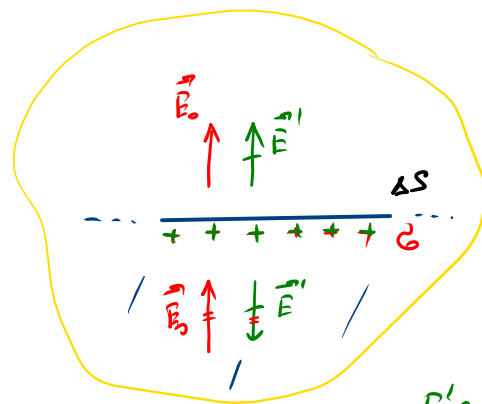
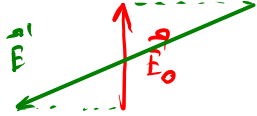
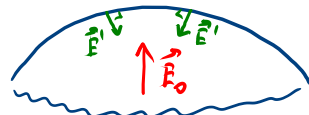


Плотность зарядов σ
 зависит от формы провод-ка
 - растет с увеличен-и
 кривизны по-ти
 $\Rightarrow$ на острых
 скан-ся пропорциональ-но
от. больше
заряд!



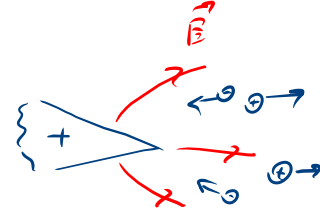
$$E' = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Проекция E' на E_0
 на острых кон-а
 $\Rightarrow$ т.е. чтобы компенсир-ов E_0
 нужен больше
 $E' = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

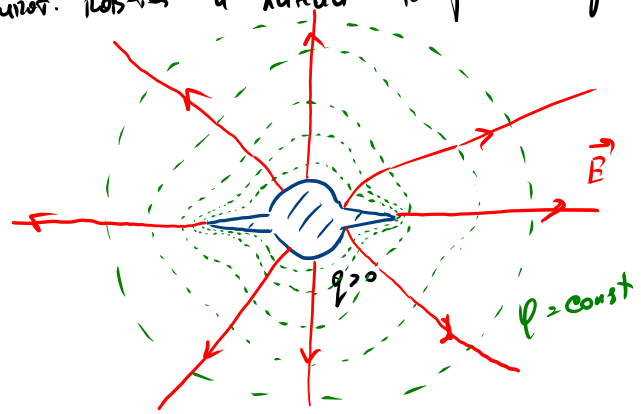


Эффекты:

- $\Rightarrow$ эф-т стекания заряда с острия
- $\Rightarrow$ электронный пучок (реактивная тяга)
- $\Rightarrow$ короткий разряд
- $\Rightarrow$ огни св.того эльма



Картинка эквипот. по-тей и линий по-ти провод-ка:



§ Электростатика.

Сообщен-й заряд распредел-ся по проводнику так, чтобы внутри $\vec{E} = 0$
 Такое распре-е един-но.
 Если сообщить доп. заряд, то он распределится как и раньше.

⇒ Подобие распределения заряда на заряде провод-ка
 ⇒ Увеличение в то же число раз напряж-ти в в точке провод-ка
 ⇒ Возрастает работа по перемещению заряда по провод-ку
 ⇒ Растет потенциал провод-ка
 $\varphi \uparrow$

⇒ Для заданной провод-ка: $q \sim \varphi$

$$\Rightarrow q = C \cdot \varphi$$

где: Выведенный коэф-т C - "электростатическая провод-ка" ("ёмкость")

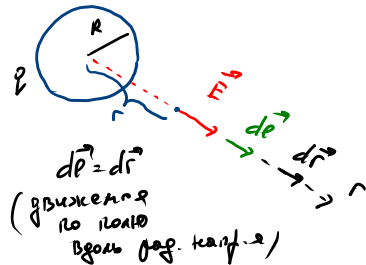
$C = \frac{q}{\varphi}$ - заряд, кот. нужно сообщить провод-ку ...

