



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет физики

**Базовая кафедра
Физики низких
температур при
Институте физических
проблем им. П. Л.
Капицы РАН**

Москва, 2021

Кафедра физики низких температур

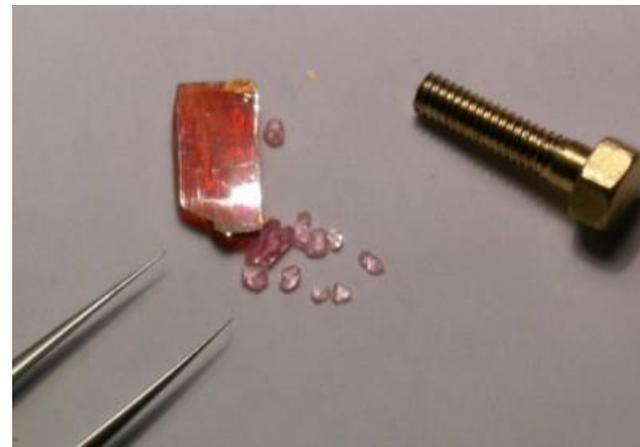
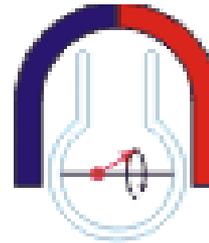
Институт физических проблем им.
П.Л.Капицы РАН

Зав. Кафедрой проф. А.И. Смирнов

Директор Института академик В.В. Дмитриев



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Физика низких температур: Макроскопические квантовые эффекты:

“Вымерзание степеней свободы”
Образование новых чистых объектов

Роль низких температур :

Состояния макроскопических объектов с большими амплитудами нулевых колебаний:

Сверхтекучий гелий-4

Сверхтекучий гелий - 3

Электронная жидкость в металлах (большая кинетическая энергия при $T=0$)

Квантовые спиновые жидкости в магнитных кристаллах

Поверхность раздела твердого и сверхтекучего гелия.

И т.д.

Низкая температура нужна для того, чтобы система была в основном состоянии и тепловые флуктуации не возмущали бы его

Нобелевские премии по физике низких температур с 1911: более 10

Новый принцип ожижения гелия, П.Л. Капица 1934,
Изучение сверхтекучести



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



П.Л.Капица и С.И. Филимонов



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Опыты Капицы: Свойства
жидкого гелия-II
(при температуре ниже 2.17 К)

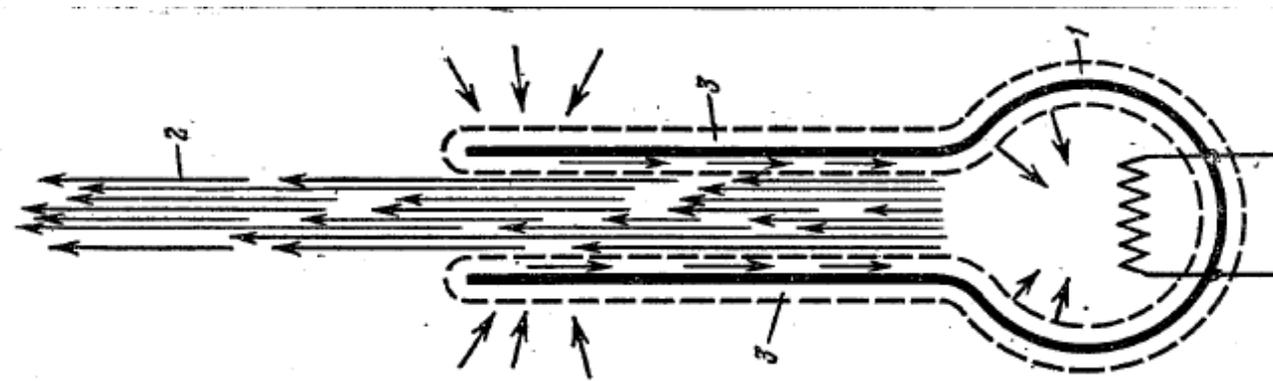
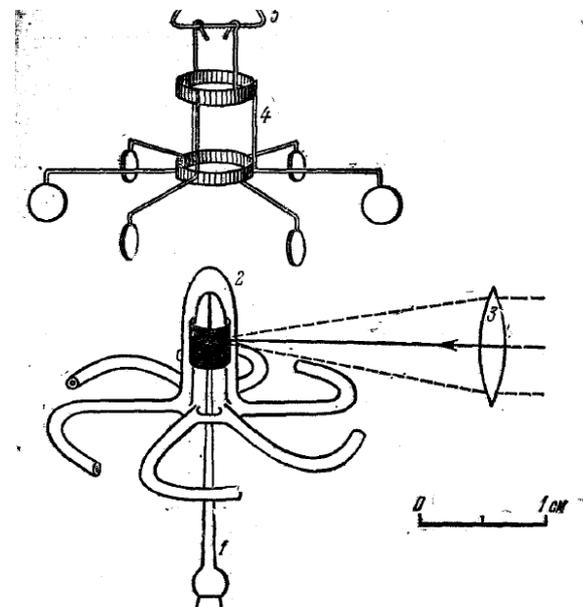
Сверхтеплопроводность

