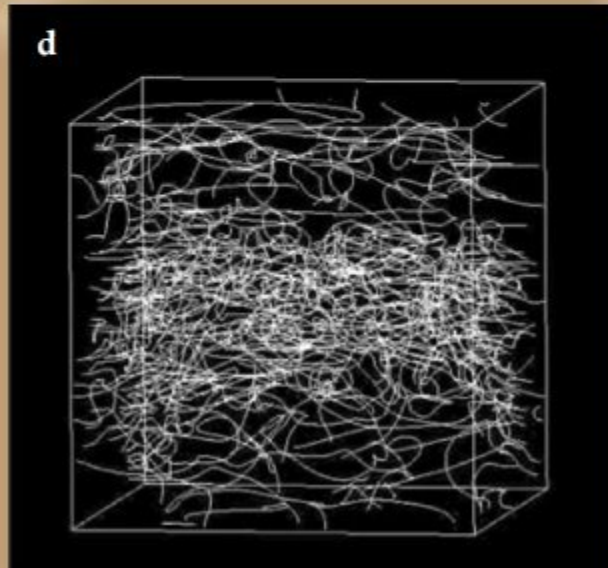
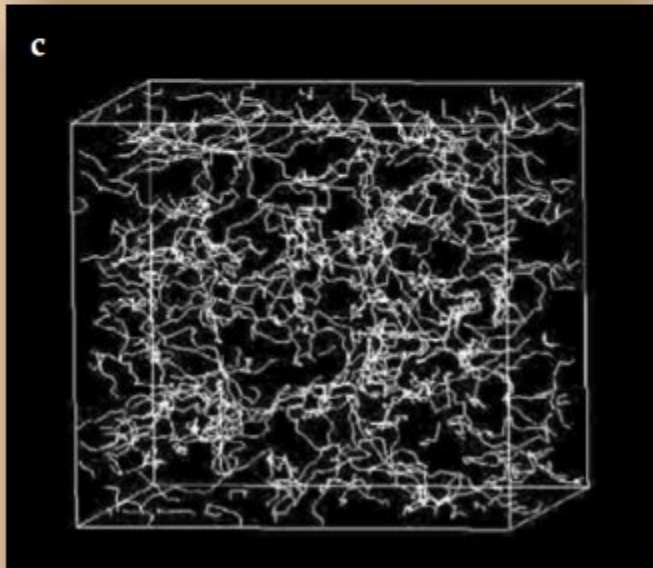
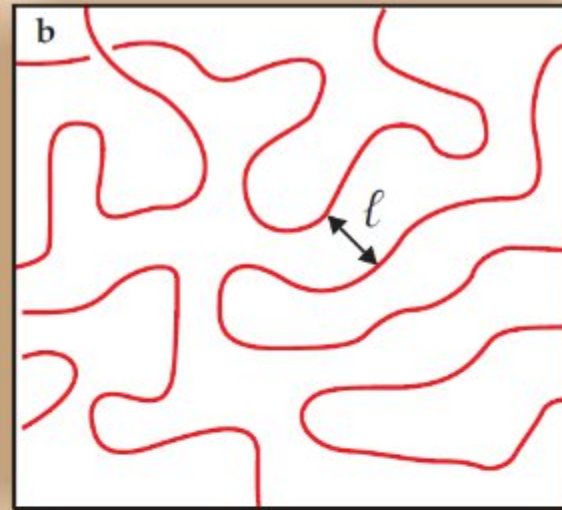
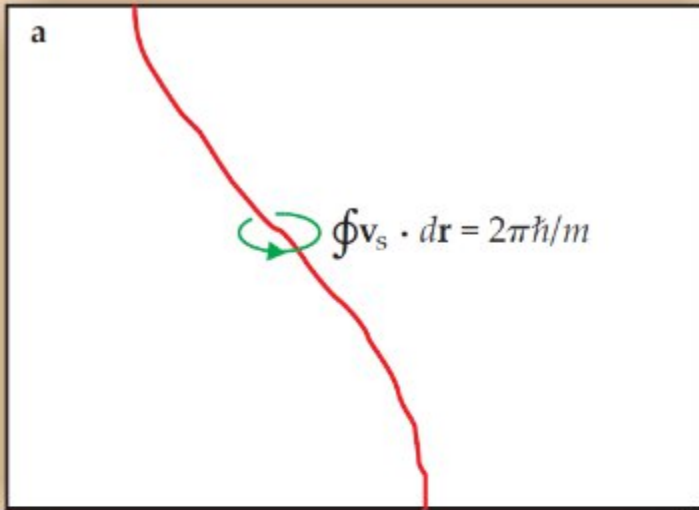


Взаимодействие инжектированных зарядов с квантовыми вихрями в сверхтекучем гелии вблизи свободной поверхности.

