

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

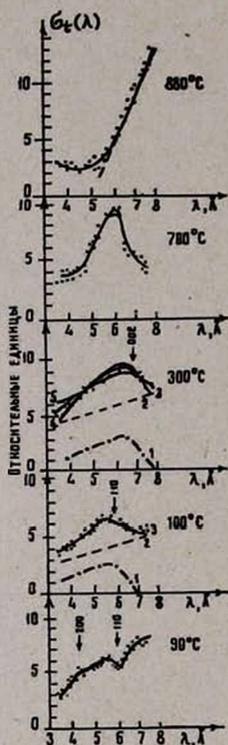
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЖИДКОГО НАТРИЯ
МЕДЛЕННЫМИ НЕЙТРОНАМИ

Б. И. ХРУЩЕВ, Л. С. ШАРИПОВА

Приводятся результаты измерения интегральных поперечных сечений рассеяния медленных нейтронов на натрии от 90°C до точки кипения. Анализ изменения формы $\sigma_i(\lambda)$ с привлечением структуры внешних электронных оболочек показывает, что только в точке кипения натрий ведет себя как газовая система.

На экспериментальной установке [1] были измерены интегральные сечения взаимодействия $\sigma_i(\lambda)$ медленных нейтронов с кристаллическим и жидким натрием в интервале длин волн налетающих нейтронов от 3,5 до 7,5 Å. Кристаллический натрий исследовался при 90°C , жидкий при 100, 300, 700°C и точке кипения. Неточность в определении $\sigma_i(\lambda)$ показана разбросом экспериментальных точек и равна $\pm 5\%$ в области коротких длин волн и увеличивается с увеличением длины волны налетающих нейтронов до $\pm 6\%$. В $\sigma_i(\lambda)$ для натрия наблюдается только один пик, поэтому идентифицировать структуру жидкого натрия подробно не представляется возможным, но можно использовать значение постоянной решетки „ a “ при расчете $\sigma_s(\lambda)$ по квазикристаллической модели [2]. Сравнение расчетного интегрального поперечного сечения при 100°C по ОЦК-структуре показывает хорошее совпадение с экспериментом для $a = 4,3$ (см. рис.), т. е. для значения такого же, как и в кристалле. Но при перегреве расплава до 300°C и выше совпадение экспериментальных кривых с суммарными расчетными, хотя и удовлетворительное, однако значение a и средний объем V , приходящийся на один атом в жидком натрии, слишком велики. Так, при $T = 300^\circ\text{C}$ для ГЦК и ОЦК соответственно получается: $a \approx 6 \text{ Å}$, $V \approx 54 \text{ Å}^3$; $a \approx 4,95 \text{ Å}$, $V \approx 60,7 \text{ Å}^3$, что значительно превосходит объем $V = 40 \text{ Å}^3$ кристаллического состояния. В этом смысле более подходит плотноупакованная гексагональная структура при $c/a \approx 2$, средний объем V увеличивается менее, чем на один процент, как и следует из [3]. Здесь определенную ясность могли бы внести эксперименты по дифракции (через n_1 и r_1), однако для 300°C и выше таких данных в литературе нет. При расчете суммарных значений $\sigma_s(\lambda)$ рассеяние на неупорядоченной области рассматривалось как рассеяние на идеальном газе. В указанном температурном и волновом интервале это сечение можно было принять пропорциональным $1/v$, где v — скорость налетающих нейтронов. Учитывалось также некогерентное рассеяние и поглощение.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что вблизи точки плавления структура жидкого натрия соответствует кристаллической, и при перегреве, по крайней мере на несколько сот градусов, упаковка атомов в жидком натрии принимает черты плотнейшей гексагональной и только при кипении ход $\sigma_i(\lambda)$ пропорционален $1/\nu$ как при рассеянии на идеальном газе.



Температурная зависимость полных сечений натрия.

● — экспериментальные точки.

$T = 100^\circ\text{C}$.

