

Meissner Effekten for en superleder

Forsøg nr.: 25

Formål: At demonstrere Meissner Effekten for en superleder.

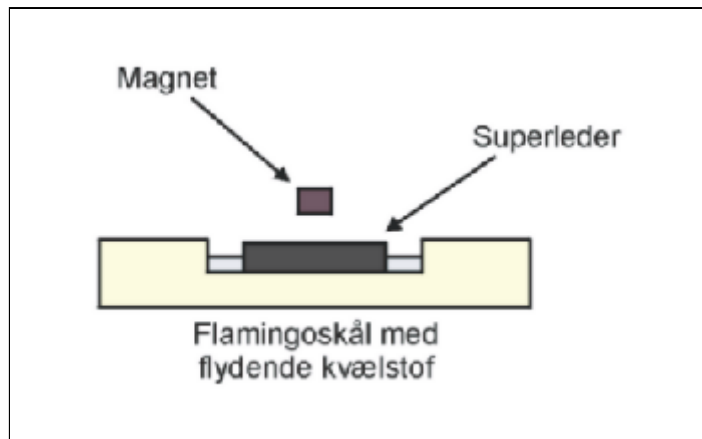
Resume: En lille magnet kan svæve over en superleder.

Nøgleord: Induktion, ledningsevne, magnetfelter, modstand, superledning, kvantemekanik, flydende kvælstof, termiske egenskaber.

Beskrivelse:

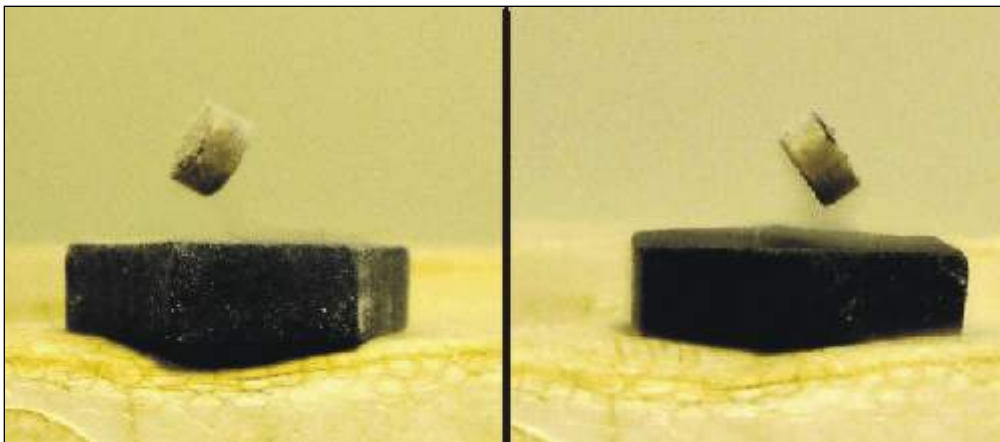
En superleder er ikke kun kendetegnet ved, at den leder elektrisk strøm helt uden tab. En anden egenskab, kaldet Meissner Effekten, kan demonstreres ved at lade en lille magnet svæve over en superleder. Dette forsøg er nok det mest fremviste i undervisning om superledere.

Hvis den eneste egenskab ved en superleder var, at ledningsevnen var 0, så kan man ud fra Maxwells ligninger vise, at magnetfeltet inde i superlederen ville være konstant. Det betyder, at hvis man flytter den perfekte leder fra et magnetfelt og ind i et område uden magnetfelt, så vil inducerede strømme i lederens overflade sikre, at magnetfeltet stadig befandt sig inde i ledere.



Demonstration af Meissner Effekten, hvor en magnet svæver over en superleder.

Sådan forholder det sig dog ikke for en superleder. Meissner Effekten medfører nemlig, at magnetfeltet ikke bare er konstant, men er konstant lig 0. Et hvert magnetfelt vil altså blive stødt ud af superlederen.



