

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО



Проводники в
электрическом поле.

Емкостная связь

Проводники в электрическом поле

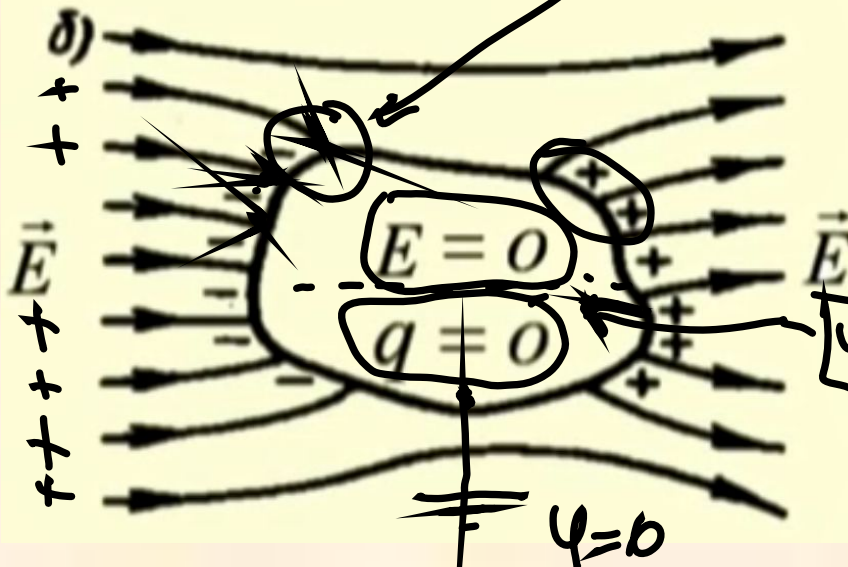
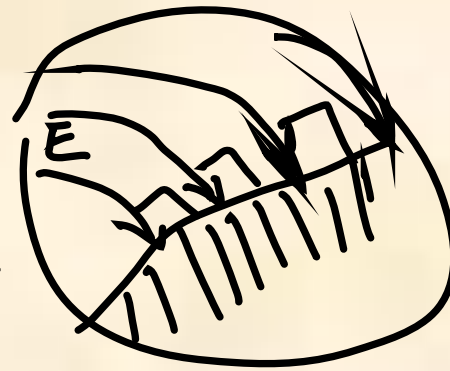
Под воздействием внешнего электрического поля ...

