

# Магнитные свойства вещества

Над проектом работали  
учащиеся 11 а класса:  
Круглякова Екатерина  
Швачкина Марина

# Магнитные свойства вещества

Подобно тому как электрические свойства вещества характеризуются диэлектрической проницаемостью, магнитные свойства вещества характеризуются магнитной проницаемостью.

# Магнитная проницаемость

Отношение  $\frac{B}{B_0} = \mu$  называется магнитной проницаемостью среды.

( $\vec{B}$  – вектор магнитной индукции в однородной среде

$\vec{B}_0$  – вектор магнитной индукции в той же точке пространства в вакууме)

В однородной среде магнитная индукция  
равна:  $\vec{B} = \mu \vec{B}_0$

# Три класса магнитных веществ

Существует три основных класса веществ с резко различающимися магнитными свойствами:

ферромагнетики, парамагнетики и диамагнетики.



# Ферромагнетики

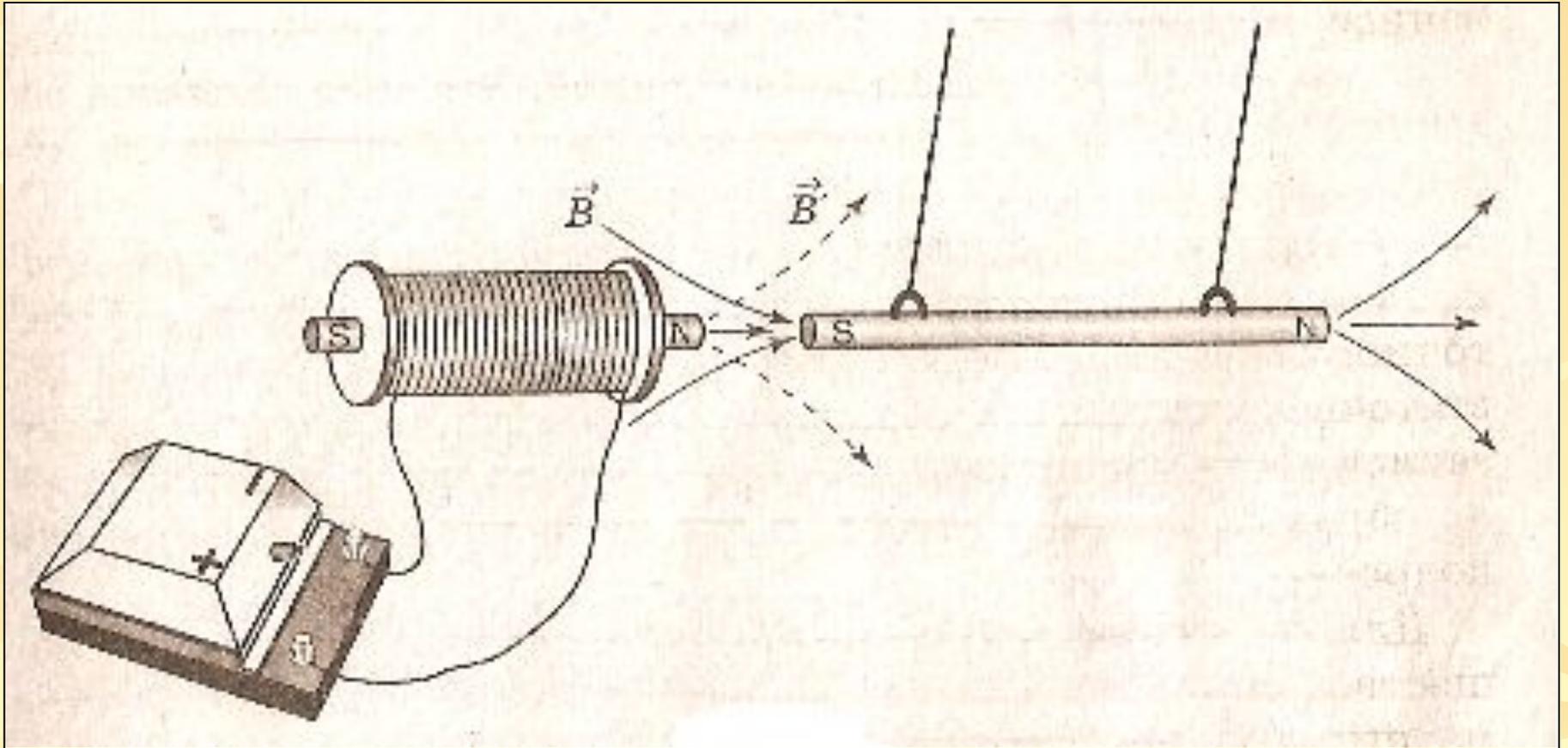
Вещества, у которых подобно железу,  $\mu > 1$ , называются **ферромагнетиками**. (Fe, Ni, Co)

Важнейшее свойство ферромагнетиков существование у них **остаточного магнетизма**.