Отсутствие вязкости в
капиллярах

Термомеханический эффект

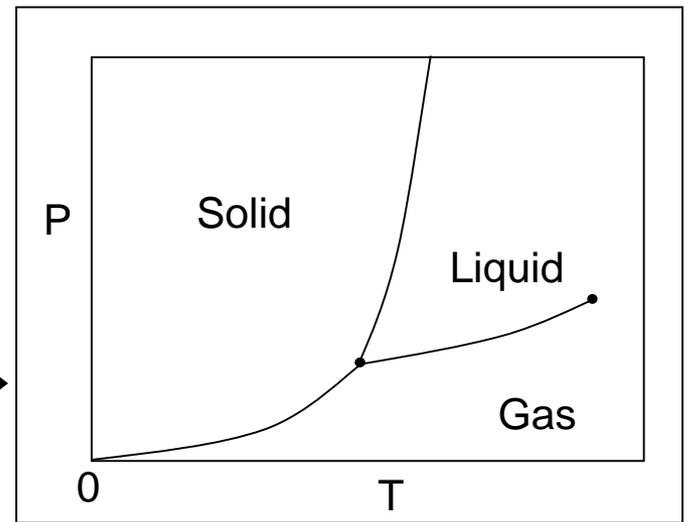
-Объясняются двумя видами
движения

- нормальной и сверхтекучей
компонент.

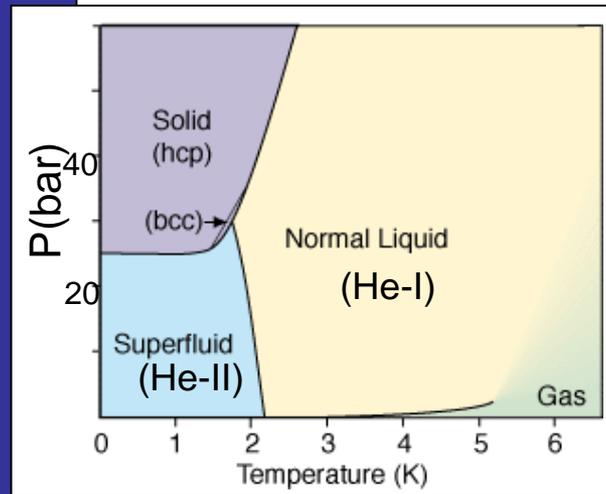


Фазовая диаграмма обычных и квантовых жидкостей:

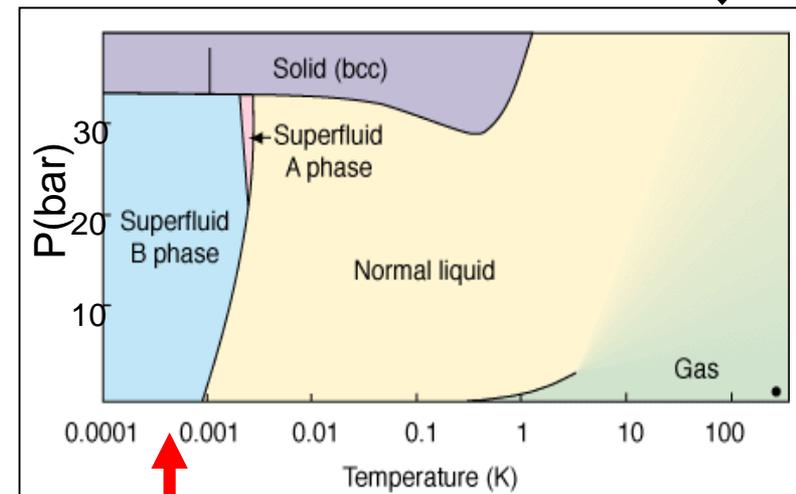
Обычное вещество



^4He



^3He



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Все самое интересное ниже 1 мК



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Современные исследования в ИФП:

*Сверхнизкие температуры и сверхтекучесть
гелия-3*

*Низкотемпературный магнетизм в
кристаллах*

*Магнитные пленки и сверхструктуры
Физика поверхностей*

Сверхпроводимость и мезоскопика

Теория конденсированного состояния

Гелиевая мастерская может произвести 300-400 литров жидкого гелия в день



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Температуры ниже 1 милликельвина получают на криостате ядерного размагничивания

**Исследования сверхтекучести гелия-3:
сверхтекучий спиновый ток.**

**Исследования сверхтекучести
гелия-3 в аэрогеле: новые
фазы с внешней настройкой
механизма образования
сверхтекучих пар**