Электроны смещаются



Силовые линия поля нейтрального проводника

$$F = qE \quad *(F = -eE)$$



$\varphi = ?$

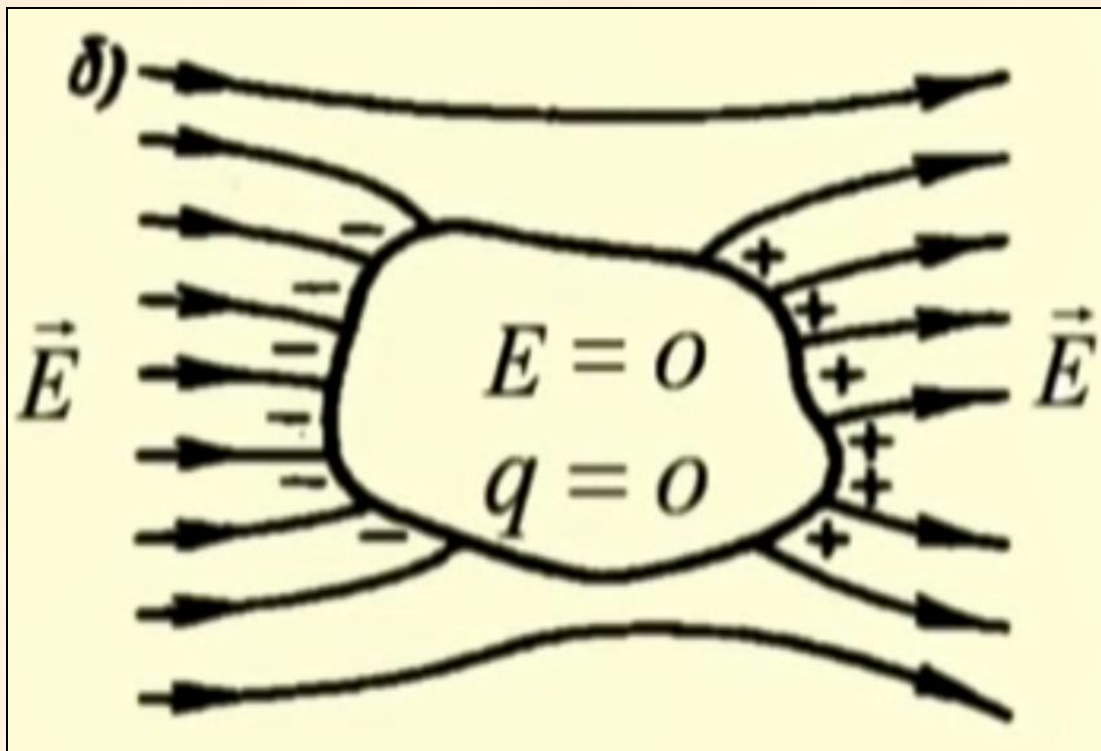
$$\vec{E} = -\text{grad} \varphi$$

$$E_x = -\frac{d\varphi}{dx} = 0$$

$$\varphi = \text{const}$$

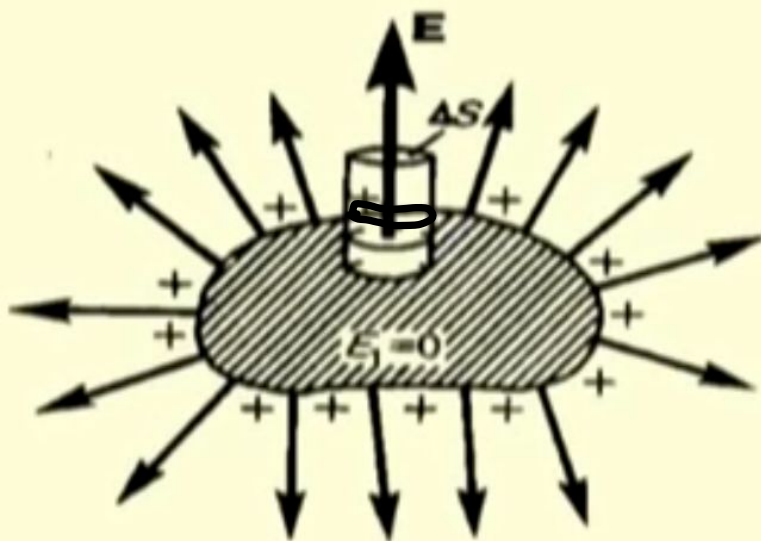
$\varphi = 0$ (если есть заземление)

1. Заряды располагаются на поверхности проводника
2. Линии вектора \vec{E} перпендикулярны поверхности.
3. Потенциал поверхности $\varphi = const.$
4. Внутри проводника
 $q = 0, E = 0.$



Потенциал-?

Напряженность поля заряженного проводника



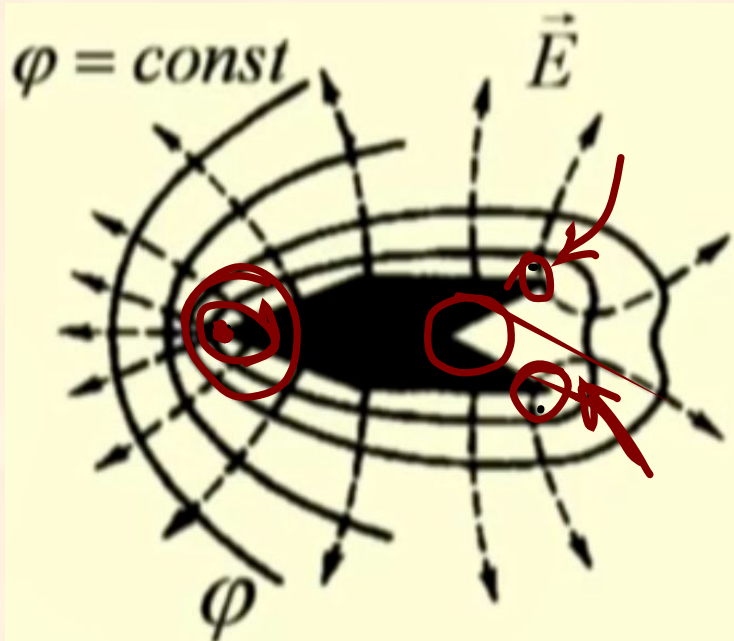
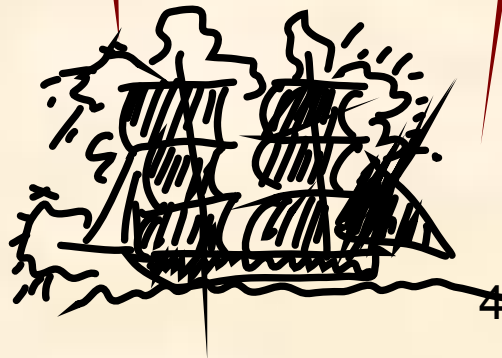
(Используем теорему Гаусса)

