Закон Кулона $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\cdot\frac{\bar{r}}{|\bar{r}|}$, $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \approx 9\cdot10^9 \frac{Н\,м^2}{Кл^2}$

Напряженность эл поля: $E = F/q$

Напряженность поля точечного заряда: $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q\bar{r}}{|\bar{r}|^3}$

Поток напряженности эл поля: $\Phi_E = \oint_S \bar{E}\,d\bar{S}$

Дипольный момент: $\bar{p}_e = q\bar{l}$

Условие потенциальности электростатического поля: $\oint \bar{E}\,d\bar{r} = 0$

на основании т-мы Стокса $\mathrm{rot}\,\bar{E} = 0$

Потенциал: $\varphi = \int_M^0 \bar{E}\,d\bar{r}$ (обычно за 0 прин. ∞)

$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r}$

Потенциал точечного диполя: $\varphi(M) = \frac{(\bar{r}\cdot\bar{p}_e)}{4\pi\varepsilon_0 r^3}$

Потенциал через объёмную плотность: $\varphi(M) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int_V \frac{\rho\,dV}{r}$

Связь напряженности и потенциала: $E = -\,\mathrm{grad}\,\varphi$

Вектор поляризации: $\bar{P} = n\bar{p}_e$, n - число диполей-молекул в ед. V

$\bar{P} = \chi\varepsilon_0\bar{E}$, χ – диэлектр. восприимч.

Вектор индукции эл поля: $\bar{D} = \varepsilon_0\bar{E} + \bar{P} = \varepsilon_0(1+\chi)\bar{E} = \varepsilon_0\varepsilon\bar{E}$

ε – диэлектр. прониц. в-ва

Теорема Гаусса: $\oint \bar{D}\,ds = \sum q_i$ (или $\mathrm{div}\,\bar{D} = \rho$)

ρ - объемная плотность заряда

Уравнение Пуассона: $\Delta\varphi = -\frac{\overset{\mathrm{div}D=}{\rho}}{\varepsilon\varepsilon_0}$ (ε не зависит от коорд., т.е среда однор.)

если нет своб. зарядов, то ур-ие Лапласа: $\Delta\varphi = 0$

Условия на границах раздела двух сред: $D_{n1} - D_{n2} = \sigma$, $E_{\tau 1} = E_{\tau 2}$

n - проекция на нормаль к границе раздела;

τ - проекция на $\forall$ касательное напр.

σ - поверхностная плотность зарядов на пов-ти;

Напряженность внутри однородного проводника: $\bar{E} = 0$

Напряженность у поверхности однородного проводника: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon\varepsilon_0}$

Разность потенциалов между обкладками конденсатора: $U = \dfrac{Q}{C} \; (= Ed)$

Емкость плоского конденсатора: $C = \dfrac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$

Последовательное соединение конденсаторов: $\dfrac{1}{C_0} = \dfrac{1}{C_1} + \ldots + \dfrac{1}{C_n}$

Параллельное соединение конденсаторов: $C_0 = C_1 + \ldots + C_n$

Работа источника по зарядке конденсатора: $A = \mathcal{E} \Delta Q$ (ΔQ - изм. заряда обкл.)

Энергия заряженного конденсатора: $W = \dfrac{UQ}{2} = \dfrac{Q^2}{2C} = \dfrac{CU^2}{2}$

Плотность энергии электрического поля: $w_E = \dfrac{1}{2}\bar{E}\bar{D} = \dfrac{1}{2}\varepsilon\varepsilon_0 E^2 = \dfrac{dW}{dV} = \dfrac{1}{2}\rho\varphi$

Энергия системы заряженных проводников: $W = \dfrac{1}{2}\int_V w\,dV = \dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} Q_i \varphi_i$

Плотность тока проводимости: $j = e(n^+ v^+ - n^- v^-)$

Закон Ома: $j = \lambda(\bar{E} + \bar{E}_c)$ λ - удельная проводимость среды, $\rho = \dfrac{1}{\lambda}$ - уд. сопр.

