

BAB IX

SUPERKONDUKTOR

MATERI SUPERKONDUKTIVITAS

9.1. Superkonduktor suhu kritis rendah.

9.1.1.klasifikasi logam (isolator, semikonduktor, konduktor,konduktor bagus,superkonduktor)

9.1.2.efek Meissner,suhu kritis, medan magnet kritis.

9.1.3.superkonduktor type-1

9.1.4.superkonduktor type-2

9.2.Superkonduktor bersuhu kritis tinggi.

9.2.1 struktur kristal

9.2.2.sel satuan struktur kristal

9.2.3.struktur kristal vs suhu pemadaman.

INDIKATOR

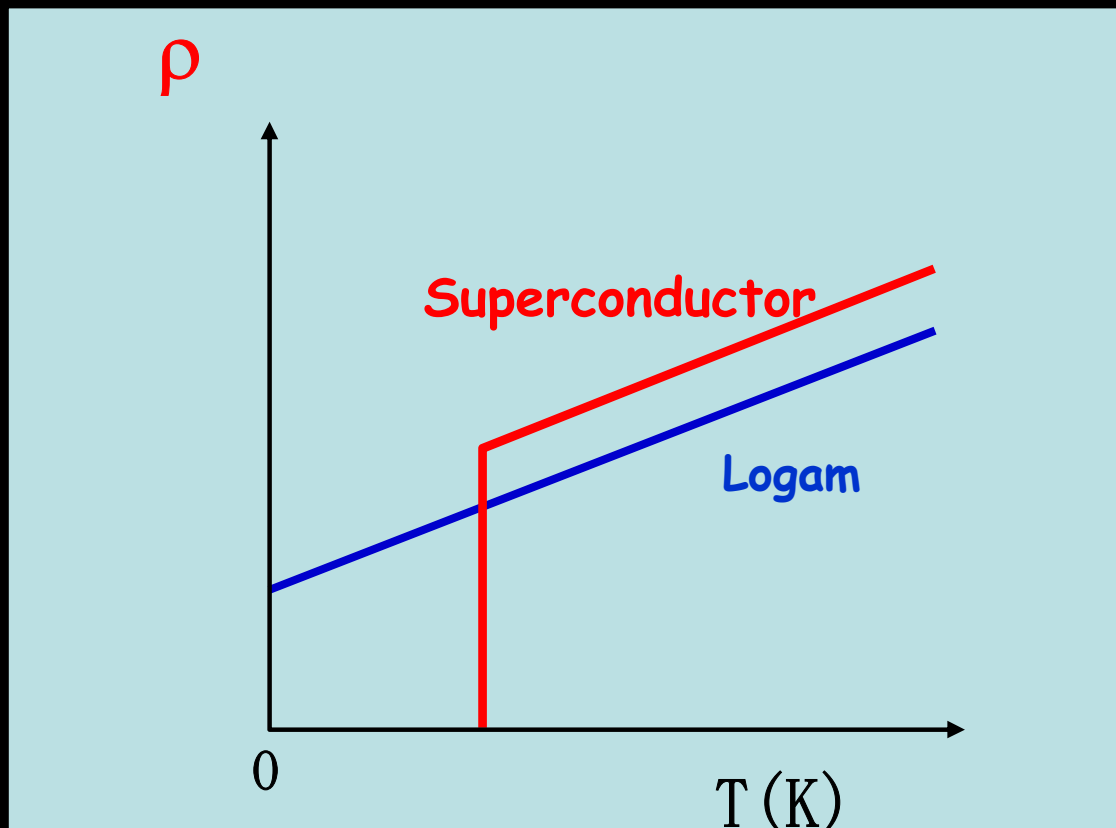
- Mengklasifikasi kristal
- Menjelaskan efek Meissner, suhu kritis dan medan magnet kritis.
- Membedakan superkonduktor type 1 dan type 2.
- Menjelaskan struktur kristal superkonduktor suhu kritis tinggi.
- Menjelaskan bidang-bidang kristal dalam sebuah sel satuan dari superkonduktor yang bersuhu kritis tinggi.
- Menentukan kualitas superkonduktor bersuhu kritis tinggi.

Superkonduktor

- ☀ Pengertian dan sejarah superkonduktor
- ☀ Ciri-ciri superkonduktor
- ☀ Efek Meissner
- ☀ Superkonduktor Tipe I
- ☀ Superkonduktor Tipe II
- ☀ Penetration depth dan Suhu pemadaman
- ☀ Kelompok superkonduktor
- ☀ Proses pembuatan sampel dan manfaat

