اليوم: الأحد
١٤٣٩/٣/١
٢٠١٧/١١/١٩

حاضرة جواهد؟

الساعة ٤ ← ٥

١
السبت
العاصل ٤/٦
١

الأحد ٤/١٢

الكمية ٤/٤

العاصل ٤/٦

إحضار أدوات معملية

٥ مواد عضوية + مواد غير عضوية

١٠

المواد فائقة التوصيل
Superconductors

ظاهرة التوصيل الفائق Superconductivity phenomena.

هي أن تصل المقاومة الكهربية للمادة إلى الصفر عند تبريدها لأقل من درجة معينة تسمى الدرجة الحرجة وعندها لا يوجد أي مقاومة للطاقة الكهربية عبر الأسلاك

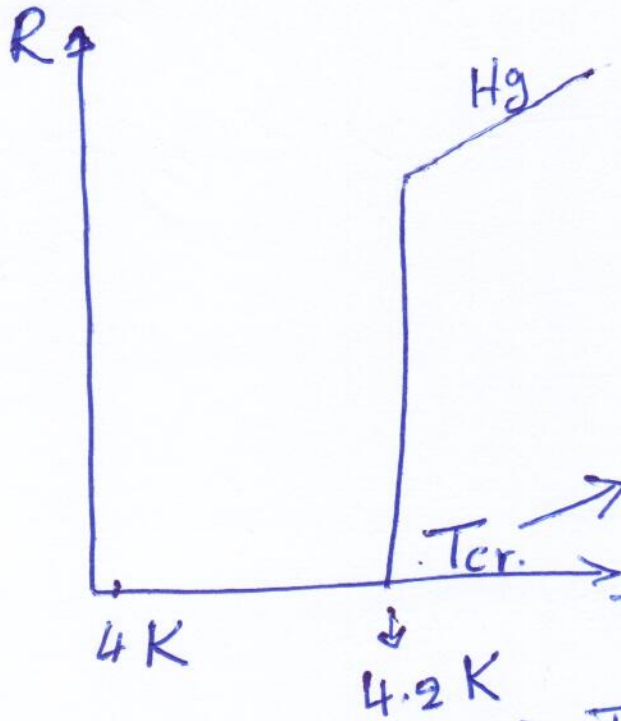
$IV = I^2 r$

صفر

٤

أول من لاحظ هذه الظاهرة عالم ألماني اسمه Heike Onnes عام 1911 حيث لاحظ أنه يوجد علاقة بين المقاومة الكهربية ودرجة الحرارة

100 000

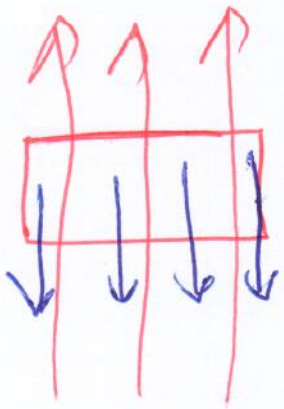


Critical temperature
درجة الحرارة الحرجة

اسفل درجة الحرارة الحرجة Tcr فاقد المادة فائقة التوصيل) واعلى من الدرجة الحرجة فاقد المادة عادية.

فى حالة ان المادة فائقة التوصيل فان المقاومة الكهربية تساوى صفر وهذا يعنى انه لو مر تيار كهربى فى المادة فائقة التوصيل فان التيار يستمر فى الدائرة حوالى ١٠٠٠٠٠ عام

من التجربة وجد أن المادة فائقة التوصيل اذا وضعت فى مجال مغناطيسى ضعيف سلك سلوك المادة الدايا مغناطيسية المثالية وهذا يعنى ان القابلية المغناطيسية $\chi = -1$ ذلك فقط فى حالة ان المادة فى حالة التوصيل الفائق