$$[C] = \frac{кА}{В} \equiv \Phi \text{ "фарад"}$$

Ёмкость заряженного единичного шара

Потенциал проводника (шар):

$$\varphi = \int_{R}^{\infty} \vec{E} d\vec{r} = \int_{R}^{\infty} E_r dr = \int_{R}^{\infty} \frac{kq}{r^2} dr = \frac{kq}{R}$$



$$\Rightarrow C \equiv \frac{q}{\varphi} = \frac{q}{\frac{kq}{R}} = \frac{R}{k} = 4\pi\epsilon_0 R$$

$$C = 4\pi\epsilon_0 R$$

Ёмкость в 1Φ обладает шар $R = 9 \cdot 10^9 \text{ м}$
 (⇒ 1500 раз больше радиуса Земли)

⇒ Фарад - огромная величина

⇒ микро- нано-

§ Конденсаторы

Уединенные проводники → небольшие емкости.

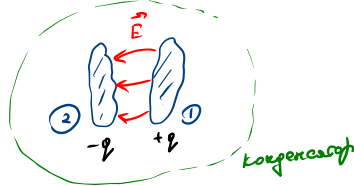
кап. с $R_3 \rightarrow C = 700 \text{ пФ}$

→ «конденсаторы» — устройства, накапливающие заряд

— это 2^я проводка, помещенная близко к 1^й

Провод.-обкладки

поле $\vec{E}$ сосредоточено
м/у обкладками



$$\text{Емкость конг-ра: } C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$$

где: $U = \varphi_1 - \varphi_2$ — напряж.-е м/у обкладками. φ_1 — потенциал +q обкладки

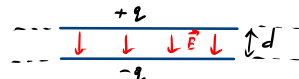
$$\{C\} = \Phi$$

C — зависит от геометрии конг-ра (форма, размеры) и диэлектрич. свойств среды м/у обкладками.

1) Плоский конденсатор

$$E = \frac{d}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

— напряж.-е однородного поля



$\vec{E}$ — однородно

$$\rightarrow \varphi_1 - \varphi_2 = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = E \cdot d$$

$$\rightarrow C = \frac{q}{U} = \frac{q}{\frac{q}{\epsilon_0 S} \cdot d} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

где: S — площадь пластин
 d — расстояние м/у пластинами

Если пл-но м/у обкладками заполнено диэлектриком

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

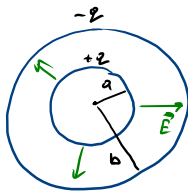
где: ϵ_r — диэлектрич. прониц.-ть среды

Сферический Конг-р:

по т. Гаусса: поле м/у обкладками

$$E_r = \frac{kq}{r^2}$$

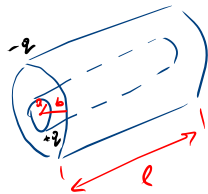
$$\rightarrow U = \varphi_1 - \varphi_2 = \int_a^b E_r \cdot dr = \int_a^b \frac{kq}{r^2} \cdot dr = kq \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$



$$\rightarrow C = \frac{1}{k} \cdot \frac{q}{\frac{1}{b} - \frac{1}{a}} = 4\pi\epsilon_0 \frac{a \cdot b}{b - a}$$

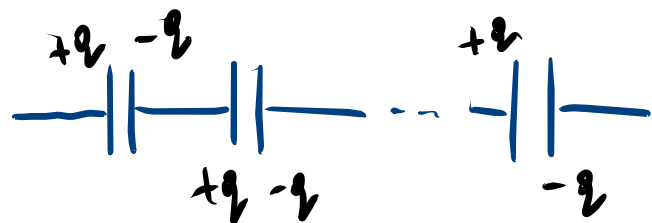
Цилиндрич. конг-р

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0 l}{\ln \frac{b}{a}}$$



l — длина конг-ра
 a, b — радиусы внутр. и внутр. обкладок.