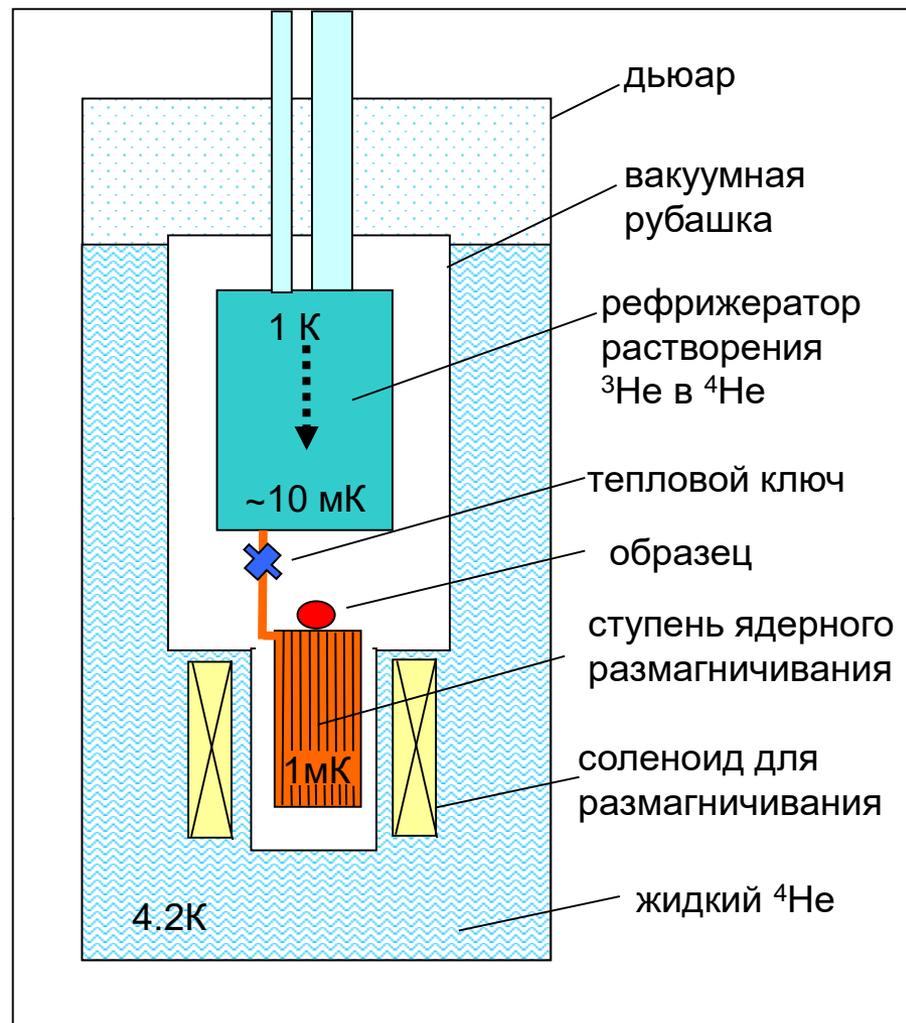
Группа В.В. Дмитриева

**Это единственная в
России установка
для получения
температуры
ниже 1 милликельвина**

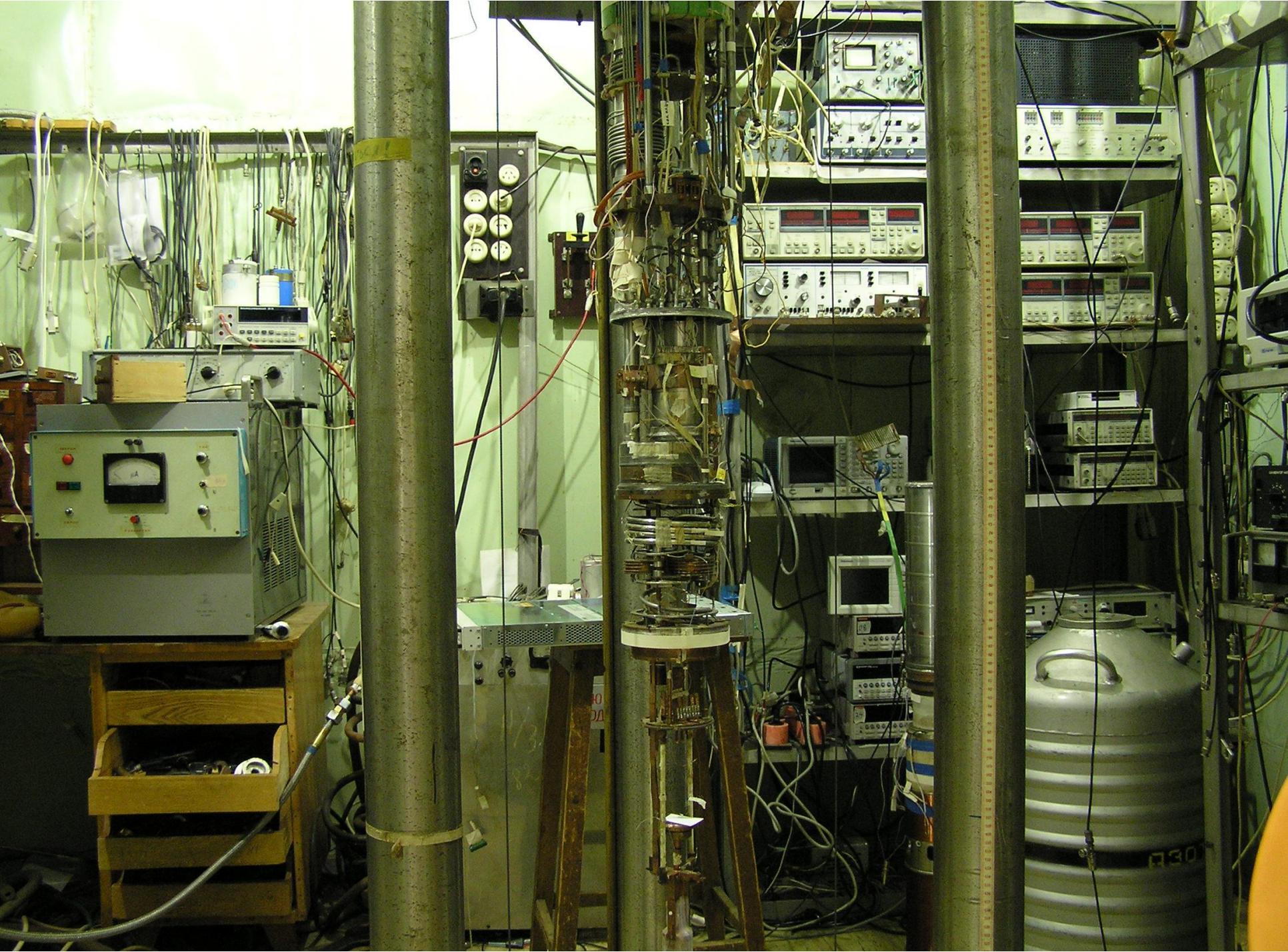




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



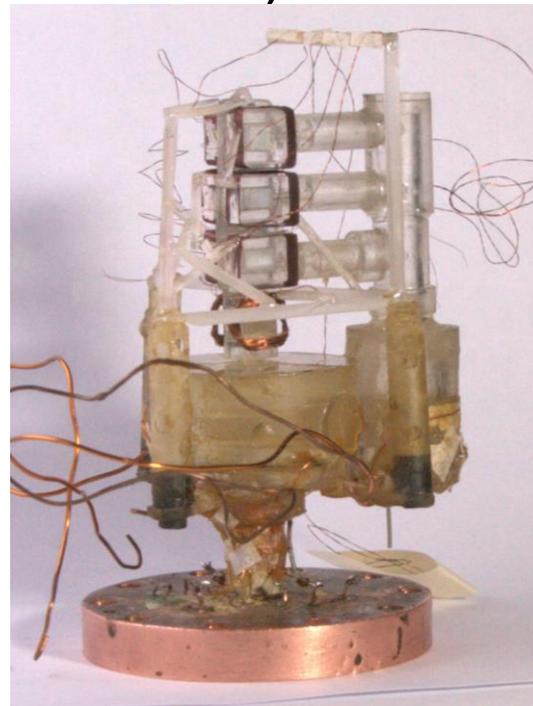
Этот милликельвин - единственный в России