- И.А.Ремизов^{1,2}, М.Р.Султанова^{1,2}, А.А.Левченко^{1,2},
 - Л.П. Межов-Деглин^{1,2}

- ¹*Институт физики твердого тела РАН, Черноголовка, 142432 Россия*
- ²*Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН Черноголовка, 142432 Россия*

Квантовая турбулентность

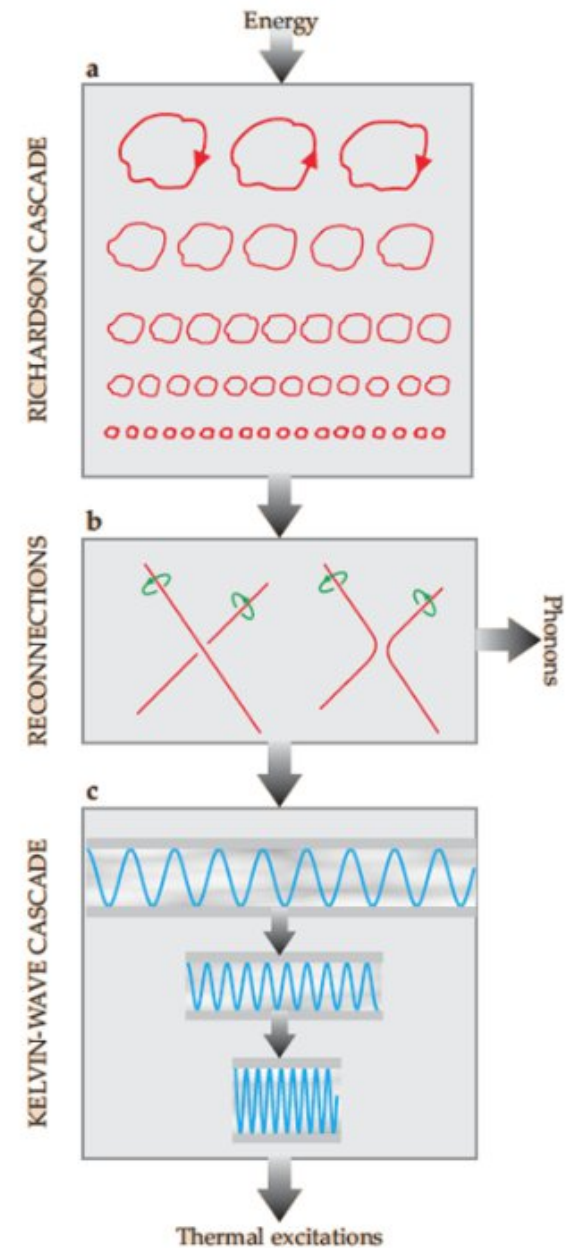


Спектр, имеет классическую Колмогоровскую форму:

