of California, La Jolla, California, USA
- Prof. J.W. Wilkins, NORDITA, Kööpenhamina, Tanska
- Dr. R. Yoshizaki, University of Tsukuba, Japani

SEMINAARIESITELMÄT

- | | |
|-----------------------------------|--|
| Akateemikko A.S. Borovik-Romanov: | "Light-scattering from spin-waves" |
| Dr. Ju.M. Bunkov: | "Pulsed NMR in magnetically ordered materials" |
| Prof. E. Byckling: | "The principle of holography and some applications" |
| Dr. S. Cox: | "NMR in intact biological systems" and
"Physics with dynamically polarized nuclei" |
| TkT G. Ehnholm: | "Mathematics of the rf irradiated Josephson junction" and
"Theory of Josephson junction mixers" |
| DI T. Haavasoja: | "Specific heat of normal and superfluid ^3He " |
| Tekn.yo. R. Ilmonemi: | "Gravitational magnetism - feasibility of an experiment" |
| Dr. L. Jackel: | "Fabrication of small tunneling junctions" |

- TkL A.-P. Jauho: "Quantum transport theory vs. submicron semiconductor devices"
- Apul.prof. K. Kiviniitty: "Proton NMR relaxation study on the pathological changes of tissue water"
- FK E. Koivula: "NMR - imaging"
- DI M.A. Kokkala: "Superconductivity at 77 K?"
- Apul.prof. J. Kurkijärvi: "Collective tunneling of the phase in a Josephson junction: facts and speculation"
- Dr. D.D. Osheroff: "Dissipation of flow in superfluid ^3He " and
"Are metals conductors at absolute zero?"
- Prof. C.J. Pethick: "Simple approach to some non-equilibrium properties of superconductors"
- Prof. F. Pobell: "Double stage nuclear refrigeration" and
"Nuclear ordering in PrNi_5 "
- Dr. K.V. Rao: "Amorphous soft magnets"
- Prof. J.D. Reppy: "Superfluid transition in 2 and 3 dimensional ^4He "
- Dr. P. Roubeau: "Helium 3 and 4 pumping by cryo-adsorption on activated charcoal. Possibility to achieve continuous operation"
- Dr. W. Schoepe: "First sound attenuation and viscosity of $^3\text{He-B}$ "

- TkL H. Seppä: "Josephson voltage standard using a superconducting current comparator"
- Dr. S.S. Shah: "Specific heats of magnetic solids at low temperatures"
- Prof. H. Smith: "Boundary effects in fluid flow: application to quantum liquids"
- DI J.K. Soini: "Nuclear antiferromagnetic resonance in solid ^3He : discussion of work by Osheroff, Gross, and Fisher"
- Prof. J.C. Wheatley: "Heat engines" and "Review of research on superfluid ^3He "

LABORATORION HENKILÖKUNNAN TYÖSKENTELY ULKOMAILLA

Ahola on suorittanut jatko-opiskelua Floridan yliopistossa (Gainesville) 10.9.1980 lähtien.

Ehnholm suoritti tieteellistä tutkimustyötä prof. P. Buhrmanin laboratoriossa Cornellin yliopistossa (Ithaca, New York) 15.1.1979 - 31.12.1979.

Loponen on suorittanut tieteellistä tutkimustyötä Bell Laboratoriossa (Murray Hill, New Jersey) 15.10.1979 lähtien.

Lounasmaa toimi vierailevana professorina Intiassa (Tata Institute of Fundamental Research, Bombay) 20.12.1979 - 16.1.1980.

Tuomisaari on työskennellyt Länsi-Saksassa (Zentralinstitut für Tieftemperaturforschung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Garching) 1.9.1980 lähtien.

OSALLISTUMINEN KONGRESSEIHIN JA KOULUTUSTILAISUUKSIIN

International Congress of Magnetism
München, 3. - 5.9.1979

Osanottaja:

Lounasmaa

Kutsuttu esitelmä:

"Evidence for nuclear antiferromagnetism in copper"

XV International Congress of Refrigeration
Venetsia, 23. - 29.9.1979

Osanottaja:

Jacquinot

Esitelmä:

"Experimental studies of nuclear magnetism in copper below 1 μ K"

Fourth National Symposium on Cryogenics
Bombay, 17. - 19.12.1979

Osanottaja:

Lounasmaa

Kutsuttu esitelmä:

"Description of a 50 kW superconducting motor"

European Physical Society
Solid State Division (vuosikokous)
Antwerpen, 1. - 3.2.1980

Osanottaja:

Ehnholm

Kutsuttu esitelmä:

"Evidence for nuclear ordering in copper"

Fysiikan päivät
Haikko, 8. - 9.2.1980

Osanottajat:

Berglund, Garibashvili, Haavasoja,
Ikkala, Islander, Kjaldman, Lounasmaa,
Roubeau, Saloheimo, Thuneberg,
Tsakadze

Tiedonannot:
Posterit:

Haavasoja, Kjaldman, Thuneberg
ROTA-ryhmä, SUMO-ryhmä

IC-SQUID -konferenssi
Berliini, 6. - 9.5.1980

Osanottajat: Ehnholm, Kurkijärvi, Lounasmaa
Esitelmät: Ehnholm: "Theory of Josephson
junction mixers"
Kurkijärvi: "Quantum versus thermally excited fluxoid transitions in a SQUID-ring"

International Cryogenics Engineering Conference (ICEC8)
Genova, 2. - 6.6.1980

Osanottajat: Berglund, Collan, Lounasmaa
Kutsutut esitelmät: Collan: "Magnetic Filtration"
Lounasmaa: "Towards the absolute zero"

Cornell Symposium on Liquid and Solid ^3He
Ithaca, New York, 20. - 26.7.1980

Osanottajat: Ahonen, Haavasoja, Hakonen, Ikkala, Kurkijärvi
Esitelmät: Ahonen: "Thermometry in ^3He "
Haavasoja: "Measurements of specific heat of liquid ^3He "
Posterit: Hakonen: "Detection of vortex arrays in rotating $^3\text{He-A}$ "
Ikkala: "Progress of the Helsinki rotating ^3He group"

Ismar-Ampère -konferenssi
Delft, 25. - 29.8.1980

Osanottaja: Berglund

Kylmälaboratorion talvikoulu ROTA-80 järjestettiin 22. - 27.4.1980 Turun yliopiston Lapin tutkimusasemalla Kevolla. Osallistujien kokonaismäärä oli 20, joista 5 oli kutsuttuja ulkomaisia esitelmöitsijöitä. Nämä pitivät yhteensä 14 luentoa ROTA-projektin tutkimussuunnitelmaan läheisesti liittyvistä aiheista. Lisäksi ohjelma sisälsi 6 tuntia seminaareja, joissa eri tutkimusryhmät raportoivat tuloksistaan.

Talvikoulussa pidettiin seuraavat luennot:

Prof. G. Haradze, Institute of Physics, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi: "Detection of vortices in rotating $^3\text{He-B}$ "

Prof. Yu.G. Mamaladze, Institute of Physics, Georgian Academy of Sciences, Tbilisi: "Some aspects of the motion of vortices, their equilibrium, and their formation"

Prof. D. Rainer, Kernforschungsanlage Jülich: "Trapping of ions by vortices (theoretical)"

Dr. W. Schoepe, Institute for Low Temperature Research, München: "Trapping of ions by vortices (experimental)"

Dr. G.E. Volovik, Landau Institute of Theoretical Physics, Moskova: "Textures and vorticity in rotating $^3\text{He-A}$ "

Yhteenvetokeskusteluissa käsiteltiin useita toteuttamiskelpoisia ideoita, joista mainittakoon NMR-kokeet, ionien liikkuvuus, ultraäänen vaimeneminen sekä erilaiset viskometriset mittausmenetelmät. Lisäksi sovittiin yhteistyön jatkamisesta eri laboratorioden ja tutkijoiden välillä.

Talvikoulun rahoittivat Helsingin yliopiston teoreettisen fysiikan tutkimuslaitos, Suomen Akatemia sekä TT-komitea. Järjestelyistä vastasivat Lounasmaa, Islander ja Tuomisaari.

KANSAINVÄLINEN SYMPOSIO MAGNEETTISESTI SUOJATUN HUONEEN
KÄYTTÄJILLE 12. - 14.5.1980

Otaniemen magneettisesti suojatun huoneen valmistuttua pidettiin toukokuussa sen mahdollisille käyttäjille kansainvälinen symposio, johon osallistui 71 eri alojen tutkijaa 10:stä eri maasta. Symposion rahoittajia olivat Pohjoismaiden Kulttuurirahasto, Suomen Akatemia ja Teknillinen korkeakoulu.

Symposiossa kuultiin kaikkiaan 16 luentoa ja esiteltiin Otaniemen magneettisesti suojattua huonetta. Osallistujilla oli myös mahdollisuus tutustua Tampereen teknillisen korkeakoulun pyörrevirtasuojattuun tilaan.