$$E = \sigma / 2\epsilon\epsilon_0$$

A hand-drawn diagram of a flat conductor with positive charges (+) on its surface. A cylindrical Gaussian surface is drawn, intersecting the conductor. The top circular face of the cylinder has area ΔS and is parallel to the conductor. The electric field \vec{E} is shown as arrows pointing away from the conductor. The potential ϕ is indicated near the conductor.

Но в случае сложной поверхности заряд на поверхности распределяется неравномерно!

«Огни св. эльма»



Электроемкость

Определение
для уединенного
проводника

$$C = \frac{q}{\varphi} \quad \left\| \quad [C] = 1\Phi = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{В}} \right.$$

Пример:
Электроемкость шара

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

R – радиус шара.

(Земля ...)

$$C_{\text{Земли}} \approx 1 \Phi$$

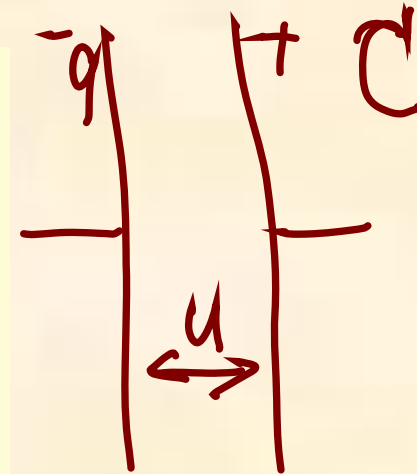
(0,7-0,9)

Конденсаторы (система двух проводников)

Взаимная ёмкость

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2} = \frac{q}{U}$$

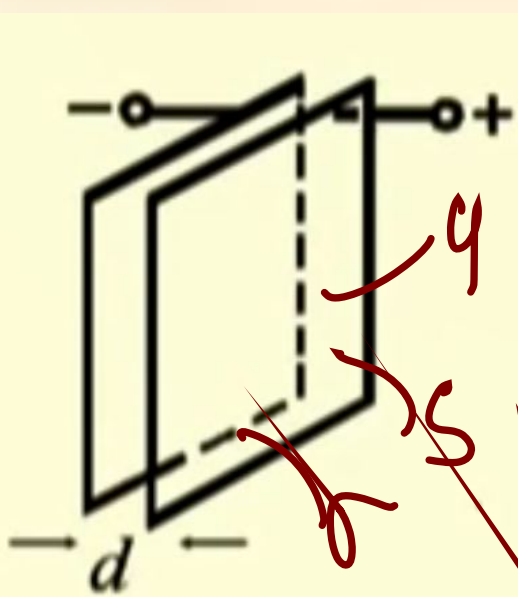
Зависит от формы, размеров, взаимного расположения и диэлектрической проницаемости среды.



$$U = C \cdot q$$

↑
Кэп.
проводн.