$$E(k) = C \varepsilon^{2/3} / k^{5/3}$$

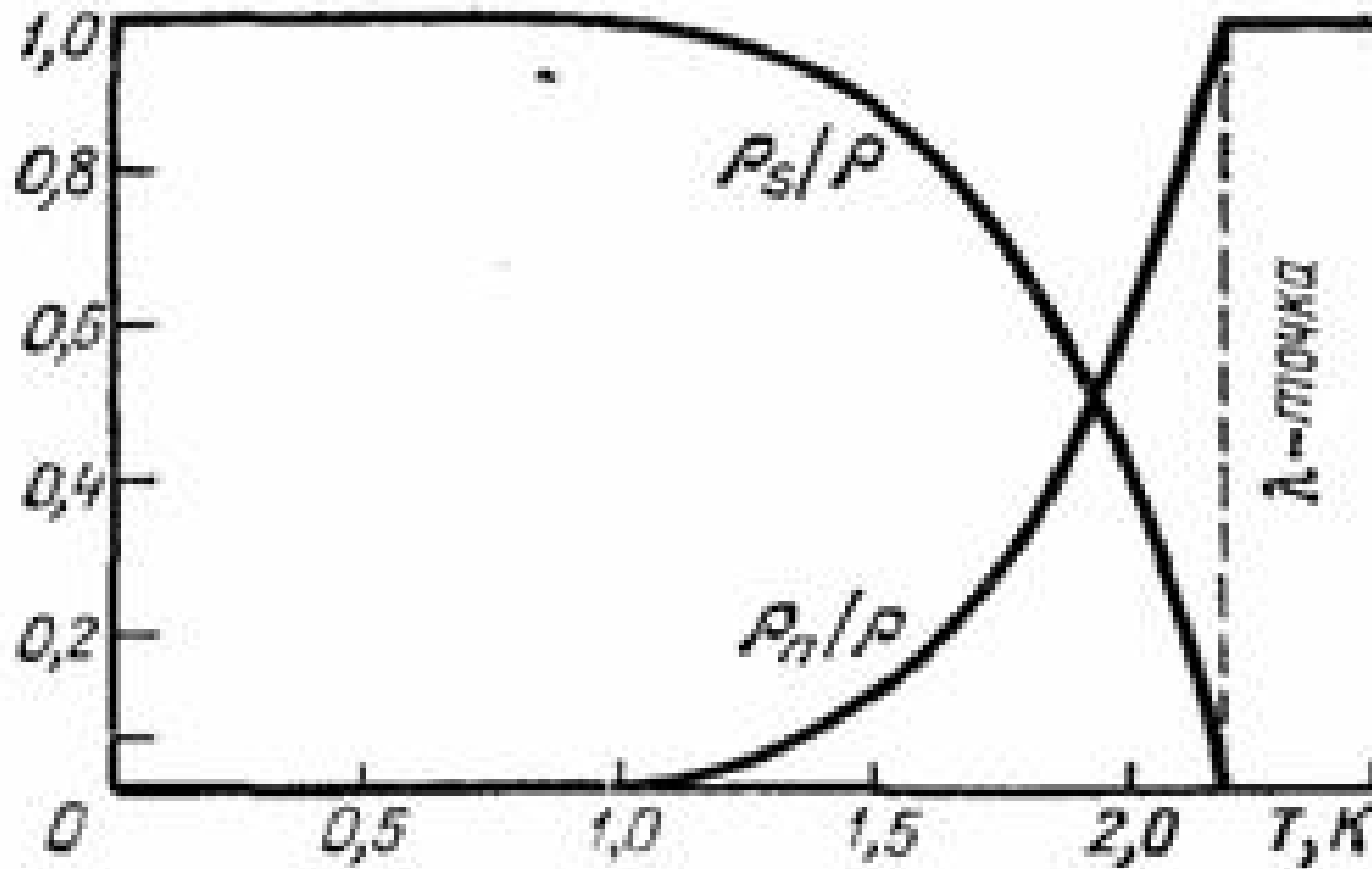
где C – константа единицы порядка, и ε – энергия потока на единицу массы.

(а) Турбулентная энергия, механически введенная на большом масштабе длины, перетекает на все меньшие масштабы длины в квазиклассическом каскаде Ричардсона, вплоть до масштаба длины, типичного расстояния между квантованными вихрями линии. б) Затем вступает в действие пересоединение вихревой линии. Пересоединение является умеренно диссипативным, вызывая некоторую эмиссию фононов. Но больше энергии уходит на генерацию вихревых волн Кельвина (с). Сильные нелинейные взаимодействия приводят к тому, что волны Кельвина каскадируются до длин волн, достаточно коротких, чтобы их энергия могла рассеиваться в виде фононов или других тепловых возбуждений. Аспекты этой картины до сих пор вызывают споры



(а) Одиночная квантованная вихревая линия с диаметром ядра порядка 1\AA в сверхтекучем гелии-4. (б) Схематический вихревой клубок, иллюстрирующий среднее расстояние ℓ между вихревыми линиями. (с) Компьютерное моделирование развивающегося клубка вихревых линий в гелии-4 при нулевой температуре. (д) Смоделированный клубок в 4He при $1,6\text{ K}$.

