

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

OTANIEMI

KYLMÄLABORATORION
TOIMINTAKERTOMUS

1.10.1981-31.7.1982



TEKNILLINEN KORKEAKOULU

KYLMÄLABORATORIO

TOIMINTAKERTOMUS

1.10.1981 - 31.7.1982

ISBN 951-752-745-4

TKK OFFSET

KYLMÄLABORATORION TOIMINTAKERTOMUS 1.10.1981 - 31.7.1982

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 maamme tarjoamalla asiantuntija-apua sekä tutkimusmahdollisuuksia,
- ylläpitää sekä kehittää maamme kansainvälisiä yhteyksiä toimialueellansa.

V o i m a v a r a t

Kylmälaboratorion toimintaa johtaa hallintokollegin asettama johtokunta. 1.10.1981 alkaen johtokuntaan kuuluivat:

rehtori Paul A. Wuori,	puheenjohtaja
professori Pekka Hautojärvi,	varapuheenjohtaja
tutkijaprofessori Olli V. Lounasmaa,	laboratorion johtaja
filosofian tohtori Seppo Islander 30.4.1981 saakka (varalla	
filosofian lisensiaatti Marja Holmström),	
tekniikan tohtori Auvo Penttinen (varalla diplomi-insinööri	
Risto Ilmoniemi),	
diplomi-insinööri Jouko Soini (varalla diplomi-insinööri	
Juha Simola).	

Toimintakertomusvuonna johtokunta on pitänyt 3 kokousta, joissa sihteerinä on toiminut osastosihteeri Kyllikki Jauho.

VANHEMPI TUTKIMUSHENKILÖKUNTA

- O.V. Lounasmaa, Ph.D., Suomen Akatemian tutkijaprofessori,
laboratorion johtaja
- M.P. Berglund, TkT, dos., tutkija 1.10.1981 - 31.1.1982, VTT:n
tutkija 1.2.1982 alkaen
- Yu.M. Bunkov, Ph.D., vieraileva tutkija (Institute of Physical
Problems, Moskova) 6.10. - 5.12.1981
- H.K. Collan, TkT, dos., laboratorioinsinööri, virkavapaa
1.10.1981 - 15.5.1982
- G.J. Ehnholm, TkT, dos., vanhempi tutkija 31.12.1981 saakka,
virkavapaa 1.10. - 30.11.1981
- D.I. Garibashvili, Ph.D., vieraileva tutkija (Institute of
Physics, Tbilisi) 31.1.1982 saakka
- Marja Holmström, FL, laboratorioinsinööri
- S.T. Islander, FT, dos., kryokeskuksen johtaja, virkavapaa
1.5.1982 alkaen
- M.A. Kokkala, TkL, tutkija 16.1. - 31.3.1982
- F.M. Krusius, TkT, vanhempi tutkija 1.1.1982 alkaen, virka-
vapaa
- M.T. Loponen, TkT, tutkija 20.11. - 31.12.1981, vt. vanhempi
tutkija 1.1. - 30.5.1982, vanhempi tutkija 1.6.1982 alkaen
- Zaira Nadirashvili, Ph.D., vieraileva tutkija (Institute of
Physics, Tbilisi) 31.10.1981 - 28.1.1982
- A.A. Penttinen, TkT, vs. vanhempi tutkija 1.10. - 30.11.1981,
vt. vanhempi tutkija 1.12. - 31.12.1982, vs. vanhempi tut-
kija 1.1. - 30.4.1982, vs. kryokeskuksen johtaja 1.5.1982
alkaen
- R.E. Sepponen, TkL, tutkija (Oy Instrumentarium) 30.6.1982
saakka
- R.G. Sharma, Ph.D., vieraileva tutkija (National Physical Labo-
ratory, New Delhi) 28.1.1982 alkaen

NUOREMPI TUTKIMUSHENKILÖKUNTA

- H.A. Ahola
- J.P. Hakonen
- J.J. Heino 30.6.1982 saakka
- M.T. Huiku

O.T. Ikkala
R.J. Ilmoniemä
S.T. Laamanen 30.6.1982 saakka
M.T. Manninen
T.K. Markkula
J.P. Pekola
H.K. Reinikainen
M.K. Savelainen 30.6.1982 saakka
J.T. Simola
J.K. Soini
M.S. Tagirov 30.6.1982 saakka

OPISKELIJAT

M.S. Hämäläinen
T.A. Jyrkkiö
J.E. Knuutila
J.K. Kupiainen 30.6.1982 saakka
J.M. Kyynäräinen 1.6. - 30.6.1982, 1.8.1982 alkaen
S.A. Nenonen
K.K. Nummila 1.6. - 30.6.1982, 1.8.1982 alkaen
A.S. Oja
Riitta Salmelin 1.6. - 30.6.1982, 1.8.1982 alkaen
J. Salminen 1.6. - 30.6.1982, 1.8.1982 alkaen
H.K. Seppälä
Inkeri Sippo 1.6. - 30.6.1982, 1.8.1982 alkaen
J. Valkonen 7.1. - 30.6.1982

MUU HENKILÖKUNTA

Hely Ennari, toimistos sihteeri
A.J. Huvila, laboratoriomestari
A.A. Isomäki, nesteyttimen käyttöpäällikkö
Kyllikki Jauho, osastosihteeri
R.J. Kaasinen, laboratoriomestari
A.A. Laakso, laboratoriomekaanikko
K.A. Salminen, mekaanikko
S.K. Utriainen, laboratorioteknikko 30.5.1982 saakka

AKATEEMISET TUTKINNOT

Selostuskauden aikana ovat laboratoriossa työskennelleet henkilöt suorittaneet seuraavat tutkinnot:

Diplomi-insinööri

P.J. Hakonen	"NMR-mittauksia pyörivässä supraneste ^3He :ssa"
M.V.T. Huiku	"Uusien kupariydinjäähdyttimien rakentaminen kaksoisdemagnetointikryostaattiin"
J.P. Pekola	"Kriittisen virtausnopeuden mittauksia suprajuoksevan ^3He :n B-faasissa"
Maarit Tuomisaari	"Lämpötilan mittauksia alueella 25 mK - 4.2 K"

Tekniikan tohtori

M.A. Kokkala	"Studies of high gradient and open gradient magnetic separation"
J.K. Soini	"Investigations of nuclear magnetism in copper at nanokelvin temperatures"

LUENTOKURSSIT

Lounasmaa on pitänyt luentokurssin "Aivojen rakenne ja toiminta" (2 + 2 vt) teknillisen fysiikan osastolla kevätlukukaudella 1982.

