

Teknillinen korkeakoulu
Kylmälaboratorio

TOIMINTAKERTOMUS 1973

Teknillinen korkeakoulu
Kylmälaboratorio
02150 Otaniemi

TOIMINTAKERTOMUS 1973

YLEISTÄ

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

Vuonna 1965 toimintansa aloittanut laboratorio sijaitsee teknillisen fysiikan laitoksen rakennuksen pohjakerroksessa teknillisen korkeakoulun alueella Otaniemessä.

HENKILÖKUNTA

O.V. Lounasmaa, Suomen Akatemian tutkijaprofessori,
laboratorion johtaja

E.A. Byckling, professori (F-os.)

P.M. Berglund, vt. apulaisprofessori (F-os.)

T.E. Katila, apulaisprofessori (F-os.)

M.F. Krusius, ^{TKT}~~TK~~, vanhempi tutkija

M.I. Aalto, ^{TKT}~~TK~~, tutkija (4 kk)

H.K. Collan, tutkija, dosentti

G.J. Ehnholm, ^{TKT}~~TK~~, tutkija

S.T. Islander, FT, tutkija

T.O. Niinikoski, ^{TKT}~~TK~~, tutkija (työskentelee CERNissä, Genevessä)

J.A. Sawicki, Dr., vieraileva tutkija, Jagiellonian University,
Krakow (1 1/2 kk)

M.A. Teplov, Dr., vieraileva tutkija, Kazan State University,
Kazan, U.S.S.R. (5 kk)

Marja Holmström, FL, laboratorioinsinööri

Jatko-opiskelijat

A.J. Ahonen

T.A. Alvesalo

O.C. Avenel 15.10.73 asti

Mona Grönstrand

M.T. Hirvonen (F-os.) .

P.J. Karp 15.06.73 asti

M.A. Paalanen 16.08. - 15.10.73

Maija Veuro

Laboratoriosihteerit

Sirkku Jäämies 15.04.73 asti

Marjatta Friman 16.04.73 alkaen

Hely Ennari 10.12.73 alkaen

Opiskelijat

J.U. Ahopelto 01.04.73 alkaen

I.E. Ekman 01.06.73 alkaen

A.T. Friberg (F-os.) 01.06.73 alkaen

T. Haavasoja 01.06.73 alkaen

M.T. Haikala

K.E. Hukkinen 01.10.73 alkaen

A-P. Jauho (F-os.) 01.06.73 alkaen

M.T. Loponen (F-os.)
K.J. Riski (F-os.)
M.K. Savelainen 01.06.73 alkaen
J.K. Soini (F-os.)
R.A. Voutilainen

Teknillinen henkilökunta

A.A. Isomäki
R.J. Kaasinen
S.I. Kaivola 31.08.73 asti
J.M. Kuopio 16.01.73 asti
V.A. Lind 31.01.73 asti
M. Lindroos 15.03.73 alkaen
S.J. Mannila
E. Mattsson 31.01.73 asti
J.T. Määttänen 01.03.73 alkaen
P.R. Piekkola 31.05.73 asti
H. Räsänen 01.02.73 - 31.10.73
K.A. Salminen
E.O. Turtiainen 15.06.73 alkaen
Hilkka Vainikainen

O.C. Avenel on työskennellyt laboratoriossa ranskalais-suomalaisella kulttuurivaihtostipendillä. M.A. Paalanen oli lukukauden 1972-1973 prof. A.C. Anderssonin tutkijaryhmässä Illinoisin Yliopiston fysiikan instituutissa. J.A. Sawickin vierailun rahoitti Suomen Akatemian teknillistieteellinen toimikunta ja M.A. Teplovin opetusministeriö.

KYLMÄLABORATORION ERIYTTÄMINEN

Opetusministeriö asetti 15.9.1972 työryhmän, jonka tehtävänä oli

"selvittää, millä toimenpiteillä teknillisen korkeakoulun kylmälaboratorion riittävät toimintaedellytykset voidaan taata vuoden 1975 jälkeen sekä laatia ehdotuksensa edellyttämien toimenpiteiden kustannusarvio."

Työryhmän puheenjohtajaksi kutsuttiin tiedesihteeri Matti Lähdeoja sekä jäseniksi prof. Olli Lounasmaa ja toimistopäällikkö Esko-Olavi Seppälä. Työryhmän sihteeriksi opetusministeriö määräsi dipl.ins. Markku Nurmen. Prof. Lounasmaan pyydettyä 20.11.1972 eroa työryhmän jäsenyydestä, kun materiaalin keruu- ja selvittelyvaihe oli päättynyt, opetusministeriö kutsui hänen tilalleen akateemikko Erkki Laurilan.