При нагревании до достаточно высокой температуры ферромагнитные свойства у тел исчезают (**точка Кюри**).

Магнитная проницаемость ферромагнетиков непостоянна, она зависит от магнитной индукции внешнего поля.

# Ферромагнетики



# Ферромагнетики

## Точка Кюри

Температура, при которой вещество теряет ферромагнитные свойства, называется температурой или точкой Кюри.

При нагревании постоянного магнита выше этой температуры он перестаёт притягивать железные предметы.

Железо (Fe)	770 °C
Никель (Ni)	365 °C
Кобальт (Co)	1000 °C

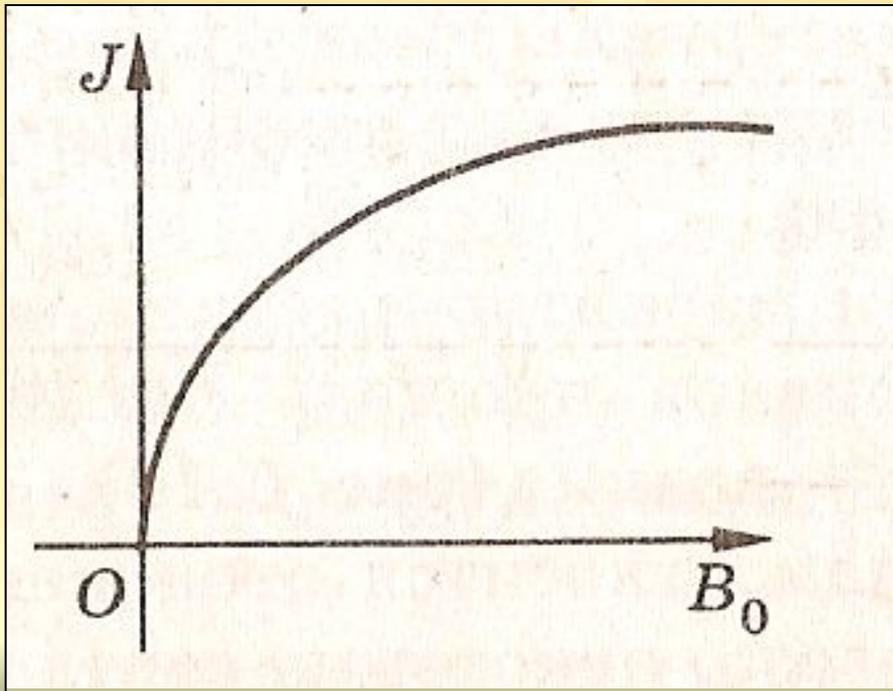
# Ферромагнетики

## Кривая намагничивания

Разность между  $B$  и  $B_0$  может служить мерой намагничивания материала.

