

Формулы для  $K/P_0$

Закон Кулона:  $\vec{F} = \frac{1q_1 1q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$   $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Ф}{м}$

Напряженность ЭП:  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$  [В/м]

Напряженность точ. заряда:  $\vec{E} = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$  [В/м]

Суперпозиция напряженностей:  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$

Потенциал ЭП:  $\varphi = \frac{W_p}{q_0}$  [В]

Потенциал точ. заряда:  $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$  [В]

Суперпозиция потенциалов:  $\varphi = \pm \varphi_1 \pm \varphi_2 \pm \dots \pm \varphi_n$

Напряженность и потенциал поля, создаваемого проводящей сферой радиуса  $R$  с зарядом  $Q$  на расстоянии  $r$  от центра:

Условие	$E$	$\varphi$
$r < R$	0	$\frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$
$r = R$	$\frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}$	$\frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R}$
$r > R$	$\frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$	$\frac{Q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$

Линейная плотность:

$$\tau = \frac{dQ}{dl} \left[ \frac{Кл}{м} \right]$$

Поверхностная плотность:

$$\sigma = \frac{dQ}{dS} \left[ \frac{Кл}{м^2} \right]$$

Объемная плотность:

$$\rho = \frac{dQ}{dV} \left[ \frac{Кл}{м^3} \right]$$

Напряженность ~~эп~~ сплошного шара:

$$E = \frac{\rho r}{3\epsilon\epsilon_0} (r < R); E = \frac{\rho}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2} (r = R); E = \frac{\rho}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2} (r > R)$$

Напряженность бесконечно длинной заряженной нити:  $E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon\epsilon_0 r}$

Напряженность заряженной бесконечной плоскости:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$

Т. Остроградского - Гаусса: Поток вектора напряженности  $E$  через замкнутую поверхность  $S$ :

$$\Phi_E = \frac{\sum Q_i}{\epsilon\epsilon_0} = \oint E_n dS.$$

Энергия 2 точ. зарядов:

$$W_p = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$$

Работа ЭП по перемещению заряда:  $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = q\Delta\varphi = qU$

Работа внешних сил:  $A' = -A$  поля.

Связь потенциала поля с напряженностью поля:  $E = -\text{grad } \varphi$

$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx}, \quad E_y = -\frac{d\varphi}{dy}, \quad \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = \int_{r_1}^{r_2} E dr$$

Работа ЭП по перемещению заряда:  $A = qE\Delta l$

$$A = -A' = \int_{r_1}^{r_2} F dr; \quad A = \Delta W = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2}; \quad dA = Qd\varphi$$

Напряженность для однородного поля:  $E = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{U}{d}$

Напряженность конденсатора:  $E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0 S}$  (плоского)

Емкость проводника и конденсатора:

$$C_{\text{проводника}} = \frac{Q}{\varphi}, \quad C_{\text{конденсатора}} = \frac{Q}{U} \quad [Ф]$$

Емкость единичной сферы  $R$ :  $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$ .

Емкость плоского конденсатора:  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$

Емкость сферического конденсатора:  $C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_1 - R_2}$

Емкость цилиндрического конденсатора:  $C = 2\pi\epsilon\epsilon_0 l$

Энергия заряженного конденсатора:  $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{QU}{2} \ln \frac{r_2}{r_1}$

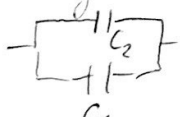
Напр. поля диполя:  $E = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sqrt{1+3\cos^2\alpha}$

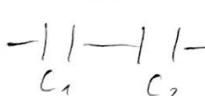
Потен. ЭП. диполя:  $\varphi = \frac{p}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cos\alpha$

$$W = \frac{Q^2}{2C}$$

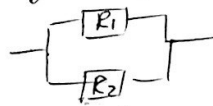
~~Экв~~ Параллельные и последовательные  $2C$  соединения:


Конденсаторы:

  $C = C_1 + C_2$   $q = q_1 + q_2$   
 $C_N = NC$   $U = U_1 = U_2$

  $C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$   $U = U_1 + U_2$   
 $C_N = \frac{C}{N}$   $q = q_1 = q_2$

Резисторы:

  $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$   
 $R_N = \frac{R}{N}$

  $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots$   
 $R_N = NR$

Эл. момент диполя:

$$p = |q|l$$

Мех. момент сил диполя

$$M = [p E] \text{ или } M = pE \sin\alpha$$

Связь вектора поляризации  $P$  с напряженностью  $E$ :  $P = \chi\epsilon_0 E$  где  $\chi$  - диэлектрическая восприимчивость;

Связь вектора индукции  $D$  и вектора  $E$ :  $D = \epsilon_0 E + P$

Связь  $\chi$  и  $\epsilon$ :  $\epsilon = 1 + \chi$ ;  $D = \epsilon\epsilon_0 E$

Объемная плотность энергии ЭП:  $w = \frac{EP}{2} = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2} = \frac{D^2}{2\epsilon\epsilon_0}$

Связь между пов. плотн. связ. зарядов и норм. сост. вектора поляризации:  $\sigma' = P_n = P \cos\alpha = \chi\epsilon_0 E \cos\alpha$

$p = \sum r$  - дипольный момент.

$$E = \frac{q}{\epsilon_0} \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$$

$$E_{\text{вн}} = \frac{\sigma'}{\epsilon_0} \quad E = \frac{F_0}{\epsilon}$$

Сила тока:  $I = \frac{dQ}{dt}$

Плотность тока:  $j = \frac{dI}{dS} = enV_{\text{др}}$

Закон Ома:

$$I = \frac{U}{R}; \quad I = \frac{E}{R_{\text{л}}}$$

$$\text{Сопр. } R = \frac{\rho l}{S}$$

Проводимость:

$$G = \frac{S}{R_{\text{л}}}$$

$$\text{Работа } A = IUt$$

Плотность  $J$ :

$$P = I^2 R$$

$$\sum I_i R_i = \sum \epsilon \epsilon_i$$