Ёмкость при последователь. соед.



$$q_i = \text{const} = q$$

$$U = \sum U_i \quad \leftarrow U_i = \frac{q_i}{C_i}$$

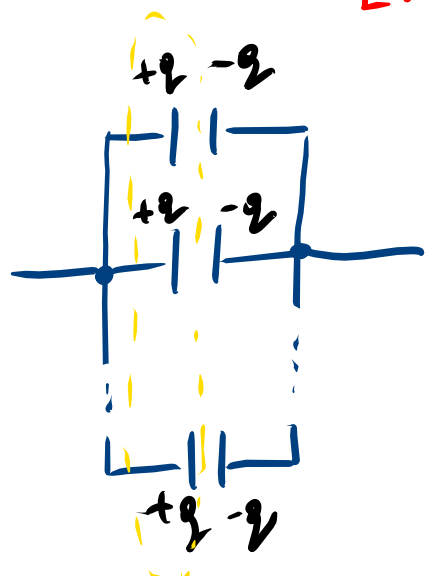
- зак. послед. соед.

$$U = \frac{q}{C}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{C} = \sum_i \frac{q_i}{C_i} = q \sum_i \frac{1}{C_i}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{1}{C} = \sum_i \frac{1}{C_i}} \quad !$$

Ёмкость при паралл. соед.



$$U_i = \text{const} = U$$

$$q = \sum_i q_i \quad \Rightarrow \quad C \cdot U = \sum_i C_i U_i = U \cdot \sum_i C_i$$

$$\boxed{C = \sum_i C_i} \quad !$$

Энергия электр. поля

Энергия электр. поля

ЭДС q на провод. н. расен-и, как суммар. точечных ЗЭ-в q

Или эк. суммарн. ЗЭ-ов q_i :

$$W = \frac{1}{2} \sum_i q_i \varphi_i \quad \text{где: } \varphi_i - \text{расен-и, создав-и в } q_i \text{ во всем ЗЭ-е}$$

Для проводника рав-но эквивал-на $\Rightarrow \varphi_i = \varphi = \text{const}$

$$W = \frac{1}{2} \sum_i q_i \varphi_i = \frac{1}{2} \varphi \sum_i q_i = \frac{1}{2} \varphi q$$

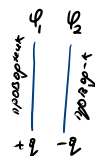


$$\Rightarrow \left| W = \frac{\varphi q}{2} = \left[C = \frac{q}{\varphi} \right] = \frac{q^2}{2C} = \frac{C \varphi^2}{2} \right| \quad \text{— энергия ЗЭ-е провод-ка}$$

Энергия электр. конденсатора

φ_1 — потенциал обкладк конд-ра с q_1

φ_2 — — — — — с q_2



$$W = W_+ + W_- = \frac{1}{2} (+q) \varphi_1 + \frac{1}{2} (-q) \varphi_2 = \frac{1}{2} q (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{1}{2} q U$$

где: $U = \varphi_1 - \varphi_2$ — разность потенциалов между обкладками

$$\Rightarrow \left| W = \frac{q U}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{C U^2}{2} \right| \quad \text{— эк. ЗЭ-е конд-ра}$$

Энергия электрического поля

Э-то конд-ра (провод-ка) н. разность U дел-на, х-р-к-е поле н/д обкладками (вне провод-ка)

Для плоск. конд-ра:

$$W = \frac{C U^2}{2} = \int C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \int = \frac{\epsilon \epsilon_0 S U^2}{2d} = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2} \left(\frac{U}{d} \right)^2 S d$$

Видно, что: $\frac{U}{d} = E$ — напряж-е н/д обкладками (объемн. плотн-сть ЗЭ-ов)
 $S d = V$ — объем конд-ра (объем между обкладками)

$$\Rightarrow W = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2} E^2 V = \frac{\epsilon \epsilon_0}{2} E^2 V$$

где каково же э-е?

на ЗЭ-ах?

В электростатике неизмен. э-е поле $\exists$ независимо от ЗЭ-ов
 в э-м движении

$\frac{1}{2}$ э-е поля эк. сохр-ся. на экв-но

$\Rightarrow$ Коэффициент энергии э-м. поля $\epsilon \epsilon_0$

Для х-р-к-е э-м. эквивал-на: $\omega = \frac{W}{V}$ — объемн. плотн-сть э-е

$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2} \quad \text{— для эквивал-на. поля!}$$

Для неэлектростат. поля:

$$\omega = \frac{dW}{dV} = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2} \quad \text{где: } dW - \text{эл. эквивал-на в } dV$$

эл. экв. сохр-ся. в объеме

$$W = \int_V w dV = \int_V \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2} dV$$