

## Энергия электрического поля

ЗАДАЧА 1. Пластины плоского конденсатора, имеющие заряды  $\pm q$  и почти соприкасающиеся, раздвигают на некоторое расстояние (много меньше размеров пластин).

1) Покажите, что минимальная работа, которую необходимо для этого совершить, равна

$$A = \frac{q^2}{2C},$$

где  $C$  — ёмкость получившегося конденсатора.

2) Покажите, что  $A = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2 V$ , где  $E$  — напряжённость поля в конденсаторе,  $V$  — объём конденсатора.

3) Совершённая внешними силами работа  $A$  равна увеличению некоторой энергии. Какой именно энергии?

ЗАДАЧА 2. (Всеросс., 2015, II этап, 11) В грозовом облаке высотой  $h = 1$  км и площадью  $S = 100$  км<sup>2</sup> во время грозы создалось электрическое поле напряжённостью  $E = 1$  МВ/м, которое можно считать однородным.

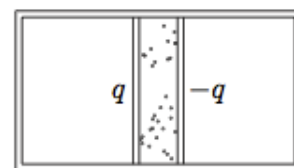
1) Оцените, какой электрический заряд накопился на верхней и на нижней поверхностях облака и какая электрическая энергия запасена в таком облаке. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k = 9 \cdot 10^9$  Н · м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.

2) Оцените отношение электрической силы, действующей на верхнюю (или нижнюю) поверхность облака, к силе тяжести, действующей на всё облако. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, плотность воздуха  $\rho = 1,3$  кг/м<sup>3</sup>.

3) Между верхней и нижней поверхностями облака сверкнула молния, и за время  $\tau = 1$  мс израсходовалось 19% запасённой в облаке электрической энергии. Оцените среднюю силу электрического тока в таком грозовом разряде и его среднюю мощность.

$$\Phi = \frac{E S}{4\pi k} \approx 890 \text{ Кл}, W = \frac{E^2 S h}{8\pi k} \approx 4,4 \cdot 10^{11} \text{ Дж}; I_{\text{ср}} = \frac{q}{\tau} \approx 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ А}; P \approx 8,4 \cdot 10^{13} \text{ Вт}$$

ЗАДАЧА 3. (Всеросс., 2015, финал, 10) Два диска, по которым равномерно распределены заряды  $q$  и  $-q$ , могут двигаться без трения в длинном непроводящем теплоизолированном цилиндре, расположенном горизонтально (см. рисунок). Расстояние между дисками много меньше их радиуса. Между дисками находится некоторое количество гелия, за дисками газа нет, система находится в равновесии. Заряды дисков мгновенно уменьшают вдвое, после чего ожидают прихода системы в равновесие. Пренебрегая теплообменом, найдите, во сколько раз изменятся температура газа и расстояние между дисками.



$$s; z = \frac{1}{2}; 2; 0 = \frac{1}{2}$$