Työryhmä piti yhteensä kuusi kokousta ja jätti lausuntonsa opetusministeriölle 10.2.1973. Mietinnössään (s. 28)

"työryhmä katsoo, että Otaniemen kylmälaboratorion toiminnan jatkaminen nykyisessä laajuudessaan on tiedepoliittisesti perusteltua ja ehdottaa, että laboratoriolle osoitetaan tarvittavat resurssit valtion varoista 1.9.1975 alkaen, jolloin laboratorion nykyisen johtajan tutkijaprofessorikausi päättyy."

edelleen (s. 29)

"työryhmä ehdottaa, että Otaniemen kylmälaboratorio sijoitetaan teknillisen korkeakoulun yhteyteen korkeakoulun keskushallinnon alaiseksi erilliseksi tutkimuslaboratorioksi."

Opetusministeriö pyysi mietinnöstä teknillisen korkeakoulun ja Suomen Akatemian lausunnot. Korkeakoulun hallintokollegi puolestaan pyysi mietinnöstä teknillisen fysiikan osaston lausunnon. Asia käsiteltiin osastokollegin kokouksessa 10.4. 1973, jonka jälkeen lausunto liitteineen lähetettiin hallintokollegille. Kirjelmässä todetaan mm., että

"osaston kannalta tällaisen erillisen keskushallinnon alaisen yksikön perustaminen on periaatteessa toteuttamiskelpoinen ja kannatettava ratkaisu."

Osaston lausunnossa määritellään myös yksityiskohtaisesti ne virat ja toimet sekä työskentelytilat, jotka osasto on valmis luovuttamaan kylmälaboratoriolle.

Opettajaneuvosto käsitteli asiaa kokouksessaan 29.5.1973 ja päätti yhtyä työryhmän mietintöön muutoin, paitsi että se ehdotti laboratorion sijoittamista teknillisen fysiikan osaston yhteyteen, mutta piti komitean esittämää hallinnollista ratkaisua myös mahdollisena.

Suomen Akatemia puolestaan totesi 5.4.1973 päivätyssä tieteen keskustoimikunnan lausunnossa mm. seuraavaa:

"Keskustoimikunta katsoo, että työryhmän esitys laboratorion siirtämisestä erilliseksi, teknillisen korkeakoulun alaiseksi laboratorioksi on tarkoituksenmukainen. Keskustoimikunta pitää edelleen tärkeänä, että laboratorion tutkimuspolitiikkaa aika ajoin tarkistetaan työryhmän mietinnössä esitetyllä tavalla, ja pitää toivottavana, että laboratorion toiminta suuntautuisi nykyistä enemmän käytännön sovellutuksiin."

Opetusministeriö kehotti 27.6.1973 päivätyllä kirjeellään teknillistä korkeakoulua tekemään esityksen korkeakoulusta annetun asetuksen (72/53) muuttamiseksi siten, että kylmälaboratoriosta muodostetaan korkeakoulun hallintokollegin alainen yksikkö. Opettajaneuvosto käsitteli asian kokouksessaan 31.7.1973 ja esitti, että asetuksen asianomaiseen kohtaan lisätään sana "kylmälaboratorio".

Tasavallan Presidentti antoi 31.8.1973 opetusministerin esittelyssä asetuksen teknillisestä korkeakoulusta annetun asetuksen muuttamisesta; asetukseen (72/53) lisättiin uusi 49 a § näin kuuluvaksi:

"Korkeakoulussa on laskentakeskus, yhdyskuntasuunnittelun jatkokoulutuskeskus ja kylmälaboratorio, jotka ovat välittömästi hallintokollegin alaisia.

Tarkemmat määräykset laskentakeskuksen, jatkokoulutuskeskuksen ja kylmälaboratorion toiminnasta annetaan johtosäännöissä, jotka hallintokollegi vahvistaa."

Kylmälaboratorion johtosääntöä ei vuoden 1973 loppuun mennessä ehditty saada valmiiksi.

NIMITYKSET

Prof. E.A. Byckling on nimitetty teknillisen fysiikan (kiinteän olomuodon fysiikka) professoriksi 1.9.1973 lähtien.

Dos. T.E. Katila on nimitetty teknillisen fysiikan apulaisprofessoriksi 1.12.1973 lähtien.

TT H.K. Collan on nimitetty matalien lämpötilojen fysiikan dosentiksi 20.6.1973 lähtien.

AKATEEMISET TUTKINNOT

Vuoden 1973 kuluessa ovat seuraavat henkilöt suorittaneet akateemiset loppututkinnot:

Tekniikan tohtori

M.I. Aalto

M.F. Krusius

T.O. Niinikoski

Diplomi-insinööri

P.J. Karp

S.J. Karttunen

TUTKIMUSOHJELMA

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

Perustutkimusohjelmaan kuuluvat mittaukset, jotka kohdistuvat nestemäiseen ^3He :iin lämpötilavälillä 1 - 3 mK; työtä suoritetaan kahdessa ryhmässä, Pomeranchuk- ja ydindemagnetointikryostaateilla. Näitä mittauksia tukevat myös teoreettiset tutkimukset. Mössbauer-laitteistolla suoritettavat kiinteiden aineiden ylihienovuorovaikutuksia ja magneettisia transiitioita koskevat mittaukset kuuluvat myös laboratorion perustutkimusohjelmaan.

