

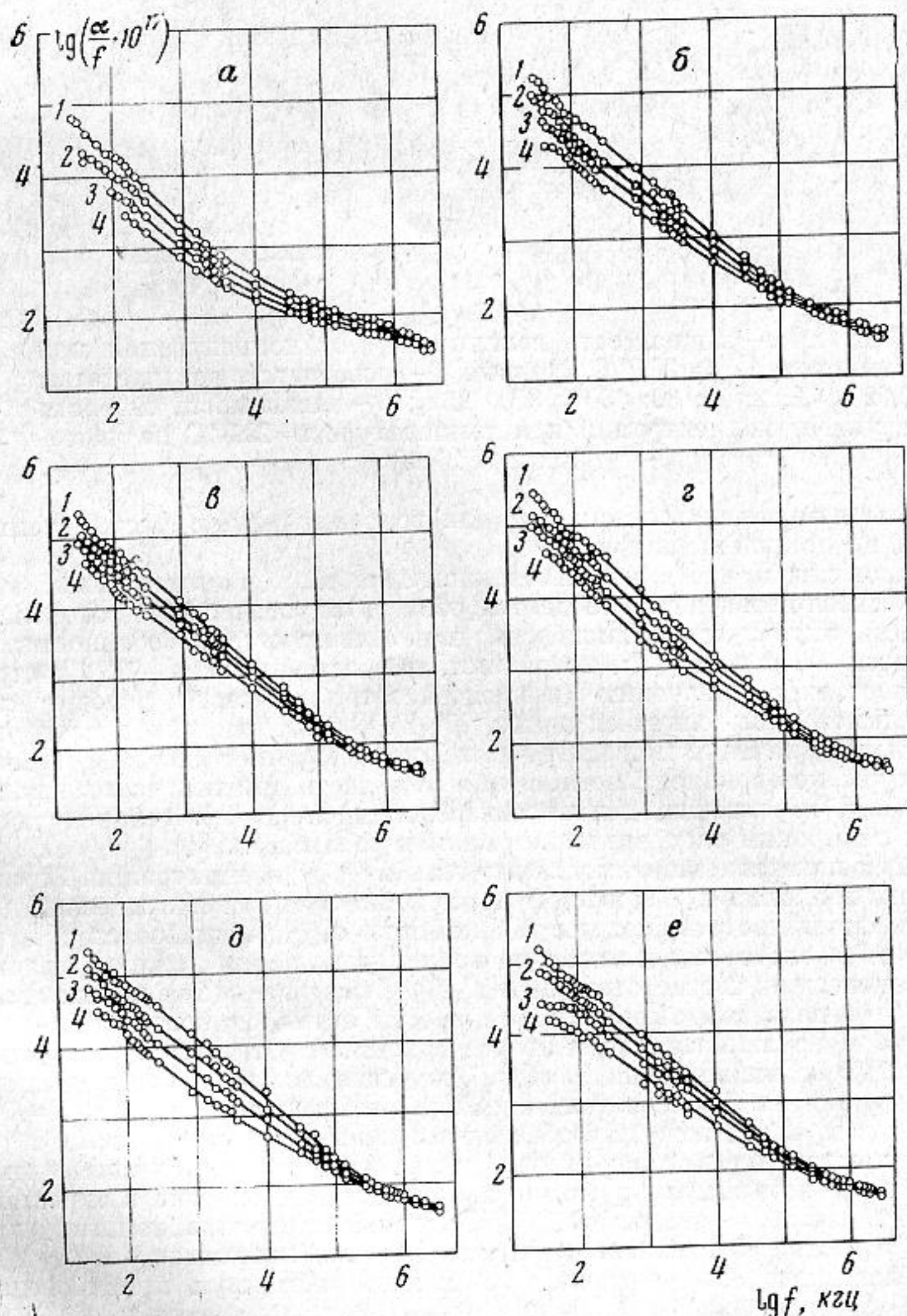
БРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 534.286