Pengertian

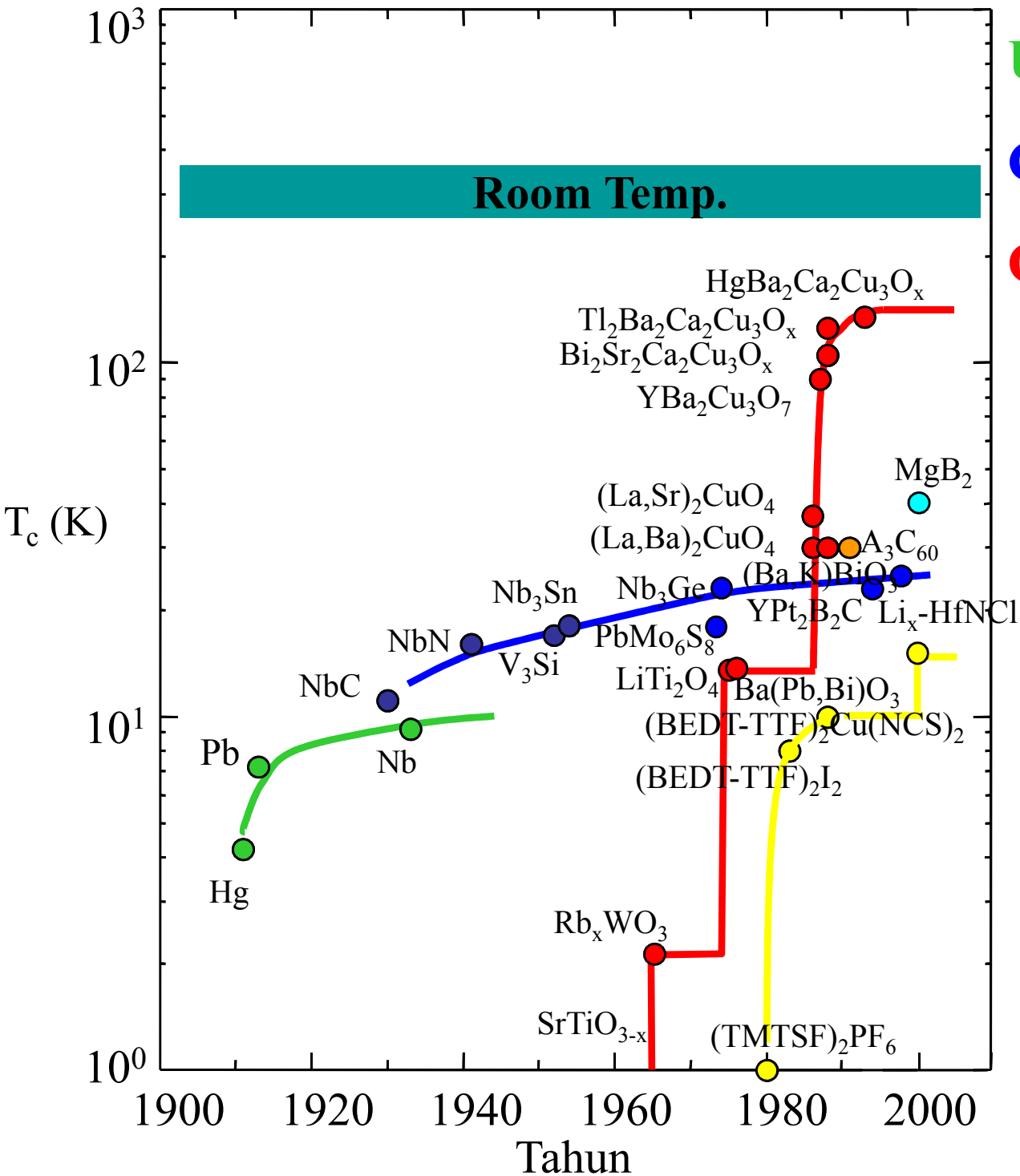
- ☀ Superkonduktor: material yg tak memiliki hambatan di bawah suatu nilai suhu.
- ☀ Dpt berupa konduktor, semikonduktor atau insulator pd suhu kritis (T_c).



Sejarah

- ☀ 1911 → H.K Onnes
 - Mercury (Hg) → $\rho = 0$; $T_c = 4,2K$
- ☀ 1933 → Robert & Meissner
 - Superkonduktor menolak medan magnet (Efek meissner)
- ☀ 1941
 - Pembuatan superkonduktor campuran varadium-silikon, $T_c = 16K$
- ☀ 1986 → Alex Müller & Georg Bednorz
 - Pembuatan superkonduktor bahan isolator (keramik) $T_c = 30K$
- ☀ 1987
 - Pembuatan superkonduktor suhu tinggi $T_c = 30K$
- ☀ Sampai pd 2002 T_c tertinggi 138K

Evolusi Tc



Unsur (T_c ~ 10K)

Campuran (T_c ~ 25K)

Oksida (T_c ~ 135K)



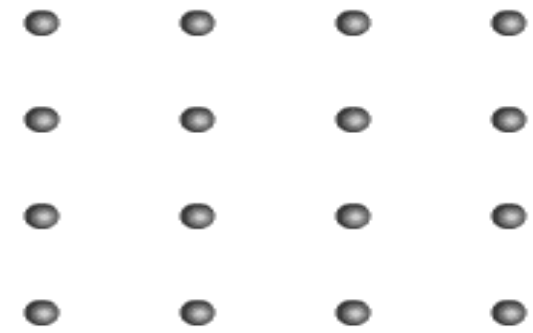
H. K. Onnes



Ciri-ciri superkonduktor

- ✱ $\rho = 0 \rightarrow$ dapat dijelaskan oleh teori BCS
- ✱ Terjadi Efek Meisner

Teori BCS



- ☀ Elektron pd superkonduktor ($T < T_c$) tak dpt menghantarkan listrik, harus berpasangan (*Cooper pairs*). Padahal mereka memiliki muatan yg sama
- ☀ Alasannya: pd saat elektron bertumbukan dg atom positif, menghasilkan muatan positif konsentrasi kecil pada elektron. Elektron tersebut tertarik oleh elektron lain sehingga membentuk pasangan Cooper. Ketidakmurnian dan kecacatan kristal membantu aliran elektron pasangan Cooper sehingga hambatan listrik = nol).



