

## ПРИМЕСОН-ФОНОННЫЕ ВОЛНЫ И БЫСТРАЯ ДИССОЦИАЦИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ $^3\text{He}$ В ТВЕРДОЙ МАТРИЦЕ $^4\text{He}$

Лыках В.А., Сыркин Е.С., Галушак И.В., Кривонос С.С.

*Национальный технический университет*

*“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков*

Квантовые растворы твердого гелия  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$  в кристаллическом состоянии демонстрируют набор необычных свойств: возможно существование специфических квазичастиц - дефектонов (точечный дефект в матрице  $^4\text{He}$ ), примесонов (легкий атом примеси  $^3\text{He}$  в матрице  $^4\text{He}$ ), и вакансионных (вакансии в матрице  $^4\text{He}$ ), предсказанных теоретически. Примесоны были обнаружены в эксперименте. В классическом кристалле примеси и вакансии диффундируют, совершая сравнительно редкие скачки. В квантовом кристалле  $^4\text{He}$  примеси и вакансии за счет квантового туннелирования делокализуются, и возможно их зонное движение подобное движению электрона в зоне проводимости. В англоязычной литературе такое движение называют волнами материи "mass fluctuation wave". Необычным явлением оказалась квантовая диффузия примесонов. Образование зародышей новой фазы  $^3\text{He}$  в матрице  $^4\text{He}$  при низких температурах в твердых растворах приводит к новым квантовым кинетическим явлениям. Особенно трудно интерпретировать большую скорость диссоциации зародышей фазы  $^3\text{He}$  при нагревании выше линии фазового расслоения на  $T$ - $x$  диаграмме. Наиболее интересен пороговый эффект, когда при перегреве на 25 mK вблизи точки  $T_i = 100\text{mK}$  скорость диссоциации зародышей возрастает на несколько порядков, что не может быть объяснено в рамках существующей теории квантовой диффузии.

В работе исследовано взаимодействие звуковых и примесонных волн и его роль в быстром распаде зародышей в квантовых твердых растворах  $^3\text{He}$ - $^4\text{He}$ . Теоретически изучены свойства квантовых твердых растворов атомов  $^3\text{He}$  в матрице  $^4\text{He}$  с учетом взаимодействия двух типов волн: фононов и примесонов. Предсказано существование примесон-фононного возбуждения - солитона. Найдены скорости и порог возбуждения такого типа смешанных волн. Показано, что квант примесон-фононной моды обладает одновременно свойствами и фонона (скорость, сравнимая со звуковой) и примесона (перенос массы вещества). Предложен механизм генерации примесон-фононов, объясняющий быстрое растворение зародышей фазы  $^3\text{He}$  в матрице  $^4\text{He}$  в экспериментах: при скачкообразном нагреве химический потенциал атомов  $^3\text{He}$  в матрице уменьшается скачком, что приводит к их переходу в матрицу с испусканием фононов или примесон-фононов (аналог фотоэффекта). Полученная зависимость скорости примесонов и примесон-фононов от величины перегрева качественно совпадает с полученной в эксперименте скоростью растворения зародышей  $^3\text{He}$ .