

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

## **ВАКУУМНЫЕ И ПЛАЗМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА**

Методические указания к практическим занятиям  
для студентов направления  
210100.62 - «Электроника и наноэлектроника»  
(профили – Квантовая и оптическая электроника;  
Электронные приборы и устройства)

Томск 2014

**Аксенов Александр Иванович**  
**Злобина Алевтина Федоровна**

Вакуумные и плазменные приборы и устройства = Вакуумные и плазменные приборы и устройства: методические указания к практическим занятиям для студентов направления 210100.62 – Электроника и наноэлектроника (профили: Квантовая и оптическая электроника; Электронные приборы и устройства) / А. И. Аксенов, А.Ф. Злобина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск: ТУСУР, 2014. - 38 с.

Материал пособия поможет закрепить теоретические знания, а также вырабатывать навык в решении практических вопросов и задач.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9);

– способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-20).

Пособие предназначено для студентов очной формы, обучающихся по направления 210100.62 – «Электроника и наноэлектроника» (профили – Квантовая и оптическая электроника; Электронные приборы и устройства) по дисциплине «Вакуумные и плазменные приборы и устройства».

© Аксенов Александр Иванович, 2014  
© Злобина Алевтина Федоровна, 2014

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ЭП  
\_\_\_\_\_ С.М. Шандаров  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

## **ВАКУУМНЫЕ И ПЛАЗМЕННЫЕ ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА**

Методические указания к практическим занятиям  
для студентов направления  
210100.62 - «Электроника и наноэлектроника»  
(профили: Квантовая и оптическая электроника;  
Электронные приборы и устройства)

Разработчик  
доцент каф.ЭП  
\_\_\_\_\_ А.И.Аксенов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г

\_\_\_\_\_ А.Ф. Злобина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г

## Содержание

Введение .....	4
Практическое занятие 1. Термоэлектронная эмиссия, фотоэлектронная эмиссия, вторичная эмиссия.....	5
1.1 Примеры решения задач по термоэлектронной эмиссии .....	5
1.2 Примеры решения задач по фотоэлектронной эмиссии .....	6
1.3 Примеры решения задач по вторичной эмиссии.....	7
Практическое занятие 2. Диодный промежуток, вакуумный и ионный фотоэлемент, многокаскадные ФЭУ. ....	9
2.1 Примеры решения задач .....	9
Практическое занятие 3. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях .....	9
3.1 Примеры решения задач .....	9
Практическое занятие 4. Отклоняющие и фокусирующие системы, токопрохождение в ЭЛТ .....	10
4.1 Примеры решения задач .....	10
Практическое занятие 5. Тлеющий разряд .....	13
5.1 Примеры решения задач .....	13
Задачи для проработки тем .....	14

## Введение

Материал пособия должен помогать закреплению теоретических знаний, а также вырабатывать навык в решении практических вопросов и задач.

В результате решения задач студент приобретает способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения (ПК-9); способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения (ПК-20).

Прежде чем решить задачу или ответить на поставленный вопрос, надо понять их сущность, физический смысл заданных величин, вспомнить физические процессы, законы и соотношения, относящиеся к данному вопросу.

Все аналитические решения следует проводить, используя общеизвестные физические законы, физические постоянные и физические системы единиц. Сначала надо написать исходные формулы, сделать, если это необходимо, соответствующие преобразования, получить конечные формулы, а затем подставить в эти формулы числовые значения и найти результат. Помните, что все физические величины в формуле должны быть в одной системе единиц. Не забывайте в ответе давать размерность полученной величины.

Ход всех преобразований и вычислений должен быть четко показан в решении задачи. Вычисления, как правило, достаточно делать до третьего знака, а в ряде случаев и до второго.

Полученный в виде числа ответ надо постараться проверить каким-либо способом. Полезно обратиться к справочной литературе и сравнить полученную величину с известными подобными величинами в справочнике. Если отличие в несколько порядков, то ищите ошибку в своем решении.

Ответы на вопросы следует давать кратко, но ясно и точно.

## Практическое занятие 1. Термоэлектронная эмиссия, фотоэлектронная эмиссия, вторичная эмиссия

### 1.1 Примеры решения задач по термоэлектронной эмиссии

**Задача 1.** Определить плотность тока термоэмиссии (в  $A/m^2$ ), если материал термокатода имеет эффективную работу выхода  $\varphi_{эфф} = 1,5$  эВ, температура катода  $T_k = 900$  К, проницаемость потенциального барьера  $D = 0,95$ .

