

ДИФФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ В ГАЗАХ

На рассеяние рентгеновских лучей в газах и жидкостях существенным образом влияет внутриатомная, внутримолекулярная и межмолекулярная интерференция (см., например, ¹). Внутренняя интерференция играет превалирующую роль при рассеянии в газах; внешняя (межмолекулярная) — при рассеянии в жидкостях и в газах, находящихся под значительным давлением. На рис. 1 изображена интерференционная кривая рассеяния рентгеновских лучей в газах. Величина ρ характеризует плотность газа.

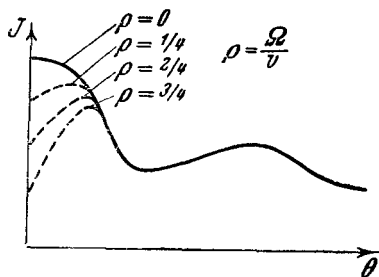


Рис. 1.

При больших плотностях кривая соответствует рассеянию рентгеновских лучей в жидкости. Приведённая кривая построена без учёта атомного фактора, т. е. внутриатомной интерференции, и поэтому должна быть справедлива для нейтронов, рассеяние которых ядрами сферически симметрично.

На установке, изображённой на рис. 2, изучалась диффракция нейтронов на газах ². Через кислород и двуокись углерода пропускались монохроматические нейтроны с энергией 0,07 эв, полученные отражением от плоскости (200) кристалла NaCl. Исследуемые газы находились

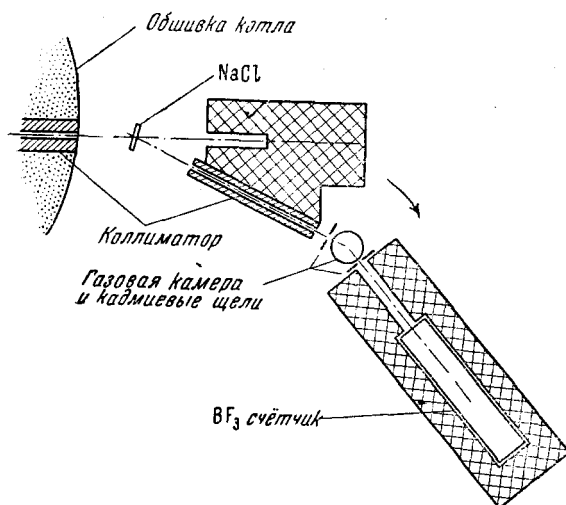


Рис. 2.

в стальном цилиндрическом сосуде при комнатной температуре и давлении 60 атмосфер. Интенсивность рассеянных газами нейтронов измерялась счётчиком, наполненным BF_3 .

Так как рассеяние нейтронов газами очень мало, особое внимание было обращено на снижение фона быстрых нейтронов и нейтронов, рассеянных стенками сосуда. Для этого сталь сосуда подбиралась таким образом, чтобы она не давала когерентного рассеяния нейтронов с энергией 0,07 эв в интервале углов от 0 до 30°.

В области больших углов ($> 30^\circ$) счётчик предохранялся от нейтронов, рассеянных стенками, специальными экранами. Несмотря на все предосторожности, фон всё же составлял половину всех сосчитанных нейтронов. Кроме того, возможно было двойное рассеяние (теоретически до 10%), на которое

вводилась поправка, но никаких попыток уменьшить его не предпринималось.

На рис. 3 и 4 приведены результаты эксперимента для обоих газов, а также теоретические кривые, выведенные из полуклассических

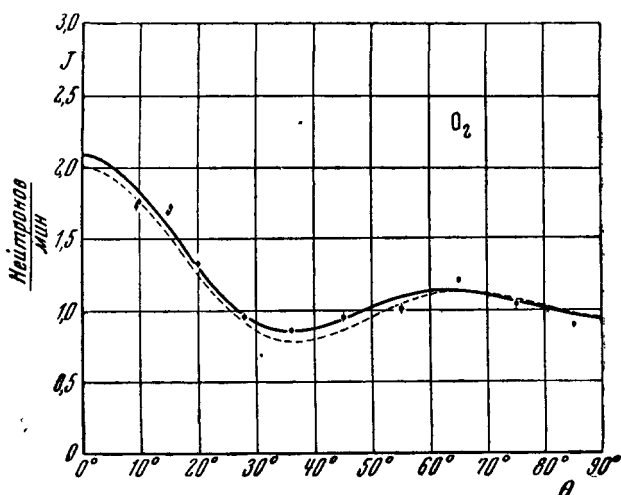


Рис. 3.