Tutkimustyö

Kylmälaboratoriossa on yli 16 vuoden ajan suoritettu ultramatalissa lämpötiloissa fysiikkaan ja tekniikkaan liittyvää perus- ja soveltavaa tutkimusta. Määrätietoisella työskenteilyllä laboratorio on nostettu alan kansainväliseen eturiviin. Teknillisen korkeakoulun ohella Suomen Akatemialla on ollut ratkaiseva osuus kylmälaboratorion kehittämisessä, erityisesti vuodesta 1970 alkaen. Laboratorion budjetti tulee vastaisuudessaakin jakaantumaan Teknillisen korkeakoulun ja Suomen Akatemian kesken. Soveltavat tutkimukset on rahoitettu projekti-kohtaisesti esim. kauppa- ja teollisuusministeriön ja teollisuuden yhteisvoimin. Laboratoriosta on sen toiminta-aikana valmistunut 22 tekniikan tai filosofian tohtoria.

Kylmälaboratorion perustutkimus on keskittynyt ultramatalissa lämpötiloissa tehtävään kokeelliseen tutkimukseen, jossa keskeisessä asemassa on ollut jäähdytys- ja mittalaitteiden kehitystyö. Erityisesti adiabaattiseen ydinmagnetointiin perustuvaa jäähdytysmenetelmää on laboratoriossa kehitetty pitemmälle kuin missään muualla. Kaksivaiheista ydinmagnetointijäähdytystä käyttäen on kupariytimien muodostama spinsysteemi saatu nyt ensimmäistä kertaa jäähdytetyksi niin matalaan lämpötilaan, että ydinmagneettisten momenttien järjestäytyminen antiferromagneettiseen tilaan on havaittu. Aikaisempien 50 nanokelviiniin ulottuneiden mittausten perusteella arvioidaan antiferromagneettisen transitiolämpötilan olevan 100 nanokelvinin paikkeilla. Nämä mittaukset edustavat edelleen alimpia mitattuja lämpötiloja ja tässä mielessä "kylmyyden maailmanennätystä". Viime vuosien huomattavin laiterakennustyö on kohdistunut ydindemagnetointijäähdytyslaitteistoon, joka voidaan pystysuoran akselinsa suhteen tapahtuvassa kiertoliik-keessä jäähdyttää alle 1 millikelvinin lämpötilaan. Laitetta käytetään rotaatioliikkeessä olevan ^3He -supranesteen tutkimukseen; tällä tutkimusalueella kyseinen laite on ainutlaatuinen, ja vaikkakin ^3He -supranesteet ovat intensiivisen tutkimuksen kohteena, ei laitetta käytävällä tutkimusryhmällä ole kilpailijoita ^3He -supranesteiden kvantittuneiden pyörteiden eli vorteksien kokeellisessa tutkimuksessa.

Kylmälaboratoriossa on myös jatkuvasti suoritettu soveltavaa tutkimusta ajallisesti ja tavoitteellisesti selvästi rajattujen projektien muodossa. Yhteistyössä Teknillisen korkeakoulun sähkömekaniikan laboratorion, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen sekä Oy Strömberg Ab:n kanssa on rakennettu 50 kW:n suprajohtava moottori. Ns. suurgradienttierotusta, jossa hienoksi jakautunut magneettinen aines erotetaan ei-magneettisesta taustamateriaalista, on tutkittu suprajohtavia magneetteja käyttäen erilaisia reaalisia sovellutustehtäviä varten. Lääketieteellistä tutkimusta varten on kehitetty yhteistyössä Instrumentarium Oy:n kanssa protonien ydinmagneettiseen resonanssiin perustuva kuvauslaite, joka nyt on siirretty sairaalakäyttöön tuotekehitystyöhön tarvittavan käyttökokemuksen hankkimiseksi. Edelleen Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen Fysiikan laboratorion kanssa yhteistyössä on suunniteltu ja rakennettu yksi parhaista magneettisesti suojatuista huoneista, jolla magneettista taustakohinaa saadaan vähennettyä herkkiä magneettisia mittauksia varten. Magneettisesti suojattua huonetta käytetään etenkin biomagneettisiin mittauksiin, jotka tätä nykyä keskittyvät aivojen lähettämien magneettisten signaalien ilmaisemiseen sekä niiden alkuperän ja luonteen selvittämiseen.

Perustutkimus

³He-SUPRAFAASIT (HELY-projekti) (M.T. Manninen, S.A. Nenonen, K.K. Nummila, J.P. Pekola, R.G. Sharma ja M.S. Tagirov)

Ryhmän tutkimuskohteena oli syksyllä 1981 ja osittain keväällä 1982 kriittinen virtaus suprajuoksevassa ³He:ssä. Suprajuoksevuustransition alapuolella on ³He:n virtaus periaatteessa häviötöntä, jos ei ylitetä kriittistä virran arvoa. Kokeessa mitattiin paine-ero ΔP pienten virtauskanavien yli massavirtauksen J_s funktiona. Pienillä J_s :n arvoilla ΔP oli mittaus-tarkkuuden rajoissa nolla, siis virtaus oli häviötöntä, sekä A- että B-faasissa. Kun kriittinen virta J_c ylitettiin, ΔP kasvoi jyrkästi J_s :n kasvaessa. J_c :n arvo saatiin ekstrapoloimalla J_s lineaarisesti arvoon, jossa $\Delta P = 0$.

