
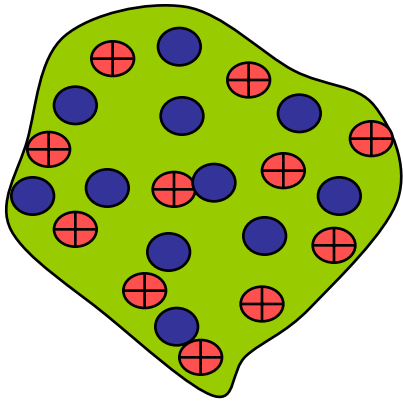


# Тема 2. Проводники в электрическом поле. Энергия электрического поля



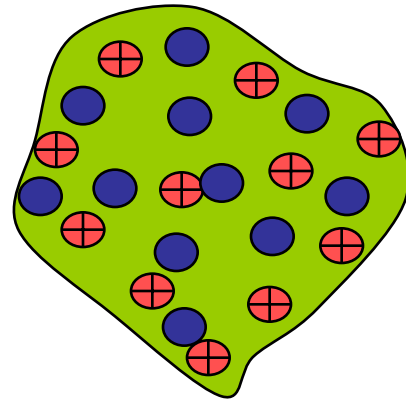
- 2.1. Поле внутри проводника и у его поверхности. Электростатическая индукция

- 
- Проводники – вещества с большим количеством носителей заряда, способных перемещаться под действием сколь угодно малой силы



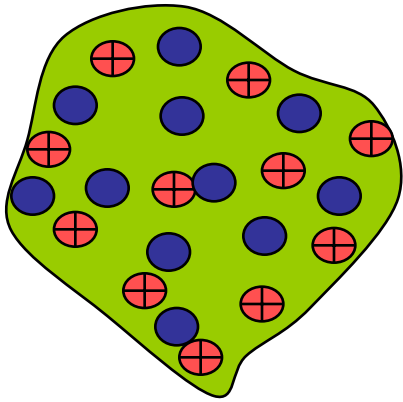
$$N^+ = N^-$$

$$N^+ + N^- = 0$$

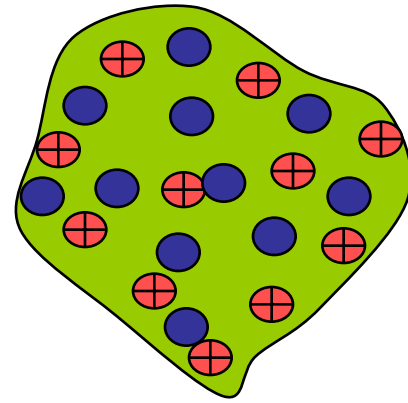


$$N^+ = N^-$$

$$N^+ + N^- = 0$$



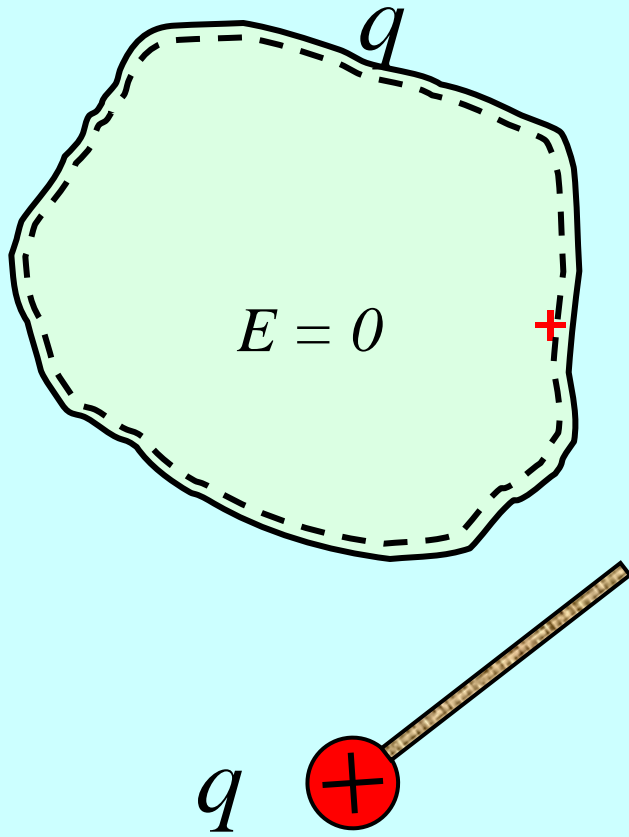
$$N^+ \approx N_A$$



$$N^- \approx N_A$$

$$q \approx eN_A = 10^7 \text{ Кл}$$

$$E \approx k \frac{q}{r^2} \approx \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^7}{1} \approx 10^{17} \text{ В/м}$$



Внутри проводника:

1.  $E = 0$

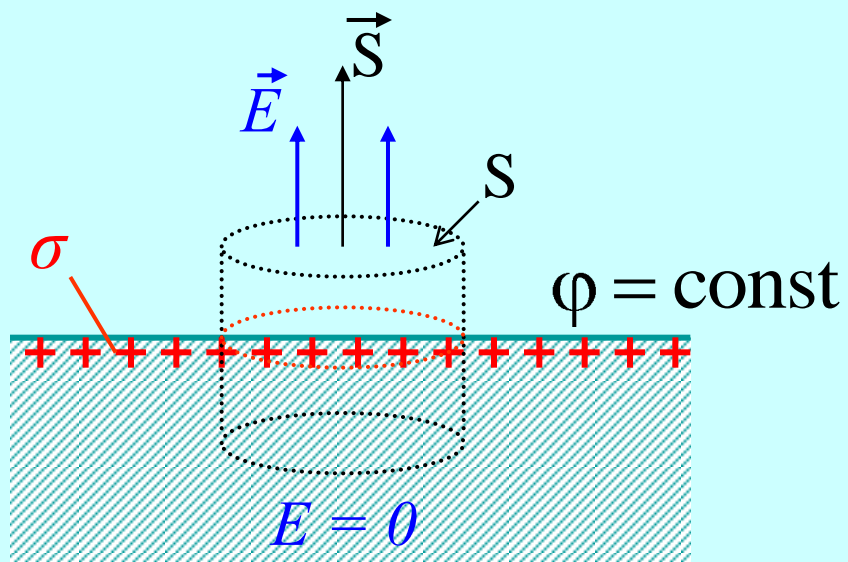
2.  $\varphi = \text{const}$

3.  $\oint_{S'} \vec{E} d\vec{S} = 0$ , то  $q_{\text{вн}} = 0$

Вблизи проводника:

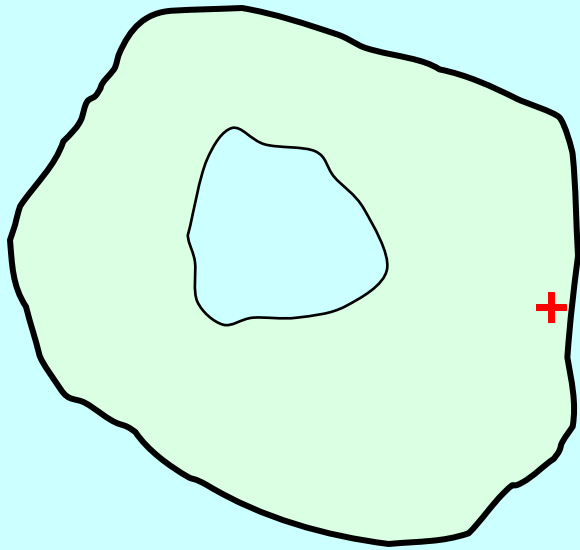
4.  $\vec{E}_n \perp$  поверхности

## Напряженность поля у поверхности заряженного проводника

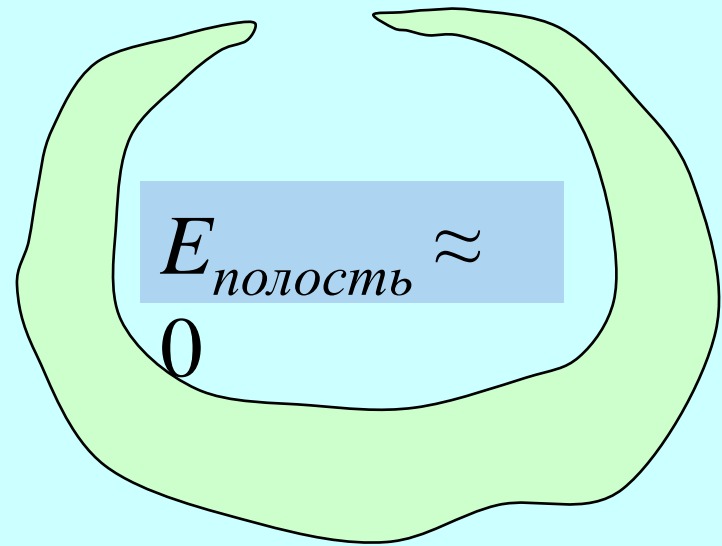


$$5. \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

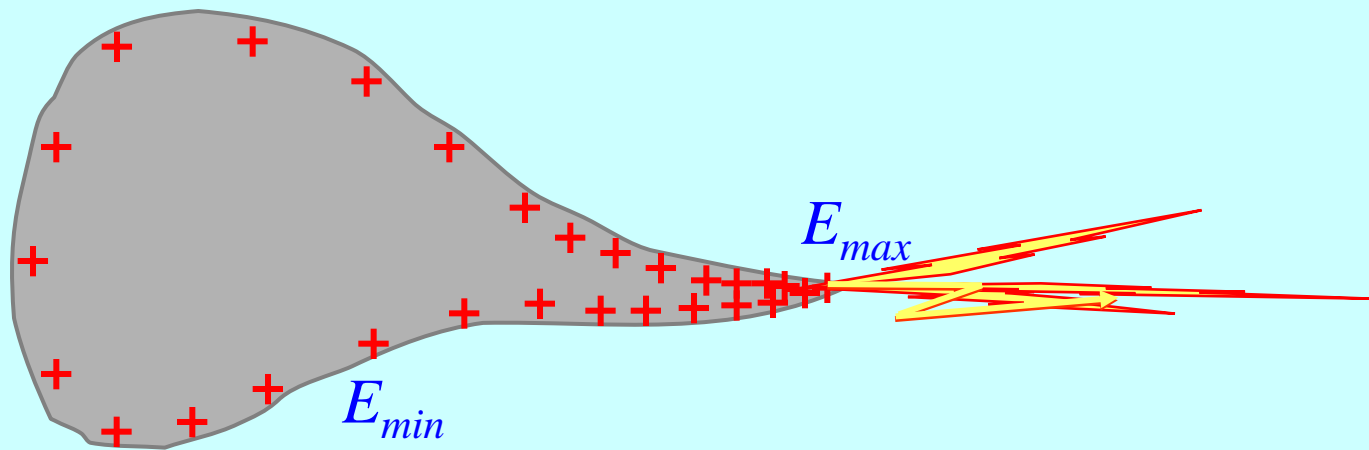
# Напряженность поля в полости проводника



