

ПОЛЕВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ДЕПОЛЯРИЗОВАННОЙ КРИТИЧЕСКОЙ ОПАЛЕСЦЕНЦИИ

А.Д.Алехин

Проведено экспериментальное изучение коэффициента деполяризации Δ рассеянного света вдоль критической изотермы н-пентана для двух длин волн видимого излучения $\lambda_1 = 435,8$ нм и $\lambda_2 = 632,8$ нм и обнаружено качественное различие высотного поведения $\Delta (H)$ неизотропной среды для различных λ . На основании полученных данных исследована полевая зависимость деполяризованной критической опалесценции, обусловленной тензорным характером флуктуаций диэлектрической проницаемости среды.

Ранее, в работе [1] было показано, что одной из возможных причин деполяризации рассеянного релеевского излучения вблизи критической точки является тензорный характер флуктуаций диэлектрической проницаемости среды. Согласно [1], интенсивность деполяризованного рассеяния света на этих флуктуациях изменяется по закону $I \sim \lambda^{-4} \beta_T^{1/2} \sim \sim \lambda^{-4} R_c$ (здесь λ – длина световой волны; β_T и R_c – соответственно сжимаемость и радиус корреляции вещества). Эти положения теории деполяризованного рассеяния света до настоящего времени не были подтверждены экспериментально.

Необходимо также отметить, что в настоящее время обычно изучается только температурная зависимость интенсивности деполяризованного рассеяния света вдоль критической изохоры или границы раздела фаз. Не менее важным и актуальным является исследование полевых особенностей деполяризованного рассеяния света в оптически неизотропной системе вблизи критической точки.

Целью настоящей работы является изучение полевой (высотной) зависимости интенсивности деполяризованного рассеяния, обусловленного тензорным характером флуктуаций диэлектрической проницаемости среды [1].

Измерения интенсивности поляризованного и деполяризованного рассеяния света под углом 90° были проведены на экспериментальной установке подробно описанной в [2]. Возбуждающее излучение I_o^X , поля-

ризованное вдоль оси X , посыпалось в камеру с исследуемым веществом вертикально вверх, параллельно оси Z . При этом анализировалось рассеяние света вдоль оси Y двух поляризаций I_X^X и I_Z^X по высоте исследуемого образца.

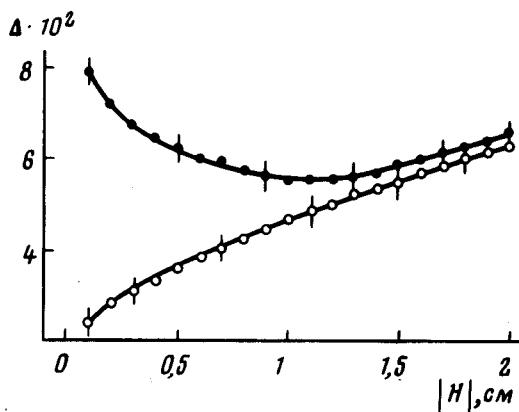


Рис.1. Высотная зависимость коэффициента деполяризации вдоль критической изотермы н-пентана для двух длин волн видимого излучения: ● — $\lambda_1 = 435,8 \text{ нм}$; ○ — $\lambda_2 = 632,8 \text{ нм}$

В качестве объекта исследования использовался н-пентан при критической температуре $T_K = 469,98 \text{ К}$. Критическая температура определялась с точностью $0,01^\circ$ [2]. Перед измерением интенсивности светорассеяния система терmostатировалась в течение суток с точностью $0,005^\circ$. Измерения интенсивности поляризованной I_X^X и деполяризованной I_Z^X компонент проводились для двух длин волн видимого излучения $\lambda_1 = 435,8 \text{ нм}$ (источник — ртутная лампа ДРШ-250) и $\lambda_2 = 632,8 \text{ нм}$ (Не-Не-лазер ЛГ-78). На основании экспериментальных данных I_X^X и I_Z^X были рассчитаны коэффициенты деполяризации $\Delta = I_Z^X / I_X^X$. Полученные результаты представлены на рис.1. Как видно из этого рисунка высотная зависимость $\Delta(H)$ для двух длин волн видимого излучения носит качественно различный характер. Для $\lambda_1 = 435,8 \text{ нм}$ Δ уменьшается с увеличением H ; для $\lambda_2 = 632,8 \text{ нм}$ коэффициент деполяризации увеличивается при отходе от уровня $H = 0$, где реализуется критическая плотность вещества. В области $H > 1 \text{ см}$ в пределах ошибок опыта Δ практически не зависит от λ . Такое поведение коэффициента деполяризации вдоль критической изотермы в области полевой переменной $h = \rho_K g H P_k^{-1}$ от 0 до $h \approx 10^{-5}$ обнаружено впервые. Полученный результат может быть качественно объяснен действием следующих двух факторов. Экспериментальные измерения критической опалесценции в неизотропной среде вблизи критической точки показали [2], что в области полевой переменной $h \geq 10^{-6}$ при всех температурах, включая критическую, интенсивность рассеянного света подчиняется закону Релея Эйнштейна ($I_X^X \sim \lambda^{-4} \beta_T$). В этой области высот вклад в деполяризованное рассеяние света I_Z^X вносит как вторичное рассеяние $I_{2Z}^X \sim \sim (\lambda^{-4} \beta_T)^2$, так и, согласно [1], деполяризованное однократное рассеяние света $I_{1Z}^X \sim (\lambda^{-4} R_c)$, связанное с тензорным характером флюктуаций диэлектрической проницаемости среды. Таким образом, экспериментально измеренная компонента $I_Z^X = I_{1Z}^X + I_{2Z}^X$, а высотная зависимость коэффициента деполяризаций $\Delta(H)$ определяется относитель-