B-faasissa J käyttäytyi lämpötilan funktiona kuten $(1 - T/T_{cyl})^{3/2}$, jossa supratransition lämpötila kanavien sisällä, T_{cyl} , on alempi kuin transitiolämpötila avoimessa nesteessä. Tämä on pariensärkymisvirran odotettu lämpötilakäyttäytyminen pienissä kanavissa. Mitatut T_{cyl} :n arvot ovat hyvin sopusoinnussa teoreettisten arvioiden kanssa. Kanavien seinämien vaikutuksesta J_c :n arvot ovat huomattavasti pienempiä kuin pariensärkymisvirran arvot avoimessa geometriassa.

Jos ^3He -neste kanavien sisällä oli A-faasissa, riippui ΔP vs. J_s -käyrän muoto siitä, oliko kanavien ulkopuolella oleva neste A- vai B-faasissa; B - A -transitio tapahtui kanavien sisällä alemmassa lämpötilassa kuin avoimessa nesteessä. Koe-kammion lämmitessä J_c pieneni noin 30% molempien transitioiden kohdalla. Nämä ilmiöt osoittavat, että kanavien päillä on huomattava vaikutus virtaukseen.

Keväällä 1982 aloitettiin koe, jossa pyritään havaitsemaan Josephson-ilmiö suprajuoksevassa ^3He :ssa käyttäen samaa koe-kammiota kuin virtausmittauksissa. Mittauksia on aluksi tehty käyttäen virtauskanavia, joiden halkaisija on 0.3 - 0.8 μm . Virtauskanavien yli aiheutetaan tässä kokeessa AC-painesignaali, jolloin virtauksen tulisi muuttua tietyillä DC-paine-eron arvoilla. Toistaiseksi ei ole saatu Josephsonin ilmiön olemassaoloon viittaavia tuloksia.

ROTAATIOLIIKKEESSÄ OLEVAN ^3He -SUPRANESTEEN OMINAISUUDET (ROTA-projekti) (P.J. Hakonen, O.T. Ikkala, S.T. Islander, F.M. Krusius, T.K. Markkula, Riitta Salmelin, H.K. Seppälä, J.T. Simola, Inkeri Sipponen sekä ulkomaiset tutkijat Yu.M. Bunkov, D.I. Garibashvili, Zaira Nadirashvili ja G.E. Volovik)

ROTA-tutkimushanke pyrkii selvittämään kiertoliikkeellä aikaansaadussa ^3He -supranestevirtauksessa esiintyviä virtauspyörteitä. Supranesteen pyörteetön virtaus sekä toisaalta kiertoimpulssimomentin säilymisehto voivat pyöritysliikkeellä synnytettyssä virtaustilassa samanaikaisesti toteutua vain siten,

että supravirtaukseen muodostuu kvantittuneita pyörteitä eli vortekseja. Vorteksien rakenne on läheisessä yhteydessä supra-tilan järjestysparametrin ominaisuuksiin, erikoisesti sen paikalliseen vaihteluun nesteessä. Esimerkiksi ^4He -supranesteessä vorteksit ovat viivamaisia ja singulaarisia, jolloin supravirtaus kiertää rotaatioakselin suuntaisen, viivamaisen vorteksin ytimen ympäri. Vorteksin ytimessä neste on normaali-tilassa ja järjestysparametri häviää. Suprajohteissa esiintyvät kvantittuneet vuoviivat ovat topologiaaltaan ja ominaisuuksiltaan hyvin samankaltaiset ^4He -supranesteen vorteksien kanssa. Sensijaan ^3He -supranesteessä järjestysparametri on ominaisuuksiltaan monimutkaisempi, sillä on mm. orientaatio. Tämän nestekiteitä muistuttavan ominaisuutensa ansiosta ^3He -supranesteessä odotetaan esiintyvän uudentyyppisiä vortekseja.

^3He -supranesteen vorteksitutkimusta varten ROTA-tutkimusryhmä on suunnitellut ja rakentanut ainutlaatuisen jäähdytyslaitteen, jossa ^3He -neste voidaan jäähdyttää alle 1 mK:n lämpötilaan laitteen samalla pyöriessä pystyakselinsa ympäri jopa 20 kierrosta minuutissa. Jäähdytyslaite saatiin toimintakuntoon vuoden 1981 alkupuoliskolla ja siitä lähtien sillä on suoritettu ^3He -supranesteen ydinmagneettisia resonanssimittauksia. Resonanssisignaalin muoto on riippuvainen järjestysparametrin orientaation paikallisesta vaihtelusta eli järjestysparametrin tekstuurista. Sekä lepotilassa että rotaativirtauksessa vallitsevat tekstuurit saadaan määrättyä vertaamalla mitattuja resonanssisignaaleja oletettujen tekstuurien synnyttämiin, teoreettisesti laskettuihin signaaleihin. Tämän työn tuloksena on nyt pystytty osoittamaan erilaisia vortekseja esiintyvän ^3He -supranestevirtauksessa, mm. on identifioitu ns. ei-singulaarisia vortekseja, jolloin järjestysparametri säilyy jatkuvana koko pyörteen alueella.

ROTA-tutkimushanke on yhteistyöprojekti Teknillisen korkeakoulun ja Gruusian Tiedeakatemian fysiikan instituutin välillä.

