

КОНФЕРЕНЦИИ И СИМПОЗИУМЫ

Международный научный симпозиум в Институте физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук

(К 100-летию со дня рождения П.Л. Капицы)

22–23 июня 1994 г. в Институте физических проблем им. П.Л. Капицы РАН состоялся Международный научный симпозиум, посвященный 100-летию со дня рождения П.Л. Капицы. На симпозиуме были заслушаны доклады:

1. А.Ф. Андреев (Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, Москва, Россия). *Новые квантовые состояния кристаллов гелия.*

2. Г.Е. Холл (Манчестерский университет, Великобритания). *Механические эксперименты в сверхтекучем гелии.*

3. М. Крузиус (Технический университет Хельсинки, Финляндия). *Вращающийся сверхтекучий ^3He .*

4. Э. Ж.-А. Варокко (Университет Южный Париж, Орсе, Франция). *Проскальзывание фазы в сверхтекучести.*

5. Г.Р. Пиккет (Ланкастерский университет, Великобритания). *Возбуждения в сверхтекучем ^3He .*

6. Д.М. Ли (Корнелльский университет, США). *Эффекты вращения спинов в квантовых жидкостях.*

7. И.А. Фомин (Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, Москва, Россия). *Спиновые токи в сверхтекучей и нормальной ферми-жидкостях.*

8. О.В. Лоунасмаа (Технический университет Хельсинки, Финляндия). *Ядра серебра и родия при положительных и отрицательных нанокельвиновых температурах.*

9. Дж. Фроссати (Лаборатория им. Камерлинг-Оннеса, Лейден, Нидерланды). *Криогенная гравитационная антенна четвертого поколения.*

10. М. Дате (Японский исследовательский институт атомной энергии, Япония). *Последние успехи в магнетизме сильных полей.*

11. Б.П. Захарченя (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, Санкт-Петербург, Россия). *Экситоны в сильном магнитном поле.*

12. А.С. Левитов (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау, Москва, Россия). *Эффект Ааронова–Бома в мезоскопических проводниках.*

13. Ф. Побелл (Байретский университет, Германия). *Акустические свойства стекол и поликристаллов при сверхнизких температурах.*

14. Й.Т.М. Вальравен (Амстердамский университет, Нидерланды). *Скачок Капицы на границе между сверхтекучим ^4He и газообразным водородом*

Далее публикуется краткое содержание некоторых докладов. Тексты докладов Дж. Фроссати и М. Дате приводятся полностью.

PACS numbers: 67.80.–s

Новые квантовые состояния кристаллов гелия

А.Ф. Андреев

Имя Петра Леонидовича Капицы занимает выдающееся место в мировой науке — не только в физике и, тем более, не только в физике и технике низких температур и сильных магнитных полей. Однако, обсуждая тематику юбилейного симпозиума, оргкомитет счел целесообразным уделить внимание именно этим областям физики и техники, наиболее тесно связанным с работами самого Петра Леонидовича, областям, в которые он внес особо выдающийся вклад. Нам хотелось, чтобы в симпозиуме приняли участие те ученые из разных стран мира, которые в настоящее время наиболее активно работают в этих областях. Естественно, что при этом участниками симпозиума оказались ученые, тесно связанные своими научными интересами с Институтом физических проблем им. П.Л. Капицы РАН — любимым детищем Петра Леонидовича. Юбилейный симпозиум, таким образом, — это не только дань уважения мирового научного сообщества памяти своего великого коллеги, но и деловое обсуждение современного состояния области науки, которая была основана выдающимися работами Петра Леонидовича.

Физика квантовых кристаллов гелия основана на идеях, являющихся развитием идей физики квантовых жидкостей, восходящих к работам П.Л. Капицы и Л.Д. Ландау. Характерной особенностью этих кристаллов является аномально большая величина амплитуды нулевых колебаний частиц и связанная с этим их существенная квантовая делокализация. Не только образующие кристалл частицы, но и, вообще, любые точечные дефекты благодаря квантовому туннелированию делокализуются в кристаллической решетке. Этот факт лежит в основе простых, но весьма общих соображений, пока-

зывающих возможность осуществления в кристаллах гелия целого ряда новых квантовых состояний, характеризующихся необычными "сверх"-свойствами.

Общая идея заключается в следующем [1]. Начнем с классического кристалла, содержащего точечные дефекты какого-либо определенного типа. Система является неупорядоченной, так как дефекты расположены в кристалле случайным образом. Квантовая делокализация рассматриваемых точечных дефектов приводит к тому, что каждый из дефектов равномерно "размазывается" по всему объему кристалла. В результате мы получаем идеально периодический кристалл, обладающий, однако, специфическими свойствами, зависящими от характера тех точечных дефектов, которые были подвержены процессу квантовой делокализации. Рассмотрим наиболее интересные примеры.

1. Вакансии.

Квантовый кристалл, характеризующийся конечной концентрацией вакансий при достаточно низких температурах (нулевые вакансии), должен обладать многими необычными свойствами, в том числе свойством сверхтекучести [1]. Полученные до настоящего времени экспериментальные данные [2–4] не позволяют однозначно ответить на вопрос о том, осуществляется ли фактически обсуждаемое квантовое состояние в кристаллах ^4He и ^3He .