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Для того, чтобы получить минимальную температуру ^3He важно не только иметь низкую температуру ступени ядерного размагничивания, но и иметь минимально возможный теплоприток к ячейке с ^3He (~10 пиковатт) и минимальное тепловое сопротивление между ^3He и ступенью (площадь теплообменника ячейки ^3He ~500 м²).



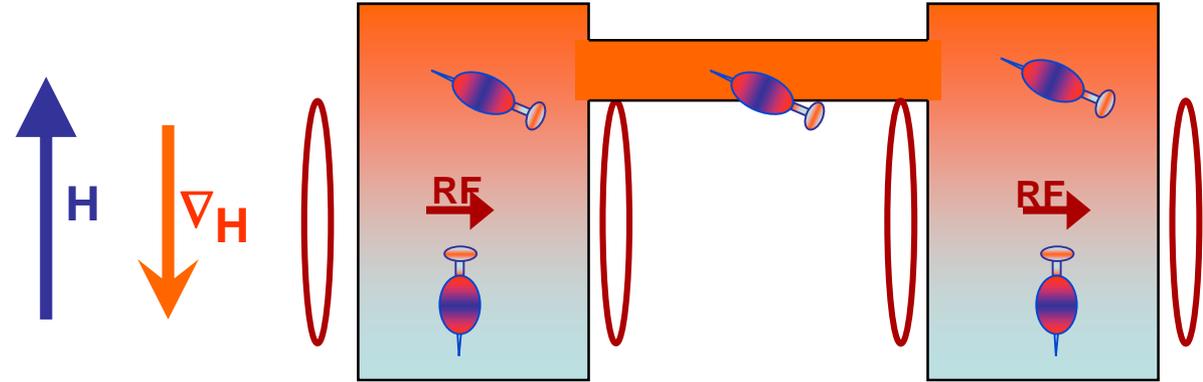
Одна из измерительных ячеек
Размер~ 1 см