$$6. E_{\text{полость}} = 0$$



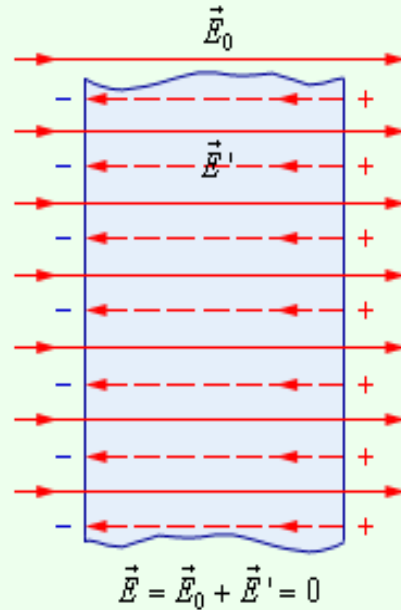
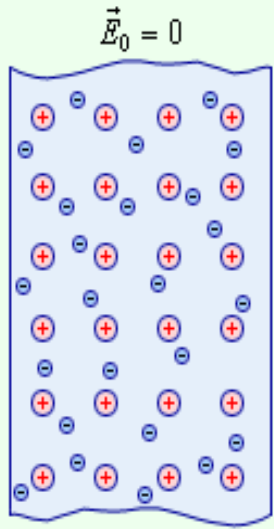
# Распределение заряда на проводящем теле с неоднородной кривизной поверхности