Электродвижущая сила (ЭДС): $\mathcal{E} = \int \bar{E}_c \, d\bar{l}$

Уравнение непрерывности: $\dfrac{d\rho}{dt} + \operatorname{div}\bar{j} = 0$ (в силу з-на сохр-ия заряда)

в случае стационарных (не завис. от времени) токов: $\operatorname{div}\bar{j} = 0$

Сила тока: $I = \int \bar{j}\, d\bar{S}$ $\left(I = \dfrac{dq}{dt} \right)$

для замкн. контура с ЭДС

Разность потенциалов (следствие закона Ома): $U = IR$ $\left(I = \mathcal{E}/R \right)$

Сопротивление проводника: $R = \dfrac{l}{\lambda S}$ (l - длина проводника, S - площадь сечения) λ - проводимость

Закон Джоуля-Ленца: $v = \bar{j}\bar{E} = \lambda E^2 = \dfrac{2\lambda}{\varepsilon\varepsilon_0} \cdot w_E = \dfrac{dN}{dV}$ - мощность выделения тепла на единицу V

Количество тепла в проводнике на единицу времени: $N = UI = I^2 R$

Сила Лоренца: $F = q[\bar{v}, \bar{B}]$

Закон Ампера: $\bar{F} = I\int_L [d\bar{l}, \bar{B}]$

Закон Био-Савара-Лапласа: $B(M) = \int_L d\bar{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\int_L \frac{[d\bar{l}, \bar{r}]}{r^3}$

$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \operatorname{rot}\int_L \frac{d\bar{l}}{r} \rightarrow B = \operatorname{rot} A \rightarrow \operatorname{div}\bar{B} = 0$

бесконечно длинный провод: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

Вращающий момент: $\bar{M} = I\oint_L [\bar{r}[d\bar{l}, \bar{B}]]$, в однородн. поле $M = [\bar{p}_m, B]$

Магнитный момент: $\bar{p}_m = I\int_{(S)} d\bar{S}$

Вектор намагниченности: $\bar{J} = \frac{\sum_i \bar{p}_{mi}}{\Delta V}$

Вектор напряженности магн поля: $\bar{H} = \frac{\bar{B}}{\mu_0} - J$

для достаточно слабых полей $\bar{J} = \chi\bar{H} \rightarrow \bar{B} = \mu\mu_0 H$, где $\mu = (1+\chi)$ магнитная проницаемость

- диамагнетики ($\chi < 0$, $\mu < 1$, J и B ориент противоположно)
- парамагнетики ($\chi > 0$, $\mu > 1$, J и B сонаправлены)
- ферромагнетики ($\mu >> 1$)

Закон полного тока: $\oint_L \bar{H} d\bar{l} = I$ (или $\operatorname{rot}\bar{H} = \bar{j}$)

Граничные условия магнитного поля: $B_{n1} = B_{n2}$, $H_{\tau 1} = H_{\tau 2}$

Магнитный поток: $\Phi = \int_S \bar{B} d\bar{S}$ ($d\bar{S} = \bar{n} dS$)

Коэффициент самоиндукции: $L = \Phi / I$

Коэффициент взаимной индукции: $L_{12} = \frac{\Phi_2}{I_1}$, $L_{12} = L_{21} = \sqrt{L_1 L_2}$

Энергия магнитного поля: $W_M = \frac{LI^2}{2} = \frac{I\Phi}{2}$

Плотность энергии магнитного поля: $w_M = \frac{1}{2}\bar{B}\bar{H}$

Работа силы Ампера при конечном перемещении замкнутого контура: $\delta A = I(\bar{B}, d\bar{S}) = I d\Phi$
$A = I\Delta\Phi$

Закон электромагнитной индукции: $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ (или $\operatorname{rot}\bar{E} = -\frac{\partial\bar{B}}{\partial t}$)

ЭДС самоиндукции: $\varepsilon = -L\frac{dI}{dt}$

Уравнения Максвелла: $\operatorname{rot}\bar{H} = \bar{j} + \frac{\partial \bar{D}}{\partial t}$ $\quad \operatorname{div}\bar{B} = 0$

$\operatorname{rot}\bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}$ $\quad \operatorname{div}\bar{D} = \rho$

