

Title	1.物性研での液体ヘリウムの実験の現状(「量子液体と量子固体の理論」研究会報告,基研短期研究会報告)
Author(s)	生嶋, 明
Citation	物性研究 (1972), 18(6): G3-G7
Issue Date	1972-09-20
URL	http://hdl.handle.net/2433/88515
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	publisher

1. 物性研での液体ヘリウムの実験の現状

東大物性研 生 嶋 明

1. 光 散 乱

我々は He^4 の気相液相臨界点でのレーリー散乱を、温度、圧力、散乱角を変えて測定しており、強度から臨界指数 r , ν , η を定め、幅から熱拡散率を求めることを目的としている。実験上注意すべきは、特に T_c に近い温度で熱拡散率が極めて小さい値をとるときの熱平衡の問題である。従って T_c 附近のデータの解析には極力注意しなければならない。我々はこの点に十分な注意を払い、critical isochore および isobar に沿って散乱角 30° 及び 60° で $r = 1.32 \pm 0.15$ を得ている。現在 2 つの光電子増倍管による同時測定によって角度依存性を測定しており、また幅の同時測定も進行中であるので、近い将来に結果を御報告できると考えている。

2. 第 2 音波

He^4 の λ 点附近で、第 2 音波の速度から ρ_s を求め、その臨界指数 ζ を圧力の関数とて得た。これは臨界指数が系の対称性等が変らなければ変らないとする“信念”に対する 1 つのチェックである。結果は第 1 図のようになり、95% の信頼限界で処理すれば $\zeta = aP + b$ として、 $a = 0.0008 \pm 0.0004$, $b = 0.667 \pm 0.004$ となる¹⁾。これを上記の“信念”に対する 1 つの反証と考えることも可能であり、また He のように体積が 30% 程度も変化する体系でさえこのわずかな変化しか見られないことを重視することもある意味では可能であろう。なお、最近の Ahlers らの実験²⁾ では ρ_s は必ずしも単一の power law に乗っていないようであるが、これは主に $\epsilon \sim 10^{-5}$ 以下で見られる効果であるために、重力の効果が考慮されねばならず、また彼らが

$$\rho_s / \rho = (k + k_1 P) \epsilon^{\zeta} \{ 1 + (a_0 + a_1 P + a_2 P^2) \epsilon^x \}$$

と仮定して ζ が圧力に依らず $2/3$ になるとする解析は Canfluent singularity を考慮している点は良いとしても理解出来ない。

なお、我々は今後 $\text{He}^3 - \text{He}^4$ mixture での第 2 音波、高周波の第 2 音波、及び λ

点近傍で見られる第1音波の吸収ピークに関わる緩和の問題を明らかにしたいと考える。

3. 熱測定

最近の熱測定法の進歩は目ざましいものがある。その1つが交流カロリメトリー法である。交流カロリメトリーの方法³⁾は、試料(プラスチック)の片面に $Q_0 e^{i\omega t}$ という熱を与えて他の面での交流的な温度 T_{ac} を測るもので、試料内での熱の緩和時間を τ_1 、試料とまわりの熱浴との緩和時間を τ_2 とすれば、

$1/\tau_2 < \omega < 1/\tau_1$ のとき、

$$T_{ac} \approx \frac{Q_0}{2\omega C_s} e^{i(\omega t - \frac{\pi}{2})},$$

$1/\tau_2 \ll \omega \sim 1/\tau_1$ のとき、

$$T_{ac} \approx \frac{Q_0}{2\sqrt{2}Kk} e^{i(\omega t - kL - \frac{\pi}{4}) - kL}$$

となることを用いて試料の熱容量 C_s 、熱拡散率 D あるいは熱伝導率 K を求めるものである。ここで

$$k = \sqrt{\frac{\omega}{2D}}, \quad L \text{は試料の厚さである。}$$

我々はこれを He の臨界現象その他の研究に用いたと考えている。当研究室では現在比熱で相対精度 4桁、絶対精度 2桁、熱拡散率では相対精度 3桁、絶対精度 2桁の測定が可能である。