ATOMIYTIMIEN VÄLISET KO-OPERATIIVISET ILMIÖT (YKI-projekti)
(M.T. Huiku, T.A. Jyrkkiö, J.M. Kyynäräinen, M.T. Loponen,
O.V. Lounasmaa, A.S. Oja ja J.K. Soini)

Ryhmän tuktimuskohteena on atomiytimien muodostama spinsysteemi, jonka magneettinen järjestäytyminen on nyt kiistattomasti todettu. Aiemmissa kokeissa saadut ristiriitaiset tulokset ovat samalla osoittautuneet johtuvan havaittuun transitiioon liittyvästä ylijäähtymisestä. Uusissa kokeissa on keskitytty ytimien susceptibiliteetin mittaamiseen matalilla taajuuksilla. Tällöin on pystytty valitsemaan näyte paljon vapaammin erilaisista kuparilaaduista kuin aiemmissa mittauksissa. Parhaaksi materiaaliksi osoittautui Marz-grade kupari, jota oli hehuttettu pienessä hapenpaineessa magneettisten epäpuhtauksien neutraloimiseksi. Näin valmistetulla näytteellä saavutettiin jopa 90 minuutin efektiivinen relaksaatioaika nollakentässä. Tällöin oli mahdollista entistä tarkemmin mitata järjestäytyneen tilan susceptibiliteetti. Osoittautui, että nollakentässä matalilla entropioilla susceptibiliteetti aluksi kasvaa entropian lisääntyessä. Maksimin susceptibiliteetti saavuttaa entropia-arvolla $\sim 0.5 R \ln 4$; kriittistä lämpötilaa ei nykyisellä koejärjestelyllä voida mitata. Magneettikenttä muuttaa voimakkaasti susceptibiliteetin käyttäytymistä. Yli 0.3 mT:n kentässä ei transitiota enää esiinny. Havaittu transiatio on ilmeisesti antiferromagneettinen, kuten teoreettisesti on otaksuttukin antiferromagnetismia suosivaksi osoittautuneen epäsuoran vaihtovuorovaikutuksen perusteella. Kriittisen entropian pienuus kuitenkin viittaa matalaan transitiolämpötilaan, mikä saattaa vielä olla ristiriidassa teoreettisesti laskettujen arvojen kanssa.

AIVOJEN LÄHETTÄMIEN MAGNEETTISTEN SIGNAALIEN MITTAUS (AIVO-projekti) (H.A. Ahola, M.S. Hämäläinen, R.J. Ilmoniemi, J.E. Knuutila, O.V. Lounasmaa, A.A. Penttinen, H.K. Reinikainen, J. Salminen ja J. Valkonen)

Ihmisaivojen synnyttämien magneettisten signaalien tutkimus on aloitettu. Kuulo- ja näköaivokuoren herätekenttiä ja -potentiaaleja on tutkittu samanaikaisesti sekä sähköisesti

elektrodeilla että magneettisesti magnetometreillä. Tarkempia tutkimuksia on tehty kuulovasteen ns. P300-komponentista ja sen riippuvuudesta koetilanteesta.

Työterveyslaitoksen tutkijoita on avustettu spontaanin aivotoinnin koemittauksissa, joiden kohteena ovat olleet aivoinfarktipotilaat.

Kokeita on tehty sekä yksi- että monikanavamagnetometreillä sekä 8-kanavaisella EEG-laitteistolla. Tulosten analysointia varten on saatettu valmiiksi tietokonejärjestelmä, jonka ohjelmistoon kuuluu mm. transienttisisignaalien ajallisesti vaihteleva suodatus. Myös mittauksia pyritään automatisoimaan.

Näköjärjestelmän ja somatosensorisen järjestelmän herätevastemittaukset jatkuvat tiettyjen perustoimintojen selvittämiseksi. Uudentyyppiset mittaukset, joissa pyritään selvittämään informaation kulkua aivoissa, ovat suunnitteilla.

Soveltava tutkimus

MAGNEETTINEN EROTUS SUPRAJOHTAVIN MAGNEETEIN (MASU-projekti)
(H.K. Collan, M.A. Kokkala ja Maarit Tuomisaari)

Kertomuskauden aikana on tehty alustavia yrityksiä poistaa punasolut veripreparaateista suprajohtavalla suurgradientti-erottimella valkosolujen talteenottamiseksi.

Muutoin ryhmä on tehnyt lähinnä kirjallista työtä analysoiden ja julkaisten aikaisempaa koeaineistoa sekä selvitellessä jatkotavoitteita. Jatkotehtävistä tärkeimmät ovat keinojen löytäminen hankkeen yhteydessä kertyneen tieto-aidon siirtämiseksi maamme teollisuuden hyödynnettäväksi sekä ns. avoimen gradientin magneettierotustekniikan edelleen kehittäminen.

YDINSPIKUKUVAUS (NMR-kuvaus, INNO-projekti) (M.P. Berglund, J.J. Heino, J.A. Jääskeläinen, J.K. Kupiainen, S.T. Laamanen, M.K. Savelainen, R.E. Sepponen ja J. Sipponen)

1.3.1980 lähtien on kylmälaboratoriossa toteutettu VTT:n ja Instrumentarium Oy:n kanssa yhteistyönä ydinspinkuvausprojekti. Projektissa on rakennettu laitteisto, jolla on mahdollista kartoittaa kehon vapaassa vedessä oleva protonitiheys ja magnetointiin liittyvät relaksaatioajat T_1 ja T_2 . Menetelmä perustuu magneettikentässä olevan protonin ydinmagneettiseen resonanssiin. Tarvittava noin 0.2 T:n magneettikenttä kehitetään projektissa rakennetun suprajohtavan solenoidin avulla. Suprajohtavuutta hyväksikäyttäen on aikaansaatu laitteisto, joka on kevyt ja stabiili ja voidaan sijoittaa sairaalarakennukseen ilman erikoisia rakenteellisia vahvistuksia. Magneetin valmistuttua syyskuussa 1981 on toiminta keskittynyt signaalin laadun parantamiseen ja signaalinkäsittelyn ja laskentamenetelmien nopeuttamiseen. Laboratoriossa on suoritettu koekuvauksia ihmisen päästä. Kesällä 1982 laitteisto siirrettiin Helsingin yliopistolliseen keskussairaalaan (HYKS), missä ydinspinkuvausmenetelmän kliininen evaluointi jatkuu. Kylmälaboratorion osalta projekti on päättynyt.