Efek Meissner

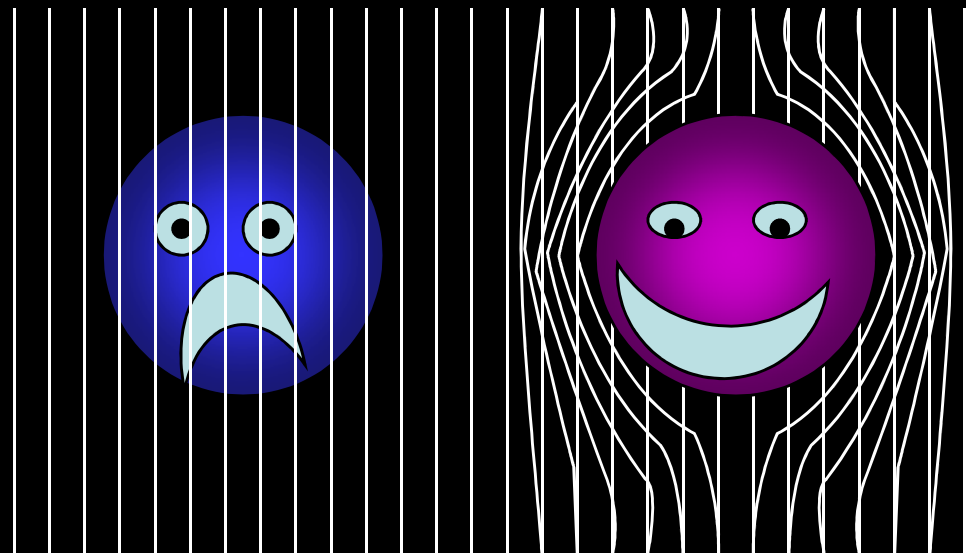
I am
Conductor

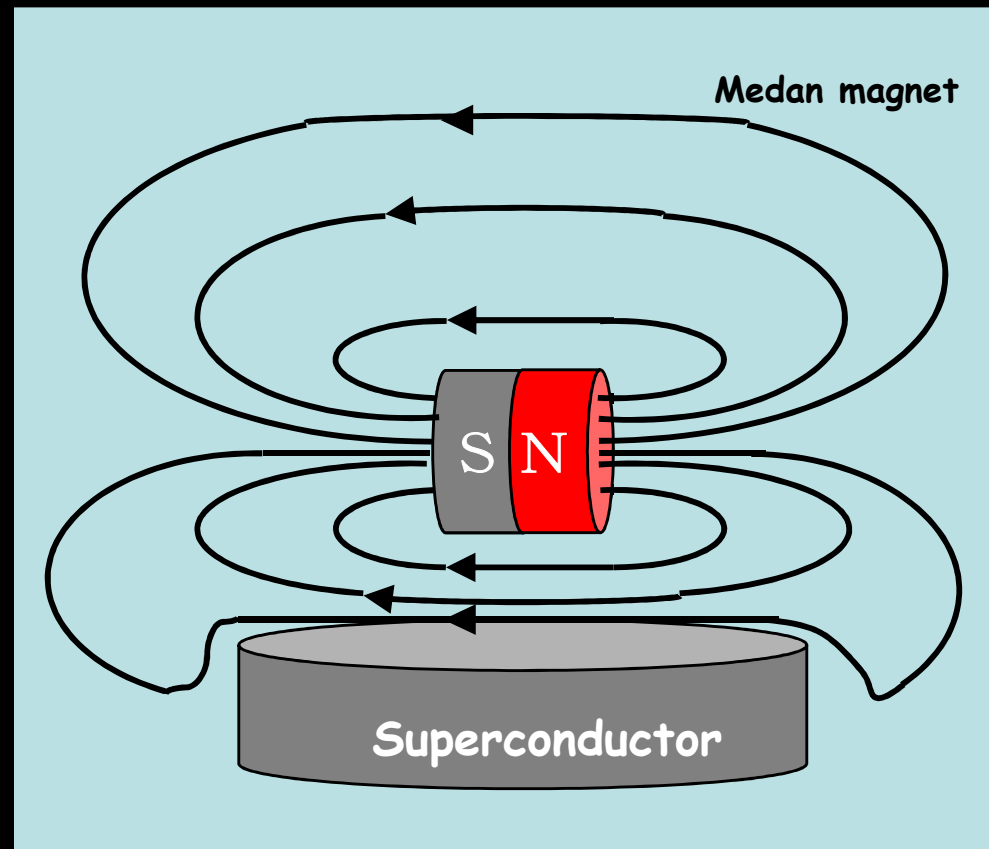
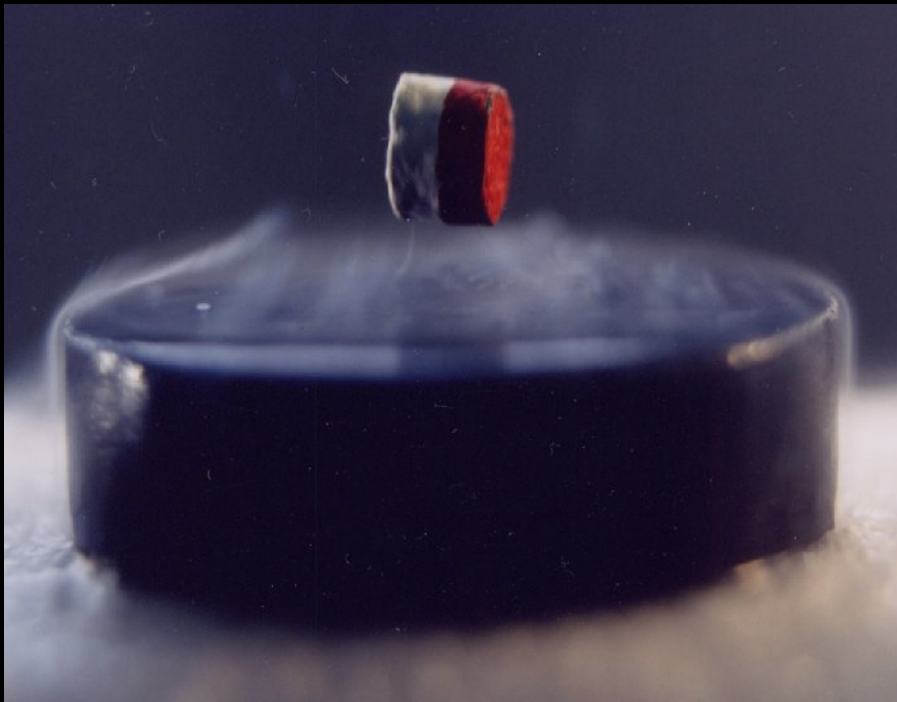
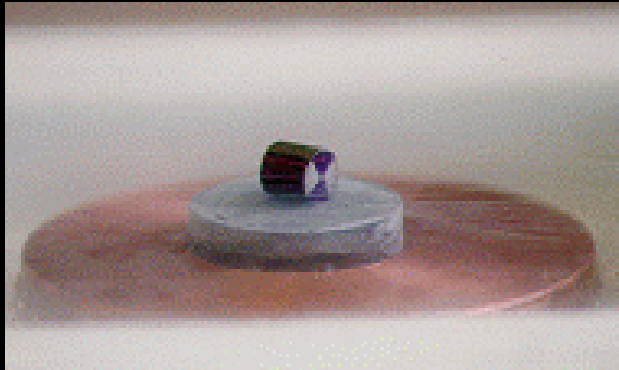
I am
superconductor