При  $E \geq E_{порог}$  - пробой окружающей среды



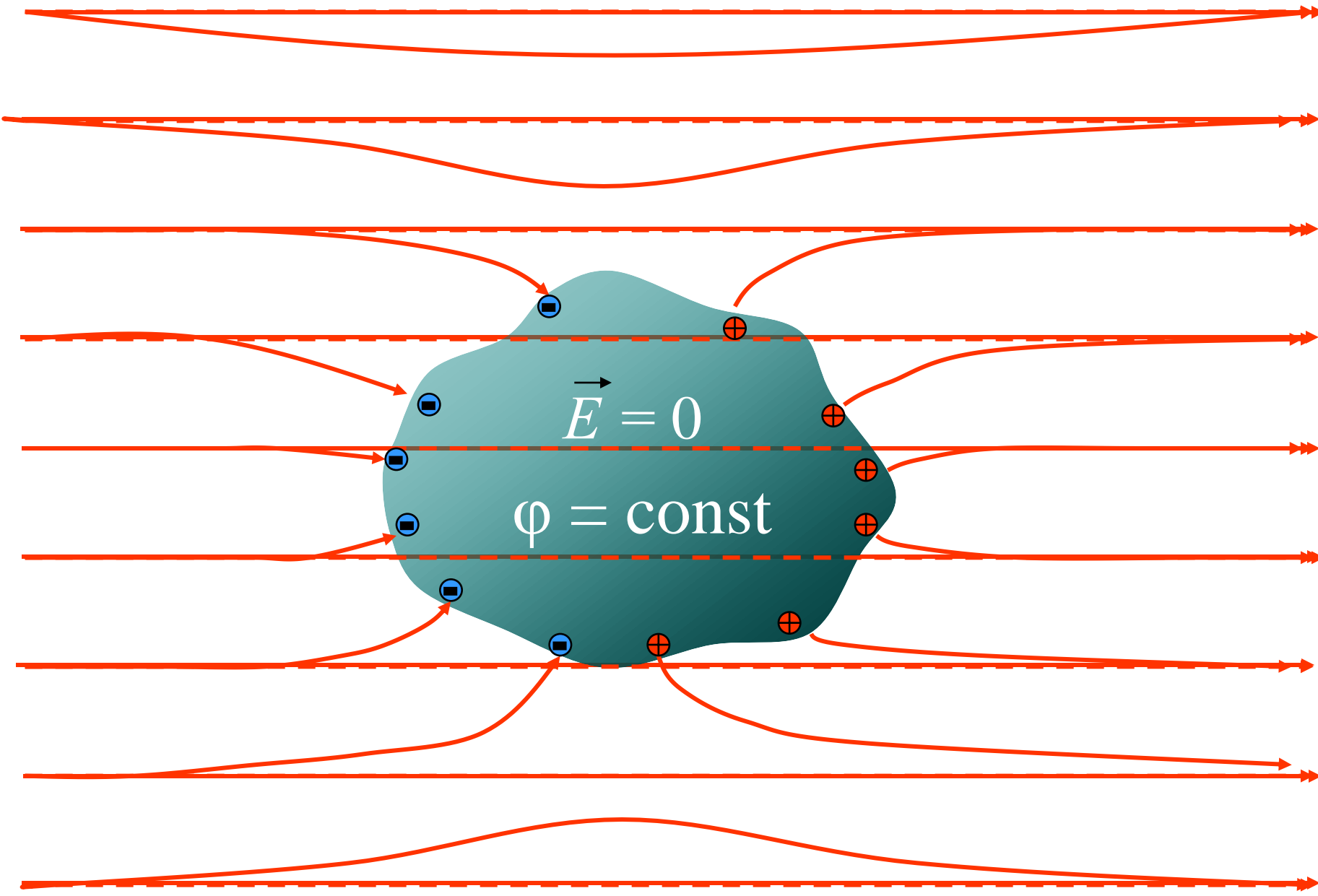
# Электростатическая индукция



$$\vec{E} = 0$$

$$\Delta\varphi = 0$$

