

Решения задач второго тура олимпиады «Высшая проба»

«Электроника и вычислительная техника»

2018/2019 учебный год

11 класс

1 задание

А) Найти установившиеся токи через катушки, если ключи замкнули одновременно.

Обозначим установившиеся токи через катушки L_1 и L_2 как I_1 и I_2 . Так как сопротивлением катушек индуктивности можно пренебречь, то сумма этих установившихся токов равна току короткого замыкания источника:

$$I_1 + I_2 = E/R.$$

Изменение тока через первую катушку, произошедшее после замыкания ключей $\Delta I_1 = I_1$, через вторую $\Delta I_2 = I_2$. Напряжения на обеих катушках после замыкания ключей одинаковы:

$$L_1 \Delta I_1 / \Delta t = L_2 I_2 / \Delta t \text{ или } L_1 I_1 = L_2 I_2.$$

Таким образом, мы получили систему двух уравнений с двумя неизвестными I_1 и I_2 . Решая эту систему, находим искомые токи

$$I_1 = L_2 (E/R) / (L_1 + L_2) \text{ и } I_2 = L_1 (E/R) / (L_1 + L_2).$$

Подставляя численные значения:

$$\underline{I_1 = 1.2 \text{ A}; I_2 = 0.8 \text{ A}}$$

Б) Найти установившиеся токи через катушки, если сначала замкнули ключ 1, а ключ 2 – в момент, когда через катушку 1 ток достиг значения I_0 .

Как и в первом случае, сумма установившихся токов I_1 и I_2 равна току короткого замыкания источника:

$$I_1 + I_2 = E/R.$$

Теперь изменение тока через первую катушку, произошедшее после замыкания ключа K_2 равно: $\Delta I_1 = I_1 - I_0$, через вторую $\Delta I_2 = I_2$. Напряжения на обеих катушках после замыкания ключа K_2 одинаковы:

$$L_1 \Delta I_1 / \Delta t = L_2 I_2 / \Delta t \text{ или } L_1 (I_1 - I_0) = L_2 I_2.$$

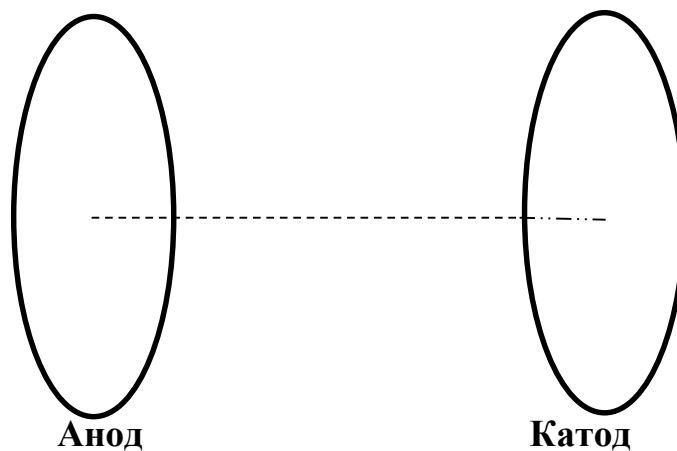
Таким образом, в системе двух уравнений с двумя неизвестными I_1 и I_2 изменилось второе уравнение. Решая новую систему, находим искомые токи

$$I_1 = [L_2 (E/R) + L_1 I_0] / (L_1 + L_2) \text{ и } I_2 = L_1 (E/R - I_0) / (L_1 + L_2).$$

$$I_1 = (120 + 40 \cdot I_0) / 100$$

$$I_2 = 40(2 - I_0) / 100$$

2 задание



А) Запишем $E = \frac{F}{q}$ из закона Кулона и формулы напряженности электрического поля и $F = ma$ из второго закона Ньютона.

Тогда, приняв ось между электродами за ось x , получим:

$$a_x = \frac{E_1 q_e}{m_e}.$$

Начальная скорость электрона при вылете с катода равна нулю. Тогда уравнение движения примет вид:

$$S_x = \frac{a_x t^2}{2}$$

Отсюда выразим и рассчитаем время пролёта:

$$t = \sqrt{\frac{2S_x}{a_x}} = \sqrt{\frac{2S_x m_e}{E_1 q_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}} \approx 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$$

Б) Поскольку электрическое поле E_2 будет действовать перпендикулярно по отношению к полю E_1 , их влияние на движение электрона вдоль координатных осей будет независимым. Следовательно, электрон дойдёт до плоскости анода за то же время. Остаётся выяснить, попадёт ли электрон на сам анод. Для этого надо рассчитать его отклонение от центральной оси, вызванное полем E_2 . Тогда по аналогии с ранее полученными выражениями получим:

$$S_y = \frac{a_y t^2}{2} = \frac{E_2 q_e t^2}{2m_e} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (1,5 \cdot 10^{-8})^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Поскольку полученный результат меньше радиуса анода, то можно сделать вывод, что поле E_2 на время пролёта электрона не повлияет.

В) Все рассуждения аналогичны пункту б), за исключением того факта, что теперь отклонение, вызванное полем E_2 , больше радиуса анода. Из этого можно сделать вывод, что электрон на анод не попадёт никогда, $t \rightarrow \infty$.

3 задание

Вероятность успешной доставки = $88/100 \cdot 99/100 = 0.8712$

$N=8$

$8=2^i$

$i=3 \Rightarrow$ кодируется 3 битами.

Символ	q	w	e	r	t	1	2	3
Последовательность	000	001	010	011	100	101	110	111

$qwt2t1 = 000001100110110100101$

$000001100110110100101_2 = 6BC5_{16}$

Ответ: 6BC5, 0.871