Soveltavaa tutkimusta edustavat kvanttielektroniikkaprojekti, johon liittyy sängen runsaasti kryostaattien ja elektronisten mittalaitteiden kehittämistyötä, magnetokardiografia lisäteh-

tävineen sekä CERN-projekti.

Vastaisuudessa on tarkoitus pitää perustutkimuksen volyymi suunnilleen nykyisellä tasolla, mutta soveltavaa tutkimusta pyritään tutkimusvarojen sallimissa puitteissa vähitellen laajentamaan.

MÖSSBAUER- JA SUSKEPTIBILITEETTIMITTAUKSET (Hirvonen, Jauho, Katila, Riski, Sawicki ja Teplov)

Tutkimustyössä on käytetty kahta $^3\text{He}/^4\text{He}$ laimennusjäähdytintä. Alin saavutettu tutkimuslämpötila on n. 20 mK. Mössbauer-mittauksissa on mahdollista jäähdyttää joko lähde tai absorbaattori.

Ryhmä on mitannut matalaspinisten ferriyhdisteiden magneettisia ominaisuuksia ($\text{Co}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)_2$ ja $\text{Cd}_3(\text{Fe}(\text{CN})_6)_2$). Tutkittavina ovat olleet näiden yhdisteiden magneettiset vuorovaikutukset, magneettiset transitiot ja järjestyneen tilan rakenne. Jatkona jo suoritettuihin tutkimuksiin pitkien ydinspinrelaksaatioaikojen havaitsemiseksi Mössbauer-ilmiön avulla on mitattu kvadрупoolirelaksaatioaikaa ytimelle ^{197}Au yhdisteessä AuCN . Relaksaatioaika määrätään jäähdyttämällä aineen hila tutkimuslämpötilaan ja seuraamalla kvadрупooliorientaation aikariippuvuutta Mössbauer-spektrissä näkyvän ydinorientoinnin avulla.

Vielä on ydinorientointia käytetty $^{125\text{m}}\text{Te}$ ytimen kvadрупoolimomentin määrittämiseksi orientoimalla lähde Se:Te alle 100 mK:n lämpötiloissa. Tämä koesarja on keskeneräinen.

Suskeptibiliteettimittauksia on suoritettu SQUID-magnetometrin avulla samoilla kryostaateilla ja osittain samoilla näytteillä kuin Mössbauer-havainnot. CMN susceptibiliteetti-

mittauksia on käytetty kryostaatin lämpötilan määrittämiseen ja kalibrointiin. Kokeissa on osittain tähdätty Mössbauer-mittaustulosten täydentämiseen, kuten ferrisyanidin magneettisen transition laadun määrittämiseen, ja osittain relaksaatio-spektrien tulkintaan. Itsenäisiä susceptibiliteettimittauksia on suoritettu singletti-kide-kenttäperustilaisille harvinaisten maametallien yhdisteille. Toistaiseksi tarkimmin on tutkittu yhdistettä TbES. Susceptibiliteettimittauksilla on todettu tämän aineen magneettisten dipoli-dipoli -vuorovaikutusten ylittävän järjestymisen kriittisen kynnysarvon. Lisäksi on selvitetty transition laatu, susceptibiliteetti transition ylä- ja alapuolella sekä järjestyneen alueen domainrakenne. Lisätutkimuksia tullaan vielä suorittamaan yhteistyössä Kalifornian Yliopiston ominaislämpötutkijoiden kanssa.

POMERANCHUK-KRYOSTAATILLA TEHTY ^3He -TUTKIMUS (Alvesalo, Collan, Lounasmaa, Loponen, Savelainen ja Veuro)

Pomeranchuk-ryhmän tutkimuskohteena ovat nestemäisen ja kiinteän ^3He :n ominaisuudet sulamispaineessa lämpötilavälillä 1 - 100 mK. Matalimmat lämpötilat aikaansaadaan nestemäisen ja kiinteän ^3He :n seosta adiabaattisesti kokoonpuristamalla, ns. Pomeranchukin menetelmällä. Pomeranchuk-kammion esijäähdytys 15 mK:in lämpötilaan toteutetaan dilutiojäähdytyksellä.

Vuoden 1973 aikana on keskitytty ^3He :n uusien supranestefasien tutkimiseen. Aluksi mitattiin nesteen viskositeetti värähtelevän langan avulla. Tulokset osoittivat, että nesteen efektiivinen viskositeetti alkaa 2.6 mK:in alapuolella nopeasti pienenetä, 1 mK:in lämpötilassa viskositeetti oli jo kolmisen kertalukua pienempi kuin olisi ollut odotettavissa normaalien Ferminesteteorian mukaisesti. Tämä oli ensimmäinen osoitus siitä, että uudet nestefaasit ovat supranesteitä.

