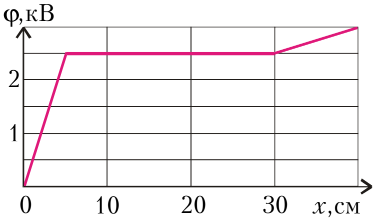

Рис. 5

Для нахождения распределения напряженности электрического поля воспользуемся соотношением, связывающим напряженность с потенциалом:

$$E(x) = -\frac{d\varphi}{dx}.$$

На участке $0 \le x < 5$ см зависимость $\varphi(x)$ линейная, поэтому напряженность поля постоянна и равна

$$E_1 = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} = -\frac{2{,}5 \cdot 10^3 \text{ В}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = -5 \cdot 10^4 \text{ В/м}.$$

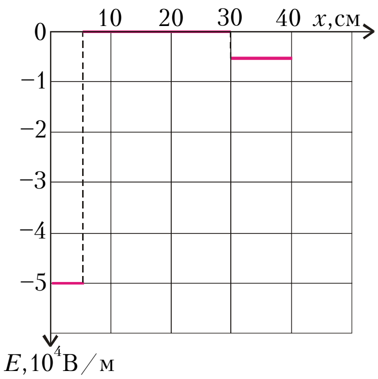

Рис. 6

В интервале $5 \text{ см} < x < 30 \text{ см}$ $\varphi = \text{const}$, поэтому

$$E_2 = 0.$$

На участке $30 < x \le 40$ см зависимость $\varphi(x)$ опять линейная, и

$$E_3 = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta x} = -\frac{5 \cdot 10^2 \text{ В}}{10^{-1} \text{ м}} = -5 \cdot 10^3 \text{ В/м}.$$

Полученная зависимость $E(x)$ изображена на рисунке 6.

Задача 5. *В плоский конденсатор с расстоянием между пластинами d вставлена металлическая пластина толщиной d/2. Площадь боковой поверхности пластины равна площади обкладок конденсатора. Конденсатор подключен к батарее с ЭДС* $\mathcal{E}$ *(рис. 7). Найдите и изобразите на рисунке распределение потенциала внутри конденсатора, принимая за нулевой уровень потенциала: а) бесконечность; б) левую обкладку конденсатора.*

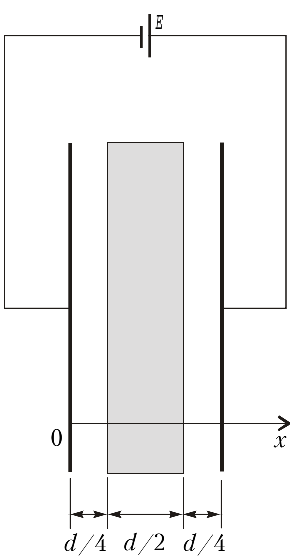

Рис. 7

Сначала разберем первый случай, когда за нулевой уровень отсчета принимается бесконечность.

Найдем распределение напряженности электрического поля внутри конденсатора. Очевидно, что поле в металлической пластине отсутствует, а в зазорах между пластиной и обкладками конденсатора оно однородно и его напряженность равна $E = -2\mathcal{E}/d$. Плоскость $x = d/2$, проходящая через середину конденсатора, является поверхностью нулевого потенциала. Дело в том, что все силовые линии как внутри конденсатора, так и вне пересекают эту плоскость под прямым углом, и, следовательно, при перемещении заряда по этой поверхности работа не совершается. Таким образом, мы имеем реперную точку: при $x = d/2$ $\varphi = 0$.

Разобьем расстояние между пластинами конденсатора на три участка: $0 \le x \le d/4$; $d/4 \le x \le 3d/4$; $3d/4 \le x \le d$. Рассмотрим первый участок. На этом участке $E = -2\mathcal{E}/d$. Воспользуемся связью между напряженностью и потенциалом:

$$E = -\frac{d\varphi}{dx},$$

откуда

$$d\varphi = \frac{2\mathcal{E}}{d}\,dx.$$

После интегрирования получим

$$\varphi = \frac{2\mathcal{E}}{d}x + \text{const}.$$

Для определения константы воспользуемся тем фактом, что потенциал всей пластины равен нулю, и, следовательно, $\varphi = 0$ при $x = d/4$. Тогда получим, что константа будет равна $-\mathcal{E}/2$, и наше распределение на первом участке будет иметь вид

$$\varphi(x) = \mathcal{E}\left(\frac{2x}{d} - \frac{1}{2}\right).$$

Для второго интервала $d/4 \le x \le 3d/4$ напряженность поля равна нулю (поле внутри пластины отсутствует), следовательно, $\varphi(x) = \text{const}$. Но поскольку при $x = d/2$ $\varphi = 0$, то и константа равна нулю. Значит, на втором отрезке

$$\varphi(x) = 0.$$

Теперь рассмотрим третий участок $3d/4 \le x \le d$. На этом участке, как и на первом, $E = -2\mathcal{E}/d$, а

$$\varphi(x) = \frac{2\mathcal{E}}{d}x + \text{const}.$$

Найдем эту константу. Воспользуемся тем, что при $x = 3d/4$ $\varphi = 0$. После подстановки получим, что константа равна $-3\mathcal{E}/2$, а распределение потенциала имеет вид

$$\varphi(x) = \mathcal{E}\left(\frac{2x}{d} - \frac{3}{2}\right).$$

Распределение потенциала между пластинами конденсатора для всех трех участков изображено на рисунке 8, *а*.

Разберем теперь второй случай, когда за нулевой потенциал принимается левая обкладка конденсатора: при $x = 0$

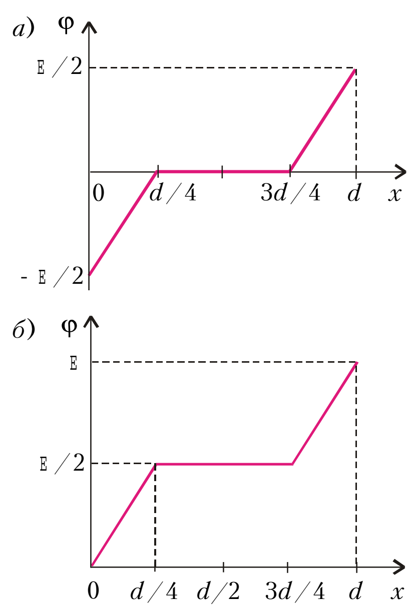

Рис. 8