Сверхтекучий перенос намагниченности, $T < 1 \text{ mK}$

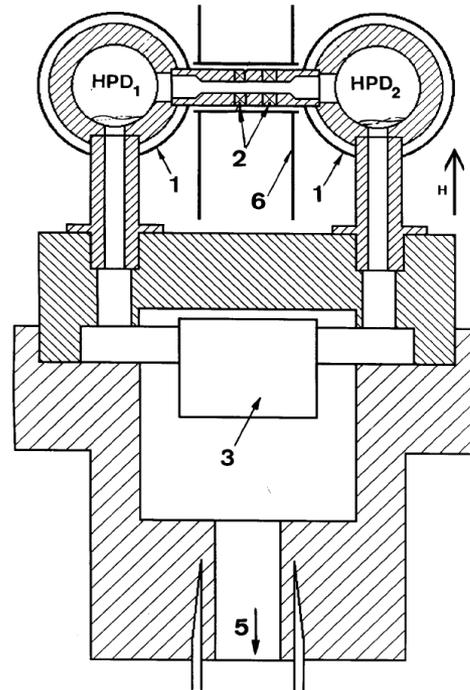
Группа В.В. Дмитриева



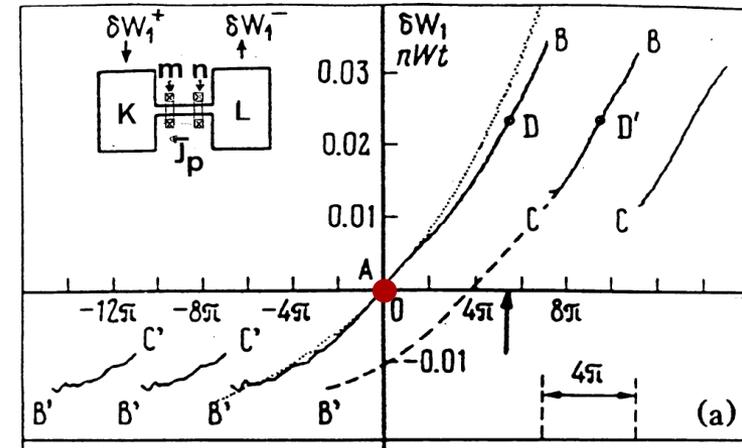
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



$$J_{M_z}^\perp = -(\chi/\gamma)[(1 - \cos\beta)^2 c_{\parallel}^2 + (1 - \cos^2\beta)c_{\perp}^2]\nabla\alpha$$



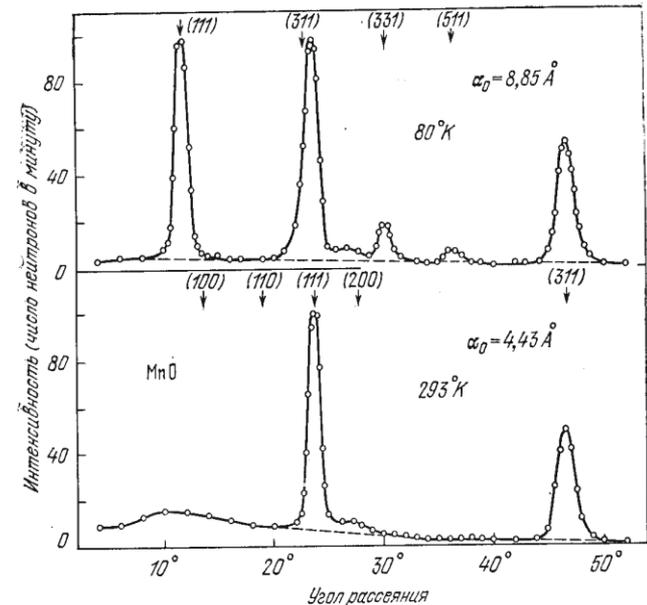
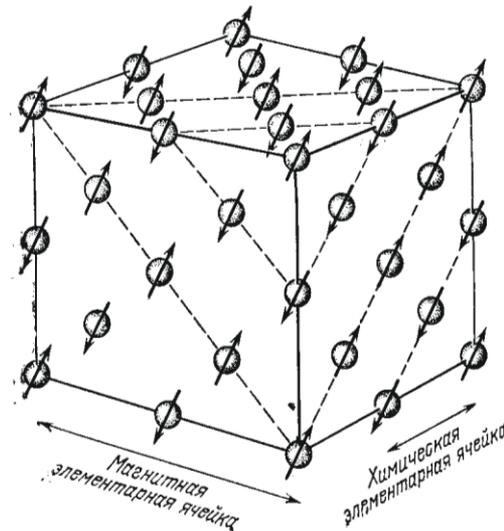
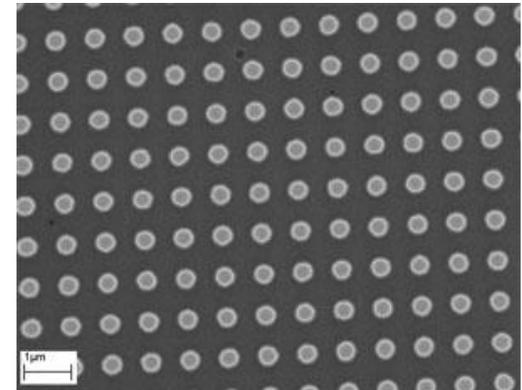
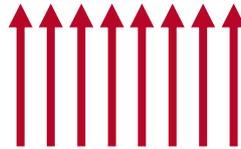
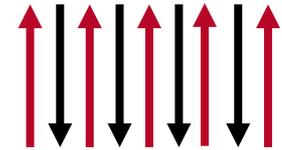
Международная премия им. Фрица Лондона в области физики низких температур



Низкотемпературный магнетизм:
В.Н.Глазков, Л.Е. Свистов,
А.И.Смирнов, Д.И. Холин.

