

§ 4. Поле бесконечной равномерно заряженной плоскости

Пусть поверхностная плотность заряда (заряд единицы поверхности) равна σ . Силовые линии перпендикулярны плоскости, густота их везде одинакова. Это следует из соображений симметрии. На рис. 4.1 показано поле для $\sigma > 0$. Напряженность поля по каждую сторону плоскости одна и та же, независимо от расстояния до плоскости (поле однородно). Приведем без доказательства выражение для модуля напряженности электрического поля по любую сторону плоскости:

$$E = k2\pi|\sigma| = \frac{|\sigma|}{2\varepsilon_0}. \quad (4.1)$$

Эту формулу можно обобщить. Пусть σ произвольного знака. Направим ось x перпендикулярно плоскости (рис. 4.2). Можно убедиться непосредственной проверкой, что при $x > 0$ $E_x = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, при $x < 0$ $E_x = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ при любом знаке

σ . Здесь E_x проекция напряженности на ось x . Для запоминания обобщенных формул можно формально считать $\sigma > 0$ и писать выражение для E_x

при $x > 0$ и $x < 0$. Полученные формулы окажутся справедливыми и при $\sigma < 0$. Обобщение полезно тем, что нет знака модуля.

Задача 4.1. Равномерно заряженные пластины параллельны и находятся на расстоянии друг от друга много меньшем их размеров. Найти плотности зарядов σ_1 и σ_2 на пластинах, зная, что напряженность поля в точках A и B вблизи пластин $E_A = 6000 \text{ Н/Кл}$, $E_B = 2000 \text{ Н/Кл}$ (рис. 4.3).

Решение. Направим ось x для рис. 4.3 перпендикулярно пластинам, от первой ко второй. В любой точке по принципу суперпозиции полей напряженность $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$, где \vec{E}_1 и \vec{E}_2 – напряженности полей, созданных первой и второй пластинами. Запишем последнее равенство в проекциях на ось x : $E_x = E_{1x} + E_{2x}$. Это равенство справедливо для любой точки. Для точек A и B оно имеет более конкретный вид.

$$\text{Для т. } A: E_A = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}. \quad \text{Для т. } B: E_B = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}.$$

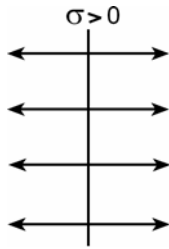


Рис. 4.1



Рис. 4.2

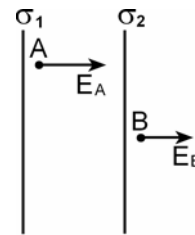


Рис. 4.3

Решая систему из последних двух уравнений, находим

$$\sigma_1 = \epsilon_0 (E_A + E_B) = 7,08 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2,$$

$$\sigma_1 = -\epsilon_0 (E_A - E_B) = -3,54 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2.$$

Заметим, что для решения задачи с использованием для напряженности формулы с модулем пришлось бы перебрать возможные случаи для знаков зарядов пластин, поскольку знаки заранее не известны. Это усложнило бы решение. Попробуйте решить задачу вторым способом и сравните его с первым.