Эксперименты проводились при температуре $T=1.5\text{K}$, и $T=2.15\text{K}$



Методика эксперимента

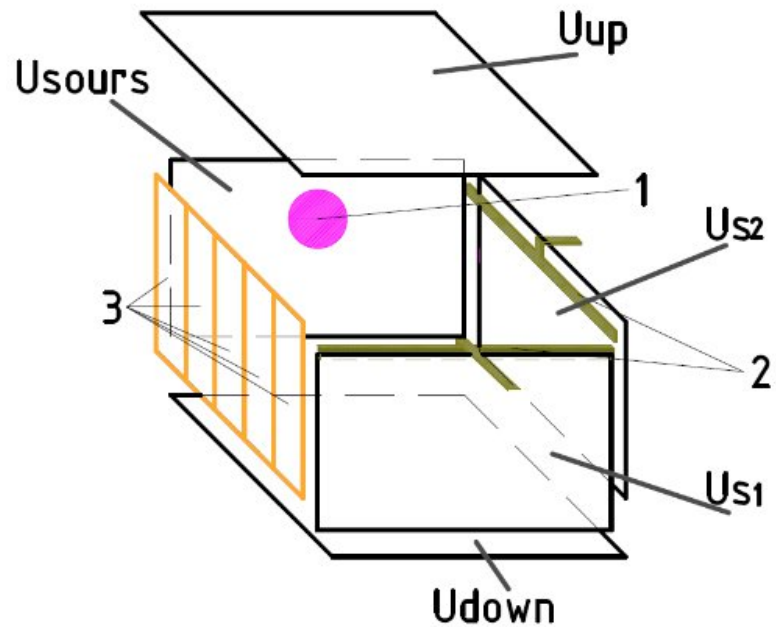
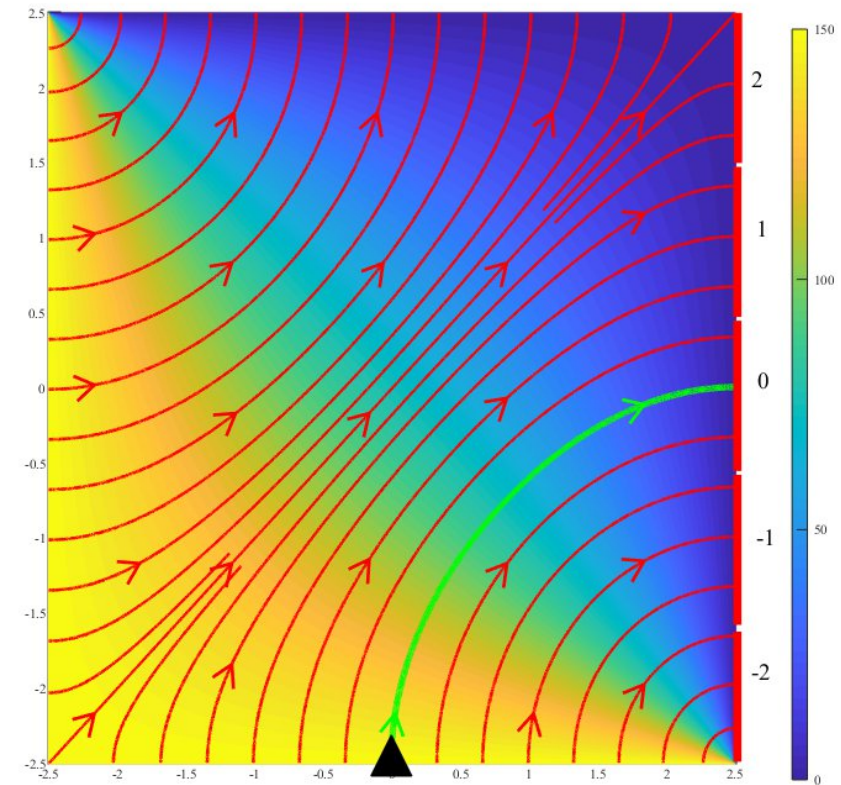


Схема экспериментальная ячейка: 1 – источник зарядов, 2 – плунжеры, 3 – принимающий секционный коллектор.

В представленных экспериментах гармоническая накачка волн на поверхности жидкости осуществлялась двумя плунжерами на частоте 49.8 Гц. Разность фаз электрических сигналов, подаваемых на приводы, составляла 90°.