АКУСТИЧЕСКАЯ ДИСПЕРСИЯ
В РАСТВОРАХ НИТРОБЕНЗОЛ-ИЗООКТАН, ИМЕЮЩИХ
ВЕРХнюю КРИТИЧЕСКУЮ ТОЧКУ РАССЛАИВАНИЯ

С. С. Алиев, Л. А. Давидович, Д. Ф. Пулатова, П. К. Хабибуллаев

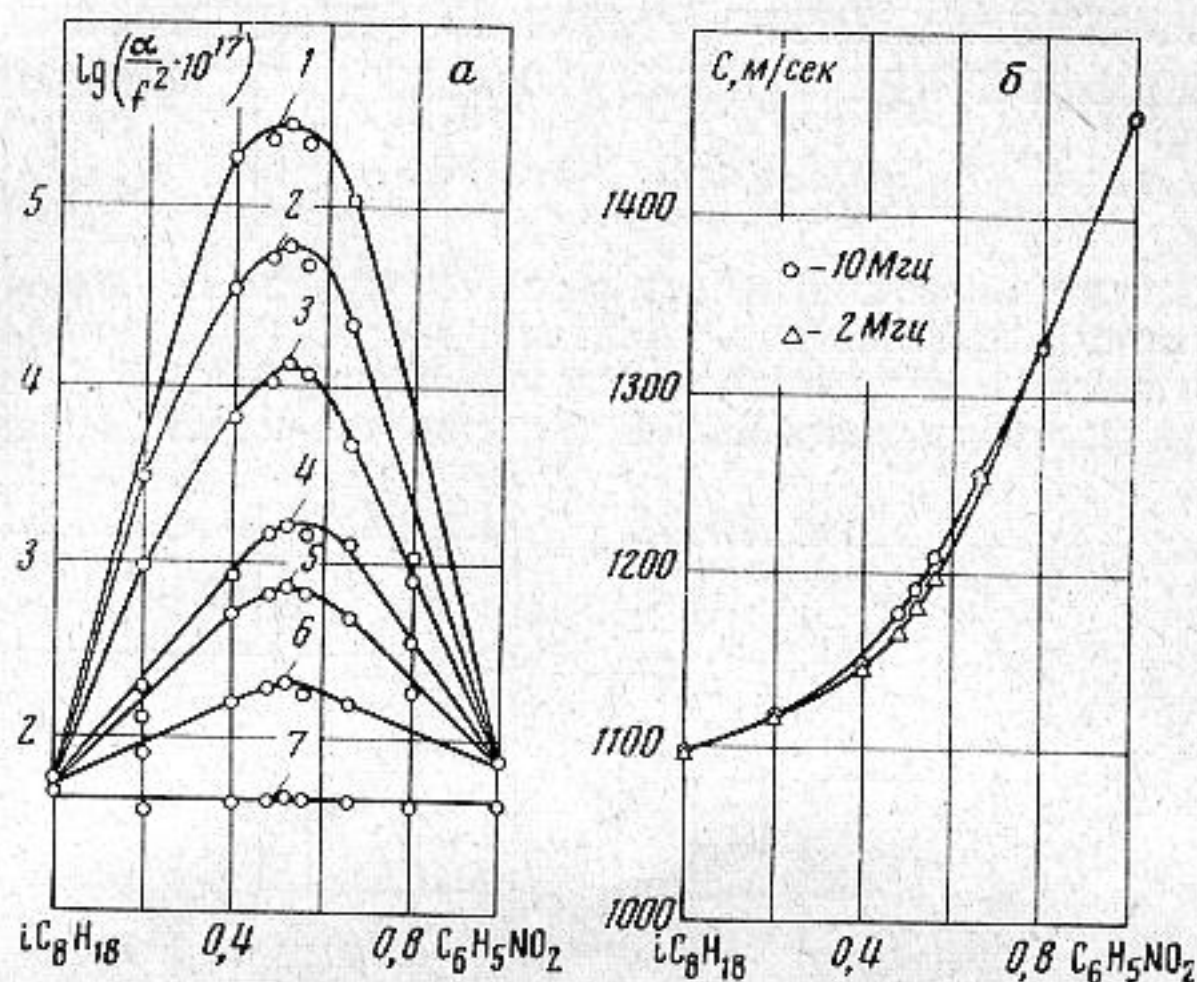
Раствор нитробензол-изооктан имеет верхнюю критическую точку расслаивания; по нашим измерениям критическая концентрация $X_c \approx 0,520$ мольных долей (м.д.) нитробензола в изооктане, а критическая температура $T_c \approx 29,7^\circ \text{C}$. Исследования акустических свойств раствора нитробензол-изооктан проводились нами на пяти уста-