ным вкладом в I_Z^X этих двух различных по своей природе видов рассеянного света

$$\Delta = (I_{1Z}^X + I_{2Z}^X) (I_X^X)^{-1} = A R_c^{-1} + B \lambda^{-4} \beta_T . \quad (1)$$

Здесь A и B постоянные для данного вещества величины. В области высот $h > 10^{-6}$ для тех длин волн λ , для которых $I_{2Z}^X > I_{1Z}^X$ ($\lambda_1 = 435,8$ нм) при увеличении полевой переменной h коэффициент деполяризации должен уменьшаться по закону $\Delta \sim \lambda^{-4} \beta_T \sim \lambda^{-4} H^{1/\delta - 1}$ [3]. При увеличении длины волны возбуждающего излучения относительная доля вторичного рассеяния в деполяризованной компоненте I_Z^X уменьшается. В случае, когда $I_{1Z}^X > I_{2Z}^X$ ($\lambda_2 = 632,8$ нм) коэффициент деполяризации $\Delta \sim I_{1Z}^X / I_X^X$ увеличивается по закону $\Delta \sim R_c^{-1} \sim H^{(\delta-1)/2\delta}$. Проведенный анализ качественно подтверждается полученными экспериментальными результатами (рис. 1).

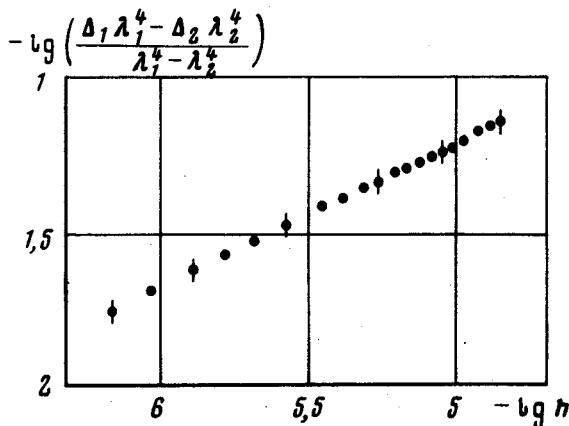


Рис.2. Полевая зависимость деполяризованной критической опалесценции

На основании этих экспериментальных данных поведения коэффициента деполяризации для двух длин волн видимого излучения представляется возможным исследовать полевую зависимость деполяризованной критической опалесценции [1]. Согласно (1)

$$\frac{I_{1Z}^X}{I_X^X} \approx \frac{\Delta_1(\lambda_1) \lambda_1^4 - \Delta_2(\lambda_2) \lambda_2^4}{\lambda_1^4 - \lambda_2^4} . \quad (2)$$

Вид этой функции в области полевой переменной h от 10^{-6} до 10^{-5} показан на рис. 2. Из этого рисунка следует, что полевая зависимость отношения I_{1Z}^X / I_X^X вдоль критической изотермы подчиняется соотношению $(I_{1Z}^X)(I_X^X)^{-1} \sim h^\xi$, где $\xi = 0,4 \pm 0,06$. Этот результат в пределах ошибок опыта подтверждает предсказание теории [1]

$$(I_{1Z}^X \sim R_c \sim h^{-(\delta-1/2\delta)}) ; \quad \delta = 5 [4])$$

и согласуется с экспериментальными исследованиями полевой зависимости радиуса корреляции вдоль критической изотермы н-пентана [5] ($R_c \sim h^{-\xi}$, $\xi = 0,405 \pm 0,025$).

Киевский
государственный университет
им. Т.Г.Шевченко

Поступила в редакцию
25 мая 1981 г.

Литература

- [1] А.Ф.Андреев. Письма в ЖЭТФ, 19, 713, 1974.
 - [2] А.Д.Алехин, Н.П.Крупский. Сб. Физика жидкого состояния, №3, 1975.
 - [3] А.Э.Паташинский, В.Л.Покровский. Флуктуационная теория фазовых переходов. М., изд. Наука, 1975.
 - [4] А.В.Чалый, А.Д.Алехин. ЖЭТФ, 59, 337, 1970.
 - [5] А.Д.Алехин. ЖЭТФ, 72, 1880, 1977.
-