Материальные уравнения: $\bar{D} = \varepsilon\varepsilon_0 \bar{E}$, $\bar{B} = \mu\mu_0 \bar{H}$

Плотность тока смещения: $\bar{j} = \frac{d\bar{D}}{dt}$

Закон Ома: $\bar{j} = \lambda(\bar{E} + \bar{E}_{ст})$

Уравнение непрерывности: $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}\bar{j} = 0$ (фунд. з-н сохранения заряда)

Закон Джоуля-Ленца: $v = \bar{j}\bar{E} = \lambda E^2 = \frac{j^2}{\lambda}$

Теорема Умова-Пойнтинга: $\frac{dW}{dt} = -\oint_S \bar{\Pi}\, d\bar{S} - \frac{dQ}{dt} + \int_V \bar{j}\, dV$

$W = \frac{1}{2}\int_V (\bar{E}\bar{D} - \bar{H}\bar{B})\, dV$

Вектор Пойнтинга: $\Pi = [\bar{E}, \bar{H}]$ (плотность потока энергии ч/з S)

Первое правило Кирхгофа: алгебраическая сумма всех токов, втекающих в любой узел, равна нулю.

Второе правило Кирхгофа: для любого контура сумма палений напряжения на его элементах равна сумме ЭДС, действующих в этом контуре.

Элементы: $U_R = IR$, $U_L = L\frac{dI}{dt}$, $U_C = \frac{q}{C}$, $\mathcal{E}_{12} = L_{12}\frac{dI_{21}}{dt}$

Метод комплексных амплитуд: $E(t) = E_0\cos(\omega t + \varphi) \rightarrow E = \check{E}\exp(i\omega t)$

Импедансы: $Z_R = R$, $Z_C = \frac{1}{i\omega C}$, $Z_L = i\omega L$; $\check{U} = \check{I}Z$

Волновое уравнение: $\Delta\bar{E} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 \bar{E}}{\partial t^2} = 0$, $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0\mu\mu_0}}$

Скорость распространения возмущения электромагнитного поля: $c = \frac{c_0}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$

где $c_0 = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}} \approx 3\cdot 10^8$ м/с

Показатель преломления среды: $n = \sqrt{\varepsilon}$

Плоская монохроматическая электромагнитная волна:

$$\bar{E} = \bar{E}_A \cdot \cos(\omega t - kz)$$

$$\bar{H} = \bar{H}_A \cdot \cos(\omega t - kz)$$

Волновое число: $k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$, λ – длина волны

Связь электрического и магнитного полей: $\sqrt{\varepsilon\varepsilon_0}\,[\bar{n}\bar{E}] = \sqrt{\mu\mu_0}\,\bar{H}$

Объемная плотность энергии, переносимая электромагнитной волной:

$$w = \varepsilon\varepsilon_0 E^2$$

Плотность потока энергии электромагнитной волны: $\Pi = [EH] = wc\bar{n}$

Интенсивность электромагнитной волны: (средняя плотность за период) Вт/м^2

$$I = \langle\Pi\rangle_T = \frac{1}{T}\int_0^T \Pi\,dt$$, где $T = \frac{2\pi}{\omega}$

Название	Символ	Значение
магнитная постоянная[12]	$\mu_0 = 1/(\varepsilon_0 c^2)$	1,256 637 062 12(19) $\cdot 10^{-6}$ Гн·м$^{-1}$ = 1,256 637 062 12(19) $\cdot 10^{-6}$ Н·А$^{-2}$ (через основные единицы СИ: кг·м·с$^{-2}$·А$^{-2}$)
волновое сопротивление вакуума[13]	$Z_0 = \mu_0 c = \frac{1}{\varepsilon_0 c}$	≈ 376.73 Ом.
электрическая постоянная	$\varepsilon_0 = 1/(\mu_0 c^2)$	8,854 187 8128(13) $\cdot 10^{-12}$ Ф·м$^{-1}$ (через основные единицы СИ: кг$^{-1}$·м$^{-3}$·с^4·А^2)
постоянная Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$	≈ 8,987 55 $\cdot 10^9$ Ф$^{-1}$·м (через основные единицы: кг·м^3·с$^{-4}$·А$^{-2}$)