Фиг. 1. Зависимость величин $\lg \alpha/f^2$ от логарифма частоты f . Буквы $a-e$ соответствуют следующим концентрациям: $X=0,200; 0,400; 0,480; 0,520; 0,550; 0,650$ м.д. нитробензола в изооктане, а кривые $1-4$ — температурам при значениях $\Delta T = (T - T_{\text{расс}}) = 0,2; 5; 10; 20^\circ \text{C}$; $T_{\text{расс}}$ — температура расслаивания

повках, описанных в работах [1–3]. Скорость распространения C звука измерялась на двух установках фазовым методом в диапазоне частот от 285 $KГц$ до 130 $MГц$ с точностью $\sim 0,05–0,5\%$. Амплитудный коэффициент поглощения звука на частотах от 20 до 200 $KГц$ измерялся реверберационным методом, на частотах от 285 $KГц$ до 4,3 $MГц$ – методом замещения с использованием эхо-сигналов и на частотах от 10 $MГц$ до 3 $ГГц$ – импульсным методом. Точность измерения коэффициента поглощения составляла $\sim 5–10\%$, точность термостатирования $\sim 0,01^\circ C$.

Частотная зависимость величин C и α в растворе нитробензол-изооктан изучалась как вблизи, так и вдали от критической точки расслаивания.



Фиг. 2. а – зависимость величин α/f^2 от концентрации при температуре $t=29,9^\circ C$. Кривые 1–7 соответствуют частотам 0,029; 0,2; 2; 10; 30; 130 и 3000 $MГц$; б – зависимость скорости звука от концентрации при температуре $t=29,9^\circ C$ на частотах 2 и 10 $MГц$

Результаты измерения величин α/f^2 для всех изученных частот, температур и концентраций представлены на фиг. 1.

Из графиков видно, что в использованном диапазоне частот и температур в растворах нитробензол-изооктан наблюдается область акустической дисперсии. Обнаруженная область акустической дисперсии имеет следующие особенности: величина α/f^2 на частотах $\sim 10^9$ до 10^4 $Гц$ возрастает, на частотах выше 10^9 $Гц$ стремится к некоторому постоянному значению (в низкочастотной области условие $\alpha/f^2 = const$ может, по-видимому, выполняться ниже 10^4 $Гц$), коэффициент поглощения звука имеет наибольшее значение при критической концентрации раствора, причем с ростом температуры коэффициент поглощения в области низких частот уменьшается. Такие особенности характерны для акустической дисперсии в релаксирующих жидких системах с широким распределением времен релаксации [4].

На фиг. 2, а показана зависимость величин α/f^2 от концентрации. Из этой фигуры следует, что величина α/f^2 проходит через максимум при критической концентрации. С повышением частоты максимум величины α/f^2 уменьшается и исчезает на частоте 3000 $MГц$. Это обстоятельство позволяет установить нижнюю границу спектра времен релаксации, соответствующей $\tau \approx 10^{-10}$ сек (τ – время релаксации).

На фиг. 2, б показана зависимость скорости звука от концентрации; скорость звука в растворе не является аддитивной величиной. Отклонение от аддитивности на частоте 2 $MГц$ больше, чем на 10 $MГц$. Это указывает на наличие дисперсии скорости звука, причем наибольшее значение $\Delta C/C$ наблюдается там, где $X \approx X_c$.

Таким образом, в растворе нитробензол-изооктан значения величин α/f^2 и $\Delta C/C$, при $X \rightarrow X_c$ проходят через максимумы. Это позволяет предположить, что обнаруженная в растворе нитробензол-изооктан акустическая дисперсия в окрестности критической точки расслаивания вызвана релаксацией концентрационных флуктуаций, которые, как известно [5], вблизи критической точки аномально возрастают.

Авторы благодарят Т. А. Артыкова за помощь, оказанную при проведении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Избасаров, Л. А. Давидович, А. А. Иванов, М. Г. Халиулин, П. К. Хабибуллаев. Об акустической релаксации в этилформиате и циклогексаноле. В сб.: Акустические исследования жидких систем и электродных процессов. Ташкентск. гос. пед. ин-т им. Низами, 1971, 90, 3–10.