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



$\vec{E} = 0$

$\phi = \text{const}$



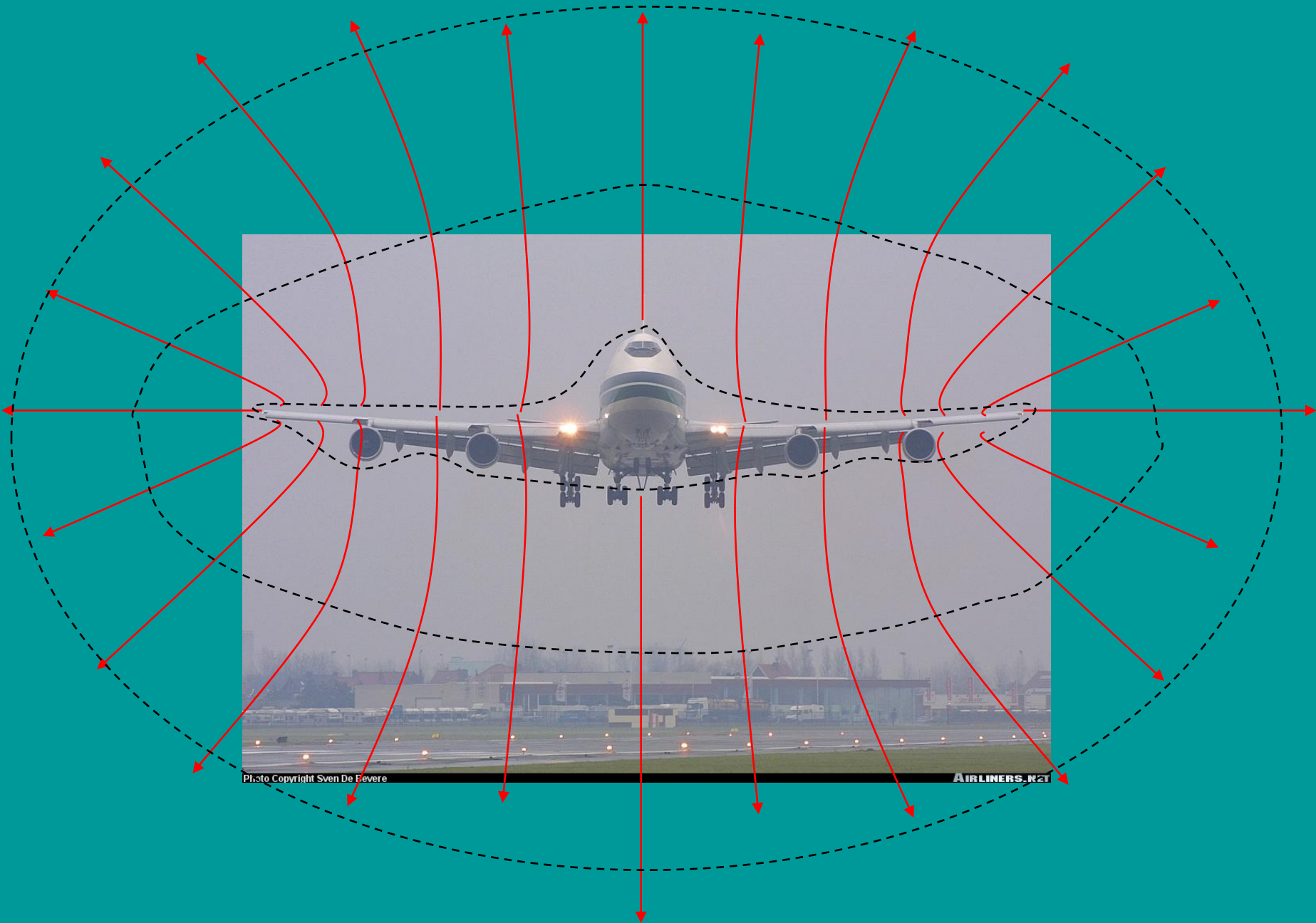
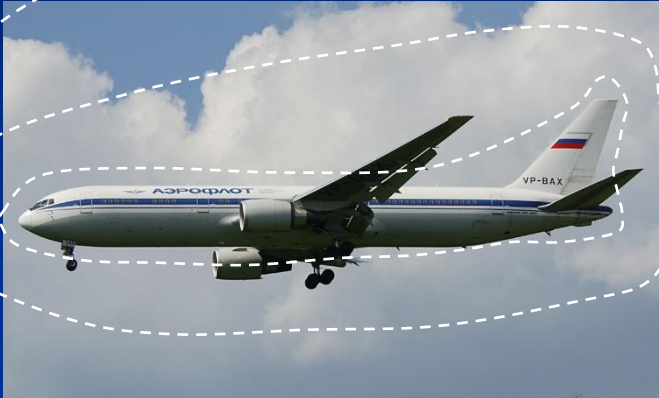
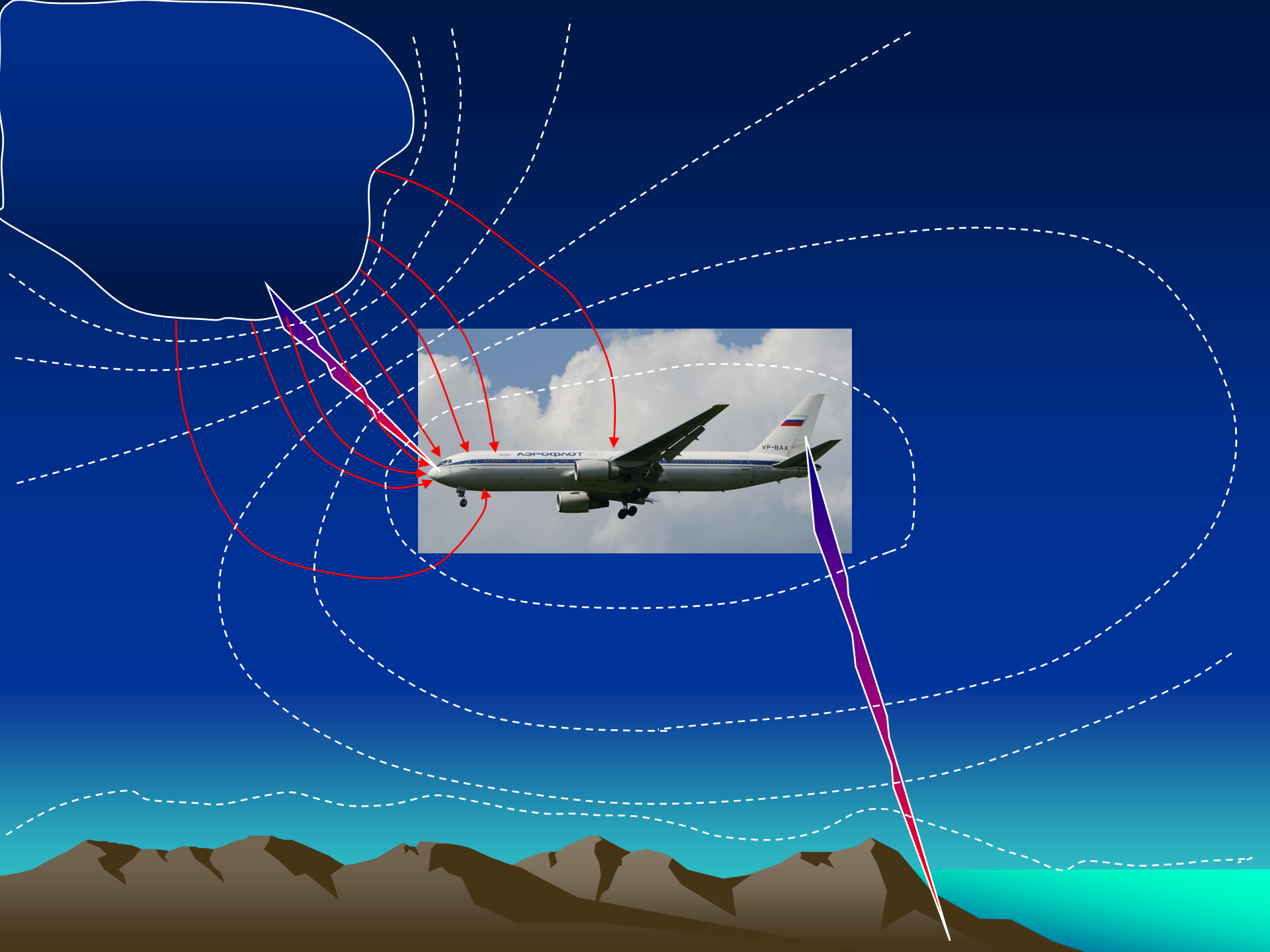