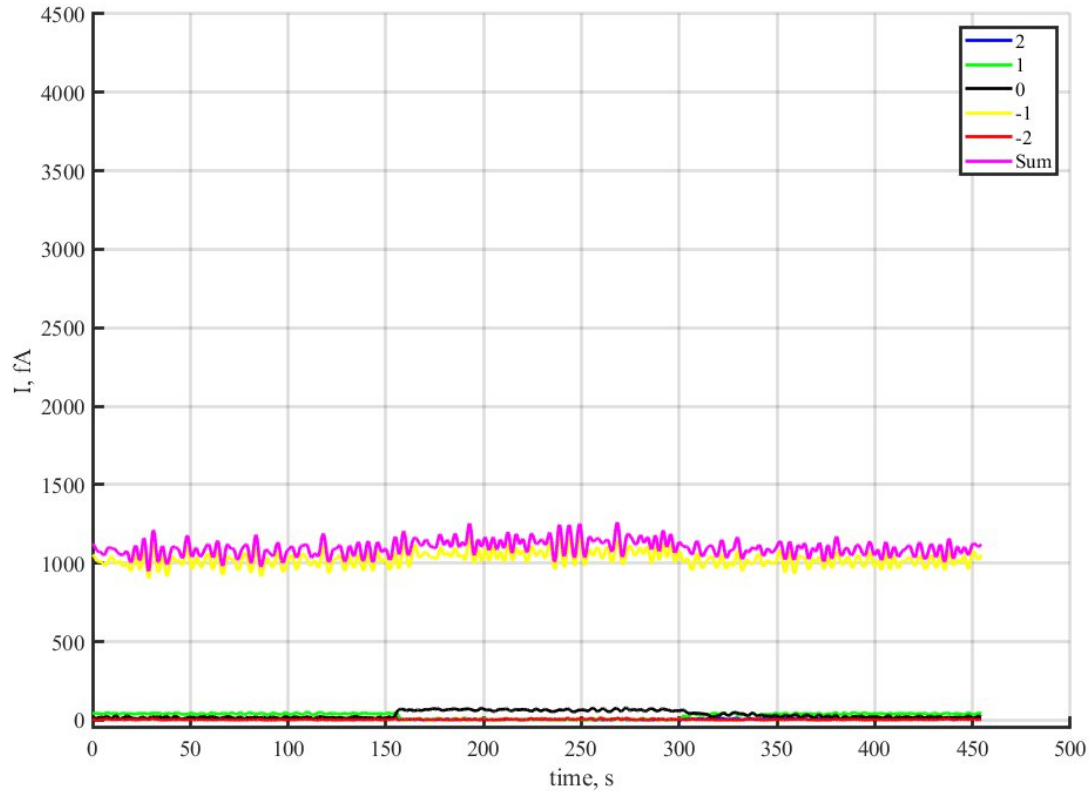
Распределение электрического поля в плоскости XY для напряжений: $U_{\text{sours}}=U_{s2}=-100\text{V}$, $U_{s1}=0\text{V}$, $U_{\text{up}}=-50\text{V}$, $U_{\text{down}}=-100\text{V}$.

