

17) Магнитные свойства сверхпроводников I рода, эффект Мейснера. Сверхпроводящий шар в магнитном поле. Метод изображений для сверхпроводников

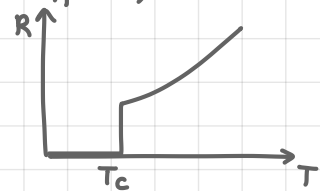
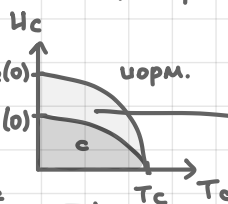
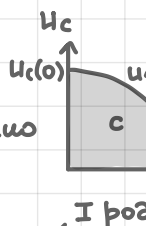
сверхпроводимость — свойство проводников, состоящее в аномально уменьшении до нуля их сопротивления при понижении температуры ниже некоторого значения. температура T_c , ниже которой вещество находится в сверхпроводящем состоянии, назыв. **критической температурой**

переход в-ва в сверхпроводящее состояние связан с перестройкой электронной подсистемы.

сверхпроводимость разрушается при:

- повышением температуры
- помещением сверхпроводника в достаточно сильное магнитное поле

$$H_c(T) = H_c(0) \left[1 - \left(\frac{T}{T_c} \right)^2 \right]$$

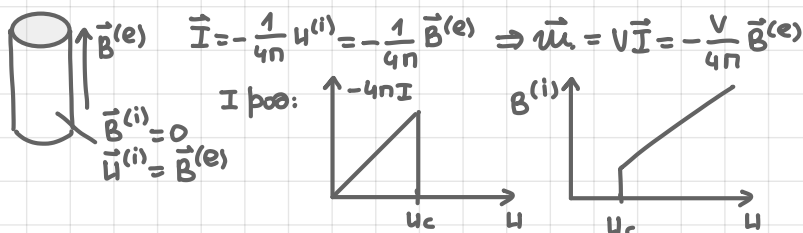


магнитное поле полностью вытесняется из объёма в-ва

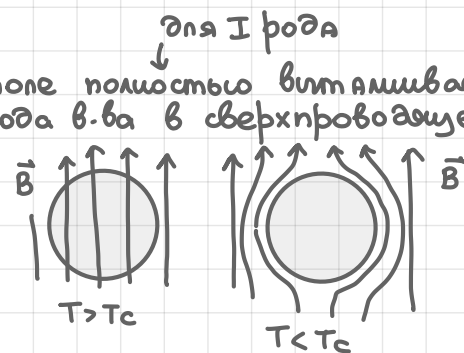
смешанное состояние (сосуществуют обе фазы, благодаря чему поле частично проникает в объём вещества)

в объёме сверхпроводника. $\vec{H} = \vec{B} - 4\pi \vec{I}$ $\vec{B} = 0 \Rightarrow \vec{I} = -\frac{1}{4\pi} \vec{H} \Rightarrow$ магнитная восприимчивость $\chi = -\frac{1}{4\pi} < 0$

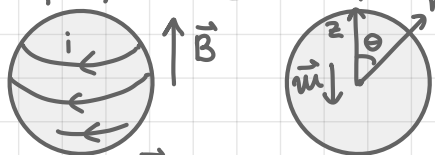
сверхпроводники — **диамагнетики**, при чём идеальные ($\vec{B} = 0$)



эффект Мейснера: при температуре $< T_c$ магнитное поле полностью вытесняется из объёма сверхпроводника независимо от момента перехода в-ва в сверхпроводящее состояние: до или после наложения магнитного поля.



сверхпроводящий шар:



поле вне шара:

$$\vec{B}(\vec{r}) = \vec{B}_0 + \frac{3(\vec{m} \cdot \vec{r})\vec{r} - \vec{m}r^2}{r^5}$$

в объёме $\vec{B} = 0 \Rightarrow$ на внешней поверхности $B_n = 0$: $B_n \equiv B_r = 0 \Leftrightarrow \vec{r} \cdot \vec{B}(\vec{r})|_{r=R} = 0$

$$0 = (\vec{r} \cdot \vec{B}_0 + \frac{3(\vec{m} \cdot \vec{r})r^2 - (\vec{m} \cdot \vec{r})r^2}{r^5}) \Rightarrow B_0 \cos \theta + \frac{2m_z \cos \theta}{R^3} = 0$$

$$m_z = -\frac{R^3 B_0}{2}$$

$$\vec{m} = -\frac{R^3}{2} \vec{B}_0$$

граничные условия

$$\oint (\vec{H}, d\vec{e}) = \frac{4\pi}{c} \int (\vec{j}, d\vec{s})$$

$$\Delta H_r = \frac{4\pi}{c} i$$

$$H = 0 \Rightarrow i = \frac{c H_r}{4\pi}$$

$$B_r = B_0 \cos \theta - \frac{m_z \cos \theta}{R^3} =$$

$$= \frac{3}{2} B_0 \cos \theta = \frac{4\pi}{c} i \Rightarrow i = \frac{3c}{8\pi} B_0 \cos \theta$$

$\rightarrow \vec{m}'$

сверхпроводящий

$\rightarrow \vec{m}'_3$

поле от экранированных сверхпроводящих токов вне сверхпроводника \equiv поле отражённого диполя