$$B = \mu_0 H + \mu_0 M \quad (3)$$

$$\frac{B}{H} = \mu_0 + \mu_0 \frac{M}{H}$$

μ = النفاذية المغناطيسية للوسط

B_a

$$\mu = \mu_0 + \mu_0 \chi$$

χ = القابلية المغناطيسية

$$\mu = \mu_0 (1 + \chi)$$

$M = -H$

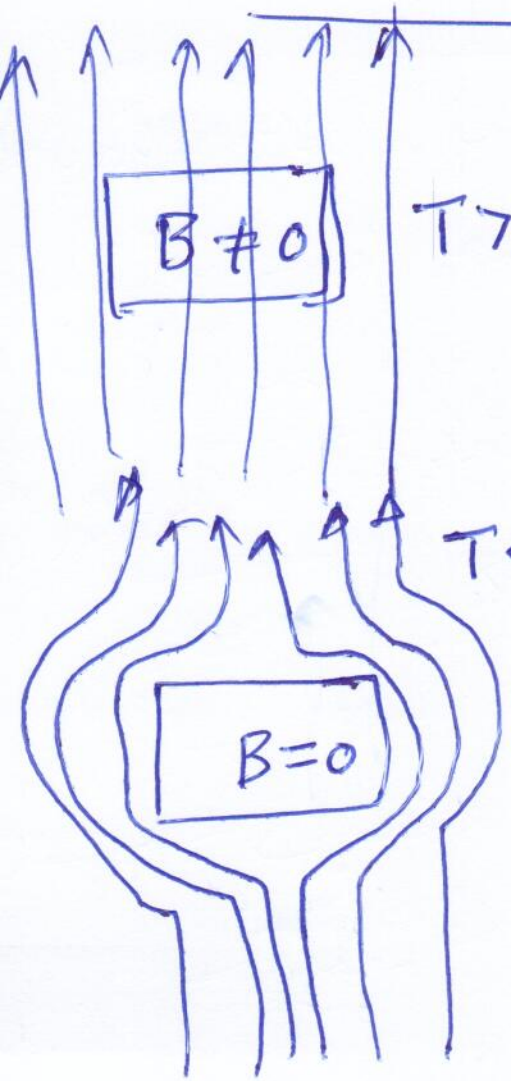
$$\chi = -\frac{M}{H} = -1$$

$\chi \sim 10^{-5}$

عند وضع قطعة من المادة (المادية)
في مجال مغناطيسي قوي وعند درجة حرارة $T > T_c$
يخترق المجال المادة تماماً كما في الشكل

وعند تبريد المادة جيداً عند
درجة الحرارة الحرجة بحيث $T < T_c$
المجال المغناطيسي لا يخترق
المادة وبالتالي $B = 0$ داخل
المغناطيس داخل المادة يساوي صفر
هذه الظاهرة تسمى ظاهرة

Meissner effect (1933)
Ochsenfeld



$T \leq T_c$

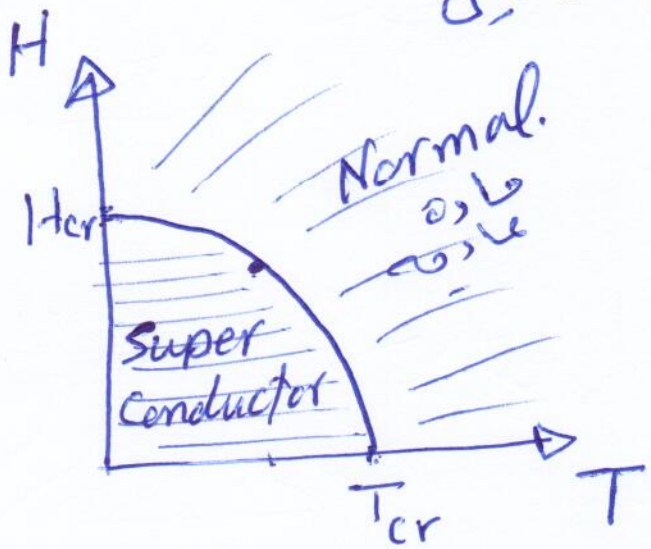
Superconducting state
حالة التوصيل الفائق

Normal State
الحالة العادية

عكس فقدان حالة التوصيل الفائق للمادة بطريقتين

① بزيادة درجة الحرارة عن $T_{cr.}$

② بتطبيق مجال مغناطيسي وفقد زيادة المجال الى قيمة معينة تسمى بالمجال الحرج H_{cr} قام المادة تفقد خواصها فائقة التوصيل



5 تصنيف المواد فائقة التوصيل

* طبقا لاستجابتها للمجال المغناطيسي الخارجي

النوع الاول Type I	في هذا النوع يوجد قيمة واحدة للمجال الحرج H_{cr} والتي اعلى منها فان المادة تفقد خواصها فائقة التوصيل
النوع الثاني Type II	في هذا النوع يوجد قيمتين للمجال الحرج والتي بينهم فان المادة تسمح باختراقه جزئي للمجال المغناطيسي الخارجي خلالها

** طبقا للدرجة الحرجة

High temperature super conductor
مواد فائقة التوصيل ذات درجة الحرارة الحرجة العالية
حيث يمكن ان تكون المادة في حالة توصيل فائقة في درجة اكبر من $T_c > 77K$
اي اعلى من درجة حرارة السيولة للنيتروجين السائل

Low Temperature super conductor
مواد فائقة التوصيل ⇐ ذات الدرجة الحرجة المنخفضة ($T_c < 77K$) وفي هذه الحالة تحتاج الى عمليات تبريد عالية للوصول بالمادة الى حالة التوصيل الفائقة

المواد

- بعض العناصر (الرئيسي) الرصاص
- بعض السبائك (سبيكة جرمانيوم - نيوبيوم
التيتانيوم - نيوبيوم
- بعض السيراميك

