

Конденсатор с диэлектриком

Если диэлектрик поместить во внешнее электростатическое поле $E_{\text{внеш}}$, то в результате поляризации на поверхности диэлектрика появляются индуцированные заряды (которые называются также связанными или поляризационными). Поле $E_{\text{инд}}$ этих зарядов направлено против внешнего поля $E_{\text{внеш}}$ и частично ослабляет его; в простейшем случае однородных полей суммарное электрическое поле внутри диэлектрика будет равно $E_{\text{внутр}} = E_{\text{внеш}} - E_{\text{инд}}$. Диэлектрическая проницаемость ϵ диэлектрика показывает, во сколько раз ослабляется внешнее поле: $E_{\text{внутр}} = E_{\text{внеш}}/\epsilon$.

ЗАДАЧА 1. Диэлектрический цилиндр находится во внешнем однородном электрическом поле E , которое параллельно оси цилиндра. Найдите поверхностную плотность зарядов, индуцированных на основаниях цилиндра. Диэлектрическая проницаемость материала цилиндра равна ϵ . Высота цилиндра много меньше радиуса его оснований.

$$\frac{\epsilon}{1-\epsilon} E^{0z} = \rho$$

ЗАДАЧА 2. Плоский конденсатор с площадью пластин S и расстоянием между ними d заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ .

- 1) Найдите ёмкость такого конденсатора.
- 2) Найдите величину и знак заряда, индуцированного на поверхности диэлектрика у положительной пластины конденсатора, если заряд конденсатора равен q .

$$\frac{\epsilon}{1-\epsilon} b^- = \rho \quad \left(\tau : \frac{p}{S \epsilon^0 \epsilon} = \rho \right)$$

ЗАДАЧА 3. («Физтех», 2011) Плоский конденсатор заряжен и отключён от источника постоянного напряжения. В конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рисунок) так, что диэлектрик заполняет треть объёма конденсатора, из-за чего разность потенциалов между пластинами уменьшается в два раза.



- 1) Как и во сколько раз изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?
- 2) Найдите диэлектрическую проницаемость ϵ материала диэлектрической пластины.

$$1) \text{ Напряжённость уменьшилась в два раза; } 2) \epsilon = 4$$

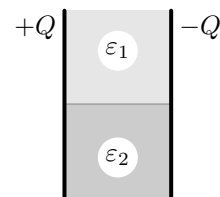
ЗАДАЧА 4. («Физтех», 2011) Плоский конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения. Не отключая источника, в конденсатор вставляют пластину из диэлектрика (см. рисунок), толщина которой равна $4/5$ расстояния между пластинами конденсатора (диэлектрик заполняет $4/5$ объёма конденсатора), из-за чего заряд на пластинах конденсатора увеличивается в три раза.



- 1) Как и во сколько раз изменилась напряжённость электрического поля внутри конденсатора в области без диэлектрика?
- 2) Найдите диэлектрическую проницаемость ϵ материала диэлектрической пластины.

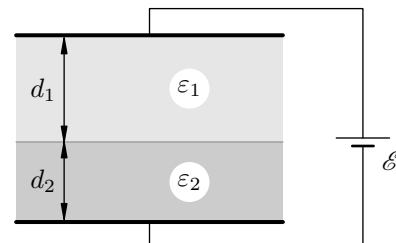
$$1) \text{ Напряжённость увеличилась в три раза; } 2) \epsilon = 6$$

Задача 5. (МФТИ, 2006) Две одинаковые половины плоского конденсатора заполнены разными диэлектриками с диэлектрическими проницаемостями ε_1 и ε_2 (см. рисунок). Заряд на обкладках конденсатора равен Q . Определите величину и знак связанного (поляризационного) заряда верхнего диэлектрика у левой обкладки конденсатора.



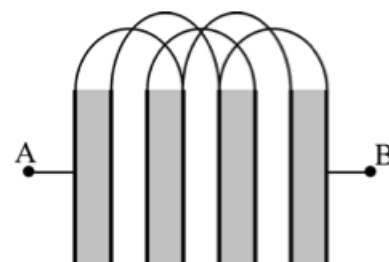
$$\oint \frac{\varepsilon_2 + 1\varepsilon_1}{1 - 1\varepsilon_2} = \rho_b$$

Задача 6. (МФТИ, 2006) Плоский конденсатор с площадью пластин S полностью заполнен двумя слоями диэлектрика с толщинами d_1 и d_2 и диэлектрическими проницаемостями ε_1 и ε_2 (см. рисунок). Между обкладками конденсатора поддерживается постоянная разность потенциалов \mathcal{E} . Определите величину и знак связанного (поляризационного) заряда диэлектрика у нижней обкладки конденсатора.



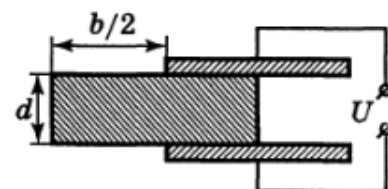
$$\frac{1\rho\varepsilon_2 + \varepsilon_1\rho\varepsilon_1}{(1 - \varepsilon_2)\varepsilon_1} \rho S^0\varepsilon = \rho_b$$

Задача 7. (МОШ, 2013, 10) Система, изображённая на рисунке, состоит из восьми одинаковых параллельных металлических пластин площадью S . Расстояние между соседними пластинами равно d . Промежутки между некоторыми пластинами заполнены диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε , и ряд пластин соединён друг с другом проводочными перемычками (см. рисунок). Найдите ёмкость C_{AB} получившейся системы конденсаторов.



$$\frac{\rho\varepsilon}{(\varepsilon + \varepsilon_0)S^0\varepsilon} = \rho V \mathcal{O}$$

Задача 8. (Всеросс., 2001, ОЭ, 10) В горизонтально расположенный плоский конденсатор до середины вставлен брусок, который может скользить без трения между пластинами конденсатора (рис.). Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения U . В некоторый момент времени брусок без толчка отпускают. Найдите зависимость скорости бруска v от времени и постройте её график. Геометрические размеры бруска $b \times b \times d$, его диэлектрическая проницаемость ε , плотность ρ . Расстояние между пластинами конденсатора d , их размеры $b \times b$.



$$\text{(винедегюж)} \text{ «егип» — мэдэе :виневапльга олонгоп оир } \frac{\varepsilon\rho q d^2}{\varepsilon_0 \Omega^0 \varepsilon (1 - \varepsilon)} = a$$