Medan magnet luar akan menginduksikan arus super
→ menimbulkan medan magnet induksi dlm bahan →
induksi magnetik total dlm bahan bernilai nol
(diamagnet sempurna).

$$4\pi M + B_a = 0$$

Medan Magnet (B)





Suhu kritis dan Medan magnet kritis

- ☀ Suhu kritis (T_c): suhu dimana suatu bahan memiliki sifat superkonduktif
- ☀ Medan magnet kritis (H_c): besar medan magnet yang merubah superkonduktor menjadi konduktor biasa

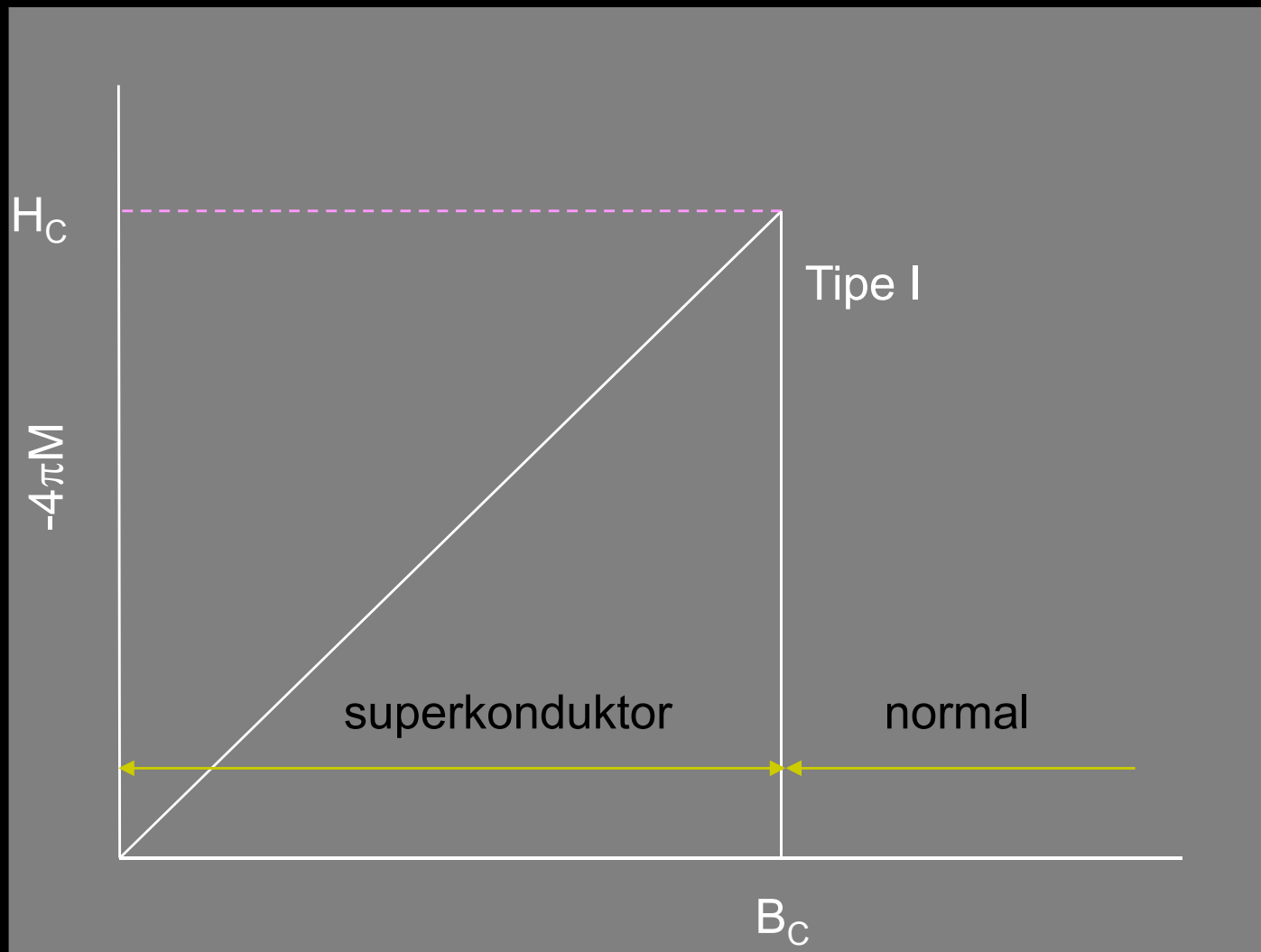


Superkonduktor Tipe I

- ☀ Resistivitas = nol
- ☀ Pd medan magnet yang cukup kecil ($< H_c$) terjadi efek meissner
- ☀ Pd medan magnet tinggi ($> H_c$) sifat superkonduktivitas hilang



