



Возбуждения в квантовой жидкости – нелинейные волны и квантовые вихри

д.ф.-м.н. Виктор Борисович Ефимов

Институт физики твердого тела РАН, Черногловка

Сверхтекучий гелий обладает уникальными свойствами. В частности, это единственное вещество, остающееся в жидком состоянии при температурах вплоть до абсолютного нуля (при давлениях ниже 25 атм.), когда количество возбуждений в среде и концентрация нормальной компоненты становятся пренебрежимо малыми. Описание и моделирование поведения вихрей в сверхтекучем гелии при температурах ниже 0.1 К существенно упрощаются из-за квантования течения сверхтекучей компоненты и отсутствия нормальной компоненты, и все гидродинамические свойства гелия, связанные с его вращательным движением, определяются квантовыми вихрями. Это позволяет использовать сверхтекучий гелий при сверхнизких температурах как модельную среду для изучения формирования и распада турбулентной системы квантовых вихрей.

Переход гелия в сверхтекучее состояние из нормального сопровождается нарушением симметрии из изотропного к состоянию со случайными фазами волновой функции в разных областях физического пространства, что позволяет моделировать процессы формирования Вселенной после Большого Взрыва, сопровождающимся так же нарушением симметрии пространства и формированием, как предполагается, квантовых струн.

Еще одно уникальное свойство проявления квантовых свойств гелия, а именно – одновременное существование нормальной и сверхтекучей компонент, определяет возможность генерации звуков с разной физической природой. Так, для сверхтекучего гелия наряду с первым звуком – волной плотности существует второй звук – волна температуры. Аномально сильная зависимость скорости волн второго звука в сверхтекучем гелии от амплитуды волны позволяет экспериментально изучать поведение нелинейных волн в среде с линейным законом дисперсии, процессы перекачки энергии из области гармонической накачки в область ее диссипации, динамику формирования прямых и обратных энергетических каскадов и их распада.