

Конденсаторы в электростатическом поле

Ю. ЧЕШЕВ

В ПРИРОДЕ СУЩЕСТВУЮТ ДВА РОДА электрических зарядов: положительные и отрицательные. При этом одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются. Сила взаимодействия точечных зарядов определяется законом Кулона.

Пространство вокруг заряда заполнено физической материей, посредством которой и осуществляется взаимодействие между зарядами. Это — электрическое поле. Его основным свойством является наличие силы, действующей на заряд, помещенный в это поле. Отношение силы, с которой поле действует на точечный заряд, к величине этого заряда называют напряженностью поля. Электрическое поле наглядно изображается с помощью силовых линий, или линий напряженности. Напомним, что силовой линией называют линию, касательная к которой в каждой точке пространства совпадает с вектором напряженности поля.

При перемещении заряда в электрическом поле совершается работа. Отношение работы поля по перемещению заряда из одной точки в другую к величине этого заряда называют разностью потенциалов.

Электростатическое поле создается только неподвижными зарядами. При решении задач по электростатике часто используются принцип суперпозиции полей и закон сохранения электрического заряда.

Задача 1. Однородное электрическое поле слева от бесконечной заряженной плоской пластины равно \vec{E}_1 , а справа \vec{E}_2 (рис.1). Определите силу, действующую на единицу площади пластины со стороны электрического поля.

Такая ситуация возможна, если пластину, заряженную некоторым зарядом q , поместить во внешнее однородное поле \vec{E}_0 , силовые линии которого

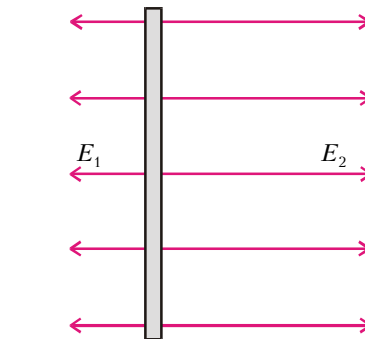


Рис. 1

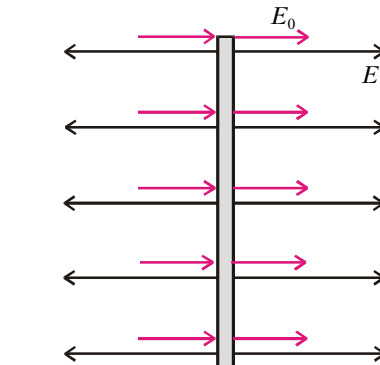


Рис. 2

перпендикулярны плоскости пластины и направлены слева направо (рис.2). Пусть \vec{E} — напряженность электрического поля пластины площадью S , тогда

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0 S}.$$

Согласно принципу суперпозиции электрических полей, напряженность поля слева от пластины равна

$$E_1 = E - E_0,$$

а справа —

$$E_2 = E + E_0.$$

Отсюда находим E и E_0 :

$$E = \frac{E_1 + E_2}{2}, \quad E_0 = \frac{E_2 - E_1}{2}.$$

Теперь определим заряд пластины:

$$q = E \cdot 2\epsilon_0 S = (E_1 + E_2)\epsilon_0 S$$

и силу, действующую на единичную площадь пластины со стороны внешнего поля \vec{E}_0 :

$$f = \frac{q}{S} E_0 = \epsilon_0 \frac{E_2^2 - E_1^2}{2}.$$

Задача 2. Незаряженный плоский конденсатор емкостью C_1 находится во внешнем однородном электрическом поле \vec{E}_0 (рис.3). Силовые линии

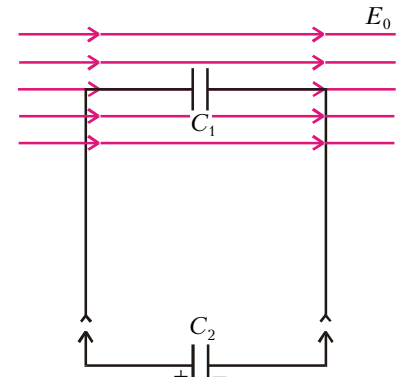


Рис. 3

электрического поля перпендикулярны пластинам конденсатора, расстояние между пластинами d . Конденсатор емкостью C_2 , заряженный до разности потенциалов U_0 , подключается к конденсатору емкостью C_1 . Определите заряды конденсаторов после подключения. Величиной внешнего электрического поля в месте нахождения конденсатора емкостью C_2 можно пренебречь.

После соединения конденсаторов начальный заряд второго конденсатора $q_0 = C_2 U_0$ перераспределится между обоими конденсаторами так, что разности потенциалов на них уравниются. Обозначим установившиеся заряды через q_1 и q_2 . По закону сохранения заряда,

$$q_1 + q_2 = C_2 U_0. \quad (1)$$

Из принципа суперпозиции электрических полей следует, что разность потенциалов между пластинами первого конденсатора будет равна

$$\Delta\phi_1 = E_0 d + \frac{q_1}{C_1}.$$

Между пластинами второго конденсатора установится разность потенциалов

$$\Delta\phi_2 = \frac{q_2}{C_2}.$$