Vuoden loppupuolella saadut uusimmat mittaustulokset osoittivat selvästi, että nesteestä vain osuus ρ_n/ρ ottaa osaa viskoosiin virtaukseen; loppuosan $1 - \rho_n/\rho$ viskositeetti on siis nolla. Tämä varmisti sen, että aikaisempi supranestetulkinta oli oikea. Kun mittaustuloksiin sovellettiin yksinkertaista kaksinestemallia, voitiin samanaikaisesti määrätä sekä normaalikomponentin viskositeetti η_n että normaalikomponentin suhteellinen tiheys ρ_n/ρ . A-faasissa, lämpötilavälillä $2 - 2.6$ mK, ρ_n/ρ on suunnilleen verrannollinen T/T_A :han, kun taas B-faasissa, 2 mK:in alapuolella, ρ_n/ρ vähenee huomattavasti nopeammin ja on alimmissa lämpötiloissamme enää noin 0.01 .

η_n puolestaan pienenee 2.6 mK:in alapuolella nopeasti vakioarvoon, joka on noin $1/4$ normaalinesteen viskositeetista vähän 2.6 mK:in yläpuolella. B-faasissa, siis 2 mK:in alapuolella, η_n on hieman pienempi kuin A-faasissa, mutta kasvaa lämpötilan aletessa lähestyttyä 1 mK:iä.

Supranestefaasien ominaisuuksien ohella mitattiin normaalin ^3He -nesteen viskositeetti lämpötilavälillä $16 - 100$ mK. Saatutulos $\eta = 1/[T^2(1.17 - 0.0031 T)]$, missä η on annettu Poiseissa ja T millikelvineissä, on teorian mukainen. Ekstrapolomailla tätä lämpötilariippuvuutta 16 mK:in alapuolella saatoimme määrittää ylemmän transitiolämpötilan T_A arvoksi 2.6 mK. Määrityksen virhe lienee pienempi kuin 0.1 mK.

Nestemäisen ^3He :n hydrodynaamisten ominaisuuksien lisäksi antavat mittaustuloksemme tietoa siitä, miten ulkoinen magneettikenttä vaikuttaa A- ja B-transitioihin sekä yleensäkin tietoa ^3He :n termodynaamisista ominaisuuksista sulamiskäyrällä. Tulosten lopullisen analyysin avulla voitaneen tehdä varsin pitkälle meneviä päätelmiä sekä nesteen että kiinteän ^3He :n entropioiden lämpötilariippuvuudesta 2.6 mK:in alapuolella; toistaiseksi nämä riippuvuudet ovat varsin huonosti tunnettuja.

On houkuttelevaa uskoa, että saamme selville ^3He :n sulamispaineen lämpötilariippuvuuden ja pystymme täten konstruoimaan lämpötila-asteikon, joka pätee alhaisimmissa kokeellisesti saavuttamissamme lämpötiloissa.

YDINDEMAGNETOINTIJÄÄHDYTYS JA SUPRAJUOKSEVIEN ^3He FAASIEN TUTKIMUS (Ahonen, Avenel, Haikala, Krusius, Lounasmaa ja Paalanen)

Vuoden 1973 alusta lähtien on tutkimusryhmän lähimpänä tavoitteena ollut ydindemagnetointimenetelmän kehittäminen ^3He -nesteen jäähdyttämiseksi noin yhden millikelvinin lämpötilaan. ^3He -tutkimuksessa ydindemagnetointijäähdytyksen etuina muihin jäähdytysmenetelmiin verrattuna ovat ennen kaikkea mahdollisuus saavuttaa matalampia lämpötiloja sekä suurempi joustavuus ^3He -näytteen paineen ja magneettikentän valinnassa. Nykyinen ydindemagnetointijäähdytyksen kehitystyöprojekti on jatkoa kylmälaboratorion aikaisempien vuosien tähän aihepiiriin liittyvälle laajalle tutkimusohjelmalle, joka kuitenkin kahden viime vuoden aikana on saanut uutta mielenkiintoa ja merkitystä ^3He -nesteen suprajuoksevuustransitioiden löydyttyä.

Alkuvuodesta suoritettujen alustavien tutkimusten jälkeen päädyttiin aikaisemmassa ydindemagnetointityössä koettuun jäähdytinrakenteeseen, jossa ydinjäähdytteen muodostaa kuparilankakimppu. ^3He -näytteen sisältävä koekammio on hitsattu kuparilankakimpun yläpäähän ja yhdistetty suprajohtavalla lämpökatkaisijalla esijäähdyttimenä toimivaan $^3\text{He}/^4\text{He}$ laimennuskryostaattiin. Riittävän termisen kontaktin aikaansaamiseksi ^3He -nesteen ja metallisen ydinjäähdytteen välille on ^3He -kammioon sintrattu kuparipulveria. ^3He -nesteen lämpötila määritetään mittaamalla joko nesteessä olevan platinajauheen ydinsuskeptibiliteetti resonanssimenetelmällä tai mittaamalla SQUID-magnetometrillä staattisesti metallikappaleen ydinmagneitoitumista. Molemmat nämä lämpömittarit voidaan kalibroida

ydinorientoitumislämpömittaria vasten, jonka toiminta perustuu radioaktiivisesta näytteestä emittoituneen γ -sädejakautuman avaruusanisotropian muutokseen lämpötilan funktiona. Alin toistaiseksi saavutettu ^3He -nesteen lämpötila on ollut 1.6 mK.