**Решение.** Плотность тока термоэмиссии можно определить, используя уравнение Ричардсона-Дэшмана:

$$j_{\text{Э}} = A_0 \cdot D \cdot T_k \cdot e^{-\frac{e\varphi_{эфф}}{k \cdot T_k}} = 120 \cdot 10^4 \cdot 0,95 \cdot 900^2 \cdot e^{-\frac{1,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 900}} = 3,85 \cdot 10^3 \text{ A/m}^2,$$

где  $A_0 = 120 \cdot 10^4 \frac{A}{m^2 \cdot K^2}$  – универсальная постоянная термоэмиссии;

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – заряд электрона;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/К – постоянная Больцмана.

**Задача 2.** Определить эффективную работу выхода материала термокатода  $\varphi_{эфф}$ , если температура катода  $T_k = 900$  К, проницаемость потенциального барьера  $D = 0,95$ , а плотность тока термоэмиссии  $j_{\text{Э}} = 3,85 \cdot 10^3 \text{ A/m}^2$ . Определить ток эмиссии термокатода, если площадь катода  $S_k = 0,1 \text{ см}^2$ .

**Решение.** Ток эмиссии термокатода можно определить из уравнения:

$$j_{\text{Э}} \cdot S_k = 3,85 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5} = 3,85 \cdot 10^{-2} \text{ A} = 38,5 \text{ mA}.$$

Для определения  $\varphi_{эфф}$  используем уравнение Ричардсона-Дэшмана:

$$j_{\text{Э}} = A_0 \cdot D \cdot T_k \cdot e^{-\frac{e\varphi_{эфф}}{k \cdot T_k}}.$$

$$3,85 \cdot 10^3 = 120 \cdot 10^4 \cdot 0,95 \cdot 900^2 \cdot e^{-\frac{\varphi_{эфф} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 900}};$$

$$3,85 \cdot 10^3 = 205,2 \cdot 10^9 \cdot e^{-12,88 \cdot \varphi_{\text{эфф}}};$$

$$\text{Дж} = 1,5 \text{ эВ.}$$

Постоянные представлены в задаче 1.

## 1.2 Примеры решения задач по фотоэлектронной эмиссии

**Задача 3.** Найти максимальную энергию (в эВ), выходящих с поверхности фотокатода под действием монохроматического пучка света с длиной волны  $\lambda = 2 \cdot 10^{-7}$  м, если эффективная работа выхода фотокатода  $\varphi_{\text{эфф}} = 0,5$  эВ.

**Решение.** Фотон имеет энергию  $h\nu$  и, попадая на фотокатоду, всю энергию отдает электрону в кристалле. Электрон, получив энергию  $h\nu$ , покидает кристалл фотокатода, если этой энергии достаточно для выхода. При выходе из кристалла электрон теряет энергию, равную эффективной работе выхода кристалла ( $\varphi_{\text{эфф}}$ ).

Выйдя из кристалла фотокатода, электрон в вакууме имеет кинетическую энергию, равную  $\frac{mv^2}{2}$ . В результате можно записать

уравнение:

$$\frac{mv^2}{2} \equiv h \cdot \frac{c}{\lambda} - \varphi_{\text{эфф}} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} - 0,5 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 9,139 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 5,7 \text{ эВ,}$$

где  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж – постоянная Планка;

$c = 3 \cdot 10^8$  м/с – скорость света в вакууме;

$m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг – масса электрона;

$\nu = \frac{c}{\lambda}$  – связь между частотой и длиной волны кванта.

Если известна начальная энергия электрона в кристалле ( $\varphi_0$ ), то уравнение баланса энергий можно записать:

$$\varphi_0 + h\nu - \varphi_{\text{эфф}} = \frac{mv^2}{2}.$$

**Задача 4.** Электрон фотокатода получил энергию кванта, покинул кристалл и имеет энергию в вакууме 5,7 эВ. Эффективная

работа выхода фотокатода  $\varphi_{\text{эфф}} = 0,5$  эВ. Какой станет энергия электрона в вакууме (в эВ), если длину волны кванта увеличить в 5 раз.

Решение. Энергию кванта можно найти из уравнения:

$$h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda} = \frac{mv^2}{2} + \varphi_{\text{эфф}} = 5,7 + 0,5 = 6,2 \text{ эВ.}$$

При увеличении длины волны в 5 раз энергия кванта уменьшается в 5 раз и становится равной 1,24 эВ.

Теперь можно найти энергию электрона в вакууме:

$$h \frac{c}{\lambda} - \varphi_{\text{эфф}} = 1,24 - 0,5 = 0,74 \text{ эВ.}$$

### 1.3 Примеры решения задач по вторичной эмиссии

**Задача 5.** Динод имеет коэффициент вторичной эмиссии  $\sigma = 3,5$ . На этот электрод падает поток первичных электронов, и во внешней цепи электрода протекает ток  $I = 5$  мА. Каким станет этот ток (в мА), если  $\sigma = 2$ ?