Антиферромагнетик

Ферромагнетик



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Квантовые магнетики – квантовые спиновые жидкости:

Нет магнитного порядка даже при $T=0$ из-за сильных квантовых флуктуаций атомных магнитных моментов.





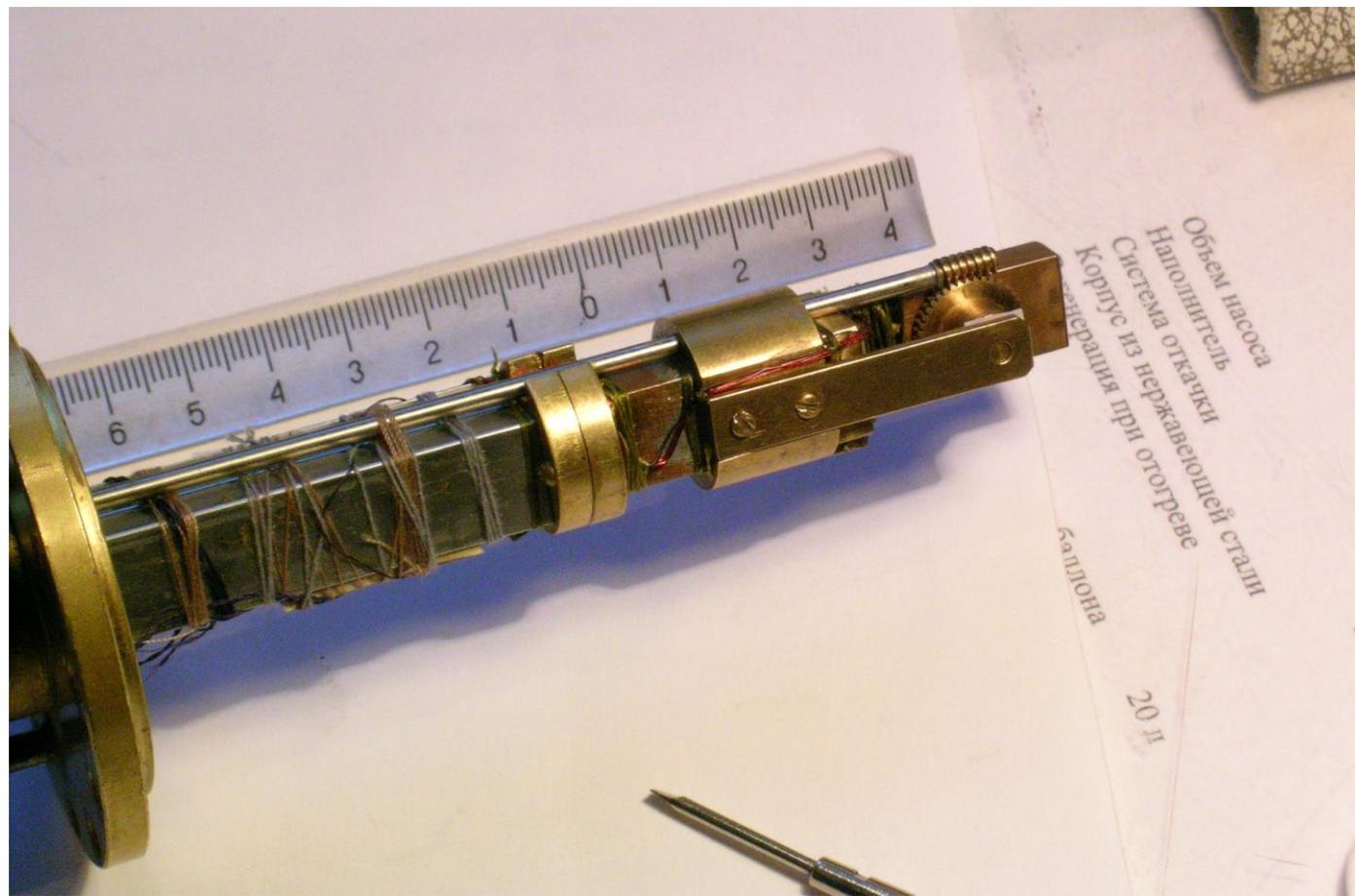
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Спектрометр:
Криостат с
соленоидом 14 Т,
Генераторы
микроволн в
диапазоне 0.5-300
ГГц, Криостат
откачки гелия-3
(температура до 0.4
К), и т.д.





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Спектрометр магнитного резонанса:
измерительная ячейка



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Образцы антиферромагнетиков с ионами марганца



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Криостат растворения KELVINOX-400