Loppuvuodesta on työn painopiste siirtynyt ^3He -tutkimuksen puolelle. Suunnitteilla on ydinmagneettista resonanssia käsittelevä mittaussarja, jolla pyritään selvittämään suprafaasien magneettisia ominaisuuksia sekä faasidiagrammin yksityiskohtia. Alustavissa mittauksissa käytettiin ^3He -resonanssin detektointiin resonanssikelaa, jonka sisällä oli ^3He -nesteen lisäksi platinapulveria. Tällöin todettiin yllättäen, että nesteen resonanssiominaisuudet muuttuvat suuresti, kun se platinapulverin johdosta jakaantuu 10 μm suuruusluokkaa oleviin huokosiin.

KVANTTIELEKTRONIIKKA (Ehnholm, Ekman, Islander, Soini, Voutilainen yhteistyössä T. Wiik'in kanssa TKK:n elektronifysiikan laboratoriossa.)

Suprajohtavat kvantti-interferometrit eli SQUID'it soveltuvat erittäin pienten jännitteiden, virtojen tai magneettikentän muutosten mittauksiin. Nykyiset SQUID'it käyttävät teroitettavaa ruuviliitosta aktiivisena elimenä, mistä johtuen ne ovat mekaanisesti arkoja. Tyhjöhöyrystämällä kaksi Josephson-tunneliliitosta ja kaksi vuomuuntajaa samalle aluslevylle voidaan valmistaa luotettava SQUID. Konstruktio, jolla saavutetaan hyvä signaalin kytkentä ja suuri signaali-kohina-suhde, on saatu toimintakuntoon. Kehitetty laite toimii muuten ns. DC-SQUID'in tavoin paitsi että DC-signaalin asemesta käytetään 10 MHz AC-signaalia, jolloin voidaan välttää hankala galvaaninen kontaktointi aluslevyyn. Parhaillaan kehitystyö suunnataan tyhjöhöyrystysparametrien optimointiin sekä tarvit-

tavaan SQUID'ien käyttöelektroniikkaan. Parannetulla höyryssysteemillä on kaksinkertainen kapasiteetti edelliseen verrattuna. Käyttöelektroniikka on suunniteltu siten, että samanaikaisesti pystytään laskemaan kvantteja ja interpoloimaan niitä, jolloin laitteelle saadaan kahdeksan numeron näyttö.

SQUID'ien kohinan mittaamiseen sekä niiden soveltamiseen kohinalämpömittauksiin on rakennettu dilutiokryostaatti, joka toistaiseksi on jäähtynyt 15 mK:iin. Sen avulla on tarkoitus tutkia, onko mahdollista nopeuttaa vastuksen kohinan mittaukseen perustuvaa lämpömittaria. Nykyisillä laitteilla yhden lämpötilapisteen mittaaminen kestää noin puoli tuntia. Kryostaatin toiminnan vakauttamiseksi sen ⁴He-jäähdyttäjä uusitaan parhaillaan.

BIOMAGNETISMIN TUTKIMUKSIA (Ahopelto, Hukkinen, Katila)

Yhteistyössä teknillisen fysiikan osaston materiaalfysiikan ja lääketieteen tutkijoiden kanssa on suoritettu biomagnetismin mittauksia. Tutkimuskohteena on ollut sydämen magneettinen kardiogramma.

On suoritettu aikuisten sydänten magneettisten kardiogrammojen systemaattista tutkimusta sekä normaaleille sydämille että tyypillisiä sydänsairauksia sairastaville potilaille. Erikoisesti on tutkittu, mitä sähköisestä kardiogrammasta poikkeavaa informaatiota magneettisesta kardiogrammasta voidaan saada selville.

Samoin on tehty magneettisten kardiogrammojen tutkimusta sikiöille. Vastaava sähköinen signaali kärsii korkeasta kohinatasosta ja elektrodien kontaktipotentiaalihäiriöistä. Sikiön magneettinen kardiogramma on onnistuttu saamaan paremmaksi kuin sähköinen kardiogramma esim. sydämen lyönti-

periodin laskemiseen, joskin magneettisia mittauksia voidaan suorittaa vain häiriövapaassa ympäristössä.

Suunnitteilla on laajennuksia myös muille biomagnetismin aloille.

POLARISOIDUT KOHTIOT (Niinikoski)

Vuoden 1973 aikana on konstruoitu ns. Frozen Spin Target osittain Otaniemessä ja osittain CERNissä. Kryostaatin testatulokset ovat positiiviset.