300 kW UNIPOLAARIMOOTTORIN SUPRAJOHTAVA MAGNETOINTI (esisuunnittelu) (M.P. Berglund)

VTT:n ja TKK:n kylmälaboratorion sekä sähkömekaniikan laboratorion SULU-projektiin liittyen on tehty esisuunnitelma kryogeniikan osalta. Todetaan, että teknisesti pitäisi olla täysin mahdollista sijoittaa suprajohtava moottori luotsikutteriin. Kysymys ei kuitenkaan ole varsinaisesta suprajohtavuuden käytöstä hyödyllisessä mielessä, koska kustannukset tulevat olemaan melkoiset.

JYVÄSKYLÄN SUPRAJOHTAVAN MAGNEETTISEN LINSSIN ESISUUNNITTELU
(M.P. Berglund)

Jyväskylän yliopiston fysiikan laitos suunnittelee suprajohtavan syklotronin rakentamista lähivuosien aikana. Tämän projektin valmisteluihin liittyy keskikokoisen suprajohtavan magneetin suunnittelu ja käämiminen suprajohtetekniikan kokeusten kartuttamiseksi. Laite tulee olemaan magneettinen linssi, ja siihen liittyvän kryogeniikan ja suprajohtemagneetin esisuunnittelu on tehty kylmälaboratoriossa.

Palvelutoiminta

KRYOKESKUS (S.T. Islander, A.A. Isomäki, A.A. Penttinen, ja K.A. Salminen)

Nesteytinkeskus on palvellut kylmälaboratoriota, teknillisen fysiikan osastoa, sähkötekniillistä osastoa, Tampereen teknillistä korkeakoulua (TTKK) sekä Helsingin yliopistollista keskussairaalaa (HYKS). Toimituksia on jouduttu rajoittamaan määräaikaishuoltojen yhteydessä.

Heliumin käyttö nestelaitroina:

<u>Kyl.lab.</u>	<u>S-os.</u>	<u>F-os.</u>	<u>TTKK</u>	<u>HYKS</u>	<u>yhteensä</u>
23.300	2830	1160	520	4280	² 38.090
72,6%	8,8%	3,6%	1,6%	13,4%	100%

Nestemäistä ilmaa tuotettiin yhteensä noin 19.500 litraa.

MAGNEETTISESTI SUOJATTU HUONE (H.A. Ahola, M.S. Hämäläinen, R.J. Ilmoniemi, J.E. Knuutila, A.A. Penttinen, H.K. Reinikainen, J. Salminen ja J. Valkonen)

Magneettisesti suojatun huoneen suurimmat käyttäjät ovat olleet kylmälaboratorion ja F-osaston materiaalfysiikan laboratorion biomagnetismiryhmät. Työterveyslaitoksen tutkijat ovat jatkaneet keuhkokontaminaatiomittauksia rotilla ja yhteistyössä tämän laitoksen neurofysiologien kanssa on tehty useita ihmisen

spontaanin aivotoiminnan mittauksia. Tutkimuskohteina ovat olleet toipumisvaiheessa olevat aivoinfarktipotilaat. Geologinen tutkimuslaitos on suorittanut sarjan kiviinäytemittauksia.

Huoneen tarjoamia tutkimusmahdollisuuksia on parannettu laajentamalla mittaustietokonelaitteistoa sekä laitteiston että ohjelmiston osalta. Monikanavamagnetometriä varten on rakennettu uusi elektroniikka, mikä yksinkertaistaa mittaussignaalien siirtoa huoneen ulkopuolelle.

Uusien herkempien ohutkalvoSQUIDien kehitystyö on aloitettu yhteistyössä VTT:n puolijohdelaboratorion kanssa. Valmistuttuaan nämä SQUID-laitteet mahdollistavat magnetometrien herkkyyden lisäämisen moninkertaiseksi nykyisiin verrattuna.

Huonetta ja sen tarjoamia mahdollisuuksia on esitelty lukuisille vierailijoille.

Yhteistyö muiden laboratorioden
kanssa

ULKOMAISET VIERAILIJAT

- Prof. K. ANDRES (Zentralinstitut für Tieftemperaturforschung
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Garching)
Dr. D. ASHBOREN (National Council for Research and Development,
Jerusalem)
Prof. G. BROWN (State University of New York at Stony Brook,
New York)
Dr. S.N. ERNÉ (Phys.-Tech. Bundesanstalt, Institut Berlin,
Länsi-Berliini)
Ing. A. FEHER (Dept. of Experimental Physics, Salarik Univer-
sity of Kosice, Kosice)
Prof. F.J. FRIEDLAENDER (University of Regensburg, Regensburg)
Prof. I. KIRSCHNER (University of Budapest, Dept. of Low
Temperature Physics, Budapest)
Dr. G. LUCA-ROMANI (Istituto di Elettronica dello Stato
Solido del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Rooma)
Prof. M. NUSIMOVICI (Université de Rennes, Rennes)
Dr. V.N. POPOV (Leningrad Branch of the V.A. Steklov Math. Inst.
of the Academy of Sciences, Leningrad)
Prof. I. SILVERA (University of Amsterdam, Amsterdam)
Dr. Y. TAKANO (University of Tokyo, Inst. for Solid State
Physics, Tokio)
Dr. W.A. TULIN (USSR Academy of Sciences, Moskova)
Prof. A. YOKOSAVA (Argonne National Labroatory, Argonne,
Illinois)