$E_{\perp}=15\text{V/cm}$ - напряженность тянущего поля

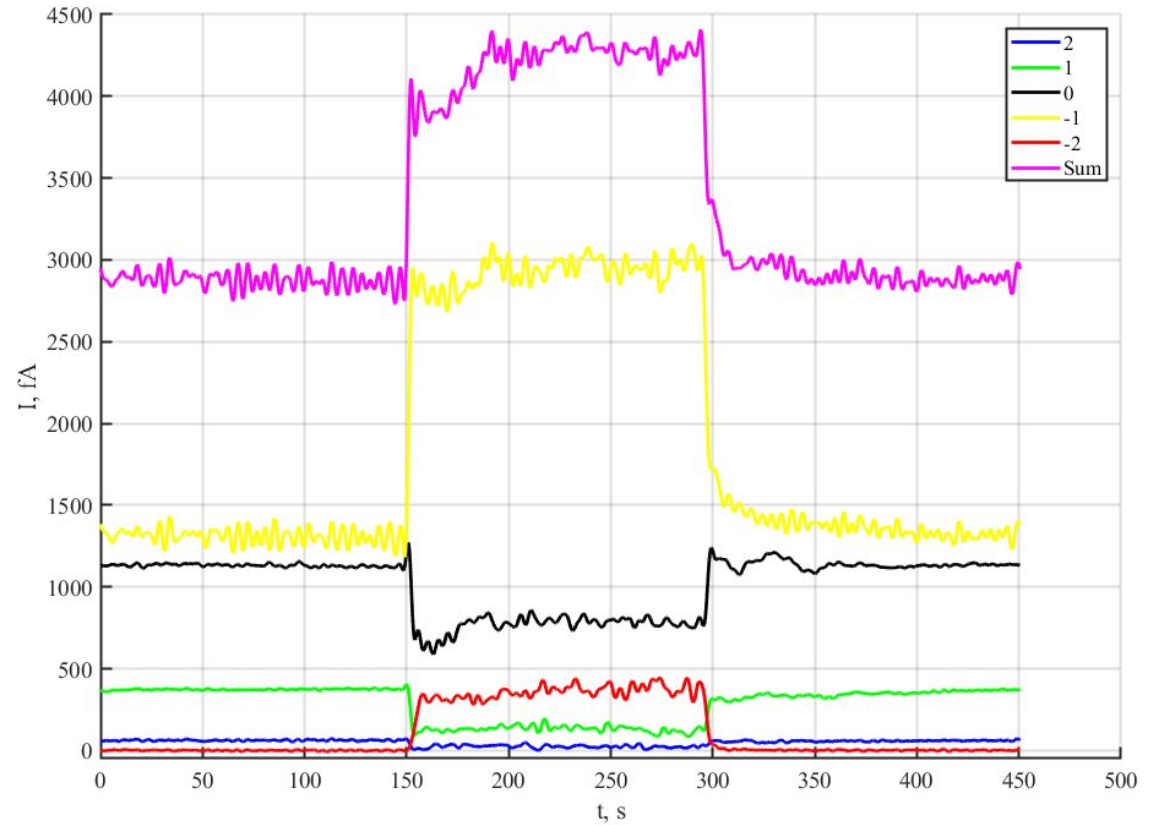
$$Z_0 = \frac{1}{2} \left[\frac{e(\epsilon-1)}{E_{\perp} \epsilon(\epsilon+1)} \right]^{1/2}.$$

$Z_0=100\text{nm}$ - глубина локализации зарядов.

Эксперименты при температуре $T=1.5\text{K}$

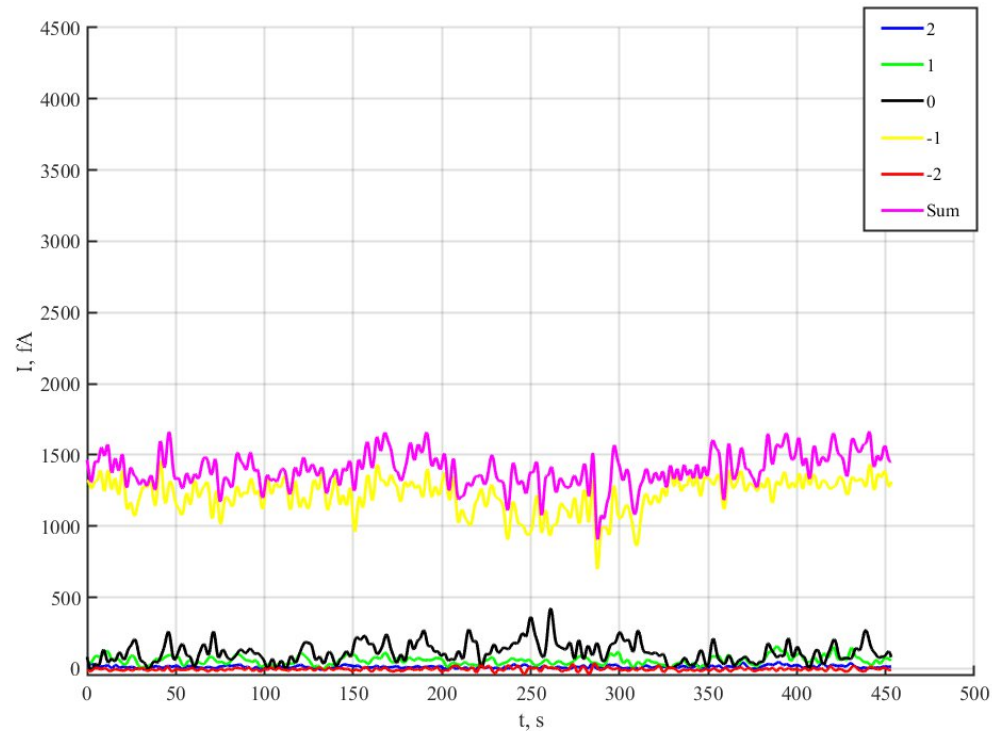


Зависимости от времени тока на принимающих коллекторах в сверхтекучем гелии He-II для положительных.