Superkonduktor Tipe I

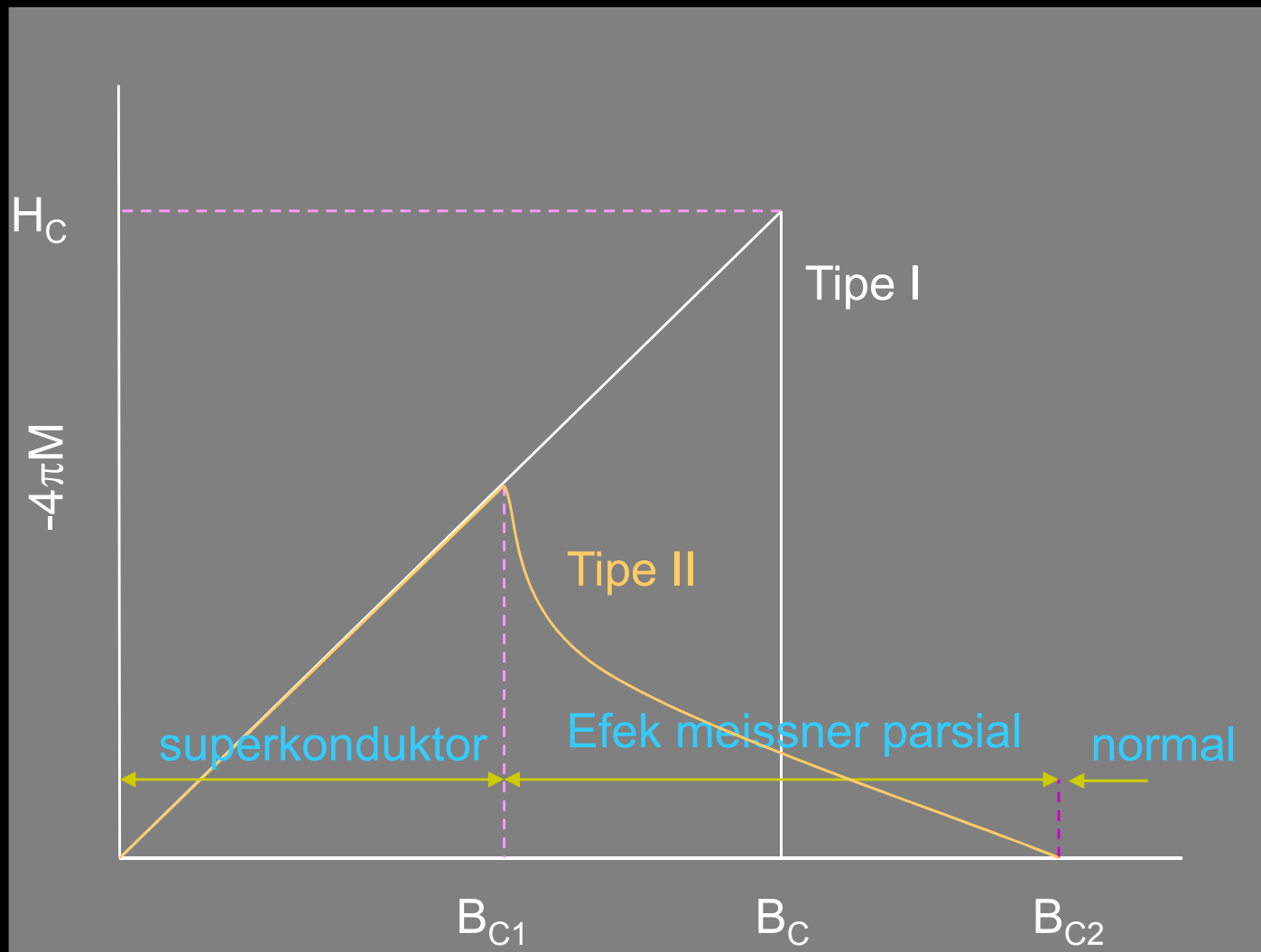


Superkonduktor Tipe II

- ☀ Memiliki 2 nilai medan kritis (B_{c1} & B_{c2})
- ☀ $B < B_{c1}$ = sifat superkonduktor I
- ☀ $B_{c1} < B < B_{c2} \rightarrow$ efek meissner parsial
- ☀ $B > B_{c2} \rightarrow$ sifat superkonduktivitas hilang
- ☀ Pd $B_{c1} < B < B_{c2}$ tak dpt lagi dijelaskan dengan teori BCS