Meissner Effekt: En magnet svæver over en superleder.

I praksis betyder dette, at en lille magnet kan svæve over en superleder. Når magneten nærmer sig superlederen, induceres der strømme i overfladen af superlederen, hvorved magnetfeltet "spejles". Man kan sige, at den lille magnet kan se sit eget magnetiske spejlbillede, og da to ens poler frastødes, vil magneten kunne svæve.

Ydermere kan man lægge magneten oven på en varm superleder, og når denne køles ned med flydende kvælstof (og dermed bliver superledende), så vil magneten løftes op over superlederen.



Børn fascineres af den lille magnet, der svæver hen over superlederen.

Grunden til, at magneten ikke bare falder ned fra superlederen, er, at magneten er låst fast af fænomenet "flux pinning", der er en typisk effekt for såkaldte "type 2" superledere. Anvendes i stedet en "type 1" superleder, så skal superlederen være skålformet (se f.eks. referencen af Arkadiev 1947).

Spørgsmål og svar:

Hvorfor går superlederen i stykker?

Superlederne kan nemt få frostsprængninger. Når superlederen kommer op af det flydende kvælstof, vil vanddamp fra luften kondensere på den som rimfrost. Når superlederen når stuetemperatur, er den altså fugtig. Fryses superlederen herefter ned igen, kan fugten forårsage frostsprængninger, hvilket ødelægger superlederen. Det er altså afgørende, at superlederen er fuldstændigt tør, før den fryses ned i flydende kvælstof.

Hvordan håndterer man flydende kvælstof?

Flydende kvælstof kan man faktisk røre ved i ganske kort tid. Dette skyldes Leidenfrost Effekten. Som opbevaring bør man bruge en professionel termobeholder (dewar). Bruger man en almindelig termoflaske, må låget aldrig nogensinde skrues hårdt på. Flasken kan eksplodere. Under forsøg kan man med fordel bruge to plastikølglasser stablet inden i hinanden. Dette skaber et lille luftlag, som isolerer og beskytter den, der holder glasset. Dermed kan man let håndtere kvælstoffet og hælde det op til forsøg. Tryk på "Flydende kvælstof" i udstyrslisten for at finde forhandlere.

Vil en perfekt leder ($R = 0$ ohm) ikke også udvise Meissner Effekt?

Nej. En perfekt leder vil forsøge at holde et konstant magnetfelt indvendigt, mens en superleder altid vil udstøde magnetfeltet. Hvis en perfekt leder flyttes fra magnetfeltfrit område ind i et magnetfelt, så vil der skabes strømme i lederen, som udligner magnetfeltet inde i lederen. Hvis en perfekt leder flyttes fra et magnetfelt ind i et område uden magnetfelt, så vil der skabes strømme i lederen, så magnetfeltet bevares inde i lederen.

Udstyr og materialer:

- ▶ Flydende kvælstof
- ▶ Superleder
- ▶ Lille magnet

Referencer:

- ▶ [Link til side med forhandlere af superledere.](#)
- ▶ R. Brown: "*Demonstrating the Meissner effect and persistent current*", The Physics Teacher **38**, 168 (2000). (<http://scitation.aip.org/tpt/>)
- ▶ E.A. Early, C.L. Seaman, K.N. Yang and M.B. Maple: "*Demonstrating superconductivity at liquid nitrogen temperatures*", Am. J. Phys. **56**, 617 (1998).
- ▶ [Quick Time film af magnet over superleder, indtil denne bliver for varm \(2,36 MB\).](#)
- ▶ V. Arkadiev: "*A floating magnet*", Nature **160**, 330 (1947). (Første publikation af Meissner Effekt forsøget i vestlige tidsskrifter. Allerede publiceret i USSR i 1945).

PIRA DCS: 5G50.50 (Elektricitet og magnetisme: Magnetiske materialer)

Opdateret: 02.11.2004