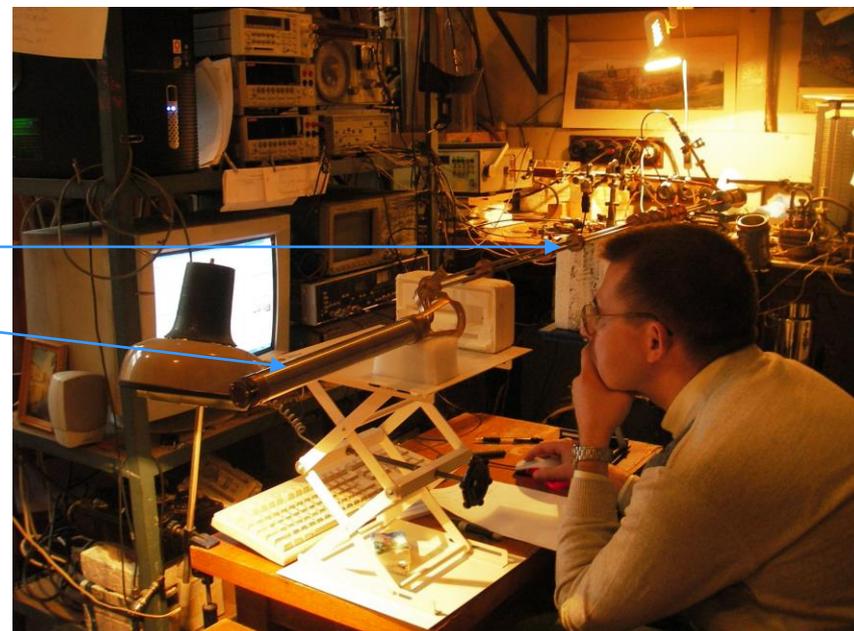
$$T_{\min} = 7\text{mK}$$



Микроволновая вставка для магнитного резонанса

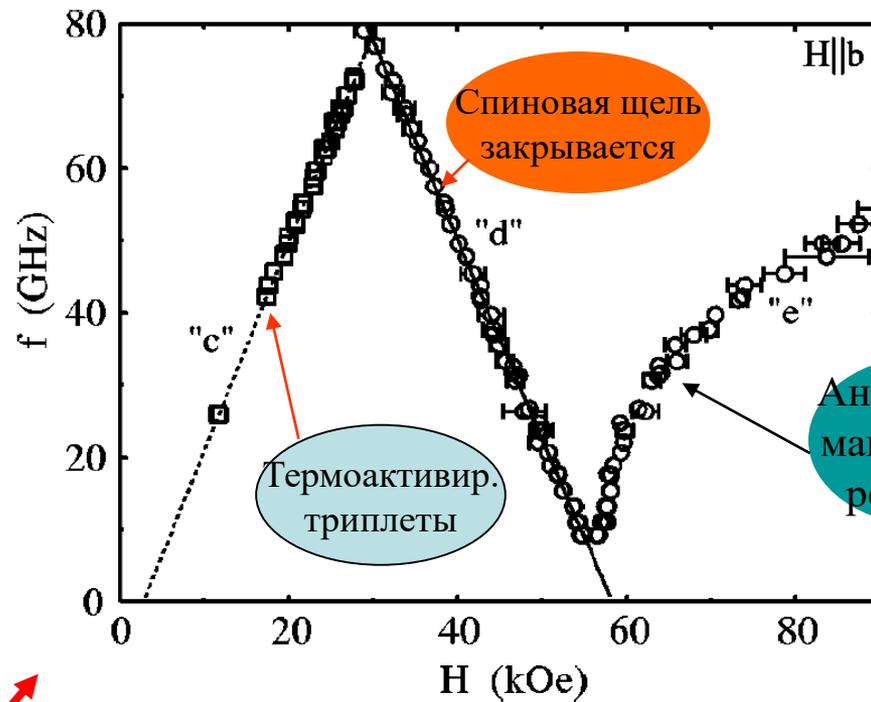


В.Н. Глазков

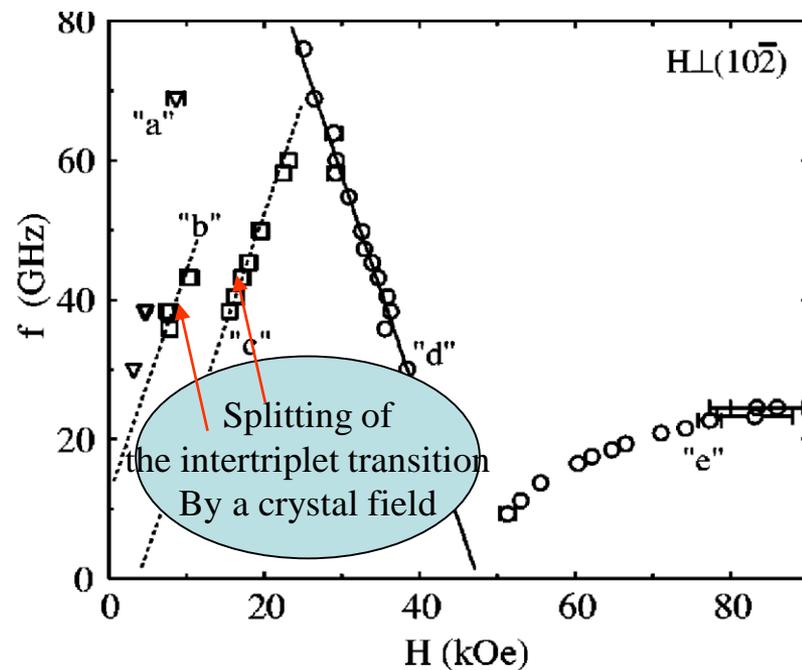




НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



*Индукционное
полем упорядочение*



V.Glazkov et al PRB 2004



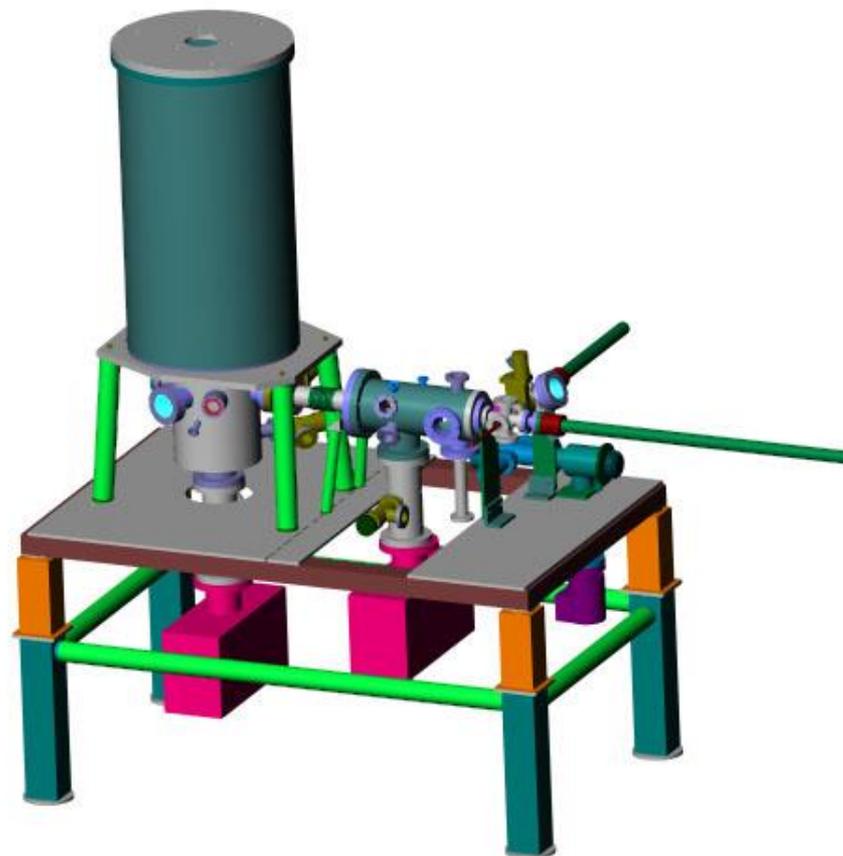
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Сверхпроводимость – исследование проникновения магнитного потока, решетка вихрей.

Исследования поверхности

Низкотемпературная вакуумная установка для исследования поверхности металлов при низких температурах.

Фильм: вихри Абрикосова в ВТСП



А.М. Трояновский



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ





НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Что ждёт студентов,
выбирающих обучение на
базовой кафедре в
Институте Физических
Проблем им. П.Л. Капицы РАН



Базовые курсы

- Теоретическая физика низких температур
- Коллоквиум по экспериментальной физике
- Техника низких температур
- Термодинамика
- Магнетизм
- Физика металлов
- Физика низкоразмерных систем
- Сверхпроводимость



И много всего интересного!



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Лабораторный практикум –