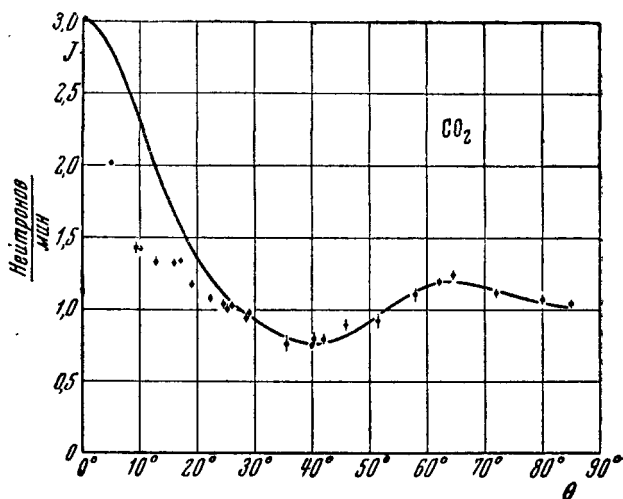


Рис. 4.

представлений: поток нейтронов представляется в виде волны, а молекулы заменены жесткой системой рассеивающих центров. При расчёте теоретических кривых были сделаны поправки на Доплер-эффект.

Парамагнетизм кислорода учтён не был. Вертикальный масштаб подобран так, чтобы экспериментальные точки совпали с теоретическими кривыми. Положение максимумов и минимумов обусловлено геометрической формой молекул.

Хорошее совпадение опыта с теорией, которое видно при сравнении рис. 3 и 4 с рис. 1, говорит о применимости полуклассической теории к этому вопросу. Расхождения экспериментальных данных с теорией в случае CO_2 следовало ожидать: при 60 атмосферах плотность этого газа такова, что становится значительной межмолекулярная интерференция. Для кислорода при 60 атмосферах это явление не имеет места, ибо у него выше критическое давление.

Р. Озеров

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Данилов, Рассеяние рентгеновских лучей в жидкостях. Проблемы новейшей физики, вып. XXXII, ОНТИ, 1935.
2. N. Z. Alsosk, D. G. Hurst, Phys. Rev. 75, 1609 (1949).

НЕЙТРОНОГРАФИЯ ЖИДКОСТЕЙ

При помощи дифракции нейтронов Чемберлен изучал¹ строение жидких металлов (свинца и висмута) и жидкой серы. Им был применён особый светосильный метод, основанный на том, что дифференциальное поперечное сечение рассеяния нейтронов атомами является функцией параметра рассеяния $\frac{\sin \theta}{\lambda}$, где θ — угол рассеяния. Следовательно, при нахождении этой функции (а это и есть цель эксперимента) можно употреблять не монохроматические пучки нейтронов, а пучки с некоторым диапазоном длин волн, но с определённой величиной $\frac{\sin \theta}{\lambda}$; это резко повышает светосильность метода. Дифракционная аппаратура, изображённая на рис. 1, отличается от обычной тем, что падающий пучок не параллелен, а гомоцентричен, и что отражающие атомные плоскости кристалла-монокроматора перпендикулярны к внешней границе (плоский кристалл работает на просвет).

Монокроматор выделяет из падающего пучка нейтроны с определёнными параметрами и фиксирует их на центральную щель, что позволяет в основном избавиться от фона некогерентного рассеяния.

Коллиматорная щель, кристалл-монокроматор и центральная щель при работе остаются в неизменных положениях. Рассеивающий образец может вращаться вокруг вертикальной оси и перемещаться вдоль центрального луча. Таким образом меняются параметры φ и γ , указанные на рис. 1.

Для нейтронов, проходящих вдоль центрального луча, справедливо условие Вульфа-Брегга:

$$\lambda = 2d \sin \theta_0$$

(для $n = 1$) и, следовательно,

$$\frac{\sin \theta}{\lambda} = \frac{\sin \theta}{2d \sin \theta_0}.$$

где λ — длина волны падающих нейтронов, d — межплоскостное расстояние кристалла и углы θ и θ_0 указаны на чертеже.

Для нейтронов, проходящих не по центральному лучу, параметры φ и γ должны быть подобраны так, чтобы и для них $\frac{\sin \theta}{\lambda}$ имело бы ту