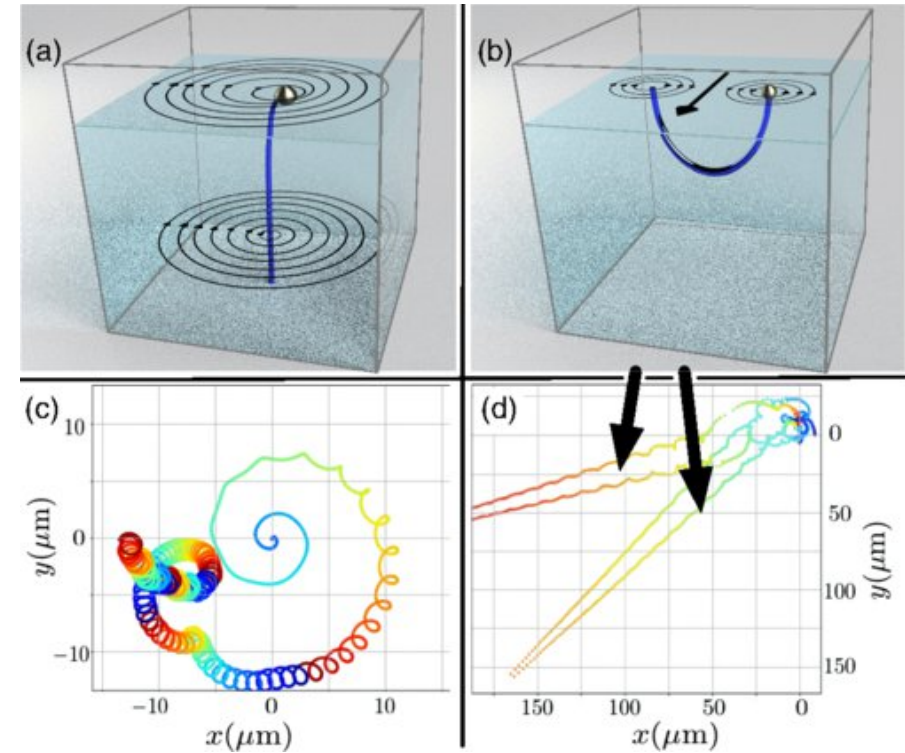


Зависимости от времени тока на принимающих коллекторах в сверхтекучем гелии He-II для отрицательных зарядов.

Эксперименты при температуре $T=2.15\text{K}$



Зависимости от времени тока на принимающих коллекторах в сверхтекучем гелии He-II для отрицательных зарядов.



P. Moroshkin, P. Leiderer, K. Kono, S. Inui, and M. Tsubota
Phys. Rev. Lett. 122, 174502 – Published 3 May 2019

Заключение

Обнаружено, что в случае движения положительных зарядов распределение плотности коллекторного тока по сегментам совпадает с направлением силовых линий приложенного электрического поля, а при движении отрицательных зарядов распределение плотности тока по коллектору заметно отличается от геометрии движения, задаваемой приложенным электрическим полем. Возбуждение стоячих капиллярных волн на поверхности He-II в ячейке, нелинейное взаимодействие между которыми приводит к генерации вихрей на поверхности и в объеме слоя жидкости, заметно изменяет распределение токов отрицательных зарядов по сегментам коллектора, и в то же время практически не влияет на распределение токов положительных зарядов по сегментам. Наблюдаемые различия в поведении распределения токов инжектированных зарядов разных знаков вблизи свободной поверхности и в объеме He-II можно объяснить тем, что в отличие от положительно заряженных снежных шариков электронные пузырьки сильно взаимодействуют с квантовыми вихрями, содержание которых значительно возрастает при возбуждении нелинейных волн на поверхности сверхтекучей жидкости.