TEOREETTINEN MATALALÄMPÖTILAFYSIIKKA (Byckling, Haavasoja, Vuorio, Wölfle)

Teoreettinen tutkimus tapahtuu yhteistyönä kylmälaboratorion, teknillisen fysiikan osaston materiaalfysiikan laboratorion sekä Teoreettisen fysiikan tutkimuslaitoksen kesken. Pääkohteenä ovat olleet ^3He -nesteeseen suprajuoksevat faasit. Andersonin ja Brinkmanin (AB) ja Balianin ja Werthamerin (BW) mallien perusteella on laskettu supravirtaus ja orbitaaliaaltojen dispersiolaki ja käsitelty yksityiskohtaisemmin kondensaatin spinvirtoja, mm. ennusteen kriittisen nopeuden arvoa. Edelleen on yleisemmin pyritty selvittämään suprajuoksevan ^3He -nesteeseen hydrodynaamisia yhtälöitä ja niiden ratkaisuja, mm. eri ääniaaltojen etenemistä ja absorptiota.

Teoreettinen ryhmä on järjestänyt koulutustilaisuuden "Urajärven syyskoulu", jossa annettiin yleiskatsaus ^3He -supra-nesteeseen teoriaan ja ajankohtaisiin probleemoihin.

YHTEISTYÖ MUIDEN LABORATORIOIDEN KANSSA

Seuraavat henkilöt ovat vierailleet laboratoriossa pitäen seminaariesitelmiä ja osallistuen tieteellisiin tutkimuksiin:

Dr. M. Chapellier (CEN, Saclay)

Dr. D. Cohen (Francis Bitter National Magnet Laboratory,
Massachusetts Institute of Technology)

Prof. J.M. Daniels (University of Toronto)

Prof. V.I. Goldanskii (Institute of Chemical Physics,
Moscow Engineering Physics Institute)

Dr. J. Hess (The Racah Institute of Physics,
Hebrew University of Jerusalem)

Prof. S. Hufner (Freie University Berlin)

Prof. P. Kapitza (Institute for Physical Problems of the
U.S.S.R. Academy of Sciences in Moscow)

Dr. A.I. Leggett (University of Sussex)

Prof. R.C. Richardson (Cornell University)

Dr. S. Rothman (Argonne National Laboratory)

Dr. E. Varoquaux (CEN, Saclay)

Dr. P. Wölflé (Max-Planck-Institute)

Suomalais-neuvostoliittolaiseen matalien lämpötilojen symposium 3 - 9.6.1973 Otaniemessä ja Turussa osallistuivat neuvostoliittolaiset tutkijat:

A.F. Andreev, V.A. Belinsky, A.S. Borovik-Romanov, I.A. Fomin,
S.V. Jordansky, V.P. Peshkov, V.L. Pokrovsky ja K.N. Zinovjeva

sekä koko kylmälaboratorion tieteellinen henkilökunta. Vieraana oli Dr. R.C. Richardson Cornellin Yliopistosta.

Kylmälaboratorion henkilöt pitivät symposiumissa seuraavat esitelmät:

M. Aalto "A Pulsed NMR-Thermometer"

- P.M. Berglund "The Thermal Boundary Resistance between ^3He and Some Metals Containing Magnetic Impurities"
- T. Niinikoski "Dynamic Polarization of Hydrogen, Deuterium, and ^{13}C Nuclei below 0.5 K"
- T.E. Katila "Magnetocardiography by means of a SQUID"
- T.A. Alvesalo "The Viscosity of Liquid ^3He below 10 mK"
- H.K. Collan "The Pomeranchuk cooling cryostat for investigating ^3He "
- O. Avenel "Thermometers for measuring ultra low temperatures (nuclear orientation, pulsed NMR, static nuclear susceptibility)"
- M.F. Krusius "The nuclear refrigeration cryostat"
- G.J. Ehnholm "A small dilution cryostat"
- M. Aalto "Cryoelectronics by means of Josephson junctions"
- M.A. Teplov "Susceptibility Measurements of $\text{Tm}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ and TbES at Very Low Temperatures"
- M.T. Hirvonen "Studies on the Magnetic Behavior of $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ "

O.V. Lounasmaa on pitänyt Leidenin Yliopiston Kamerlingh Onnes Laboratoriossa 11.2.1973 ja Zürichin teknillisessä korkeakoulussa 2.5.1973 luennon "Pomeranchuk Cooling and the Properties of Liquid ^3He along the Melting Curve below 3 mK" sekä St. Andrews'in Yliopistossa, Skotlanti, 7 - 10.5.1973 kolme luentoa aiheesta "The Physics of Ultralow Temperatures".

Prof. Lounasmaa suoritti 26.9 - 21.10.1973 esitelmä- ja tutustumismatkan Kiinan kansantasavaltaan. Matka tapahtui Academia Sinican kutsusta ja sen aikana Lounasmaa piti seuraavat esitelmät: "New Methods for Cooling to Millikelvin Temperatures" ja "Properties of Liquid ^3He below 3 mK" Kiinan Tiedeakatemiaan Fysiikan Instituutissa Pekingissä. "Dilution Refrigeration, Pomeranchuk Cooling and Superfluidity of Liquid ^3He " Kiinan Tiedeakatemiaan Metallurgian Tutkimusinstituutissa Shanghaissa ja "Pomeranchuk Cooling and Properties of Liquid ^3He below 3 mK" Nankingin Yliopiston fysiikan laitoksella.