最後に、§ 1の実験は主に大林康二、鹿兒島誠一、§ 2は照井義一、§ 3は田中充の諸君によって行なわれていることを附記したい。また、交流カロリメトリー装置の set up には八田一郎氏(東工大)の御協力に負うところが大きであったことをここに心から感謝したい。

文 献

- 1) G. Terui and A. Ikushima, Phys. Letters 39A, 161 ('72)
A. Ikushima and G. Terui, J. Low Temp. Phys. 投稿中

2) D.S.Greywall and G.Ahler , Phys. Rev. Letters 28 1251('72)

3) 八田, 生嶋, 固体物理 5, 471 ('69)

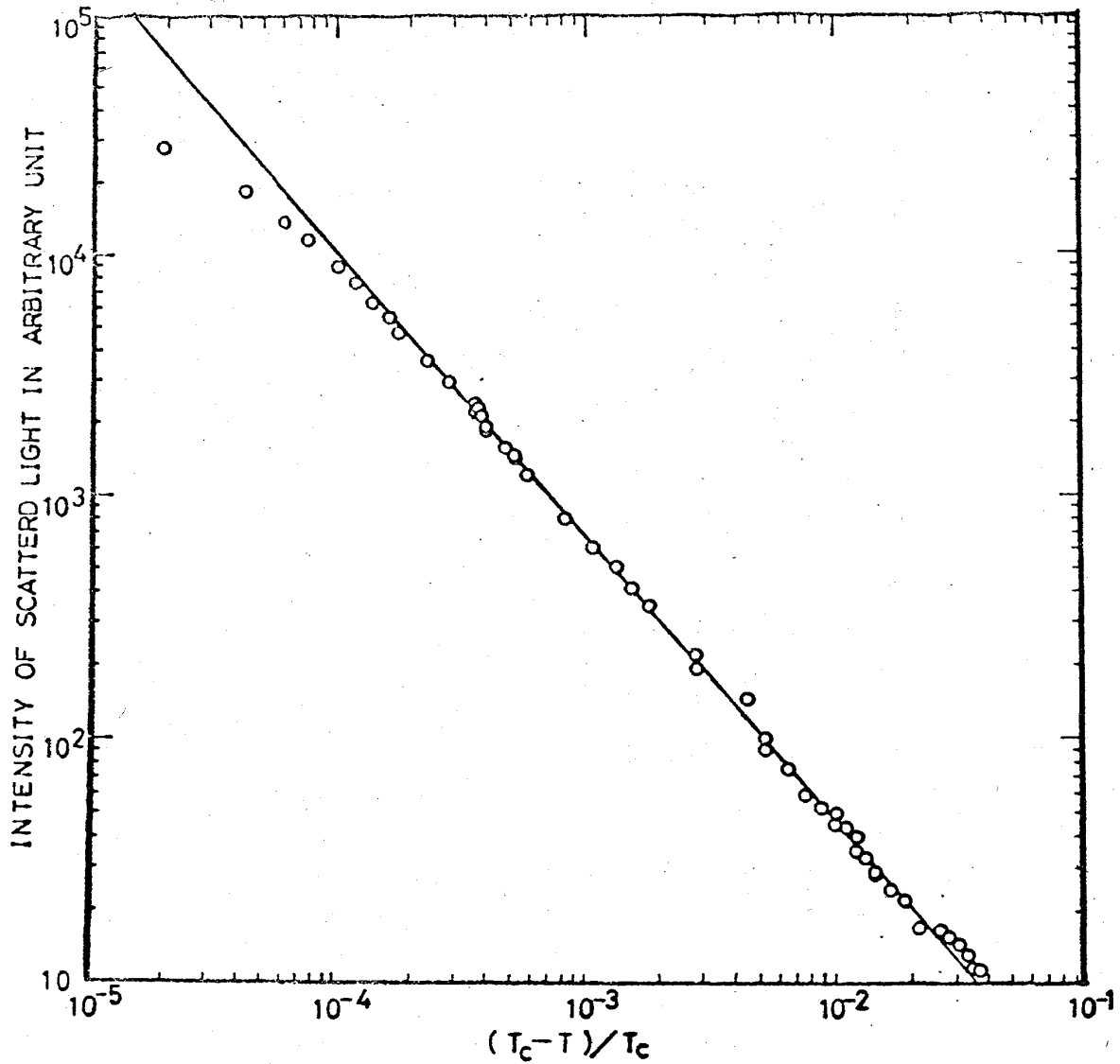


Fig.1. The intensity of scattered light at a right angle versus reduced temperature along liquid side of the coexistence curve. The solid line corresponds to the zero angle limit and $r' = 1.180$. The deviation from the solid line at very near the critical temperature T_c is explained by the Ornstein-Zernike theory.