Photo Copyright Sven De Bevere

AIRLINERS.NET





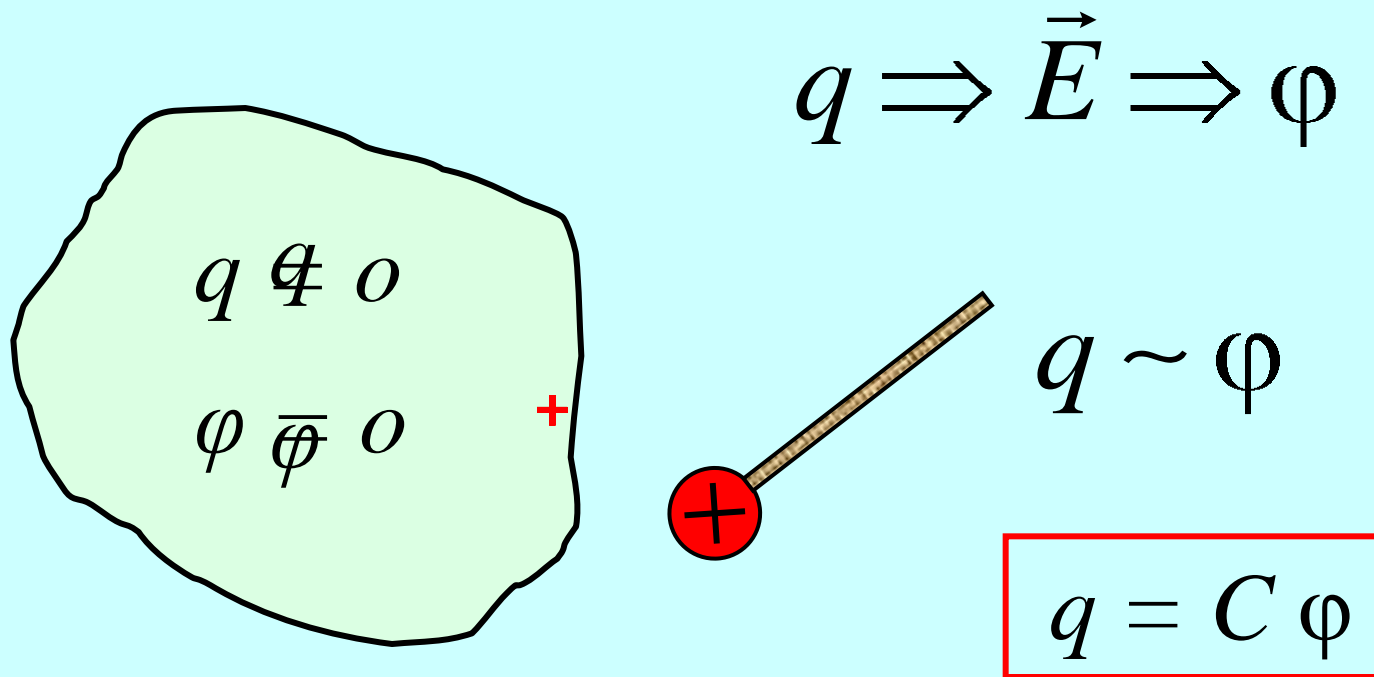
# Тема 2. Проводники в электрическом поле. Энергия электрического поля