Плоский конденсатор



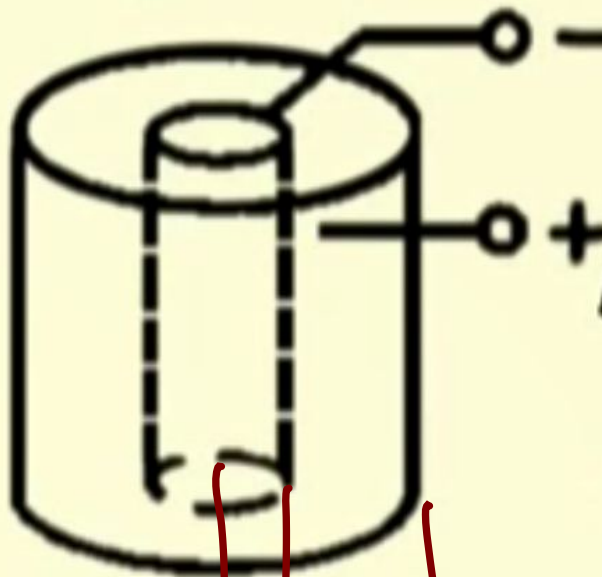
$$C = q / U,$$

$$q = \sigma S, U = Ed,$$

$$E = \sigma / \epsilon \epsilon_0,$$

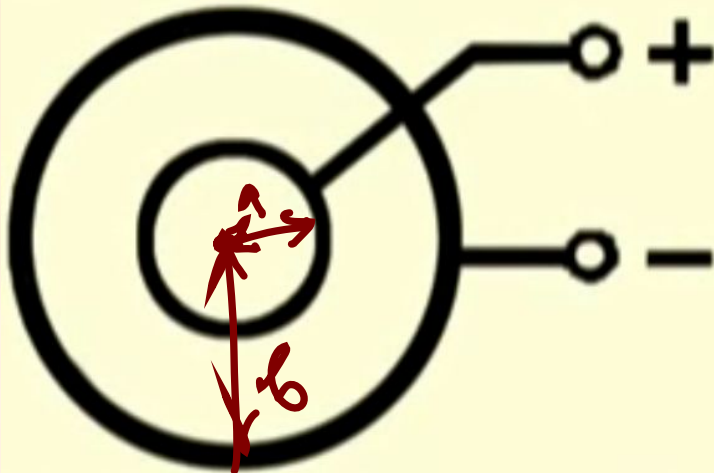
$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}.$$

Цилиндрический конденсатор



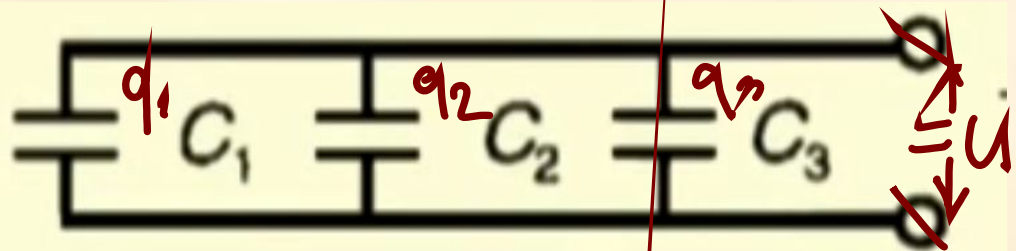
$$C = \frac{2\pi\epsilon\epsilon_0 l}{\ln(b/a)}$$

Сферический конденсатор



$$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 / (1/a - 1/b)$$

Параллельное соединение конденсаторов

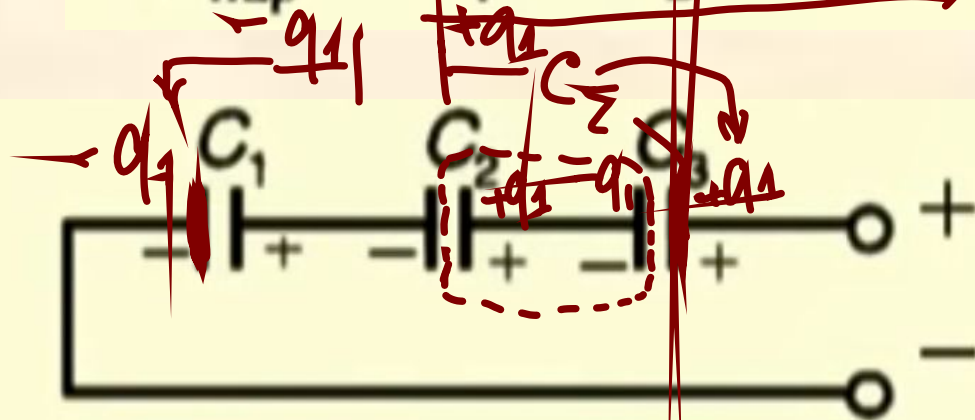


$$q_{\text{общ}} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$$

$$U = \text{const}$$

$$C_{\text{пар}} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Последовательное соединение конденсаторов



$$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots, \quad q = \text{const}$$

$$\frac{1}{C_{\text{пос}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Состояния конденсаторов (в задачах)