Намагниченность  $J$  равна:  $J = B - B_0$

$$J = (\mu - 1)B_0$$

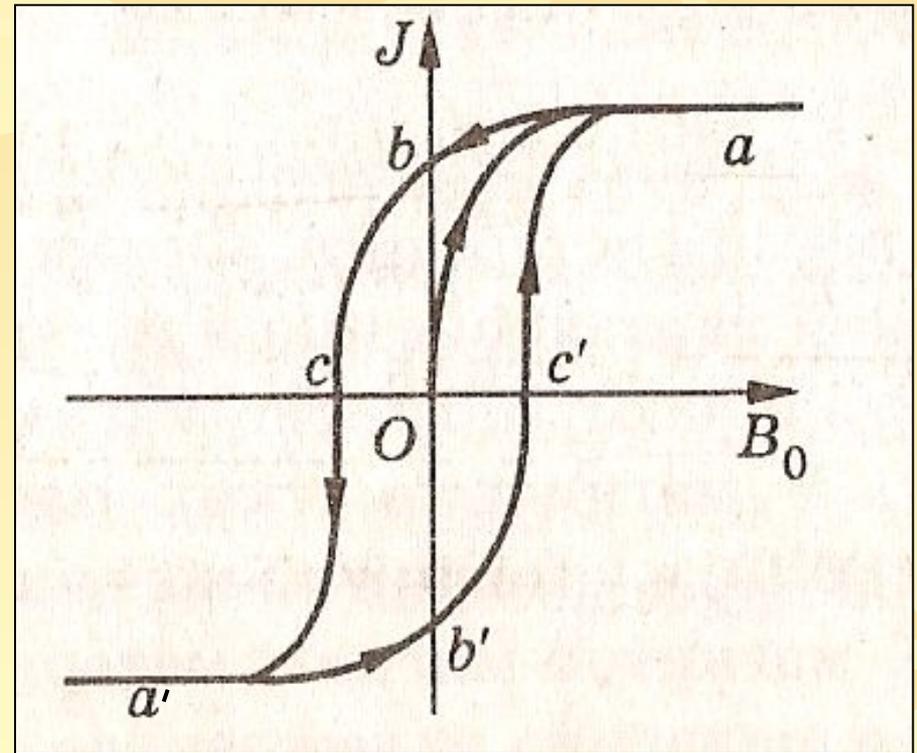


# Ферромагнетики

## Магнитный гистерезис

При уменьшении  
индукции  
намагничивающего поля  
после достижения  
насыщения  
намагниченность  $J$   
уменьшается медленнее,  
чем происходил её рост.  
Это явление называют  
**магнитным  
гистерезисом.**

Петля гистерезиса:



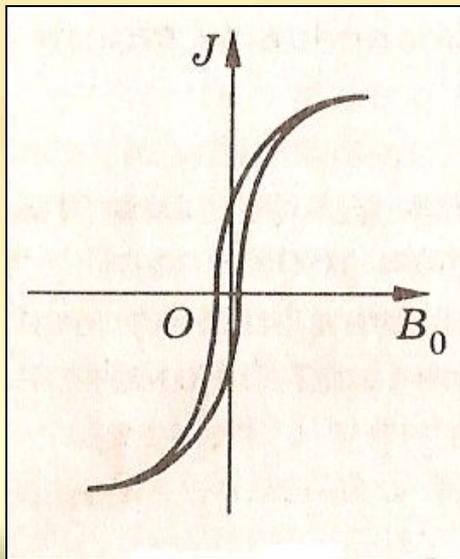
# Ферромагнетики

## Магнитные металлы

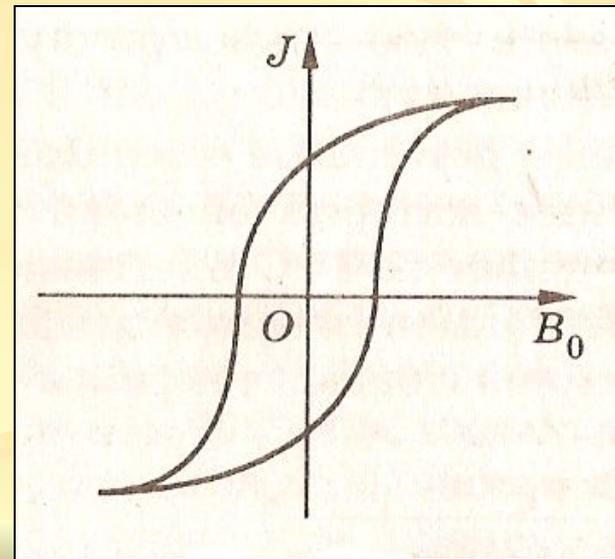
Различные ферромагнитные материалы имеют разные формы петли гистерезиса.

Различают **магнитно-мягкие** и **магнитно-жесткие** материалы.

магнитно-мягкие:



магнитно-жесткие



# Ферромагнетики

## Применение

Изготовление постоянных магнитов, сердечников трансформаторов, находят применение в магнитных плёнках для записи разнообразной информации: голос, музыка, программы ЭВМ.