- Основа – 7 рабочих мест, оборудованных криостатами откачки He^4 , позволяющих получать температуру до 1.3 К
- Современное измерительное оборудование
- Компьютерный сбор данных на основе среды управления экспериментом LabView



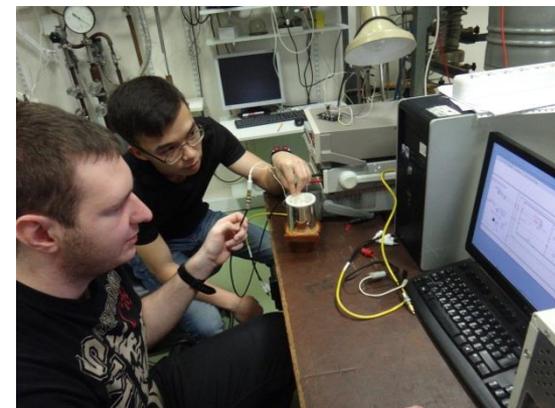
Разнообразие задач и самостоятельность



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Сами собираем прибор



Сами программируем



Сами проводим измерения

Научно-исследовательская работа и диплом



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

- Сверхтекучие фазы He^3 при температурах ниже 1 мК
- Спиновая динамика в низкоразмерных и фрустрированных магнитных системах
- Низкотемпературная туннельная микроскопия
- Разработка криогенных детекторов для инфракрасной и терагерцовой астрономии
- Ядерный магнитный резонанс
- Теоретическая физика конденсированного состояния

Поддержка студентов за счет Института, грантов
РФФИ и РНФ

Распределение в ИФТ РАН и другие
исследовательские центры.

Аспирантура

Кафедра физики низких температур: ИФП РАН, центр сверхпроводимости им. Гинзбурга ФИАН



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



- уникальные установки
- интересные люди
- современная наука о макроскопических квантовых явлениях



www.kapitza.ras.ru +74991370998

А.И. Смирнов e-mail: smirnov@kapitza.ras.ru

В.Н. Глазков -преподают на Ст. Басманной