Matkan jälkeen prof. Lounasmaa piti Suomalaisen Tiedeakatemian ja Suomen Tiedeseuran yhteisessä kokouksessa 10.12.1973 esitelmän "Tutkimus ja korkeampi opetus nykypäivän Kiinassa".

G. Ehnholm suoritti 22.11 - 8.12.1973 tutustumismatkan seuraaviin matalien lämpötilojen laboratorioihin: Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay (Pariisi), Pariisin Yliopiston elektronikan osasto, Cornellin Yliopisto (Ithaca, New York), Kalifornian Yliopisto (Berkeley), Stanfordin Yliopisto (Palo Alto, California), Kalifornian Yliopisto (San Diego), USA:n Atomienenergiakomission laboratorio (Argonne, Illinois) sekä Cryogenic Technology Inc. (Waltham, Massachusetts).

OSALLISTUMINEN KESÄKOULUIHIN JA KONFERENSSEIHIN

Gausdalissa Norjassa 4 - 9.1.1973 pidettyyn Pohjoismaiseen Kiinteän Olomuodon Fysiikan Kongressiin osallistuivat kylmälaboratoriosta T. Alvesalo, O. Avenel ja P. Karp. He pitivät seuraavat 15 min esitelmät:

T. Alvesalo "Pomeranchuk Cooling

O. Avenel "Measurements of Kapitza resistance at ultralow temperatures

P. Karp "Magnetogardiometry by means of a SQUID"

Ensimmäiset kansalliset Biofysiikan ja Biotekniikan Päivät järjestettiin Meilahden sairaalassa tammikuun 4 - 5 päivinä 1973. Tilaisuudessa esitelmöi T. Katila aiheesta "Magnetogardiografia SQUIDIä käyttäen".

Zakopanessa, Puolassa 13 - 17.2.1973 pidetyssä konferenssissa "Interactions of Nuclear Moments with Extranuclear Fields" luennoi T. Katila aiheesta "Nuclear Orientation in Mössbauer Spectroscopy".

Suomen fyysikkoseuran kokouksessa Tampereella 15 - 16.2.1973 O.V. Lounasmaa piti vuosikokousesitelmän "Uusista jäähdytysmenetelmistä milli- ja mikroastealueella" sekä H. Collan esitelmän "Pomeranchuk Cooling", P. Karp esitelmän "Nanogauss magnetometry using a SQUID" ja T. Niinikoski esitelmän "Dynamic nuclear polarization experiments".

Nobel-symposiossa Göteborgissa 12 - 16.6.1973 O.V. Lounasmaa piti kutsuttuna luennoitsijana esitelmän "Experimental Evidence for Superfluidity in the Newly found Phases of ^3He ".

Wolfeborossa (New Hampshire) 16 - 20.7.1973 pidettyyn konferenssiin "Gordon Research Conference on Liquid and Solid Helium" osallistuivat T. Alvesalo, H. Collan ja O.V. Lounasmaa. H. Collan piti kutsuttuna esitelmän "Damping of vibrating wires in the new phases of ^3He ".

Konferenssimatkaan liittyen T. Alvesalo ja H. Collan vierailivat 3 - 25.7.1973 seuraavissa tutkimuslaitoksissa: Kalifornian Yliopisto (San Diego), Cornellin Yliopisto (Ithaca, New York), Bell'in Laboratorio (Murray Hill, New Jersey), Wisconsin Yliopisto (Madison) sekä Floridan Yliopisto (Gainesville). Viimeksi mainitussa paikassa H. Collan piti esitelmän "Evidence for Superfluidity (?) in ^3He ".

Siikajärvellä 1 - 10.8.1973 pidettyyn 8:een Suomalaiseen Teoreettisen Fysiikan Kesäkouluun ja Urajärvellä 7 - 12.9.1973 olleeseen ^3He -supranesteen teoriaa ja ajankohtaisia probleemoja käsittelevään syyskouluun osallistui suurin osa kylmälaboratorion tieteellisestä henkilökunnasta.

Liperin Ydinfysiikan Kesäkouluun 11 - 16.6.1973 osallistuivat T. Katila ja M. Hirvonen.

Dresdenissä 13 - 17.8.1973 pidettyyn konferenssiin "X International Conference on Medical and Biomedical Engineering"

osallistui P. Karp pitäen esitelmän "Magnetocardiography using a SQUID".

Entrevesissä Italiassa 4 - 14.9.1973 olleeseen suprajohdavuuskonferenssiin "Nato Advanced Study Institute on Large Scale Applications of Superconductivity and Magnetism" osallistui H. Collan. Samalla matkalla hän tutustui CERN'in tutkimuskeskukseen Genevessä.

TIETEELLISET JULKAISUT

M.I. Aalto, Digisweep - A Programmable Precision Sweep, Journal of Physics E: Scientific Instruments 6, 176 (1973).