# Парамагнетики

Существуют вещества, которые ведут себя подобно железу, втягиваются в магнитное поле. Эти вещества называют **парамагнитными**. (Al, Na, K, Mn, Pt)

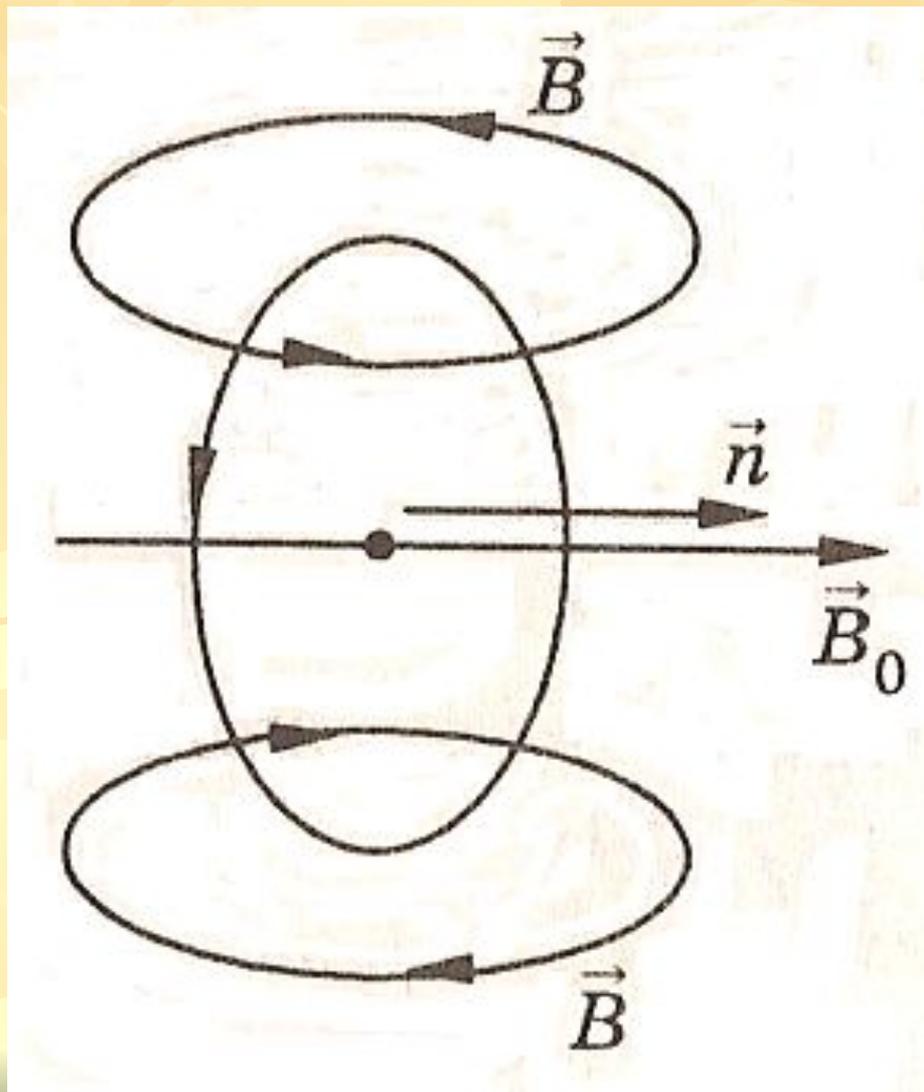
У них  $\mu > 1$ , но от единицы отличается на величину порядка  $10^{-5} \dots 10^{-6}$ .

Магнитная проницаемость парамагнетиков зависит от температуры и уменьшается при её увеличении.

Без намагничивающего поля парамагнетики не создают собственного магнитного поля.  
Постоянных парамагнетиков нет.