SEMINAARIESITELMÄT

- | | |
|--------------------|---|
| Prof. K. ANDRES | "Magnetic anisotropy in organic super-
conductors" |
| Prof. M. BERGSTRÖM | "Problems of information transmission
in neural systems" |
| Prof. G. BROWN | "Theory of low temperature heat capaci-
ty of liquid ^3He " |

- Dr. Yu.M. BUNKOV "Spin waves in antiferromagnets"
- Dr. S.N. ERNÉ "Construction and performance of the magnetically shielded room in Berlin" ja "Electrical and magnetic measurements of the His-Purkinje system activity"
- Prof. F.J. FRIEDLAENDER "Magnetic separation"
- TkT T. HAAVASOJA "Propagation of long wavevector phonons in solid ^4He "
- LKT Riitta HARI "Herätepotentiaaleista"
- Prof. J. HYVÄRINEN "Function of association cortex in man and monkeys"
- DI O. IKKALA "NMR experiments on rotating superfluid $^3\text{He-A}$; evidence and vorticity" ja "NMR on rotating $^3\text{He-A}$ and $^3\text{He-B}$; evidence for vortices"
- Prof. T. KOHONEN "Eräistä aivojen tietojenkäsittelyperiaatteista ja erityisesti topograafisten piirrekarttojen automaattisesta muodostumisesta"
- Apul.prof. J. KURKIJÄRVI "Quantum limitations to the ultimate sensitivity of a SQUID (at $T = 0$)"
- Prof. K. LAGERSPETZ "Evoluutioteoriasta" ja "Hermoston ja käyttäytymisen kehitys eli aivojen ja ajattelun ongelma biologian kannalta"
- TkT M. LOPONEN "Thermal properties of amorphous materials below 1 K"
- Dr. G. LUCA-ROMANI "Activities of the biomagnetism group in Rome" ja "Tonotopic organization of the human auditory cortex"
- DI M. MANNINEN "Measurements of critical flow in superfluid $^3\text{He-B}$ " ja "Flow of $^3\text{He-A}$ and $^3\text{He-B}$ through narrow channels"
- Prof. M. NUSIMOVICI "Second order phase transitions in Landau theory"

DI J. PEKOLA	"Flow of ^3He A and B through narrow channels"
TkT A. PENTTINEN	"Signal coupling to thin-film SQUIDS"
Dr. V.N. POPOV	"Collective excitations in ^3He -type superfluid systems"
TKL H. SEPPÄ	"New aspects of SQUID noise thermometry"
Dr. R.G. SHARMA	"Some recent studies on high field V_3Ga composites"
Prof. I.F. SILVERA	"Atomic hydrogen: a quantum gas at zero kelvin"
DI J. SOINI	"Nuclear magnetism of metallic copper at nanokelvin temperatures"
Dr. M. TAGIROV	"NMR investigations of Van Vleck paramagnets"
TkT Y. TAKANO	"Neutron scattering experiments in solid ^3He "
Abiturus J. VÄHÄKOSKI	"Miten Rubikin kuutio ratkaistaan 35 sekunnissa"

LABORATORION HENKILÖKUNNAN TYÖSKENTELY ULKOMAILLA

COLLAN on suorittanut tieteellistä tutkimustyötä Dr. J.C. Wheatleyn laboratoriossa Los Alamos Scientific Laboratory:ssa 15.5. 1982 saakka.

LOPONEN suoritti tieteellistä tutkimustyötä Länsi-Saksassa KFA - Institut für Festkörperforschung, Jülich, 20.11.1981 saakka.

OSALLISTUMINEN KONGRESSEIHIN JA KOULUTUSTILAISUUKSIIN

Fysiikan Päivät,
Espoo, 12. - 13.2.1982

Kutsuttu esitelmä:	LOPONEN: "Time dependent specific heat of amorphous materials below 1 K"
Esitelmät:	REINIKAINEN: "On the late components of the human auditory evoked magnetic response"

PEKOLA: "Flow of ^3He -B through narrow channels"

IKKALA: "Ydinmagneettisia resonanssikokeita pyörivässä ^3He -supranesteessä"

2nd General Conference of the Condensed Matter
Division of the EPS,
Manchester, 22. - 25.3.1982

Kutsuttu esitelmä: PEKOLA: "Flow of ^3He A and B through narrow channels"

Ym. konferenssin yhteydessä pidetty ultramatalien
lämpötilojen symposio,
Manchester, 26.3.1982

Kutsuttu esitelmä: IKKALA: "NMR experiments on rotating ^3He -A and ^3He -B"

9th international Cryogenic Engineering Conference and
International Cryogenic Materials Conference ICEC9-ICMC,
Kobe, Japani, 11. - 14.5.1982

Esitelmä: BERGLUND: "A superconducting magnet for whole-body NMR-imaging"

Poster: PENTTINEN "MSR - a magnetically shielded room for ultrasensitive measurements"

Gordon Conference on Quantum Systems,
Plymouth, New Hampshire,
19. - 24.7.1982

Esitelmä: IKKALA: "NMR experiments on rotating ^3He -A and ^3He -B"

MANNINEN piti kutsutun esitelmän "Flow of ^3He -B through narrow channels" American Physical Society'n kevätkokouksessa (Washington D.C.) 26. - 29.4.1982. 26.4.1982 hän esitelmöi National Bureau of Standards'ssa (Washington D.C.) aiheenaan "Flow of ^3He -A and -B through narrow channels" sekä samasta aiheesta Floridan yliopistossa (Gainesville) 30. - 31.4.1982.

KYLMÄLABORATORION JÄRJESTÄMÄT SYMPOSIOT

V suomalais-neuvostoliittolainen matalien lämpötilojen ja kiinteän olomuodon fysiikan symposio pidettiin 7. - 10.6.1982 Teknillisen fysiikan osaston tiloissa. Kylmälaboratorion tutkijat pitivät seuraavat esitelmät:

REINIKAINEN	"Brain research in the magnetically shielded room"
SEPPONEN	"NMR-imaging"

Ulkomaisten tutkijoiden ja muiden suomalaisten tutkijoiden esitelmiä oli 20.

