

超流動 (Superfluid)

超流動？

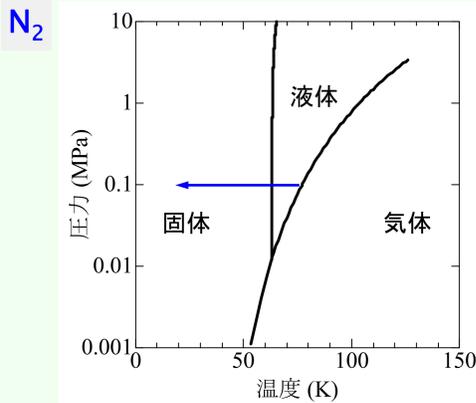
導体を低温まで冷却すると...
電気抵抗がなくなり、
電子が抵抗なく流れる
1911年 カマリンオンネスが発見

超伝導

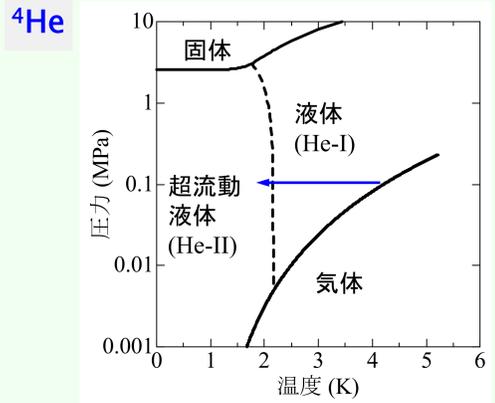
液体を低温まで冷却すると...
粘性(摩擦)がなくなり、
原子が抵抗なく流れる
1937年 カピッツァが発見

超流動

液体を低温にすると？



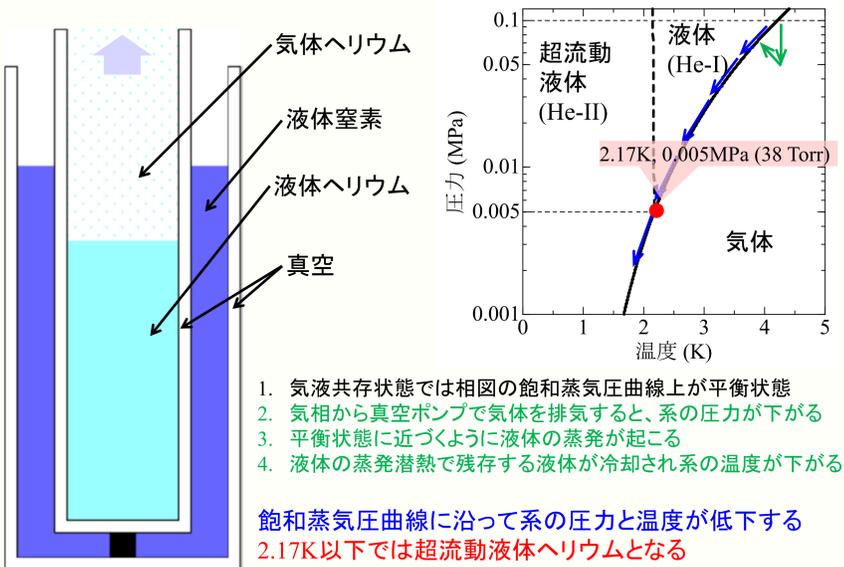
通常、液体は、冷やすと固体になる



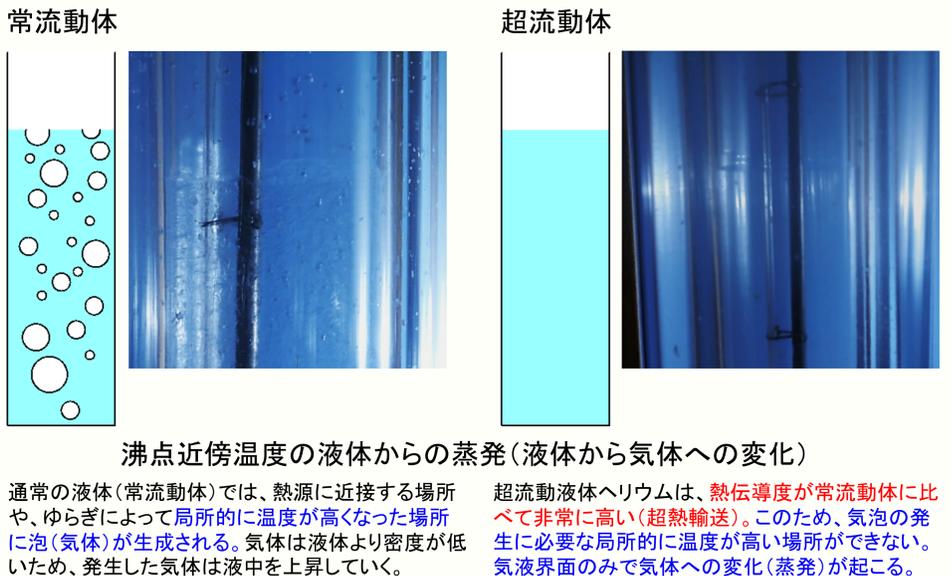
液体ヘリウムは冷却しても(低圧では)固体にならない
これは零点振動と呼ばれる量子力学的効果のため

