

Для анализа диффузии частиц в классич. жидкостях обычно используется гауссовское приближение для автокорреляц. ф-ции $G_s(r, t)$:

$$G_s(r, t) = [2\pi\Gamma(t)]^{-3/2} \exp\{-r^2/2\Gamma(t)\}.$$

В этом приближении динамика частицы полностью опи-

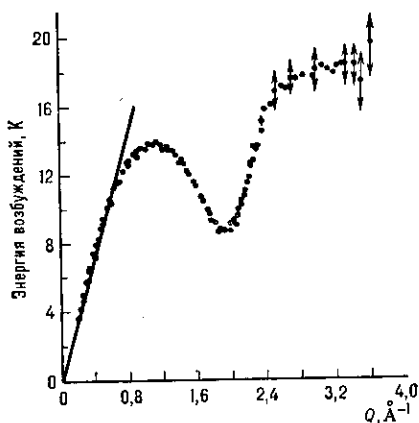


Рис. 3. Зависимость энергии коллективных возбуждений $\hbar\omega$ от волнового вектора Q в сверхтекучем гелии при $T = 1,1$ К.

сывается т. н. шириной ф-цией $\Gamma(t)$, имеющей смысл среднего квадратичного смещения частицы за время t :

$$\Gamma(t) = \frac{1}{3} \int d^3r r^2 G_s(r, t).$$

Исследования с помощью Н. р. н. показывают сложный характер зависимости $\Gamma(t)$. В течение малых времён частицы движутся как в идеальном газе: $\Gamma(t \rightarrow 0) \approx t^2 kT/M$, а на протяжении больших времён выполняется классич. закон диффузии: $\Gamma(t \rightarrow \infty) \approx 2Dt$, где D — коэф. диффузии.

Некогерентное Н. р. н. используется также для изучения колебат. и вращат. спектров молекул в жидкостях и плотных газах (напр., в H_2O).

Магнитное неупругое рассеяние. Магн. рассеяние нейтронов обусловлено взаимодействием магн. момента нейтрона с магн. моментами электронных оболочек атомов, молекул, электронов проводимости в металлах и

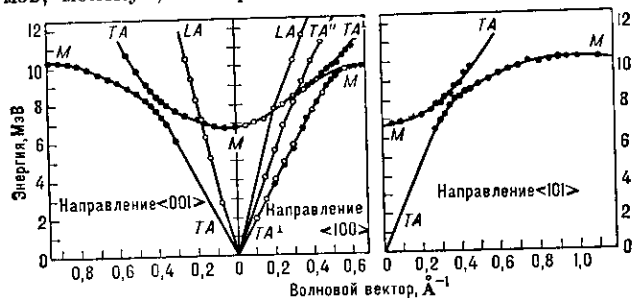


Рис. 4. Фононные и магнитная дисперсионные кривые в антиферромагнетике Fe_2 при $T = 4,2$ К; TA — поперечный, LA — продольные акустические фононы, M — магны.

т. д. (см. *Магнитная нейтронография*). Неупругое магн. рассеяние связано с рассеянием нейтронов на флуктуациях спиновой плотности, т. е. с коллективными возбуждениями спиновой системы. Это — *спиновые волны* (магны) в магнитоупорядоченных средах, флуктуации намагниченности вблизи магн. фазовых переходов, возбуждения индивидуальных спинов (парамагн. рассеяние) или полных моментов f -электронов при переходах между уровнями, обусловленными взаимодействием с внутрикристаллич. электр. полем.

Наиб. полно изучены одномогнитное рассеяние при низких темп-рах в ферро- и антиферромагнетиках и

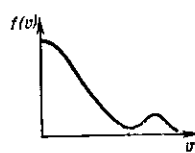
рассеяние вблизи магн. фазовых переходов. Одномогнитное рассеяние, как и однофононное, позволяет определить частоту $\omega(q)$ и затухание $\Gamma(q)$ магнона, величины магн. моментов магн. подрешёток. Рассеяние при темп-ре $T \rightarrow T_c$ (критич. темп-ра) даёт возможность исследовать поведение критич. моды флуктуаций спиновой плотности, «замораживание» к-рой определяет тип магн. дальнего порядка при $T < T_c$ (см. *Спиновой плотности волны*).