ROTA-82 symposio järjestettiin 7. - 11.6.1982 Teknillisen fysiikan osaston tiloissa Otaniemessä V:nen suomalais-neuvostoliittolaisen matalien lämpötilojen ja kiinteän olomuodon fysiikan symposion yhteydessä. Luentoja ja esitelmiä pidettiin yhteensä 15 h sekä kotimaisten että ulkomaisten tutkijoiden toimesta. Ulkomaisia luennoitsijoita oli 16:

Prof. D.F. BREWER, University of Sussex, Brighton: "NMR and flow of superfluid ^3He in micron geometries"

Prof. A.L. FETTER, Stanford University, Palo Alto: "Textures in rotating ^3He "

Prof. H.E. HALL, University of Manchester: "Thermodynamics of rotation; implications for $^3\text{He-A}$ "

Prof. G.A. KHARADZE, Institute of Physics, Tbilisi: " $^3\text{He-A}$ hydrodynamics in a strong magnetic field"

Dr. N.B. KOPNIN, Institute of Theoretical Physics, Moskova: "Non-stationary processes in $^3\text{He-A}$ "

Prof. P. KUMAR, Florida State University, Gainesville: "Textures in rotating $^3\text{He-A}$ and $^3\text{He-B}$ in a magnetic field"

Prof. Yu.G. MAMALADZE, Institute of Physics, Tbilisi: "Quasi-classical hydrodynamics of vortex lines moving in a superfluid"

Dr. V.P. MINEEV, Institute of Theoretical Physics, Moskova: "Gradient expansion in $^3\text{He-A}$ "

Prof. R. PACKARD, University of California, Berkeley: "Flow dissipation in $^3\text{He-A}$ "

- Prof. J.D. REPPY, Cornell University, Ithaca: "Rotating superfluid at Cornell"
- Prof. R.C. RICHARDSON, Cornell University, Ithaca: "Surface phenomena in liquid ^3He "
- Dr. M. SALOMAA, University of Virginia, Charlottesville: "Multi-electron bubbles in liquid ^3He "
- Dr. W. SCHOEPE, Universität Regensburg, Regensburg: "Surface effects on hydrodynamic sound propagation in superfluid ^3He " ja "Note on spin relaxation in the B-phase"
- Dr. N. SCHOPHL, Universität Hamburg, Hamburg: "Dependence of analytic and singular vortices on rotation speed, magnetic field, and temperature"
- Prof. J.W. SERENE, Yale University, New Haven: "Quasiparticle interactions and ultrasonic spectroscopy"
- Prof. H. SMITH, University of Copenhagen, Kööpenhamina: "Boundary effects in fluid flow"

ROTA-82 symposiossa pidettiin seuraavat kylmälaboratorion esitelmät:

HAKONEN	"NMR on rotating $^3\text{He-B}$ "
IKKALA	"NMR on rotating $^3\text{He-A}$ "
LOPONEN	"Measurements on copper nuclear spins at ultralow temperatures"
LOUNASMAA	"Introduction to ROTA"
MANNINEN	"Flow measurements on superfluid $^3\text{He-B}$ "
TAGIROV	"Flow measurements on superfluid $^3\text{He-A}$ "

SUOMALAIS-RANSKALAINEN TEKNISETIETEELLINEN SEURA järjesti 15. - 16.6.1982 TKK:n tiloissa symposion aiheesta "Lääketieteellinen instrumentointi". Symposion järjestelytoimikuntaan kuuluivat Prof. Olli LOUNASMAA (puheenjohtaja) ja TkT Peter BERGLUND sekä SRTT-seuran sihteeri Nora METHER. Symposioon osallistui noin 15 ranskalaista sekä noin 35 suomalaista eri lääketieteellisen instrumentoinnin alan firmojen ja tutkimuslaitosten edustajaa. TkT Gösta EINHOLM Instrumentarium Oy:stä piti esitelmän aiheesta "NMR-imager for medical diagnostics", jossa esiteltiin INNO-projektissa rakennettu laitteisto.

MUUT TIETEELLISET TUTUSTUMISKÄYNNIT, VIERAILUT SEKÄ PIDETYT
ESITELMÄT

LOUNASMAA vieraili Yhdysvalloissa pitäen esitelmän: "NMR on rotating superfluid ^3He -A and flow of ^3He -B through narrow channels" Cornellin yliopiston (Ithaca) fysiikan seminaarissa 21.12.1981, Bellin laboratorion (Murray Hill) fysiikan seminaarissa 23.12.1981, Stanfordin yliopiston (Palo Alto) fysiikan seminaarissa 4.1.1982, Kalifornian yliopiston (Berkeley) fysiikan seminaarissa 6.1.1982 sekä Argonne National Laboratory'n kiinteän olomuodon fysiikan seminaarissa 7.1.1982.

22. - 28.2.1982 BERGLUND tutustui Orsayssa rakennettuun suprajohtavaan magneettiseen spektrometriin (Université Paris-Sud, ydinfysiikan laboratorio) sekä suprajohdemagneettien käämimistekniikkaan (CEN, Saclay).

PEKOLA vieraili 8. - 13.3.1982 Fysikaalisten Probleemien instituutissa ja Teoreettisen fysiikan instituutissa Moskovassa, sekä 22.3.1982 Sussexin yliopistossa (Englanti).

14. - 15.4.1982 BERGLUND vieraili Moskovassa (IVTAN ja Spektroskopian instituutti). Matkan aiheena oli neuvottelu liittyen neuvostoliittolais-suomalaiseen MHD-seminaariin sekä tutkiminen laserspektroskopiaalaitteistoon.

