Векторы электрического поля

$\overline{P} = \sum_i \overline{p}_i$, где $p_i = q_i \overline{l}_i$ — дипольный момент i-го диполя.

$\overline{P} = \varepsilon_0 \chi_э \overline{E}$, где $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \cdot 10^{-9} \frac{Ф}{м} = 8,85 \frac{пФ}{м}$ — электрическая постоянная;

$\chi_э$ — электрическая восприимчивость.

вектор электрического смещения $\overline{D}$ в вакууме $\overline{D} = \varepsilon_0 \overline{E}$.

Поляризация показывает, насколько вектор электрического смещения в данной среде отличается от вектора электрического смещения в вакууме. Следовательно, в веществе

$$\overline{D} = \varepsilon_0 \overline{E} + \overline{P} = \varepsilon_0 \overline{E} + \varepsilon_0 \chi_э \overline{E} = \varepsilon_0 (1 + \chi_э) \overline{E},$$

где $1 + \chi_э = \varepsilon_r$ — относительная электрическая проницаемость.

$\overline{D} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \overline{E} = \varepsilon \overline{E}$, $\varepsilon_0 \varepsilon_r = \varepsilon$ — абсолютная электрическая проницаемость.

Векторы магнитного поля

$B = \frac{F}{qV}$. магнитная индукция — это сила, действующая на единичный электрический заряд, движущийся с единичной скоростью перпендикулярно силовым линиям магнитного поля.

вектор $\bar{H}$ — напряженность магнитного поля.

$$\bar{B} = \mu_0 \bar{H} + \bar{M} = \mu_0 (1 + \chi_м) \bar{H}, \quad \bar{M} = \mu_0 \chi_м \bar{H}$$

где $\bar{M}$ — намагниченность, равная сумме магнитных моментов атомов в единице объема вещества:

$$\bar{M} = \sum_i \bar{\mu}_i.$$

$\chi_м$ — магнитная восприимчивость. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$ — магнитная постоянная

$\mu_r = 1 + \chi_м$ — относительная магнитная проницаемость.

$\mu_0 \mu_r = \mu$, где μ — абсолютная магнитная проницаемость

$$\bar{B} = \mu_0 \mu_r \bar{H} = \mu \bar{H}.$$

Классификация сред, материальные уравнения.

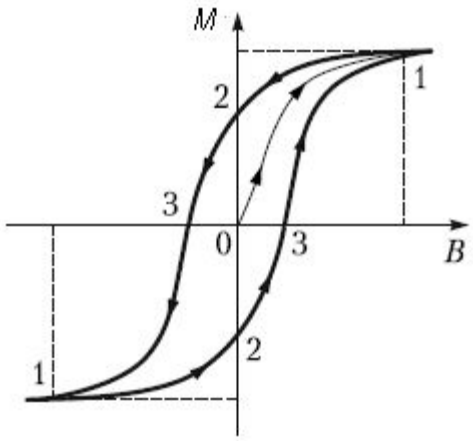
$$\left.\begin{aligned} \bar{D} &= \varepsilon \bar{E} \\ \bar{B} &= \mu \bar{H} \\ \bar{j} &= \sigma \bar{E} \end{aligned}\right\}.$$

Эти уравнения называют материальными, так как входящие в них величины ε, μ, σ, именуемые макроскопическими параметрами, являются характеристиками среды (материала), в которой распространяются электромагнитные волны. Данные величины для каждого материала могут быть определены только экспериментальным путем. И, что очень важно, нет в природе двух сред, у которых хотя бы один из макроскопических параметров совпал.

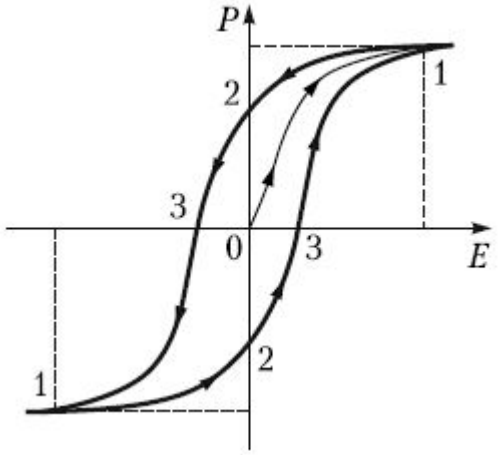
Если макроскопические параметры среды ε, μ, σ не зависят от координаты, то среда однородная.

Если макроскопические параметры среды ε, μ, σ не зависят от величины векторов электромагнитного поля, материальные уравнения оказываются при этом линейными, «линейные среды».

В противном случае материальные уравнения оказываются нелинейными, «нелинейные среды».



Гистерезис ферромагнетиков



сегнетоэлектриков

Изотропные среды – свойства одинаковы для полей во всех направлениях.

Анизотропные среды – свойства различаются в зависимости от направления электромагнитного поля.

Для магнитного поля:

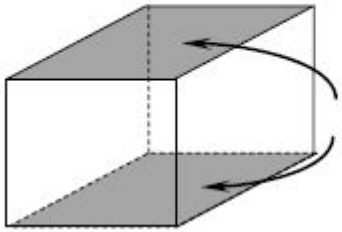
$$\left.\begin{aligned} B_X &= \mu_{XX}H_X + \mu_{XY}H_Y + \mu_{XZ}H_Z \\ B_Y &= \mu_{YX}H_X + \mu_{YY}H_Y + \mu_{YZ}H_Z \\ B_Z &= \mu_{ZX}H_X + \mu_{ZY}H_Y + \mu_{ZZ}H_Z \end{aligned}\right\}.$$

Каждая проекция вектора $\bar{B}$ здесь зависит от трех проекций вектора $\bar{H}$ (часть коэффициентов $\mu_{XX}, \mu_{XY}, \ldots, \mu_{ZY}, \mu_{ZZ}$ может обращаться в нуль). векторы $\bar{B}$ и $\bar{H}$ не параллельны.

Всю совокупность действий, производимых над проекциями вектора $\bar{H}$ для получения вектора $\bar{B}$, условно обозначают оператором

$$\hat{\mu} = \begin{pmatrix} \mu_{XX} & \mu_{XY} & \mu_{XZ} \\ \mu_{YX} & \mu_{YY} & \mu_{YZ} \\ \mu_{ZX} & \mu_{ZY} & \mu_{ZZ} \end{pmatrix},$$ тензор магнитной проницаемости

форма уравнения $\bar{B} = \mu\bar{H}$ сохраняется, но вместо скалярной величины μ используется тензор $\hat{\mu}$: $\bar{B} = \hat{\mu} \cdot \bar{H}$.



Электроды

$C = \varepsilon \frac{S}{d}$

S — площадь обкладок конденсатора;

d — расстояние между обкладками

$d = a$

$\varepsilon = C/a$

C — измеренная емкость

$E = E_0 \cos \omega t$

$\bar{j}_{\text{полн}} = \bar{j}_{\text{пр}} + \bar{j}_{\text{см}} + \bar{j}_{\text{пер}} + \bar{j}_{\text{ст}}$

$j_{\text{пр}} = \sigma E_0 \cos \omega t;$

$j_{\text{см}} = -\omega \varepsilon E_0 \sin \omega t.$

$$\frac{\sigma}{\omega \varepsilon} = \operatorname{tg} \Delta$$

: тангенс угла диэлектрических потерь

если $\operatorname{tg} \Delta >> 1$, то среда проводник, если $\operatorname{tg} \Delta << 1$ — диэлектрик.

Таким образом, если в среде преобладает ток проводимости, то эта среда реальный проводник. Если же преобладает ток смещения, то это реальный диэлектрик.