Взаимодействие спинов с фононами может привести к появлению смешанных магнон-фононных возбуждений и интерференции ядерного и магн. рассеяния. Исследование Н. р. н. в области гибридизации магнона и фонона позволяет по величине расщепления оценить параметры спин-решёточного взаимодействия (рис. 4).

Лит.: Гуревич И. И., Тарасов Л. В., Физика нейтронов низких энергий, М., 1965; Woods A. D. B., Cowley R. A., Structure and excitation of liquid helium, «Repts Prog. Phys.», 1973, v. 36, p. 1135; Динамические свойства твёрдых тел и жидкостей. Исследование методом рассеяния нейтронов тел и жидкостей. Исследование методом рассеяния нейтронов, пер. с англ., М., 1980; Изюмов Ю. А., Черноплёков Н. А., Нейтронная спектроскопия, М., 1983; Алексеев В. Л., Плакида Н. М., Стаменкович С., Рассеяние нейтронов сегнетоэлектриками, М., 1984; Уиндзор К., Рассеяние нейтронов от импульсных источников, пер. с англ., М., 1985. Н. М. Плакида.

НЕУСТОЙЧИВОСТИ ПЛАЗМЫ — самопроизвольное нарастание отклонений от невозмущённого квазистационарного состояния плазмы (состояния равновесия, стационарного течения и т. п.), связанное либо с пространств. неоднородностью плазмы, либо с неравновесным распределением по скоростям. С энергетич. точки зрения для возникновения Н. п. необходим нек-рый избыток свободной энергии (над термодинамически равновесной) в невозмущённом состоянии плазмы.

В зависимости от того, в какой форме энергии (магн., механич., тепловой) образуется избыток свободной энергии и в каком виде и каким способом этот избыток выводится, различают разного вида Н. п.: пучковые, токовые, дрейфовые, магнитогиродинамич., кинетич., параметрич., диссипативные, разрывные и др. Так, напр., если в разреженных плазмах невозмущённое состояние ионов и электронов описывается в виде суммы *Максвелла распределения* и дополнит. пучка ионов или электронов, движущегося со скоростью, превышающей нек-рое критич. значение (рис.), то в плазме возникают т. н. *пучковые неустойчивости*, к-рые



приводят к самопроизвольному нарастанию плазменных волн с фазовыми скоростями, несколько меньшими скорости пучка. В бесстолкновит. плазме без магн. поля возбуждение ленгмюровских волн пучком электронов обусловлено взаимодействием с волной резонансных электронов пучка, скорости к-рых совпадают со скоростью распространения волны. Если волна распространяется с фазовой скоростью, меньшей скорости пучка, то число электронов, слегка обгоняющих волну и поэтому отдающих ей энергию, больше числа электронов, слегка отстающих от волны и отнимающих от неё энергию. В результате амплитуда волны нарастает. Резонансное взаимодействие с волнами описывается кинетич. ур-ниями, и поэтому Н. п. такого рода наз. к и е т и ч е с к и м и. Будет ли волна затухать или нарастать при таком взаимодействии, зависит от знака производной ф-ции распределения резонансных частиц по скоростям df/dv . При $df/dv < 0$ она затухает (*Ландау затухание*), а при $df/dv > 0$ — нарастает. Аналогично развиваются неустойчивости плазмы с током, когда невозмущённое состояние ионов и электронов описывается в виде суммы распределений Максвелла, сдвинутых друг относительно друга по оси скоростей на величину токовой скорости электронов. В результате кинетич. токовой неустойчивости возбуждаются ионно-звуковые волны в неизотермич. плазме ($T_e \gg T_i$), когда токовая скорость электронов превышает скорость ионного звука. Осн. следствие токовой Н. п. — быстрая передача импульса электро-