2. Л. А. Давидович, М. Г. Халиулин, П. К. Хабибуллаев. Исследование акустических свойств некоторых жидкостей на частотах 0,3–5 МГц. Изв. АН УзССР. Сер. физ.-мат. н., 1972, 4, 69–70.
3. Л. А. Давидович, С. Махжамов, Л. Пулатова, П. К. Хабибуллаев, М. Г. Халиулин. Исследование акустических свойств некоторых органических жидкостей на частотах 0,3–3 ГГц. Акуст. ж., 1972, 18, 2, 318–320.
4. М. И. Шахпаронов, Ю. Г. Шорошев, С. С. Алиев, М. Г. Халиулин, П. К. Хабибуллаев. Исследование акустических свойств растворов с критической точкой расслаивания. Ж. физ. химии, 1969, 43, 10, 2543.
5. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Статистическая физика. М., «Наука», 1964.

Ташкентский государственный педагогический институт им. Низами

Поступила
17 февраля 1975 г.

УДК 534.222

ОТРАЖЕНИЕ В РАССЕИВАЮЩЕЙ СРЕДЕ

В. И. Гельфгат

В работе [1] была рассмотрена задача об отражении монохроматической волны в случайно неоднородной среде от плоского абсолютно отражающего бесконечного зеркала. С помощью довольно сложных методов континуального интегрирования и функционального дифференцирования была найдена связь среднего отраженного поля со статистическими характеристиками падающей волны. Ниже показывается, что та же задача может быть легко решена элементарными методами.

Пусть на плоскопараллельный случайно неоднородный слой, простирающийся от x_0 до x_1 , падает слева монохроматическая волна, имеющая на входе в слой распределение комплексной амплитуды $A_+^0(\mathbf{r})$. Процесс распространения волны будем описывать в приближении параболического уравнения

$$(1) \quad 2ik \frac{\partial}{\partial x} A_+ + \Delta A_+ + k^2 \epsilon A_+ = 0, \quad A_+|_{x=x_0} = A_+^0(\mathbf{r}),$$

где k – волновое число в однородной среде, $\epsilon(x, \mathbf{r})$ – флуктуация показателя преломления.

Пусть далее выходная граница слоя представляет собой зеркало, процесс отражения на котором будем описывать линейным оператором

$$(2) \quad A_-^0(\mathbf{r}) = \int d\mathbf{r}' V(\mathbf{r}, \mathbf{r}') A_+(x_1, \mathbf{r}'),$$

где $A_-^0(\mathbf{r})$ – начальная амплитуда отраженной волны, изменение которой в процессе распространения через неоднородный слой описывается также параболическим уравнением

$$(3) \quad -2ik \frac{\partial}{\partial x} A_- + \Delta A_- + k^2 \epsilon A_- = 0, \quad A_-|_{x=x_1} = A_-^0(\mathbf{r}).$$

Как отмечено в работе [1], статистические характеристики отраженной волны не могут быть непосредственно найдены теми методами, которые в настоящее время широко применяются для нахождения аналогичных характеристик прямой волны (локальный метод [2] или эквивалентный ему метод диффузионного случайного процесса [3]). Кажущаяся сложность задачи состоит в том, что начальные данные для отраженной волны функционально зависят от неоднородностей во всем слое. Однако эта трудность может быть легко преодолена использованием аппарата теоремы взаимности. В самом деле, введем функции Грина G_+ и G_- параболических уравнений (1) и (3)

$$A_+(x, \mathbf{r}) = \int d\mathbf{r}' G_+(x, \mathbf{r} | x_0, \mathbf{r}') A_+^0(\mathbf{r}'),$$

$$A_-(x, \mathbf{r}) = \int d\mathbf{r}' G_-(x, \mathbf{r} | x_1, \mathbf{r}') A_-^0(\mathbf{r}').$$

Поскольку уравнения (1) и (3) сопряжены, функции Грина удовлетворяют соотношению взаимности

$$(4) \quad G_+(x', \mathbf{r}' | x'', \mathbf{r}'') = G_-(x'', \mathbf{r}'' | x', \mathbf{r}').$$

С физической точки зрения это обычное соотношение взаимности для параксиальных пучков, процесс распространения которых приближенно описывается параболическим уравнением.