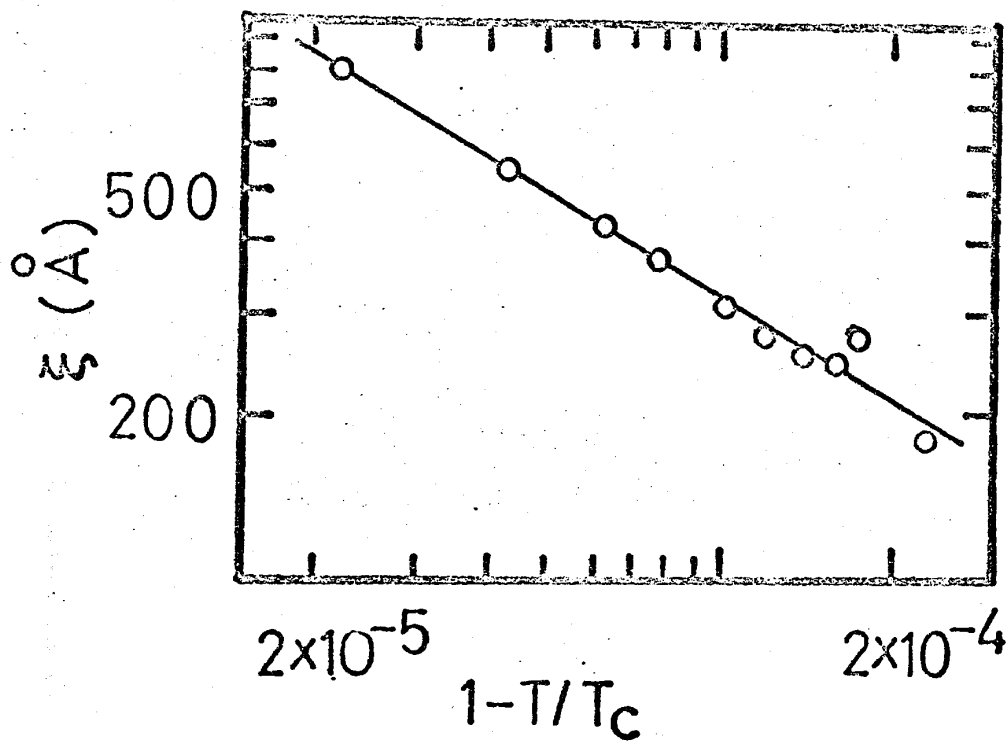


Fig. 2. Temperature dependence of the correlation length along the liquid side of coexistence curve. The data points were obtained assuming the Ornstein Zernike theory and $r' = 1.180$. The solid line shows $\xi = 159 (1 - T/T_c)^{-0.59}$ in angstrom.

研究報告(生嶋氏)に対する質疑応答

高木氏 Ahler 達 (P. R. L. 28, 1251) の結果と異っている, 何故か?

生嶋氏 実験手段, 温度, 圧力範囲共全く同じで, たゞ得られた結果の解析の仕方が異っている。Ahler 達は, 音速 (u_2) の温度変化が, 単純な Power law に従わないとして,

$$u_2^2 / \epsilon^{0.772} = f(\epsilon, p), \quad (\epsilon \cong \frac{T_\lambda - T}{T})$$

と置いて, $f(t, p)$ を 6 個のパラメーターを含む適当な形に仮定して, 実験結果を解析している。しかし, 実際に Power law からのずれは微少で, 温度の fluctuation 等の影響を考えれば, そのずれを解析することに意味があるかどうか疑問に思う。

鈴木氏 一般論として, confluent singularity (main の singularity より少し弱い singularity が重っている場合) があるとき, 真に main part が, singular になる以前の途中の温度領域では, 余分な温度依存性が現われて, 実験結果の解析を混乱させる可能性はある。