

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИНИИ РЕЛЕЕВСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА В НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЯХ

Д. А. Расулмухамедова, Х. Рихситиллаев, Т. Идилов,
М. Г. Халиуллин, А. Расулмухамедов и П. К. Хабибуллаев

В работе по смещению и собственной полуширине компонент Мандельштама—Бриллюэна определены скорость и коэффициент поглощения гиперзвука в толуоле, тиюфене и бензоле при $t=20^\circ\text{C}$.

Ниже приведены результаты измерения скорости и поглощения гиперзвука в толуоле, бензоле и тиюфене по данным о тонкой структуре релеевской линии рассеяния.

Оптическая схема установки, на которой проводились наши измерения, аналогична описанной в работах [1-3]. Источником света служил He—Ne лазер с длиной волны $\lambda=6328\text{ \AA}$ и мощностью 19 мвт. Прибором высокой разрешающей силы являлся интерферометр Фабри—Перо. Для получения снимков тонкой структуры использовалась камера УФ-84. Рассеянный свет наблюдался под углом 90° в толуоле и тиюфене, а в бензоле под углом 90 и 115° . При изучении рассеянного света под углом 115° зеркало, возвращающее в кювету прошедший луч, не ставилось; крестообразная кювета заменялась сферической.

Жидкости марки «х. ч.» подвергались дополнительной химической очистке и трехкратной перегонке. Степень чистоты контролировалась измерением плотности ρ_4^{20} , показателя преломления n_D^{20} и температуры кипения $t_{\text{кип}}$. Жидкости имели следующие свойства:

толуол — $n_D^{20}=1.4967$, $\rho_4^{20}=0.8664\text{ г/см}^3$, $t_{\text{кип.}}=110.6^\circ\text{C}$, 760 мм;
тиюфен — $n_D^{20}=1.5289$, $\rho_4^{20}=1.0650\text{ г/см}^3$, $t_{\text{кип.}}=84.1^\circ\text{C}$, 760 мм;
бензол — $n_D^{20}=1.5011$, $\rho_4^{20}=0.8789\text{ г/см}^3$, $t_{\text{кип.}}=80.1^\circ\text{C}$, 760 мм.

Исследования проводились при 20°C . Точность термостатирования составляла $\pm 0.1\%$.

По величине смещения $\Delta\nu$ компонент Мандельштама—Бриллюэна определялись частота f_r и скорость V_r гиперзвука по формулам

$$f_r = \Delta\nu c, \quad (1)$$

$$V_r = \frac{\Delta\nu c \lambda}{2n_D \sin \frac{\Theta}{2}}, \quad (2)$$

где c — скорость света, λ — длина волны возбуждающего света, Θ — угол рассеяния, $\Delta\nu$ измеряется в обратных сантиметрах. По собственной полуширине компонент Мандельштама—Бриллюэна $\delta\nu_{\text{М.-Б.}}$ вычислялся амплитудный коэффициент поглощения α_r гиперзвука с помощью уравнения

$$\alpha_r = \frac{\pi c}{V_r} \delta\nu_{\text{М.-Б.}} \quad (3)$$

Точность определения скорости распространения гиперзвука составляла $\sim 0.5\%$, амплитудного коэффициента поглощения гиперзвуковых волн $\sim 20\text{--}25\%$.

Жидкость	θ , град.	$\Delta\nu$, см^{-1}	$f_r \cdot 10^{-9}$, Гц	V_r , м/сек.	V_0 , м/сек.	$\delta\nu_{\text{М.-Б.}}$, $\cdot 10^3$, см^{-1}	$\left(\frac{\alpha}{f^2}\right)_r \cdot 10^{17}$, $\text{см}^{-1} \cdot \text{сек.}^2$	$\left(\frac{\sigma}{f^2}\right)_{f \rightarrow 0} \cdot 10^{17}$, $\text{см}^{-1} \cdot \text{сек.}^2$	$\tau \cdot 10^{10}$, сек.	$I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ эксперимент	$I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ по формуле (5)	$I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ по формуле (6)
Толуол	90	0.1506	4.50	1351	1326	10	35	81	0.41	0.46	0.35	0.40
Тиофен	90	0.1634	4.87	1435	1296	8	22	1600	5.7	0.80	0.46	0.81
Бензол	90	0.1664	4.98	1488	1324	7	18	868	2.7	0.90	0.45	0.83
Бензол	115	0.2013	6.04	1509	1324	10	16	—	—	0.98	0.45	0.83

Полученные нами значения: $\Delta\nu$, V_r , f_r , $\delta\nu_{\text{М.-Б.}}$, $(\alpha/f^2)_r$ приведены в таблице. Там же даны значения $(\alpha/f^2)_{f \rightarrow 0}$, заимствованные из работ [4-6]. Для всех исследованных нами жидкостей были рассчитаны времена акустической релаксации τ по формуле

$$\tau = \frac{1}{\omega_r} \left[\frac{(\alpha'/f^2)_{f \rightarrow 0}}{(\alpha'/f^2)_r} - 1 \right]^{1/2}, \quad (4)$$

где α' — избыточный коэффициент поглощения звука. Рассчитанные времена релаксации приведены в таблице. Полученные нами значения τ для всех изученных жидкостей в пределах ошибок опыта согласуются с приведенными в работах [1, 2, 4].

Для толуола, тиофена и бензола нами было определено отношение интегральных интенсивностей центральной компоненты к сумме интегральных интенсивностей компонент Мандельштама—Бриллюэна $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$. Экспериментальные значения $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ приведены в таблице. Мы провели расчет величины $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ по формуле Ландау—Плачека

$$I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}} = \gamma - 1, \quad (5)$$

где $\gamma = C_p/C_v$, C_p и C_v — значения теплоемкости при постоянном давлении и объеме.

Как видно из таблицы, рассчитанные значения $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ много меньше экспериментальных. Это расхождение, по-видимому, объясняется наличием значительной дисперсии скорости звука во всех изученных нами веществах.

Если учесть дисперсию адиабатической сжимаемости β_s , то можно рассчитать величину $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$ по формуле Тунина

$$I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}} = \gamma \frac{V_0^2}{V_r^2} - 1. \quad (6)$$

Как видно из таблицы, в пределах ошибок опыта наблюдается согласие между вычисленными и экспериментальными значениями $I_{\pi}/2I_{\text{М.-Б.}}$.

Литература

- [1] В. С. Старунов, И. Л. Фабелинский. Матер. к симп. «Релеевское рассеяние света и строение жидкостей». Изд. МГУ, М., 1967.
- [2] Л. В. Ланшина, Ю. Г. Шорошев, М. И. Шахпаронов. ДАН СССР, 173, 70, 1967.
- [3] D. P. Eastman, A. Hollinger, J. Kenemuth, D. N. Rank. J. Chem. Phys., 50, 4, 1969.
- [4] С. С. Алиев, Л. Е. Квасова, Л. В. Ланшина, К. Парпиев, П. К. Хабибуллаев. Акустич. ж., 16, 304, 1970.
- [5] П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиуллин. Ультразвуковая техника, вып. 3, 47, 1967.
- [6] П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиуллин. ЖФХ, 42, 1804, 1968 г.

Поступило в Редакцию 20 апреля 1971 г.