Tieteenharjoittajain Liiton 20-vuotisjuhlakokouksessa Otaniemessä 16.4.1982 LOUNASMAA esitelmöi aiheesta "Kylmäfysiikan tutkimuksesta teknillisessä korkeakoulussa".

Korkeakoulu- ja tiedepoliittisen tutkimussäätiön seminaarissa Otaniemessä 27.4.1982 LOUNASMAA piti esitelmän "Tutkimusyksikön kehittäminen ja tutkijakoulutus".

ICEC9-ICMC-konferenssimatkan aikana (2. - 20.5.1982) BERGLUND ja PENTTINEN tutustuivat seuraaviin tutkimuslaitoksiin: Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI), Fuji Electric Corporate Research and Development Ltd., The Furukawa Electric Co,

National High Energy Laboratory (KEK), Electrotechnical Laboratory (Tsukuba) ja The Institute for Solid State Physics, University of Tokyo.

JULKAISUT

T.A. Alvesalo, T. Haavasoja, and M.T. Manninen, Specific Heat of Normal and Superfluid ^3He , J. Low Temp. Phys. 45, 373 (1981)

K.J. Niskanen and J. Kurkijärvi, The transition temperature of Cu nuclei to an ordered state, J. Phys. C: Solid State Phys. 14, 5517 (1981).

P.J. Hakonen, O.T. Ikkala, S.T. Islander, T.M. Markkula, and H.K. Seppälä, NMR Experiments on Rotating Superfluid ^3He , Fysiikan Päivät Helsingissä 12. - 13.2.1982.

J. Knuutila, M. Hämäläinen, A. Penttinen, and K. Reinikainen, On the Late Component of the Human Auditory Evoked Magnetic Response, Fysiikan Päivät Helsingissä 12. - 13.2.1982.

Markku T. Lojonen, Time Dependent Specific Heat of Amorphous Materials below 1 K (kutsuttu esitelmä), Fysiikan Päivät Helsingissä 12. - 13.2.1982.

M.T. Manninen and J.P. Pekola, Flow of ^3He -B through Narrow Channels, Fysiikan Päivät Helsingissä 12. - 13.2.1982.

Väinö Kelhå, Jussi M. Pukki, Risto S. Peltonen, Auvo A. Penttinen, Risto J. Ilmoniemä, and Jarmo J. Heino, Design, Construction, and Performance of a Large-Volume Magnetic Shield, IEEE Trans. Magn., MAG-18, 1, 260 (1982).

H.K. Collan, M.A. Kokkala, and O.E. Toikka, Magnetic filtration of steel mill effluent waters: principles, techniques, and economics, Acta Pol. Scand., Ph. 133, 1 (1982).

H.K. Collan, M.A. Kokkala, T. Meinander, and O.E. Toikka, Superconducting open-gradient magnetic separator, Trans. Instn. Min. Metall. (Sect. C: Mineral Process Extr. Metall.), 91, C5, March 1982 (The Institution of Mining and Metallurgy 1982).

O.V. Lounasmaa, Low Temperature Laboratory at Helsinki University of Technology, Cryogenics 22, 5, 213 (May 1982).

Olli V. Lounasmaa, Kylmästä löytyy, Tiede 2000 4/1982, s. 4.

M.T. Manninen and J.P. Pekola, Flow of $^3\text{He-B}$ through Narrow Channels, Phys. Rev. Lett. 48, 812 (1982).

H.K. Collan, M.A. Kokkala, and O.E. Toikka, Application of the Theory of Magnetic Filtration in Determining the Optimum Filter Configuration, IEEE Trans. Magn., MAG-18, 3, 827 (May 1982).

P.J. Hakonen, O.T. Ikkala, S.T. Islander, O.V. Lounasmaa, T.K. Markkula, P. Roubeau, K.M. Saloheimo, and G.E. Volovik, NMR Experiments on Rotating Superfluid $^3\text{He-A}$: Evidence for Vorticity, Phys. Rev. Lett. 48, 1838 (1982).

O.T. Ikkala, G.E. Volovik, P.J. Hakonen, Yu. Bunkov, S.T. Islander, and S.A. Kharadze, NMR on Rotating Superfluid $^3\text{He-B}$, Pis'ma Zh. Eksp. Teor. Fiz. 35, 338 (1982) (in Russian).

Matti Kokkala, Hiukkaset pois magneettisella suodatuksella, Tutkimus ja tekniikka 5, 58 (1982).

A. Penttinen, Signal Coupling to Thin-Film SQUIDS and Magnetometry without Flux Transformers, Report TKK-F-A464 (1981).

Olli Lounasmaa, Tutkimusyksikön kehittäminen ja tutkijakoulutus, Suomen tieteen tila, raportti (Korkeakoulu- ja tiedepoliittinen tutkimussäätiö, Espoo 27.4.1982).

H.K. Collan, M.A. Kokkala, and O.E. Toikka, Mathematical Model for an Axial Magnetic Filter, Report TKK-F-A467 (1982).

A. Penttinen, Flux Periodicity of a Fractional-Turn RF-SQUID, Report TKK-F-A468 (1982).

J.K. Soini, Further Studies of Nuclear Ordering in Metallic Copper, Report TKK-F-A471 (1982).

K.J. Niskanen, L.H. Kjälman, and J. Kurkijärvi, Ordered Phases of the Combined Ruderman-Kittel and Dipole-Dipole Interaction of Different Lattices and Their Stability, Preprint Series in Theoretical Physics HU-TGT-82-9 (march 1982).

M.T. Manninen and J.P. Pekola, Flow of Superfluid ^3He through Micron-Size Channels, Report TKK-F-A476 (1982).

M.T. Manninen, J. Pekola, R.G. Sharma, and M.S. Tagirov, Critical Current of $^3\text{He-A}$ in Narrow Channels, Report TKK-F-A477 (1982).