

5. Найдите связь между векторами электрического смещения, напряженности поля и поляризации.

6. Найдите связь между относительной диэлектрической проницаемостью среды и ее диэлектрической восприимчивостью.

7. Чем отличаются сегнетоэлектрики от прочих диэлектриков?

8. В чем состоят прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты?

### Примеры решения задач

**Задача 6.1.** Обкладки плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 1 кВ, изолированы друг от друга пластиной из диэлектрика. Какова относительная диэлектрическая проницаемость материала пластины, если при ее удалении разность потенциалов между обкладками конденсатора возрастает до 3 кВ?

Дано:

$$\Delta\varphi_1 = 1000 \text{ В}$$

$$\Delta\varphi_2 = 3000 \text{ В}$$

$$\varepsilon_2 = 1 \text{ (воздух)}$$

$$\varepsilon_1 = ?$$

Решение. По формуле (5.6), разность потенциалов между обкладками конденсатора

$$\Delta\varphi = q/C.$$

Пусть  $\Delta\varphi_1$  и  $C_1$  — соответственно разность потенциалов и емкость конденсатора с пластиной из диэлектрика, а  $\Delta\varphi_2$  и  $C_2$  — те же величины после удаления пластины. Заряд конденсатора в обоих случаях одинаков. Поэтому  $\Delta\varphi_1 C_1 = \Delta\varphi_2 C_2$ , или

$$C_1 : C_2 = \Delta\varphi_2 : \Delta\varphi_1.$$

Из формулы (5.7) для емкости плоского конденсатора следует

$$C_1 : C_2 = \varepsilon_1 : \varepsilon_2.$$

Таким образом,

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 (\Delta\varphi_2 / \Delta\varphi_1).$$

Произведем вычисления в СИ:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 \frac{\Delta\varphi_2}{\Delta\varphi_1} = \frac{3000}{1000} = 3.$$

**Задача 6.2.** Между обкладками плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов 1 кВ, зажата стеклянная пластина ( $\varepsilon = 7$ ) толщиной 3 мм. Определить плотность связанных (поляризационных) зарядов на ее поверхности.

Дано:

$$\Delta\varphi = 1000 \text{ В}$$

$$\varepsilon = 7$$

$$d = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\sigma_p = ?$$

Решение. По формуле (6.9) поверхностная плотность поляризационных зарядов равна проекции вектора поляризации на внешнюю нормаль к поверхности диэлектрика:  $\sigma_p = P_{en}$ . Из (6.16) следует

$$P_{en} = D_n - \varepsilon_0 E_n.$$

Векторы электрического смещения  $\mathbf{D}$  и напряженности  $\mathbf{E}$  поля плоского конденсатора нормальны к поверхностям стеклянной пластины, прилегающей к обкладкам. Поэтому  $D_n = \pm D$  и  $E_n = \pm E$ , где знак плюс соответствует поверхности стеклянной пластины, прилегающей к отрицательно заряженной обкладке, а знак минус — поверхности пластины, прилегающей к положительно заряженной обкладке. Поляризационные заряды на первой поверхности пластины положительны (их поверхностная плотность  $\sigma_p > 0$ ), а на второй — отрицатель-

ны и распределены с такой же по абсолютному значению поверхностной плотностью. Полагая в (6.16)  $D_n = D$  и  $E_n = E$ , находим

$$\sigma_p = D - \epsilon_0 E.$$

Поскольку  $D = \epsilon_0 \epsilon E$ , а  $E = \Delta\varphi/d$ , где  $\Delta\varphi$  и  $d$  — соответственно разность потенциалов и расстояние между обкладками конденсатора, получаем

$$\sigma_p = \epsilon_0 (\epsilon - 1) E = \epsilon_0 (\epsilon - 1) \Delta\varphi/d.$$

Произведем вычисления в СИ:

$$\sigma_p = \epsilon_0 (\epsilon - 1) \frac{\Delta\varphi}{d} = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot \frac{1000}{3 \cdot 10^{-3}} \text{ Кл/м}^2 = 1,77 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2.$$