1—3—расчетные кривые; $c = 2600$ м/сек. 1—рассеяние на ОЦК-структуре; 2—рассеяние на неупорядоченных атомах + некогерентное рассеяние + поглощение; 3—рассеяние на ОЦК-структуре + рассеяние на неупорядоченных атомах + некогерентное рассеяние + поглощение; ↓ — рефлекс кристаллической (ОЦК) структуры.

$T = 300^\circ\text{C}$.

1—5—кривые, рассчитанные по квазикристаллической модели одноатомной жидкости (2); $c = 2500$ м/сек. 1—рассеяние на ГПУ-структуре; 2—рассеяние на неупорядоченных атомах + некогерентное + поглощение; 3—суммарная кривая при рассеянии на ГПУ-структуре; 4—суммарная кривая при рассеянии на ГЦК-структуре; 5—расчетная суммарная кривая при рассеянии на ОЦК-структуре; ↓ — рефлекс кристаллической структуры (ГПУ).

Внешние электронные оболочки атома натрия имеют конфигурацию $2p^6 3s^1$ и ионизационные потенциалы: 5,12; 47,06; 70,72 эв. В кристаллическом состоянии отделяется валентный s -электрон, образуя металлическую связь и ионы Na^{1+} укладываются в ОЦК-структуру [4], которая, как следует из формы экспериментальных $\sigma_i(\lambda)$ (см. рис.), сохраняется до точки плавления. При плавлении плотность электронного газа остается близкой к единице [4], что может быть объяснено очень высоким вторым ионизационным потенциалом, так что, по-видимому, не происходит изменения структуры внешних электронных оболочек иона Na^{1+} и, как следствие, сохраняется соответствие структур жидкого и кристаллического состояния. При повышении температуры из-за увеличения среднего объема на один атом p -оболочки ионов, по-видимому, уже не перекрываются, и ионы укладываются по модели статистически независимых шаров с плотной упаковкой и только в точке кипения связи между ионами настолько ослаблены, что

движение атомов приближается к свободному как в идеальном газе и для длинноволновой части интервала изменения λ , где $\frac{v}{v_T}$ мало, здесь v_T — скорость нейтрона, зависящая от температуры рассеивателя, $\sigma_s(\lambda) \sim \frac{1}{v}$ [5].

Институт ядерной физики
АН УзССР

Поступила 21.I. 1969

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б. И. Хрущев, Л. С. Шарипова, ПТЭ, № 6, 47 (1967).
2. Б. И. Хрущев, Исследования по теоретической и ядерной физике. Изд. „ФАН“, Ташкент, 1969.
3. К. П. Яковлев, Краткий физ.-хим. справочник, т. 1. Физматгиз, 1960.
4. В. К. Григорович, Периодический закон Менделеева и электронное строение металлов. Изд. „Наука“, М. (1966).
5. В. М. Турчин. Медленные нейтроны, Изд. „Наука“, М. (1963).

Հեղուկի նԱՏՐԻՈՒՄԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՈՒՍՈՒՄԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԴԱՆԴԱԿ
ՆԵՅՏՐՈՆՆԵՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Բ. Ի. ԽՐՈՒՇՉԵՎ, Լ. Ս. ՇԱՐԻՊՈՎԱ

Չափված են նատրիումի վրա դանդաղ նեյտրոնների ջրման ինտեգրալ կտրվածքները $\lambda = 3,5-7,5 \text{ \AA}$ ալիքների երկարության ինտերվալում $\epsilon 90^\circ, 100^\circ, 300^\circ, 700^\circ$ ու եռման ջերմաստիճանների դեպքում:

A STUDY ON THE STRUCTURE OF LIQUID SODIUM BY MEANS OF SLOW NEUTRONS

B. I. KHRUSCHEV, L. S. SHARIPOVA

The results of measurements of integral cross-sections of slow neutrons scattering in sodium from 90°C up to the boiling point are discussed. An analysis of the shape change of $\sigma_i(\lambda)$ with the help of the external structure of electron shells shows only at boiling point sodium behaves as a gas.