

Сложный конденсатор. Колебания

Данный листок служит продолжением листка «Сложный конденсатор».

Для вычисления энергии сложного конденсатора не обязательно искать его ёмкость — удобнее находить энергию электрического поля, сосредоточенного в областях между пластинами конденсатора.

ЗАДАЧА 1. (Энергия поля) Покажите, что для энергии заряженного плоского воздушного конденсатора справедлива формула

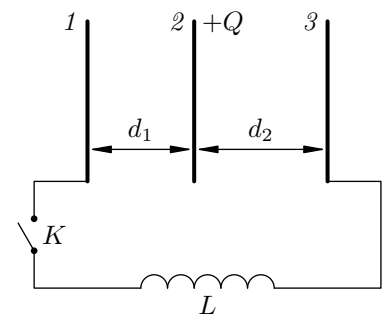
$$W = \frac{\epsilon_0 E^2}{2} Sd,$$

где E — напряжённость электрического поля внутри конденсатора, S — площадь пластин, d — расстояние между пластинами. Сделайте вывод, что «энергия конденсатора» — это на самом деле энергия электрического поля, сосредоточенного в объёме $V = Sd$ между пластинами (величина $w = \epsilon_0 E^2/2$ называется *плотностью энергии* электрического поля).

ЗАДАЧА 2. Пластины плоского воздушного конденсатора имеют заряды $+q$ и $+4q$. Найдите энергию электрического поля в пространстве между пластинами. Площадь пластин равна S , расстояние между пластинами d .

$$\frac{S^0 \epsilon_0}{p^2 b^6} = M$$

ЗАДАЧА 3. (МФТИ, 1992) Три одинаковые неподвижные металлические пластины расположены в воздухе на расстояниях d_1 и d_2 ($d_2 > d_1$) друг от друга (см. рисунок). Расстояния d_1 и d_2 малы по сравнению с размерами пластин. Площадь каждой из пластин равна S . На средней пластине 2 находится положительный заряд Q . Пластины 1 и 3 не заряжены и подключены через ключ K к катушке самоиндукции с индуктивностью L .



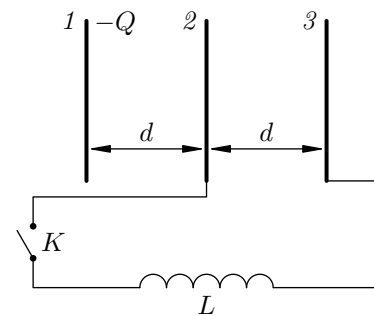
1) Определить максимальное значение силы тока через катушку после замыкания ключа K . Омическим сопротивлением катушки пренебречь.

2) Определить максимальную величину и знак заряда на пластинах 1 и 3 после замыкания ключа K . Омическим сопротивлением катушки пренебречь.

3) Какие заряды установятся на пластинах 1 и 3 при наличии в цепи омических потерь?

$$\text{max } \frac{Q}{I} = * b \quad (0 < \frac{1-p+\epsilon p}{1-p-\epsilon p} \phi = \text{max } \phi \quad (\epsilon : \frac{(\epsilon p + 1p) T S^0 \epsilon / \Lambda \epsilon}{(1-p-\epsilon p) \phi} = \text{max } I \quad (1$$

Задача 4. (МФТИ, 1992) Три одинаковые неподвижные металлические пластины расположены в воздухе на равных расстояниях d друг от друга (см. рисунок). Площадь каждой из пластин равна S . На пластине 1 находится отрицательный заряд $-Q$. Пластины 2 и 3 не заряжены и подключены через ключ K к катушке самоиндукции с индуктивностью L .



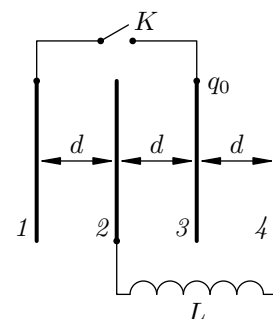
1) Определить максимальную величину и знак заряда на пластинах 2 и 3 после замыкания ключа.

2) Найти производную $\frac{dI}{dt}$ в этот момент времени (при максимальном заряде на пластинах 2 и 3), где I — сила тока через катушку.

Расстояние d мало по сравнению с размерами пластин. Омическим сопротивлением катушки пренебречь.

$$\frac{1}{p} \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{1}{p} \left(z : \partial = \text{внеш} \right) (1)$$

Задача 5. (МФТИ, 2003) В электрической схеме, состоящей из катушки индуктивностью L и четырёх проводящих пластин, каждая площадью S , расположенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рисунок). Пластина 3 заряжена зарядом q_0 .



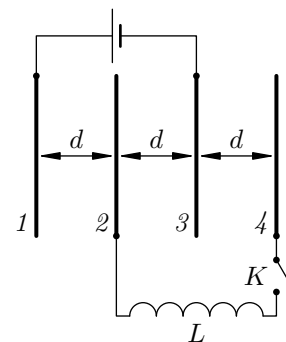
1) Найти заряды пластин после замыкания ключа K в момент, когда ток через катушку максимален.

2) Найти максимальный ток через катушку.