# Парамагнетики

## Парамагнетизм



# Диамагнетики

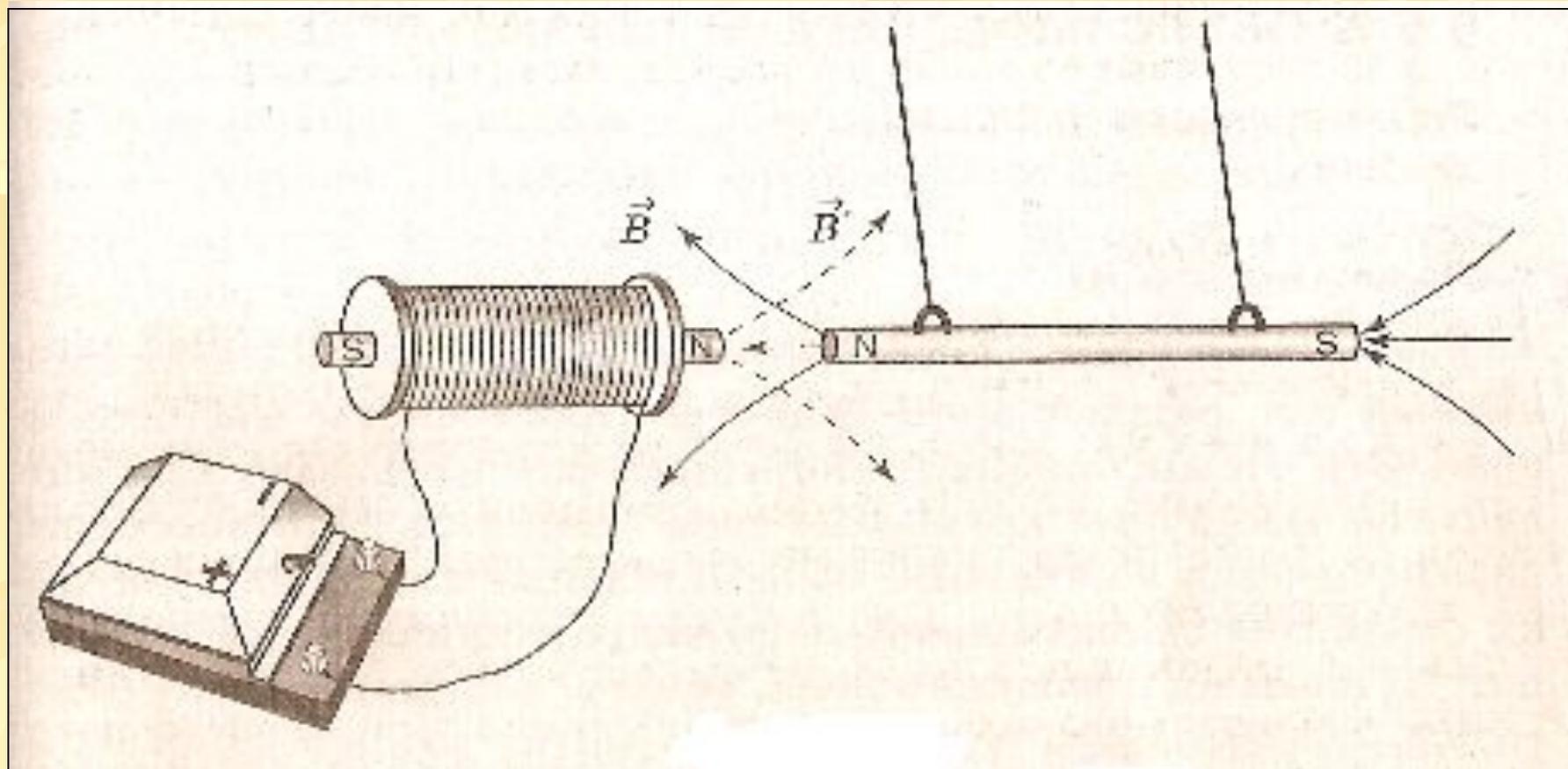
**Диамагнетики** – вещества, которые выталкиваются из магнитного поля. (Bi, Cu, S, Hg, Cl)

У диамагнетиков  $\mu < 1$ , отличается от единицы на величину порядка  $10^{-6}$ .

Магнитная проницаемость практически не зависит от индукции намагничивающего поля и от температуры.