S.T. Islander and W. Zimmermann Jr., Specific Heat of Liquid $^3\text{He}/^4\text{He}$ Mixtures near the Junction of the Lambda and Phase Separation Curves II, Phys. Rev. A7, 188 (1973).

P.J. Karp and T.E. Katila, Magnetocardiography Using a SQUID, Proceedings of the First National Meeting on Biophysics and Biotechnology in Finland, 168 (1973).

Yu.D. Anufriev, T.A. Alvesalo, H.K. Collan, N.T. Opheim, and P. Wennerström, The Heat Capacity of Liquid ^3He along the Melting Curve between 1.8 and 4.2 mK, Phys. Lett. 43A, 175 (1973).

W.J. Huiskamp and O.V. Lounasmaa, Ultralow Temperatures - How and Why, Rep. Prog. Phys. 36, 423 (1973).

P.J. Karp, T.E. Katila, M. Saarinen, and P. Siltanen, Magnetocardiograms in Some Clinical Conditions with Typical ECG Changes, Report TKK-F-A194 (1973).

M.T. Hirvonen and T.E. Katila, Nuclear Orientation in Mössbauer Spectroscopy, Proceedings of the XI Winterschool on Nuclear Interactions with Extranuclear Fields, Zakopane, Poland, Feb. 1973.

M.T. Hirvonen and T.E. Katila, Nuclear Orientation in Mössbauer Spectroscopy, TKK-F-A195 (1973).

R.G. Gylling, Refrigeration and Thermometry in the Microkelvin Range, Report TKK-F-A196 (1973).

S.T. Islander, M. Lopenen, and W. Zimmermann Jr., Thermal Relaxation in Liquid $^3\text{He}/^4\text{He}$ Mixtures near the Tricritical Point, Report TKK-F-A197 (1973).

M.I. Aalto and O. Avenel, A Sampling AC Voltmeter with Memory, Report TKK-F-A198 (1973).

W. de Boer and T.O. Niinikoski, Dynamic Proton Polarization in Propanediol below 0.5 K, Report TKK-F-A200 (1973).

M.I. Aalto and G.J. Ehnholm, A Self-Balancing Resistance Bridge, Report TKK-F-A201 (1973).

M.I. Aalto and G.J. Ehnholm, A Self-Balancing Resistance Bridge, Journal of Physics E: Scientific Instruments 6, 614 (1973).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, H.K. Collan, O.V. Lounasmaa, and P. Wennerström, Evidence for Suprefluidity in the Newly found Phases of ^3He , Report TKK-F-A202 (1973).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, H.K. Collan, O.V. Lounasmaa, and P. Wennerström, Evidence for Superfluidity in the Newly found Phases of ^3He , Phys. Rev. Letters 30, 962 (1973).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, H.K. Collan, O.V. Lounasmaa, and P. Wennerström, Experimental Evidence for Superfluidity in the Newly found Phases of ^3He , Report TKK-F-A213 (1973).

T.A. Alvesalo, Yu.D. Anufriyev, H.K. Collan, O.V. Lounasmaa, and P. Wennerström, Nobel 24, Collective Properties of Physical Systems, 91 (1973).

M.I. Aalto, Nuclear Magnetic Resonance Thermometry, Report TKK-F-A204 (1973).

O. Avenel, M.P. Berglund, R.G. Gylling, N.E. Phillips, A. Vetleseter, and M. Vuorio, Improved Thermal Contact at Ultralow Temperatures between ^3He and Metals Containing Magnetic Impurities, Phys. Rev. Letters 31, 76 (1973).

P.J. Karp and T.E. Katila, Magnetocardiography using a SQUID, Digest of the 10th International Conference on Medical and Biological Engineering 1973, Dresden.

M. Krusius and G.R. Pickett, Calorimetric Measurement of Hyperfine Interactions in Metals below 0.5 K, Report TKK-F-A214 (1973).

V. Kariniemi, P.J. Karp, T.E. Katila, The Foetal Magnetocardiogram, Report TKK-F-A212

T.E. Katila, B.D. Sawicka, and J.A. Sawicki, Mössbauer Spectra of two Cubic Ferricyanides at Very Low Temperatures, Acta Phys. Polonica A43, 695 (1973).

P.E. Gregers-Hansen, M. Krusius, and G.R. Pickett, Calorimetric Measurements of Nuclear Quadrupole Interactions in Tellurium Doped Bismuth, Journal of Low Temperature Physics 12, 309 (1973).

M.I. Aalto, H.K. Collan, R.G. Gylling, and K.O. Nores, A Pulsed NMR System for Nuclear Thermometry below 2 K, Rev. Sci. Instrum. 44, 1075 (1973).

W. de Boer, M. Borghini, K. Morimoto, T.O. Niinikoski, and F. Udo, Sizeable tensor polarization of deuterons in a solid, Phys. Letters 46A, 143 (1973).

Otaniemi 1974-04-03


Olli V. Lounasmaa