

線型振動粘性計による ^4He の粘性係数測定

与 本 雅 彦

線型振動粘性計 (Vibrating Wire Viscometer) は、流体中での弦の振動から流体の粘性係数 (shear viscosity) を測定する装置で、比較的小さな粘性係数の測定に適している。この粘性計には、弦の振動の減衰時間をオシロスコープで測定する Pulse 法と弦の振動の共鳴線の Q 値を測定する CW 法があるが、我々は前者の方法を改良して、振動の振幅が $\frac{1}{2}$ に減衰するまでの振動回数を計数することにより、減衰時間をデジタルで出力し、減衰時間の時々刻々の変化を見易くした。また、この粘性計では、弦の振動の減衰時間、周期等から流体の粘性係数と密度が同時に測定出来る事が大きな特徴になっている。

今回の実験では、まずこの粘性計で ^4He の飽和蒸気圧線上の気相、液相それぞれについて 4.8K から臨界点 ($T_c = 5.19\text{K}$, $P_c = 1706\text{Torr}$, $\rho_c = 0.069\text{g/cm}^3$) 近傍までの測定を行なった。光散乱の実験で ^4He の動的臨界現象に量子性は認められず、同じ動的な量である粘性係数の臨界点近傍での振舞に興味を持たれるが、モード・モード結合理論や Xe, C_2H_6 等の古典流体の実験から、粘性係数は臨界点で弱い巾発散 ($\eta \propto \epsilon^{-0.036}$) する事が知られており、測定にかかる粘性係数の異常性は約 1 割程度なので、臨界現象を議論するには、精度の良い測定と共に、なるべく background の少ない path で臨界点に近づく必要がある。

我々は、この目的のためにヘリウム温度で試料を閉じ込める needle valveを開発し、 ^4He の臨界等積線 ($\rho = \rho_c$) に沿った path で実験を行なうためのクライオスタットを製作した。現在、等積線上での実験を行なっている。測定値は、臨界点から十分離れた所では安定であるが、臨界点に近づくと ($T - T_c / T_c \lesssim 2 \times 10^{-2}$, $|\rho - \rho_c| / \rho_c \lesssim 3 \times 10^{-1}$)、大きくばらつき、粘性係数の異常性は確認出来ていない。