

### 13. Намагничивание магнетиков, диа- и парамагнетики. Вектор намагничивания. Объемные и поверхностные токи намагничивания, их связь с вектором намагничивания

Магнетик – вещество, способное намагничиваться.

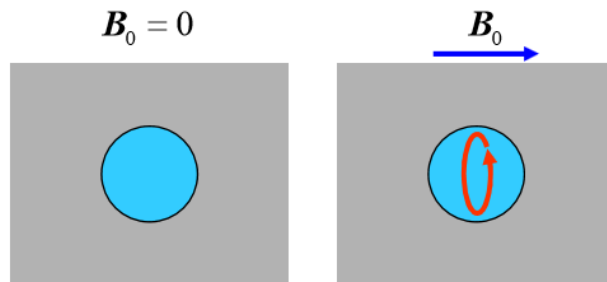
Намагничивание – наведение в веществе магнитных диполей, то есть токов намагничивания.

Любое вещество при внесении его во внешнее магнитное поле  $\vec{B}_0$  приобретает магнитный момент, т.е. намагничивается. Намагниченное вещество создает собственное магнитное поле  $\vec{B}_\mu$ . Согласно принципу суперпозиции результирующее магнитное поле

$$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_\mu \quad \text{– результирующее поле}$$

$\vec{B}_0$  – внешнее поле (токов проводимости)

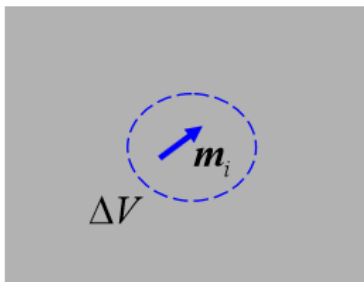
$\vec{B}_\mu$  – поле токов намагничивания



Следовательно, намагничивание вещества обусловлено преимущественной ориентацией магнитных моментов молекул в одном направлении.

#### Вектор намагничивания

Любое вещество при внесении его во внешнее магнитное поле намагничивается в той или иной степени. Количественной характеристикой вещества в магнитном поле является вектор намагничивания  $\vec{J}$ . Суммарный магнитный момент единицы объема вещества называют вектором намагничивания.

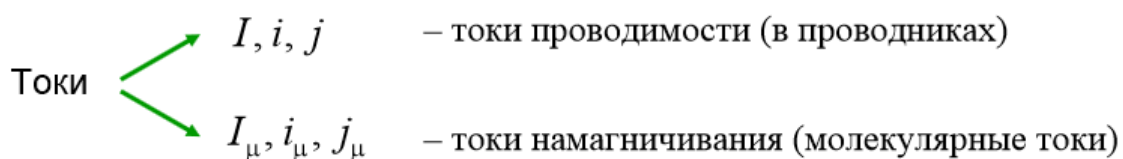


$$\vec{J} = \frac{1}{\Delta V} \sum \vec{m}_i \quad \text{– вектор намагничивания}$$

$\vec{m}_i$  – магнитный момент

$\vec{m}_i$  – магнитный момент («маленький магнитик»). В СИ намагниченность измеряется в А/м.

В результате намагничивания в магнетике возникают токи намагничивания.



## Диамагнетики и парамагнетики

Вещества, у которых в отсутствие внешнего магнитного поля результирующий магнитный момент равен нулю, называют диамагнетиками. К ним относятся, например: инертные газы, молекулярный водород, азот, цинк, медь, золото и др.

Парамагнетиками называют вещества, у которых атомы, молекулы или ионы обладают магнитным моментом, не равным нулю. К парамагнетикам относятся, например, щелочные и щелочноземельные металлы, некоторые переходные металлы и их сплавы, кислород, и др.

1. Диамагнетики,  $m_i = 0$  при  $B_0 = 0$ ;

2. Парамагнетики,  $m_i \neq 0$  при  $B_0 = 0$ .

$m_i$  — магнитный момент атомов (молекул)

Диамагнетики ослабляют внешнее поле. В поле  $\vec{B}_0$  индуцируются  $m_i \uparrow \downarrow \vec{B}_0$  (из-за электромагнитной индукции на молекулярном уровне).

Парамагнетики усиливают внешнее поле. В поле  $\vec{B}_0$  происходит частичная ориентация  $m_i$  по полю  $\vec{B}_0$  (из-за действия на  $m_i$  момента сил со стороны  $\vec{B}_0$ ).

Для большинства магнетиков  $\mu \approx 1$ .

**Объемные и поверхностные токи намагничивания, их связь с вектором намагничивания**