## ● 2.1. Поле внутри проводника и у его поверхности



## ● 2.2. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы

# Электроемкость уединенного проводника

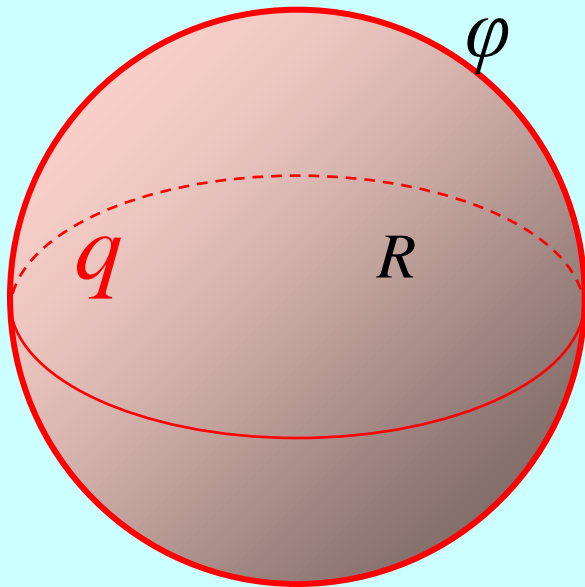


*C* - электроемкость

$$[C] = \text{Кл} / \text{В} \equiv \Phi \text{ (фарада)}$$



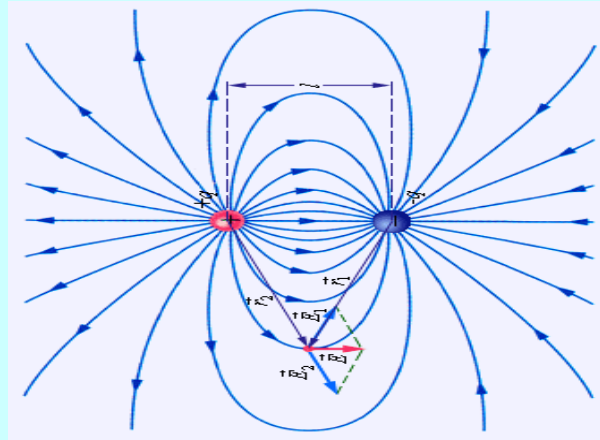
# Электроемкость проводящего шара



$$q = C \varphi$$

$$C_{\text{шар}} = 4\pi\epsilon_0 R$$

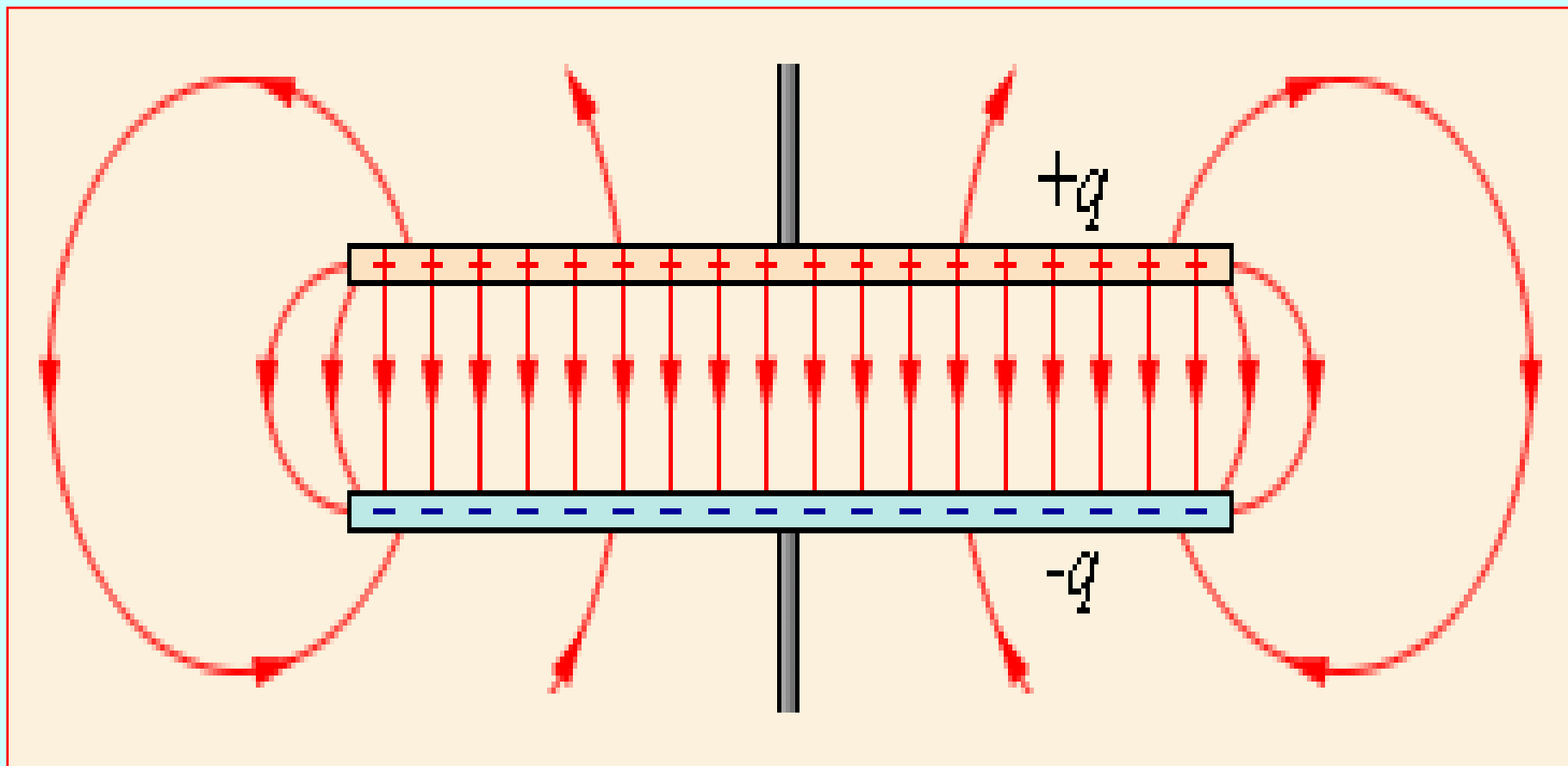
$$\Delta\varphi = k\frac{q^+}{R} - k\frac{q^-}{R} = 2k\frac{q^+}{R}$$



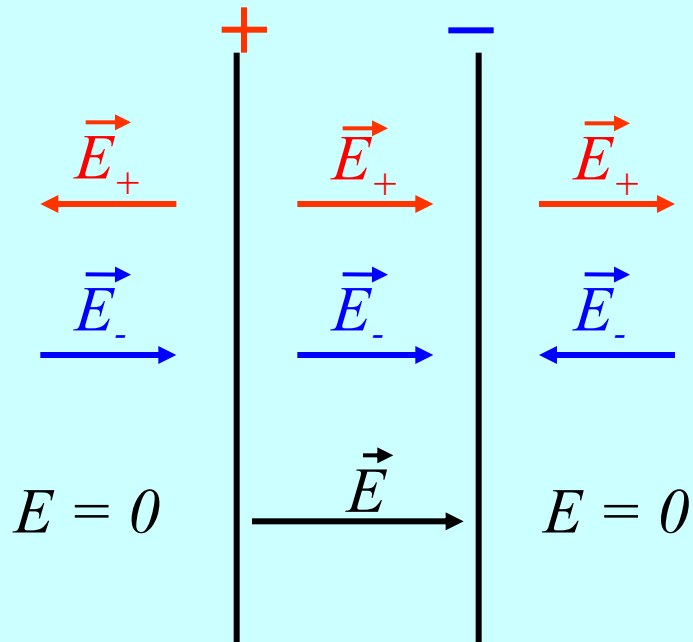
$$\Delta\varphi = \varphi^+ - \varphi^- < 2k\frac{q^+}{R}$$

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

# Поле плоского конденсатора



## Поле внутри плоского конденсатора



$$\vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

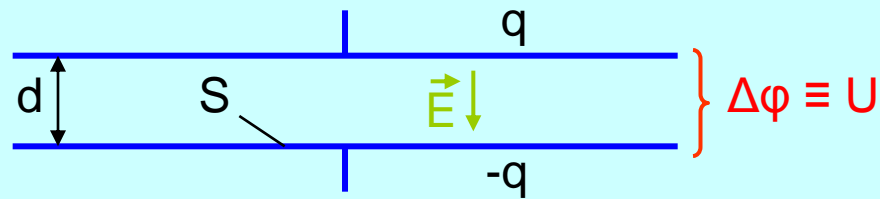
$$|\vec{E}_+| = |\vec{E}_-| = E_0 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Вне конденсатора:  $E = 0$

Внутри конденсатора:

$$E = 2E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

# Емкость плоского конденсатора



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}; \quad q = \sigma S; \quad U = Ed$$