YBCO = Yttrium Barium Coper oxide

Tcr 90. K

- بعض المواد العضوية

fullerenes and carbon nanotube

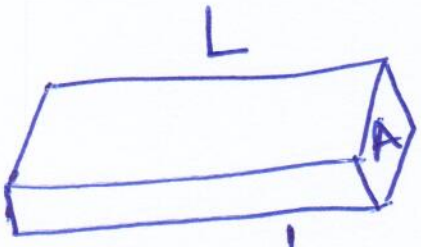
اضافة بعض المواد كشوائب مثلا اضافة عنصر الحديد Fe بنسبة واحدى 10^4 تقريبا تحكم الظاهرة في عنصر مثل MO

ظاهرة مايزنر
Meissner effect

في عام ١٩٢٢ اكتشف كلا من مايزنر و أوشنفيلد
أنه اذا برد مادة فائقة التوصيل في مجال مغناطيسي خارجي
فان المادة لا تسمح بمرور المجال المغناطيسي خلالها
درجة حرارة اقل الدرجة الحرجة T_{cr} وبالتالي
يكون المجال داخل المادة = صفر

$$B = \mu_0 H + \mu_0 M = 0$$

$V = IR$



$$R = \rho \frac{L}{A}$$

المقاومة النوعية للمادة ←

$$\therefore V = IR = \frac{I}{A} \rho L$$

J ← كثافة التيار

$$E = \frac{V}{L} = \rho J$$

في حالة ان المادة فائقة التوصيل تام
$\rho = zero$
∴ لا تحتاج الى مجال كهربي لمرور التيار الكهربي

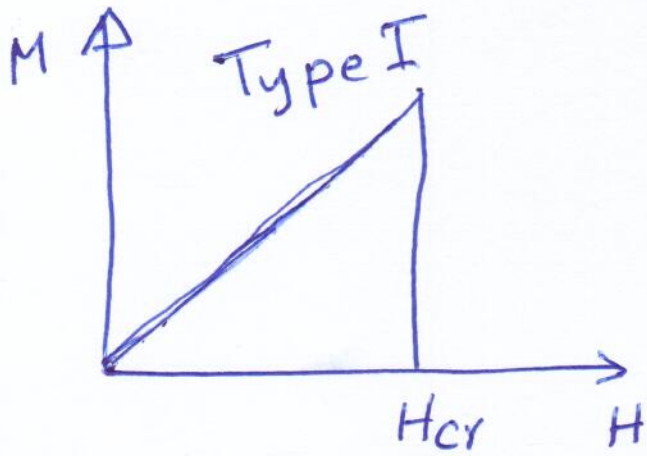
$$\frac{dB}{dt} = \nabla \times E = 0$$

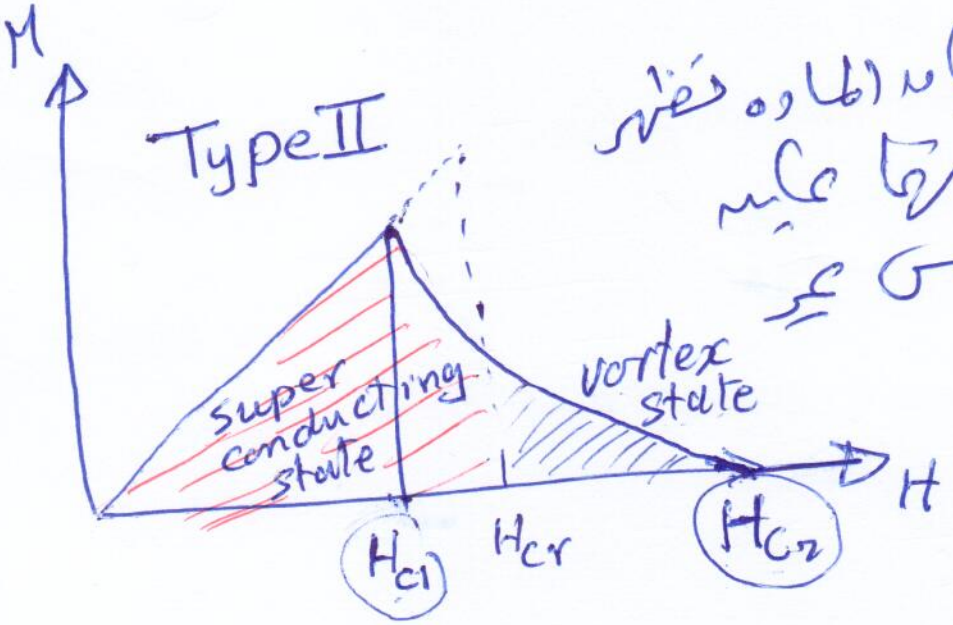
(المقاومة)

∴ معدل التغير في المجال الداخلي = صفر

وهذا بالضرورة لا يعني أنه المجال B = صفر

النتائج التي حصلنا عليها
حايزة كما في الشكل





في تلك الحالة فإن المادة تطرد
أي مجال خرج بيرجا عليه
أنه مجال مقاطيس غير
داخل المادة