0. Нейтральное



$$q = 0$$

$$U = 0$$

$$C = ?$$

~~$$C = \frac{q}{U} = \frac{0}{0} = ?$$~~

1. Подсоединен к источнику U



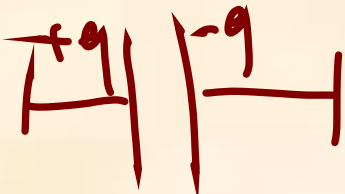
$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$U = \text{const}$$

$$q \neq \text{const}$$

$$* (q = CU)$$

2. Заряжен, отсоединен

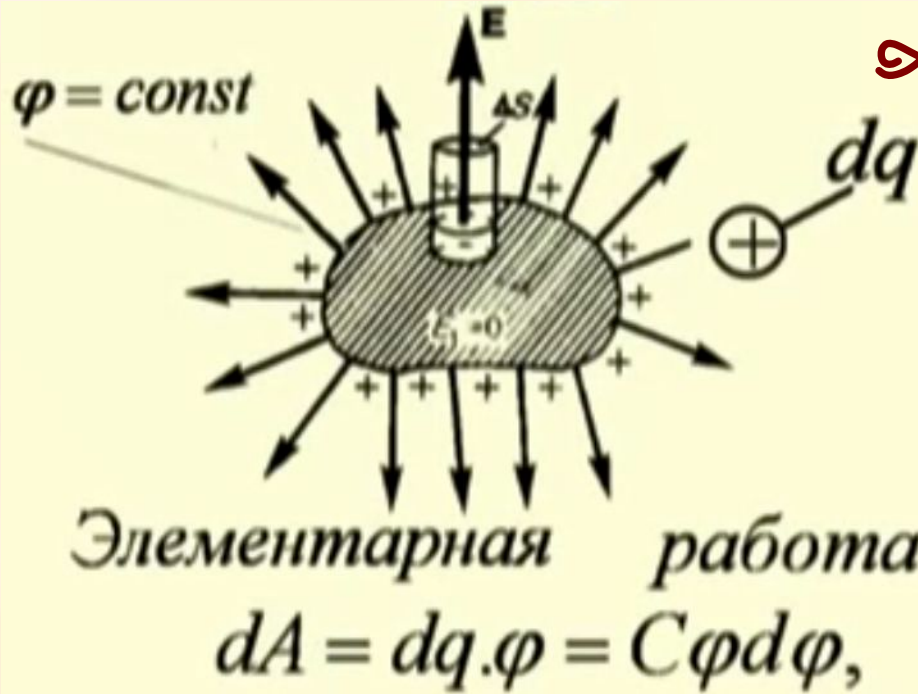


$$U \neq \text{const}$$

$$* (q = \text{const})$$

$$* (U = \frac{q}{C})$$

Энергия поля заряженного проводника/конденсатора



∞ Уединенный проводник

Полная работа при увеличении потенциала от 0 до φ

$$A = W = \int_0^{\varphi} C \varphi d\varphi = C \varphi^2 / 2.$$

или $W = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C}$

Handwritten notes: $C = \frac{q}{\varphi}$ and $\frac{q}{\varphi}$ with arrows pointing to the equations.

Конденсатор

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

Handwritten notes: Red boxes and arrows highlighting the terms in the equation.

Энергия и плотность энергии плоского конденсатора

- Энергия,
- емкость,
- связь напряжения и напряженности поля

$$W = \frac{CU^2}{2}, \quad C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}, \quad U = Ed,$$

Энергия через объем и напряженность поля

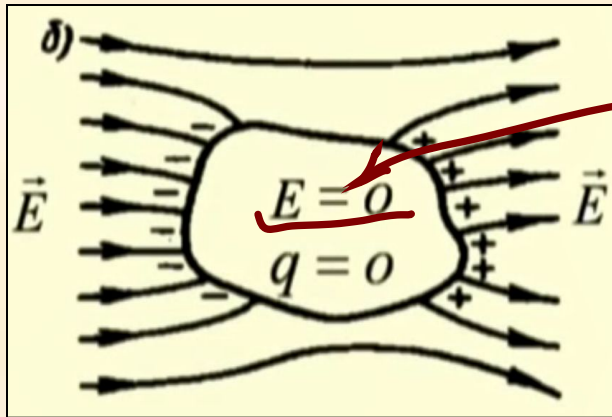
$$W = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2} V, \quad V = Sd,$$