Maaailman biomagnetismitutkimuksen todettiin olevan vielä alkuvaiheissaan ja Otaniemen huoneen siten tarjoavan pitkäaikaa erinomaiset mahdollisuudet heikkojen biomagneettisten vasteiden tutkimiselle.

Symposiossa pidettiin seuraavat luennot:

Prof. R. Giffard (Stanford University, California): "Fundamentals of SQUIDS and their application"

Dr. J. Zimmerman (National Bureau of Standards, Boulder, Colorado): "Cryogenic techniques for SQUIDS and principles of eddy current shielded enclosures"

TkT V. Kelhä (Valtion teknillinen tutkimuskeskus): "The design, construction and performance of the Otaniemi magnetically shielded room"

Prof. J. Malmivuo (TTKK): "The design, construction and performance of the Tampere magnetically shielded room"

DI J. Heino (Kylmälaboratorio): "Review of work done in the MIT shielded room"

MUUT TIETEELLISET TUTUSTUMISKÄYNNIT JA VIERAILUT SEKÄ PIDE-
TYT ESITELMÄT

Lounasmaa vieraili Tsekkoslovakiassa 6. - 8.9.1979 ja piti
esitelmän "Nuclear antiferromagnetism in copper" Tsekkos-
lovakian Tiedeakatemian Fysiikan Instituutin kollokviossa
(Praha) 7.9.1979.

Lounasmaa vieraili Yhdysvalloissa 12. - 30.11.1979 pitäen
esitelmän: "Cascade nuclear refrigeration and evidence for
nuclear antiferromagnetism in copper" Floridan yliopiston
(Gainesville) fysiikan kollokviossa 14.11.1979, Illinoisin
yliopiston (Urbana) fysiikan kollokviossa 16.11.1979, Uni-
versity of Southern California:n (Los Angeles) fysiikan
seminaarissa 19.11.1979, University of California:n (San
Diego) fysiikan kollokviossa 20.11.1979, Stanfordin yliopis-
ton (Palo Alto) fysiikan kollokviossa 21.11.1979 ja National
Bureau of Standards:in (Washington, D.C.) fysiikan kollok-
viossa 27.11.1979.

Intian vierailun (17.12.1979 - 21.1.1980) aikana Lounasmaa
piti 5 kaksoisluentoa käsittävän sarjan aiheesta "Ultralow
temperature techniques" Tata Institute of Fundamental
Research:issä (Bombay). Lisäksi hän piti seuraavat esitelmät
aiheesta "Cascade nuclear refrigeration and evidence for
nuclear antiferromagnetism in copper": Bombayn yliopiston
fysiikan seminaarissa 26.12.1979, Indian Institute of
Technology:n (Madras) fysiikan seminaarissa 4.1.1980,

Madrasin yliopiston fysiikan seminaarissa 4.1.1980, Reactor Research Center:in (Kalpakkam) fysiikan seminaarissa 5.1.1979, Indian Institute of Science:in (Bangalore) fysiikan kollokviossa 7.1.1980, Tata Institute of Fundamental Research:in (Bombay) fysiikan kollokviossa 9.1.1980, Bhabha Atomic Research Center:in fysiikan seminaarissa 10.1.1980 sekä Karachin yliopiston (Pakistan) fysiikan seminaarissa 19.1.1980.

Hakonen vieraili 2.3. - 1.4.1980 Moskovassa (Institute for Physical Problems). Matkan tarkoitus oli tutkia mahdollisia NMR-kokeita pyörivälle kryostaatille.

IC-SQUID-konferenssimatkalla (Berliini) 6. - 9.5.1980 Lounasmaa piti esitelmän "Cascade nuclear refrigeration and evidence for nuclear antiferromagnetism in copper" Freie Universität Berlin:in fysiikan kollokviossa 8.5.1980.

Cornell Symposium -matkalla (Ithaca) 20. - 26.7.1980 Hakonen ja Ikkala tutustuivat Bellin laboratorioihin (Murray Hill, N.J.). Ikkala vieraili lisäksi Argonne National Laboratory:ssä ja Northwestern University:ssä (Chicago) sekä Ohion valtionyliopistossa (Columbus, Ohio).

JULKAISUT

O.V. Lounasmaa, Kylmäfysiikasta ja sen tutkimuksesta Suomessa, Aarena 3, 155 (1979).

O.V. Lounasmaa, Towards the Absolute Zero, Physics Today 32, 12 (1979).

G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, M.T. Lojonen, and J.K. Soini, Transversal SQUID NMR, Cryogenics 19, 673 (1979).

G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinet, M.T. Lojonen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, Experimental Studies of Nuclear Magnetism in Copper below 1 μ K, Proceedings of the XV International Congress of Refrigeration (Venice, 23. - 29.9.1979).

