

Depairing Mechanism^{1), 2)} による Critical Current

筑波大 新 井 孝 昭

超流動 ^3He は、エネルギーギャップが丸い B 相 (BW state) とギャップが方向による A 相 (ABM state) があることが知られている。これらが流れの存在による depairing の効果を通して、臨界速度にどのような影響を示すか (0K であるが) 調べた。

B 相については、BCS 超伝導³⁾ における議論と同じであるが、A 相では、角運動量ベクトルの方向 (ギャップのない方向) が、流れの方向と一致する⁴⁾ ことを考えて、ギャップ方程式を計算すると、次のようになる。

$$\ell_n \frac{v_F^2 q^2 + \frac{3}{2} |\Delta^A|^2}{\frac{3}{2} |\Delta_0^A|^2} = \frac{v_F^2 q^2}{v_F^2 q^2 + \frac{3}{2} |\Delta^A|^2} \quad (1)$$

ここで、 q は一様な流れが存在することによる、クーパー対の運動量、 Δ_0^A は流れのないときの、A 相のギャップである。(1) 式で、 $\Delta^A = 0$ となる q があるが、臨界速度は、この値により与えられるとは考えず、全運動量を最大にする q により与えられると考える。

全運動量は次の式により求まる。

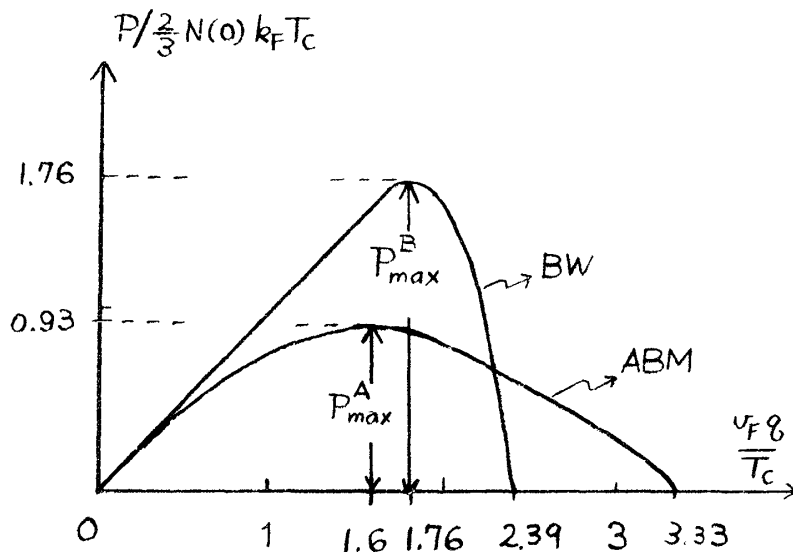
$$P = \sum_{k, \sigma} \{k + q\} n_{k+q, \sigma} \quad n_{k+q, \sigma} \text{ は粒子数密度}$$

$T = 0\text{K}$ では、すぐ積分ができて、

$$P^A = \frac{2}{3} N(0) k_F v_F \left\{ \frac{\frac{3}{2} |\Delta^A|^2}{v_F^2 q^2 + \frac{3}{2} |\Delta^A|^2} \right\} q \quad \text{for ABM}$$

$$P^B = \begin{cases} \frac{2}{3} N(0) k_F v_F q & v_F q \leq \Delta^B \\ \frac{2}{3} N(0) k_F v_F \left\{ 1 - \left(\frac{v_F^2 q^2 - |\Delta^B|^2}{v_F^2 q^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right\} q & v_F q \geq \Delta^B \end{cases} \quad \text{for BW}$$

$N(0)$ は Fermi 面での状態密度となる。これらは図のような最大値をもつ曲線になり、この最大値を与える q が、臨界速度を与えると考えると、 10 cm/sec の order になることがわかる。また、 $P_{\text{max}}^A / P_{\text{max}}^B \approx 1/2$ となることから、そのときの密度の比も $1/2$ に近いことになる。



実験と比較するには、

有限温度を論じる必要があるが、これは、Vollhardt-Maki⁵⁾により最近なされた。

super-normal current の定義の仕方に、疑問があるが、Fermi 液体効果を取り入れ、数値計算をしたものである。しかし、実験を説明するような結果^{6),7)} (A相は $\sim 10^{-2} \text{ cm/sec}$, B相は $\sim 10^{-1} \text{ cm/sec}$) は得られていない。

参 考 文 献

- 1) J. Bardeen, Rev. Mod. Phys. **34**, 667 (1962).
- 2) S. Takada and T. Izuyama, Prog. Theo. Phys. **41**, 635 (1969).
- 3) K. Maki, "Superconductivity" by Parks vol 2, 1070.
- 4) A. J. Leggett, Rev. Mod. Phys. **47**, 380 (1975).
- 5) D. Vollhardt and K. Maki, preprint (1977).
- 6) J. C. Wheatley, Rev. Mod. Phys. **47**, 415 (1975).
- 7) R. M. Mueller, E. B. Flint and E. D. Adams, Phys. Rev. Lett. **14**, 1460 (1976).