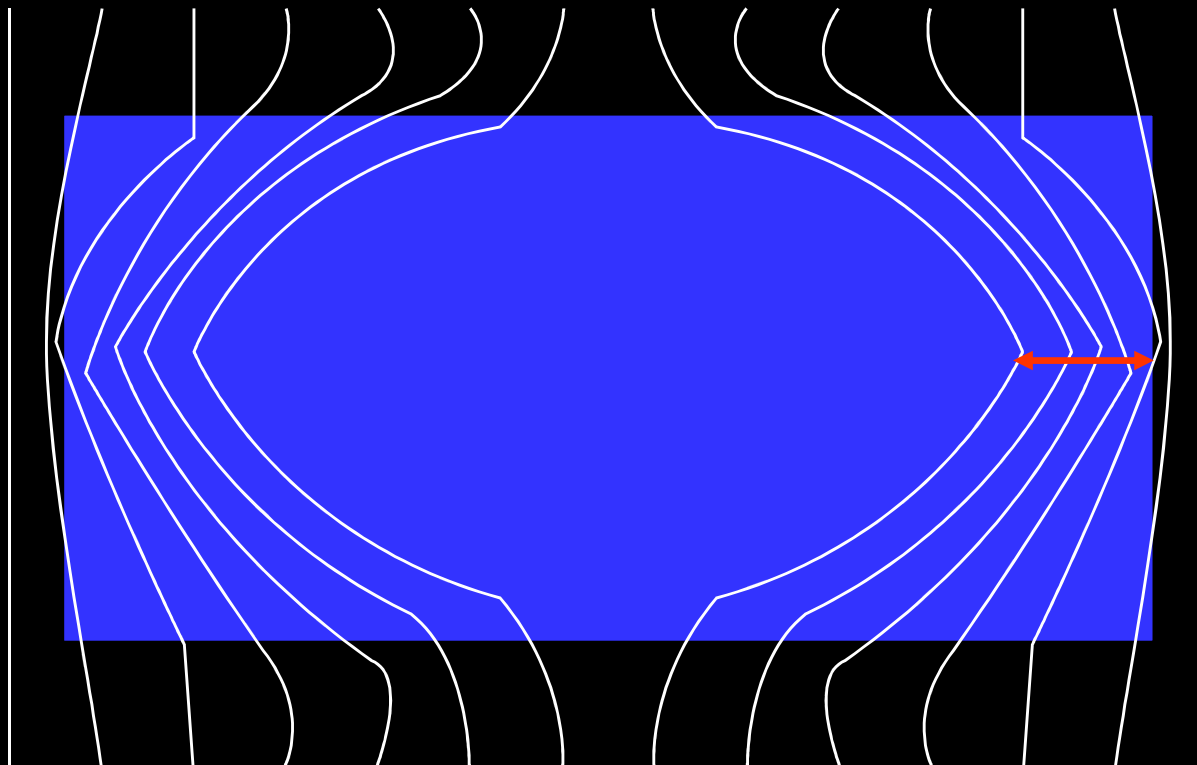
Superkonduktor Tipe II



Penetration depth & suhu pemadaman