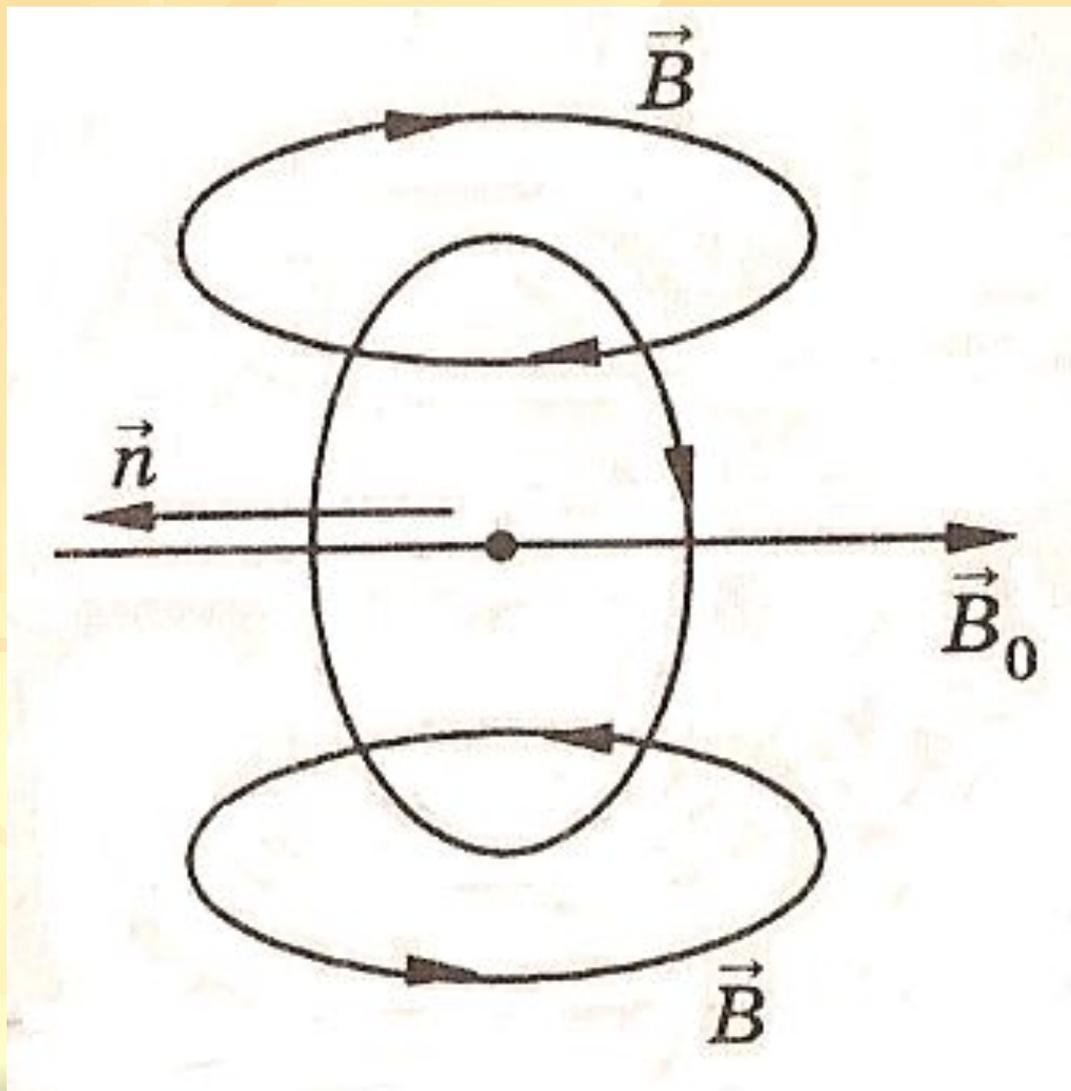
При вынесении диамагнетика из внешнего намагничивающего поля он полностью размагничивается и магнитного поля не создаёт.

# Диаманетики



# Диамagnetики

## Диамagnetизм



# Диамагнетики

Сверхпроводники – идеальные диамагнетики

Магнитное поле вообще не проникает внутрь сверхпроводника. Это означает что сверхпроводник является **идеальным диамагнетиком**. Т.к. магнитная индукция внутри проводника равна нулю, то по формуле:  $B = \mu B_0$ , магнитная проницаемость сверхпроводника также равна нулю.

# Вывод. Сравнение свойств

	$\mu$	остаточный магнетизм	магнитная проницаемость:
ферромагнетики	$\gg 1$	есть	непостоянна, зависит от магнитной индукции внешнего поля
парамагнетики	$>1$ ( $10^{-5} \dots 10^{-6}$ )	нет	зависит от температуры и уменьшается при её увеличении
диамагнетики	$<1$ ( $10^{-6}$ )	нет	практически не зависит от индукции намагничивающего поля и от температуры