2. Изотопические примеси.

Квантовая делокализация примесей ^3He в кристаллах ^4He обуславливает явление квантовой диффузии [5]. В двумерных кристаллах ^4He было обнаружено [6] фермиевское вырождение примесей ^3He , ведущих себя как квазичастицы с эффективной массой примерно в 20 раз превышающей массу атома гелия. Это наиболее тяжелые из известных фермионов.

3. Дислокационные петли.

Новым свойством, которым должен характеризоваться квантовый кристалл с делокализованными топологическими дефектами (типа дислокационных петель), является равновесная пластичность [7]. Так можно назвать явление, заключающееся в термодинамически равновесном изменении формы кристалла без изменения формы его элементарной ячейки. Экспериментальное наблюдение эффекта позволило бы выяснить природу "элементарного носителя" пластичности.

4. Поверхностные дефекты.

Квантовая делокализация дефектов на поверхности кристаллов гелия (ступеней и изломов на ступенях) обуславливает явление сверхкристаллизации, непосредственным проявлением которого являются кристаллизационные волны [8, 9]. В настоящее время эти волны используются [10] как весьма эффективный метод изучения термодинамических и кинетических свойств поверхности кристаллов. В области сверхнизких температур (порядка 100 μK и ниже) на поверхности кристаллов ^3He должны наблюдаться весьма своеобразные магнитные кристаллизационные волны [11].

Список литературы

1. Андреев А Ф, Лифшиц И М *ЖЭТФ* **56** 2057 (1969)
2. Wiegiers S A J, Kranenburg C C, Jochemsen R, Vermeulen G A, Bedell K S, Frossati G *Jpn. J. Appl. Phys.* **26** CJ26 (1987)
3. van de Haar P G, van Woerkens C M C M, Meisel M W, Frossati G *J. Low Temp. Phys.* **86** 349 (1992)
4. Lengua G A, Goodkind J M *J. Low Temp. Phys.* **79** 251 (1990)
5. Andreev A F "Quantum Crystals" in *Progress in Low Temperature Physics*, vol. 8 (Ed. D F Brewer) (Amsterdam: North Holland, 1982)

6. Saunders J, Mikheev V A, Lusher C P, Cowan B P *Phys. Rev. Lett.* **69** 2807 (1992)
7. Andreev A F, Bazaliy Ya B, Savitshev A D *J. Low Temp. Phys.* **88** 101 (1992)
8. Андреев А Ф, Паршин А Я *ЖЭТФ* **75** 1511 (1978)
9. Кешисhev К О, Паршин А Я, Бабкин А В *ЖЭТФ* **80** 716 (1981)
10. Keshishev K O, Andreeva O A in *Excitations in 2D and 3D Quantum Fluids* (Eds A G F Wyatt, H J Lauter) (New York: Plenum Press, 1991) p. 387
11. Андреев А Ф *Письма ЖЭТФ* **58** 740 (1993)

PACS numbers: 67.57.De; 67.57.Fg; 67.40.Vs

Механические эксперименты в сверхтекучем гелии

Г.Е. Холл

Механические эксперименты в гелии первоначально привлекли меня великолепной серией опытов, проведенных Капицей и демонстрировавших механические силы, связанные с потоками тепла в He-II . Поэтому моими первыми экспериментами, когда я был студентом, были вариации тех же опытов, предназначенные для демонстрации вклада сверхтекучей компоненты в силу реакции.

До сих пор наиболее плодотворным подходом как в ^3He , так и в ^4He было применение усовершенствованных торсионных осцилляторов и аналогичных приборов, берущих начало со стопки дисков, использованных Андроникашвили для измерения плотности нормальной компоненты. Основное техническое усовершенствование высокоточных приборов такого типа было сделано Джоном Реппи и его студентом в Корнелле. Ключевым моментом в этом развитии было изобретение Реппи гироскопа на постоянном токе, позволившее провести высокоточное измерение незатухающих токов в ^4He , которое привело к поистине фундаментальному эксперименту по выявлению природы сверхтекучести: демонстрации того, что при изменении температуры сохраняется именно скорость, а не угловой момент незатухающих токов.

Современная техника таких экспериментов продемонстрирована на рис. 1, где показаны гироскоп на переменном токе и торсионный осциллятор, созданный Петером Гаммелем для экспериментов над незатухаю-

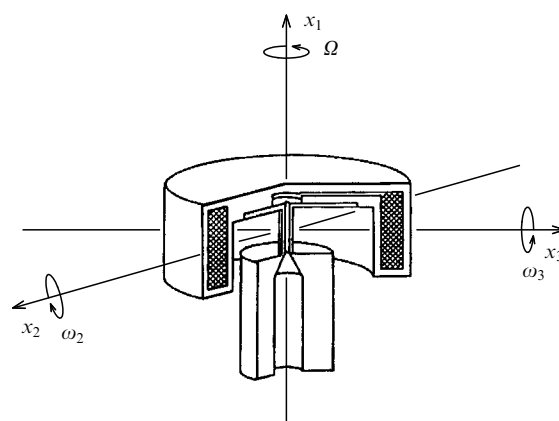


Рис. 1. Совмещенные торсионный осциллятор и гироскоп на переменных токах