実験: 液体ヘリウムの超流動

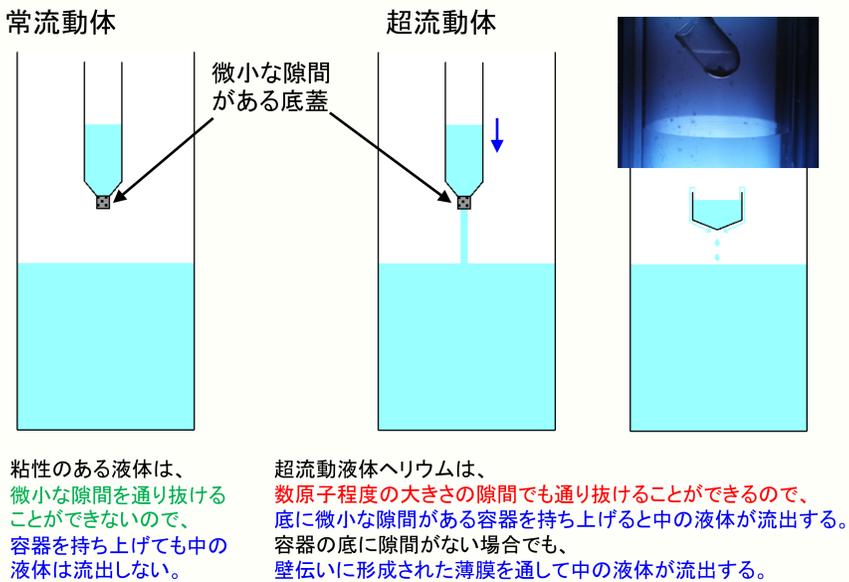
1. 液体ヘリウムの蒸発冷却



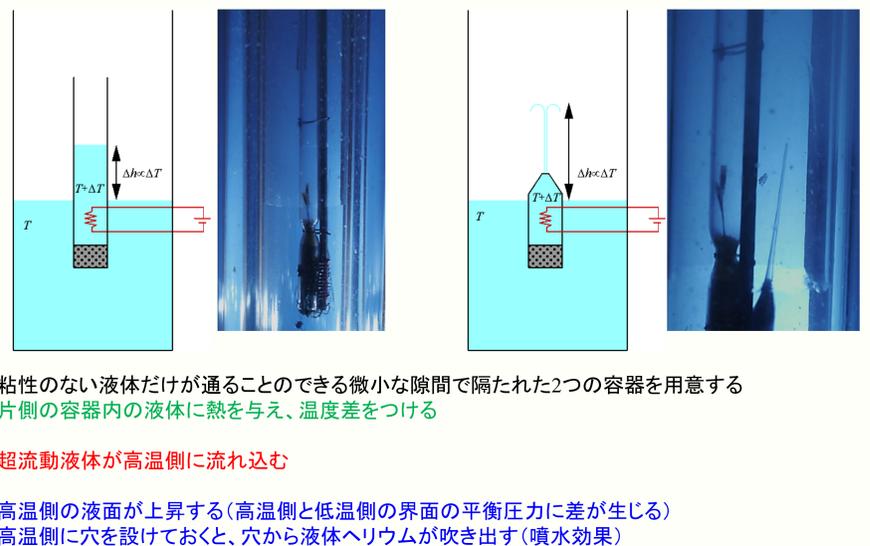
2. 超熱輸送



3. 粘性のない流体(狭い隙間も通り抜けられる)



4. 熱機械効果(噴水効果)



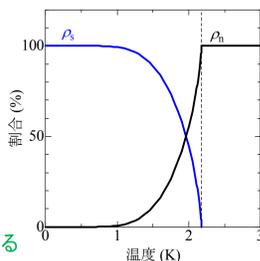
理論: 液体ヘリウムの超流動

液体ヘリウム(^4He)の超流動

ボソンであるヘリウム(^4He)がボース・アインシュタイン凝縮しているものと考えられている。

二流体性

超流動液体ヘリウム中には、以下の2つの成分が存在する。
粘性のない超流動成分 ρ_s (絶対零度で100%になる)
粘性をもつ常流動成分 ρ_n (絶対零度で0%となる)
超流動成分の割合は温度によって決まる (温度 = 超流動成分の割合)



超熱輸送(実験2)

温度の異なる場所があると、超流動成分と常流動成分が高速で交換する
高温側に向かって超流動成分が、低温側に向かって同じだけの常流動成分が流れる
各場所での超流動成分の割合が均一化する(温度が均一になる)

熱機械効果(実験4)

温度の異なる場所があると、高温側に向かって超流動成分流れる(実験2と同じ)
常流動成分は微小な隙間を通過できないので超流動成分の移動だけが起こる
超流動成分が高温側に流れ込み、液面上昇や噴水が起こる

超流動ヘリウム3

1972年 オシエロフ、リチャードソン、リーにより発見された。

ヘリウム3はフェルミオン(電子と同じ)、
電子の超伝導と同じく、粒子がクーパーペアを組むことで起こる。
ヘリウム3の超流動には複数の種類がある(P波超流動)