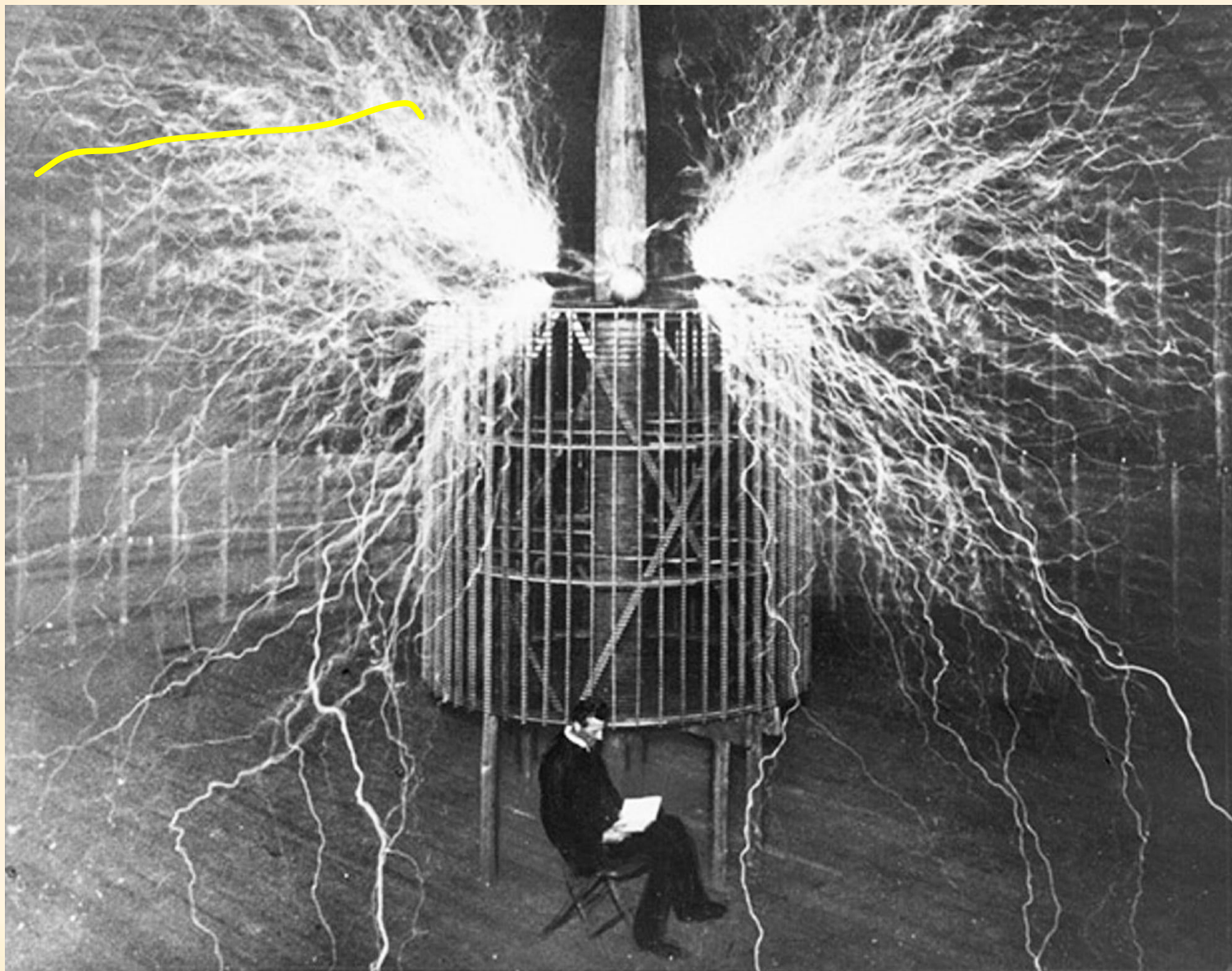
$$w = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2}$$

Плотность энергии

$$w = \frac{dW}{dV}$$

Электростатическая защита





Никола Тесла с книгой «Теория натуральной философии» перед спиральной катушкой его высокочастотного трансформатора в лаборатории, 1896 г.

ΓρομμολβοD

