

1. Ионизатор

Какова сила тока насыщения при несамостоятельном газовом разряде, если ионизатор образует ежесекундно 10^9 пар ионов в одном кубическом сантиметре? Площадь каждого из двух плоских параллельных электродов 100 см^2 , расстояние между ними 5 см .

$$\begin{aligned}t &= 1 \text{ с}, \\N_0 &= 10^9 \text{ см}^{-3} = 10^{15} \text{ м}^{-3}, \\S &= 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2, \\d &= 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}, \\e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.\end{aligned}$$

Решение:

$$I_n = \frac{q}{t} = \frac{eN}{t}.$$

N — максимальное число пар ионов, образующихся в 1 м^3 за 1 с .

$$\begin{aligned}N &= N_0 V = N_0 S d; \quad I_n = \frac{e N_0 S d}{t} = \\&= \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 10^{15} \text{ м}^{-3} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{1 \text{ с}} = \\&= 8 \cdot 10^{-8} \text{ А} = 80 \text{ нА}.\end{aligned}$$

Ответ: 80 нА .

2. Электроннолучевая трубка

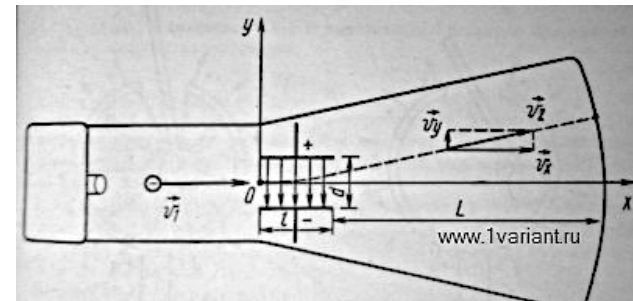
Ускоряющее напряжение в электроннолучевой трубке равно $1,5 \text{ кВ}$, расстояние от отклоняющих пластин до экрана — 30 см . На какое расстояние сместится пятно на экране осциллографа при подаче на отклоняющие пластины напряжения 20 В ? Расстояние между пластинами — $0,5 \text{ см}$, длина пластин — $2,5 \text{ см}$.

Дано:

$$\begin{aligned}U_a &= 1,5 \cdot 10^3 \text{ В} \\L &= 0,30 \text{ м} \\U_y &= 20 \text{ В} \\d &= 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \\l &= 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\y &=?\end{aligned}$$

Решение:

Выберем систему координат с осью OX , направленную вдоль оси трубки, по направлению вектора \vec{v}_1 скорости электронов до входа в пространство между отклоняющими пластинами. Ось OY выберем направленной противоположно вектору напряженности электрического поля между отклоняющимися пластинами (см. рисунок).



Пренебрегая малым смещением электронов между пластинами, отклонение y электронного луча можно найти, зная проекцию скорости электрона на ось OY после прохождения между отклоняющими

пластинами и время t_2 движения электрона от отклоняющих пластин до экрана:

$$y = v_y t_2$$

Время t_2 равно

$$t_2 = \frac{L}{v_x}$$

Проекцию скорости электрона на ось ОУ можно найти по проекции ускорения a_y и времени t_1 движения электрона между пластинами:

$$v_y = a_y t_1$$

где

$$a_y = \frac{F_y}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU_y}{md}$$

(e – заряд электрона, m – его масса),

$$t_1 = \frac{l}{v_x}$$

Так как кинетическая энергия электрона равна работе сил ускоряющего электрического поля, проекцию скорости электрона v_x можно найти из выражения:

$$eU_a = \frac{mv_x^2}{2}$$

$$v_x = \sqrt{\frac{2eU_a}{m}}$$

Используя все вышеприведенные выражения, получим:

$$y = v_y t_2 = a_y t_1 t_2 = \frac{eU_y l L}{md v_x v_x} = \frac{eU_y l L m}{md 2eU_a} = \frac{U_y l L}{2d U_a}$$

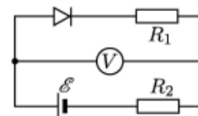
Подставляя данные из условия задачи, находим смещение луча:

$$y = \frac{20 \cdot 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,30}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^3} \text{ м} = 10^{-2} \text{ м}.$$

Ответ: $10^{-2} \text{ м}.$

3. Электрическая цепь

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, вольтметр и батарейка идеальные. Диод при включении в обратном направлении не пропускает ток, а при включении в прямом направлении открывается при напряжении U_0 (вольт-амперная характеристика диода приведена на графике в условии задачи 1267). Что показывает вольтметр в этой цепи? Что он будет показывать, если изменить полярность включения диода?



Решение:

Очевидно, что при $\mathcal{E} < U_0$ ток в цепи не будет идти при включении диода в любом направлении, и следовательно, в этом случае вольтметр будет показывать напряжение $V_1 = \mathcal{E}$.

В случае $\mathcal{E} > U_0$ диод открывается, и падение напряжения на нём не зависит от тока и равняется U_0 . Поэтому закон Ома для всей замкнутой цепи имеет вид:

$$\mathcal{E} = U_0 + I(R_1 + R_2),$$

а ток в цепи равен

$$I = \frac{\mathcal{E} - U_0}{R_1 + R_2}.$$

При этом вольтметр будет показывать напряжение

$$V_2 = U_0 + IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1 + U_0R_2}{R_1 + R_2}.$$

Если изменить полярность включения диода, то ток в цепи течь не будет, так как диод не пропускает ток в обратном направлении. Поэтому вольтметр покажет напряжение $V = \mathcal{E}$.