Считать, что площадь пластин $S \gg d^2$. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь.

$$\frac{1}{p} \frac{\partial S}{\partial z} \wedge_{ob} = \text{внеш} I \left(z : \frac{\varepsilon}{\partial b} = \text{в} b = \varepsilon b : \frac{\varepsilon}{\partial b} - = z b : \frac{\varepsilon}{\partial b z} = \text{в} b \right) (1)$$

Задача 6. (МФТИ, 2003) В электрической схеме, состоящей из батареи с неизвестной ЭДС, катушки индуктивностью L и четырёх проводящих пластин, каждая площадью S , расположенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рисунок). После замыкания ключа максимальный ток, протекающий через катушку L , равен I_0 .



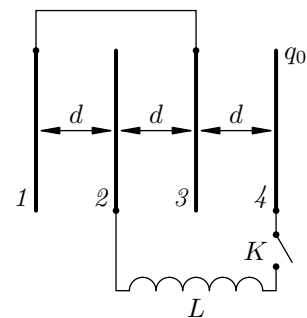
1) Определить ЭДС батареи.

2) Найти заряды пластин после замыкания ключа K в тот момент, когда ток через катушку максимален.

Считать, что площадь пластин $S \gg d^2$. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь.

$$\frac{\partial}{\partial z} \frac{p}{S} \frac{\varepsilon}{i} - = \text{в} b - = z b : \frac{\partial}{\partial z} \frac{p}{S} \frac{\varepsilon}{z} = \varepsilon b - = \text{в} b \left(z : \frac{S}{\partial z} \wedge_{0I} = \frac{\partial}{\partial z} \right) (1)$$

Задача 7. (МФТИ, 2003) В электрической схеме, состоящей из катушки индуктивностью L и четырёх проводящих пластин, каждая площадью S , расположенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рисунок). Пластины 1 и 3 закорочены, а на пластине 4 находится заряд q_0 .



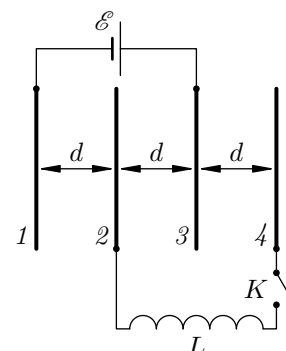
1) Найти заряды пластин после замыкания ключа K в тот момент, когда ток через катушку максимален.

2) Найти максимальный ток через катушку L .

Считать, что площадь пластин $S \gg d^2$. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь.

$$\frac{7S^0 \varepsilon}{p \varepsilon} \Lambda_{0b} = \text{хвщ} \Gamma (\varepsilon : \frac{\varepsilon}{0b \varepsilon} = \text{vb} : \frac{\varepsilon}{0b} = \varepsilon b - = \text{zb} = \text{tb} (\Gamma$$

Задача 8. (МФТИ, 2003) В электрической схеме, состоящей из батареи с ЭДС \mathcal{E} , катушки индуктивностью L и четырёх проводящих пластин, каждая площадью S , расположенных на расстоянии d друг от друга, ключ K разомкнут (см. рисунок). Ключ K замыкают.



1) Найти заряды пластин в тот момент, когда ток через катушку максимален.

2) Найти максимальный ток через катушку.

Считать, что площадь пластин $S \gg d^2$. Омическим сопротивлением в схеме пренебречь.

$$\frac{7p9}{S^0 \varepsilon} \Lambda_{\mathcal{E}} = \text{хвщ} \Gamma (\varepsilon : \frac{p}{S^0 \varepsilon} \frac{\varepsilon}{\Gamma} = \text{vb} - = \text{zb} : \frac{p}{S^0 \varepsilon} \frac{\varepsilon}{\varepsilon} = \text{tb} - = \varepsilon b (\Gamma$$

Задача 9. (Всеросс., 2018, РЭ, 11) Электрическая цепь состоит из катушки индуктивностью L , трёх пластин (1, 2, 3) площадью S и ключа. Расстояние между пластинами равны d и $2d$ (рис. 1). Внешние пластины имеют заряды q и $-q$.

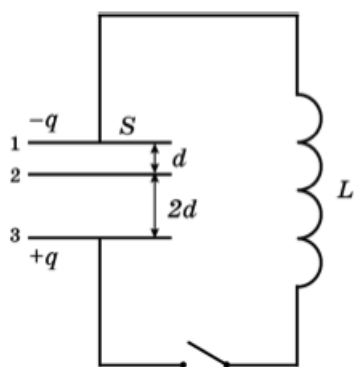


Рис. 1

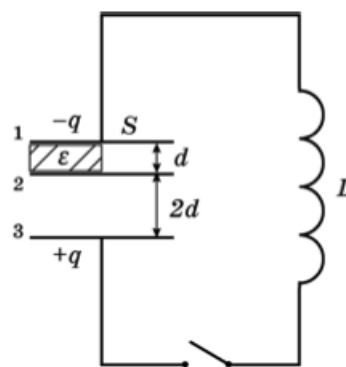


Рис. 2

1) Определите максимальную силу тока через катушку после замыкания ключа.

2) Определите максимальную силу тока через катушку после замыкания ключа в случае, если половина пространства между пластинами 1 и 2 заполнена диэлектриком с проницаемостью ε (рис. 2).

$$\frac{\varepsilon + 1}{\varepsilon + \varepsilon} \frac{7S^0 \varepsilon}{p \varepsilon} \Lambda_b = \varepsilon \Gamma (\varepsilon : \frac{7S^0 \varepsilon}{p \varepsilon} \Lambda_b = \Gamma (\Gamma$$