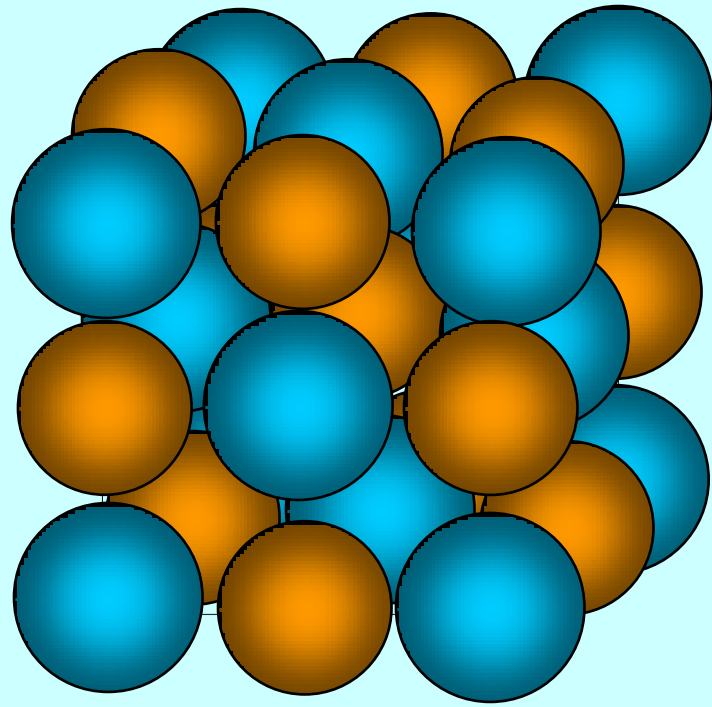
$$C = \frac{q}{U} = \frac{\sigma S}{Ed} = \frac{\sigma S}{d} \cdot \frac{\epsilon_0}{\sigma}$$

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

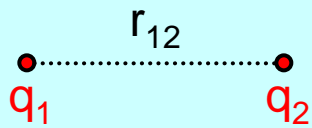
# Тема 2. Проводники в электрическом поле. Энергия электрического поля

- 2.2. Электроемкость уединенного проводника. Конденсаторы
- 2.3. Энергия взаимодействия зарядов. Энергия поля





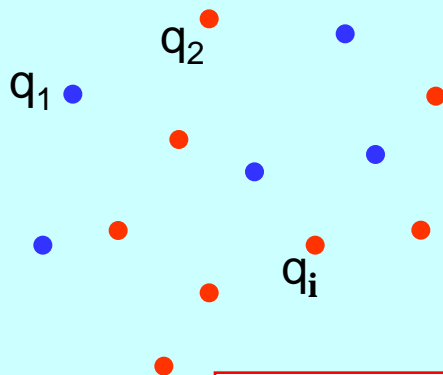
## Энергия взаимодействия двух зарядов



$$W_{12} = q_1\varphi_{12} = q_2\varphi_{21} = k \frac{q_1q_2}{r_{12}}$$

$$W_{12} = \frac{1}{2} (q_1\varphi_1 + q_2\varphi_2)$$

## Для системы из N зарядов



$$W = \frac{1}{2} \sum_{\substack{j=1, \\ i \neq j}}^N \sum_{i=1}^N k \frac{q_i q_j}{r_{ij}}$$

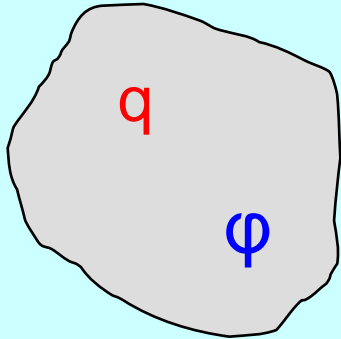
$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N q_i \varphi_i$$

где

$$\varphi_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N \varphi_{ij} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N k \frac{q_j}{r_{ij}}$$



# СЛЕДСТВИЯ:



## 1. Энергия заряженного проводника

$$W = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N q_i \varphi_i$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_i = \dots = \varphi$$

$$\sum_i q_i = q$$

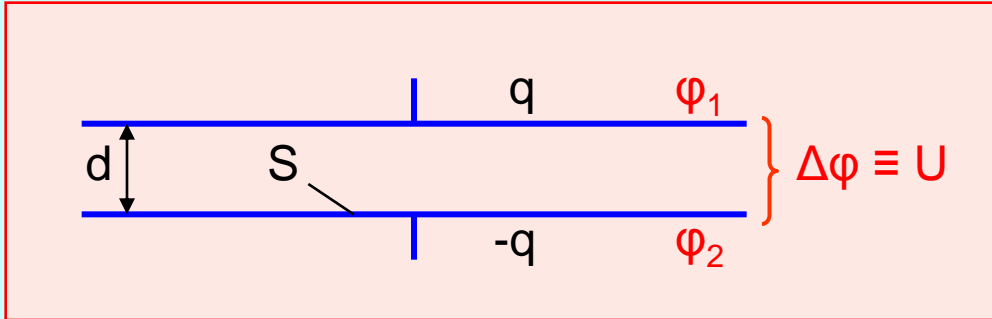
$$q = C\varphi$$

$$W = \frac{1}{2} q\varphi$$

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

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

## 2. Энергия плоского конденсатора



$$q = C\varphi$$

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

## Энергия электрического поля

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

$w = \frac{W}{V}$  - объемная плотность энергии

$$w = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$