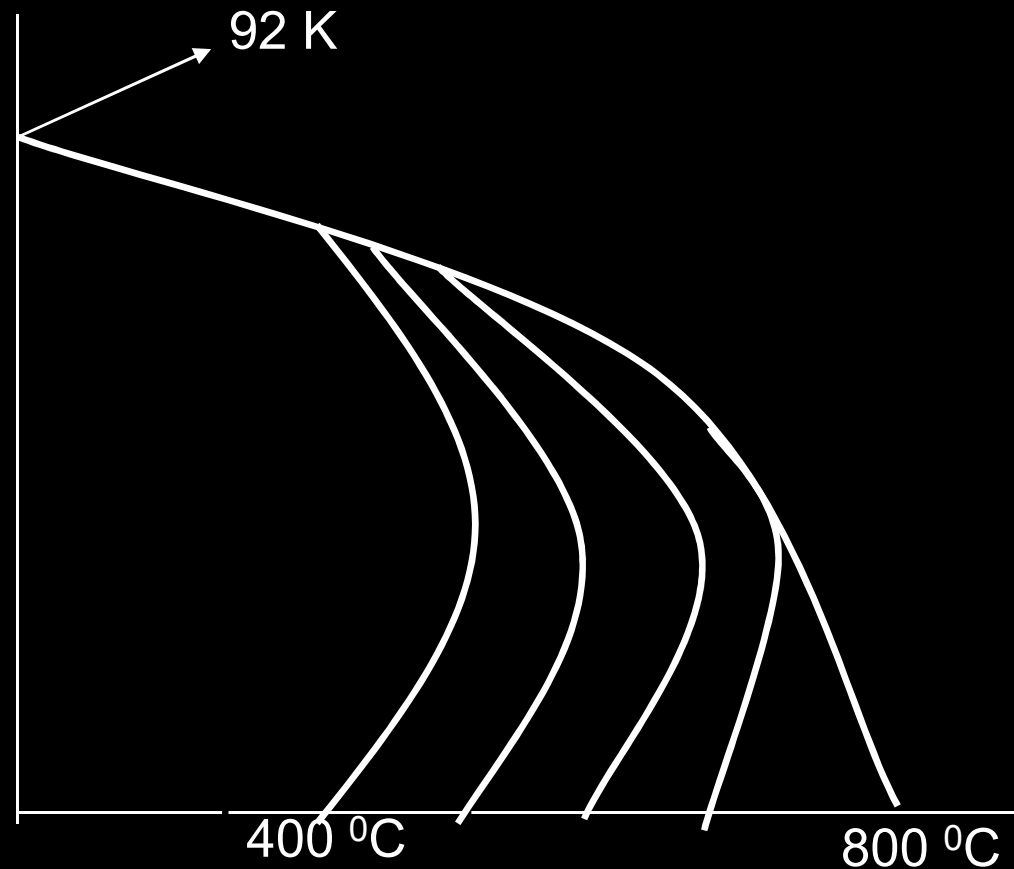
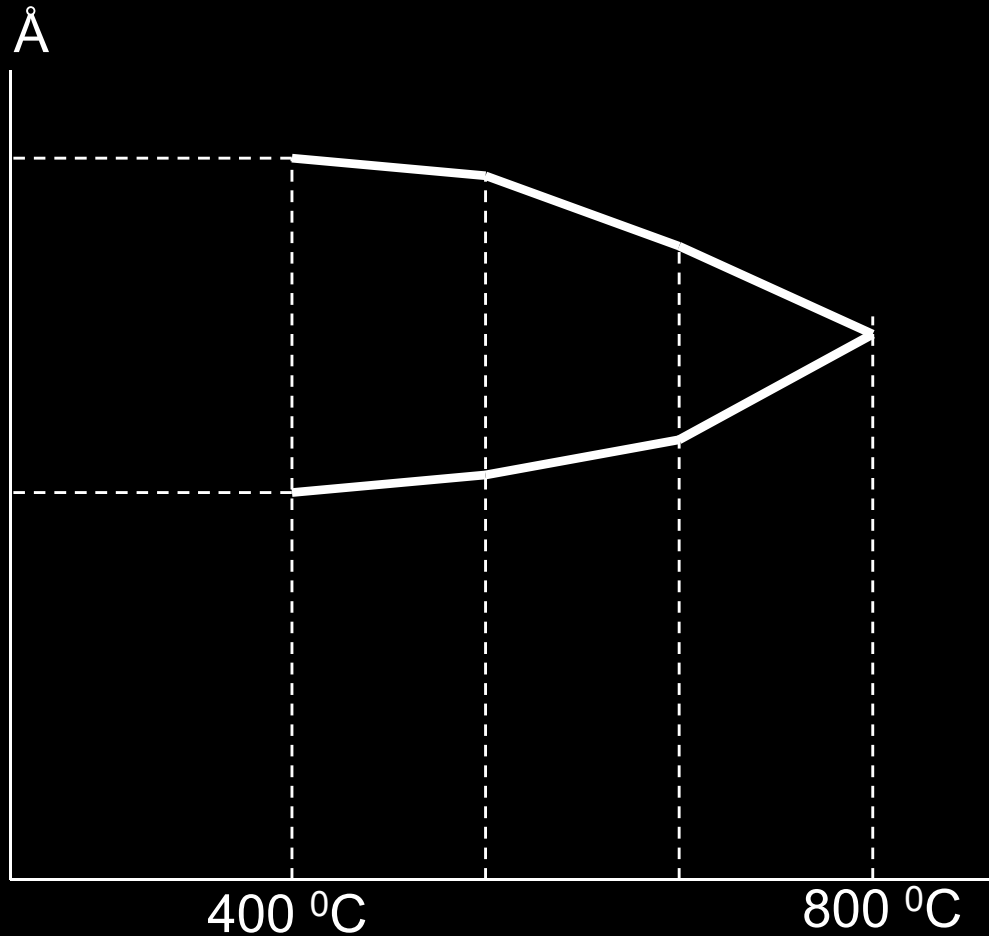
Kedalaman Penetrasi:

Panjang jarak medan magnet yang mampu menembus superkonduktor



Suhu pemadaman:

Suhu dimana superkonduktor akan rusak



Kelompok superkonduktor

Superkonduktor suhu kritis rendah:

Suhu < 23 K

Sudah ditinggalkan karena kurang aplikatif

Contoh: Mercury

Superkonduktor suhu kritis tinggi (mulai 1987):

Suhu > 78 K

Sedang dikembangkan

Contoh: keramik, $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ ($0 < x < 0.5$)

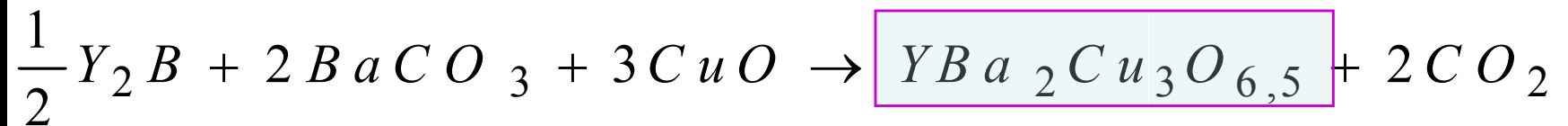


Proses pembuatan sampel
dan manfaat superkonduktor

Proses pembuatan sampel



$$(0 \leq x \leq 0.5)$$



Dipanaskan 940°C (24 jam)

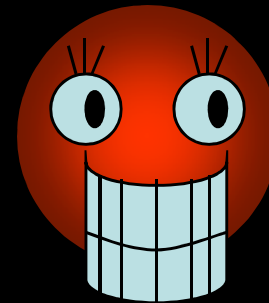
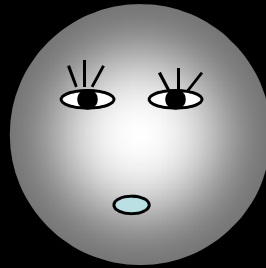
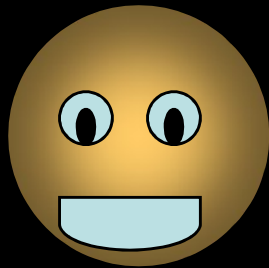
Didinginkan sampai suhu kamar

Dipanaskan 940°C (24 jam) + O₂

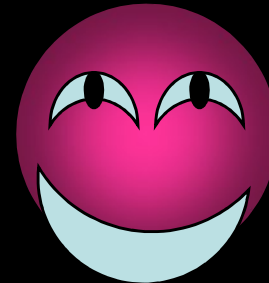
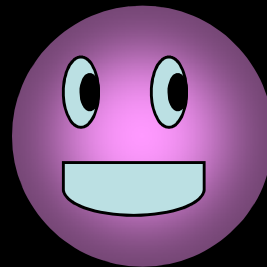
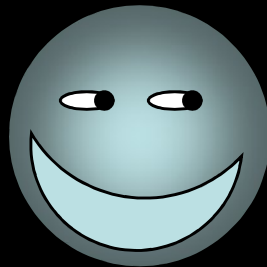
Didinginkan

Manfaat

- ✿ Kereta maglev di Jepang.
- ✿ Jaringan transmisi listrik
- ✿ Pembuatan generator
- ✿ Digunakan dalam pembuatan komputer
- ✿ Di bidang militer, HTS-SQUID digunakan untuk mendeteksi kapal selam dan ranjau laut.
- ✿ Digunakan dlm pembuatan motor listrik.
- ✿ MRI, dalam bidang kedokteran. Menggunakan medan magnet dan gelombang radio sehingga lebih aman dibandingkan X-ray
- ✿ Superconducting Quantum Interference Device (SQUID), dapat mendeteksi medan magnet sangat kecil. Dipakai mencari minyak dan mineral



THANK'S



MATERI SUPERKONDUKTIVITAS

9.1. Superkonduktor suhu kritis rendah.

9.1.1.klasifikasi logam (isolator, semikonduktor, konduktor,konduktor bagus,superkonduktor)

9.1.2.efek Meissner,suhu kritis, medan magnet kritis.

9.1.3.superkonduktor type-1

9.1.4.superkonduktor type-2

9.2.Superkonduktor bersuhu kritis tinggi.

9.2.1 struktur kristal

9.2.2.sel satuan struktur kristal

9.2.3.struktur kristal vs suhu pemadaman.

INDIKATOR

- Mengklasifikasi kristal
- Menjelaskan efek Meissner, suhu kritis dan medan magnet kritis.
- Membedakan superkonduktor type 1 dan type 2.
- Menjelaskan struktur kristal superkonduktor suhu kritis tinggi.
- Menjelaskan bidang-bidang kristal dalam sebuah sel satuan dari superkonduktor yang bersuhu kritis tinggi.
- Menentukan kualitas superkonduktor bersuhu kritis tinggi.