P. Berglund, A. Arkkio, J.-T. Eriksson, J. Luomi, M. Savelainen, and S. Utriainen, A Superconducting Motor, Advanced Energy Conversion (Proceedings of a Symposium Arranged by the Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, 30.5. 1979), IVA-rapport No. 156, 40 (1979).

Antti Ritvos, Magneettisen suurgradienttisuotimen tutkiminen (diplomityölyhennelmä), Tutkimus ja Tekniikka No. 5-6, 44 (1979).

J.P. Ekström, J.F. Jacquinet, M.T. Lojonen, J.K. Soini, and P. Kumar, Nuclear Spin Interaction in Copper: NMR at High Polarization and in Low Fields, Physica 98B, 45 (1979).

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, P.C. Main, M.T. Manninen, J. Ray, and Leila M. Rehn, Observation of Anomalous Heat Capacity in Liquid ^3He near the Superfluid Transition, Phys. Rev. Lett. 43, 1509 (1979).

H.K. Collan, M. Kokkala, and A. Ritvos, Analysis of Magnetic Filter Experiments with Polydisperse Particle Suspensions, IEE Trans. Magn. MAG-15, 1529 (1979).

A. Arkkio, P. Berglund, J.-T. Eriksson, J. Luomi, and M. Savelainen, An Application of Superconductivity in a Homopolar Motor, Scandinavian Refrigeration No. 4, 307 (1979).

H. Ahola, G.J. Ehnholm, S.T. Islander, B. Rantala, and P. Östman, Tin, a Candidate for Low Temperature NMR Thermometers?, Report TKK-F-A397 (1979).

H. Ahola, S.T. Islander, and B. Rantala, The Otaniemi SQUID Noise Thermometer, Report TKK-F-A401 (1979).

G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinot, M.T. Loponen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, NMR Studies on Nuclear Ordering in Metallic Copper below 1 μ K, J. Low Temp. Phys. 39, 417 (1980).

G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinot, M.T. Loponen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, Evidence for Nuclear Antiferromagnetism in Copper, J. Magnetism and Magnetic Materials 15-18, 297 (1980).

G.J. Ehnholm, J.P. Ekström, J.F. Jacquinot, M.T. Loponen, O.V. Lounasmaa, and J.K. Soini, Experimental Studies of Nuclear Magnetism in Copper below 1 μ K, Scandinavian Refrigeration No. 2, 155 (1980).

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, M.T. Manninen, and A.T. Soinne, Pressure Dependence of the Specific Heat Jump at the Superfluid Transition and the Effective Mass of ^3He , Phys. Rev. Lett. 44, 1076 (1980).

A. Arkkio, P. Berglund, J.-T. Eriksson, J. Luomi, and M. Savelainen, A 50 kW Homopolar Motor with Superconducting Field Windings, Fysiikan päivät Haikossa 8. - 9.2.1980.

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, M.T. Manninen, and A.T. Soinne, Specific Heat of Liquid ^3He in the Vicinity of the Superfluid Phases, Fysiikan päivät Haikossa 8. - 9.2.1980.

A. Arkkio, P. Berglund, J.-T. Eriksson, U. Laitinen, J. Laitinen, Suprajohdemoottoriprojekti SUMO, VTT:n sähkö- ja atomiteknikan tutkimusosaston tiedonanto No. 53 (1980).

H. Collan, Magnetic Filtration, Proceedings of the Eight International Cryogenic Engineering Conference ICEC8 (IPC-Science and Technology Press, London), 826 (1980).

P. Kumar, L.H. Kjälman, and M.T. Lojonen, Spin Density Wave Fluctuation in Copper Nuclear Spins, Phys. Rev. Lett. 44, 493 (1980).

Pradeep Kumar, Surface Magnetism in ^3He : Thermodynamics, J. Low Temp. Phys. 38, 655 (1980).

P. Wölfe, W. Götze, J. Kurkijärvi, and H. Smith, The Mobility of a Heavy Impurity in a Degenerate Fermi System, J. Phys. C: Solid State Phys. 13, 261 (1980).

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, M.T. Manninen, and A.T. Soinne, Pressure Dependence of the Specific Heat Jump at the Superfluid Transition and the Effective Mass of ^3He , Report TKK-F-A414 (1980).

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, and M.T. Manninen, Specific Heat of Normal and Superfluid ^3He , Report TKK-F-A415 (1980).

G.E. Volovik and P.J. Hakonen, Vortices in a Weak Magnetic Field, Report TKK-F-A420 (1980).