

## ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ТВЕРДОГО $\text{He}^3$

*П. С. Кондратенко*

Сильную зависимость температуры магнитного упорядочения от степени сжатия предлагается использовать для дополнительного охлаждения твердого  $\text{He}^3$ .

По современным представлениям тенденция к магнитному упорядочению твердого  $\text{He}^3$  является результатом обменного взаимодействия, которое происходит благодаря большой амплитуде нулевых колебаний атомов кристалла. Квадрат отношения ее величины к межатомному расстоянию  $a$  качественно определяется параметром  $\Lambda = \hbar / a \sqrt{m\epsilon} [1]$  ( $m$  — масса атома,  $\epsilon$  — характерная энергия взаимодействия). Если при сжатии энергия  $\epsilon$  растет быстрее, чем  $a^{-2}$ , а это действительно имеет место, то параметр  $\Lambda$  падает. Поскольку обменная энергия зависит экспоненциально от перекрытия волновых функций соседних атомов, а последнее фактически определяется величиной  $\Lambda$ , температура магнитного упорядочения  $\Theta$  при сжатии твердого  $\text{He}^3$  должна резко понижаться. Эти качественные рассуждения подтверждаются результатами численных расчетов [2] и экспериментальными данными по магнитной восприимчивости. Так например, согласно измерениям Кирка и др. [3] парамагнитная точка Кюри

$\Theta_p$ -ОЦК  $\text{He}^3$  при изменении удельного объема от  $24 \text{ см}^3/\text{моль}$  до  $21 \text{ см}^3/\text{моль}$  уменьшается на порядок.

Цель настоящего сообщения — обратить внимание на то, что описанное явление может быть использовано для дальнейшего охлаждения твердого  $\text{He}^3$  путем адиабатического сжатия после достижения температуры магнитного упорядочения. В самом деле, при охлаждении ниже точки  $\Theta$  спиновая часть энтропии резко уменьшится, а так как она практически полностью определяет энтропию кристалла в рассматриваемой области температур, неравенство  $T < \Theta$  при адиабатическом сжатии сохранится, и ввиду сильного уменьшения величины  $\Theta$ , температура кристалла в результате указанного процесса значительно понизится.

Недавно Гальперин, Арчи, Расмуссен, Бурман и Ричардсон [4] впервые наблюдали переход твердого  $\text{He}^3$  в магнитоупорядоченную фазу с  $\Theta = 1,17 \text{ мК}$ . Использование рассмотренной выше возможности охлаждения позволит распространить измерения в область субмиллиградушной шкалы температур.

В заключение автор выражает глубокую благодарность И.Е. Дзялошинскому за обсуждение работы.

Всесоюзный  
научно-исследовательский институт  
оптико-физических измерений

Поступила в редакцию  
11 ноября 1974 г.

#### Литература

- [1] А.Ф. Андреев, И.М. Лившиц, ЖЭТФ, **56**, 2056, 1969.
- [2] C. Ebner, C.C. Sung. Phys. Rev. A **4**, 1099, 1971.
- [3] W.F. Kirk, E.B. Osgood, M. Garber. Phys. Rev. Lett., **23**, 933, 1969.
- [4] W.P. Halperin, C.N. Archie, F.B. Rasmussen, R.A. Buhrman, R.C. Richardson. Phys. Rev. Lett., **32**, 927, 1974.