**Решение.** Динод (вторичный электрод) в приборах предназначен для того, чтобы умножить ток первичных электронов. Первичные электроны падают на поверхность динода, выбивают вторичные электроны, которые все уходят на следующий динод. Ток в цепи динода можно записать:

$$\begin{aligned} I_g &= I_{e2} - I_{e1}, \text{ а } I_{e2} = \sigma I_{e1}; \\ I_g &= I_{e1}(\sigma - 1), \quad 5 = I_{e1}(3,5 - 1); \\ I_{e1} &= 2 \text{ мА}, \quad I_{e2} = \sigma I_{e1} = 7 \text{ мА}, \end{aligned}$$

где  $\sigma$  – коэффициент вторичной эмиссии;

$I_{e1}$  – ток первичных электронов;

$I_{e2}$  – ток вторичных электронов;

$I_g$  – ток динода.

Если  $\sigma = 2$ , то  $I_g = 2 \cdot (2 - 1) = 2$  мА.



**Задача 6.** Диод работает в режиме насыщения. На анод падает поток первичных электронов, то во внешней цепи анода  $I_a = 1$  мА, при этом коэффициент вторичной эмиссии материала анода  $\sigma = 3$ . Определить ток первичных электронов.

Решение. Диод – это прибор, в котором два электрода: катод и анод. Режим насыщения в диоде, когда все электроны, вышедшие из катода, ускоряются полем анода и приходят на анод, вызывая появление тока первичных электронов. Вторичные электроны, покинув анод, попадают в ускоряющее поле анода и захватываются им снова. Поэтому ток во внешней цепи анода будет определяться потоком первичных электронов:

$$I_a = I_{e1} = 1 \text{ мА.}$$

## Практическое занятие 2. Диодный промежуток, вакуумный и ионный фотоэлемент, многокаскадные ФЭУ.

### 2.1 Примеры решения задач

**Задача 1.** В электронном фотоэлементе интегральная чувствительность  $K = 50 \text{ мкА/Лм}$ , на фотокатод падает световой поток  $\Phi = 6 \text{ Лм}$ . Чему равен ток фотоэмиссии (в мА)?

**Решение.** Ток фотоэмиссии можно найти:

$$I_{\phi} = K\Phi = 50 \cdot 6 = 300 \text{ мкА} = 0,3 \text{ мА}.$$

**Ответ:** 0,3 мА.

**Задача 2.** В ФЭУ чувствительность катода  $K = 10 \text{ мкА/Лм}$ , световой поток  $\Phi = 4 \text{ Лм}$ , число каскадов  $n = 5$ , коэффициент вторичной эмиссии  $\sigma = 3$ , коэффициент передачи тока  $\alpha = 0,8$ . Определить ток в цепи анода  $I_a$  (в мкА). Как изменится  $\sigma$ , если световой поток уменьшить в два раза?

**Решение.** Определим фототок с катода:

$$I_{\phi} = K\Phi = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мкА} = 0,04 \text{ мА}.$$

Определим коэффициент усиления ФЭУ:

$$M = \sigma^n \alpha^n = 3^5 \cdot 0,8^5 = 79,6.$$

Определим ток анода:

$$I_a = I_{\phi} M = 40 \cdot 79,6 = 3184 \text{ мкА} = 3,2 \text{ мА}.$$

Коэффициент вторичной эмиссии не зависит от светового потока, поскольку фотон всю свою энергию отдает одному электрону.

**Ответ:** 3,2; «не изменится».

## Практическое занятие 3. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

### 3.1 Примеры решения задач

**Задача 1.** Электрон прошел разность потенциалов  $200 \text{ В}$ . Определить скорость электрона (в м/с) у поверхности положительного электрода, если начальная скорость электрона  $V_0 = 0$ .

**Решение.** Электрон у поверхности анода будет иметь энергию, соответствующую потенциалу электрода  $E_a = eU_a$ . Это кинетическая энергия, выраженная формулой  $E_k = \frac{mV^2}{2}$ . Учитывая, что  $\frac{mV^2}{2} = eU_a$ , можно определить скорость электрона:

$$V = \sqrt{\frac{2eU_a}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 200}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 8,4 \cdot 10^6 \text{ м/с},$$

где  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг – масса электрона.

Ответ:  $8,4 \cdot 10^6$  м/с

**Задача2.** Каким полем ускорялся ион, имеющий массу протона, если его скорость  $V = 10^6$  м/с? Ответ дать в кВ.

**Решение.**

$$U = \frac{m_{pr} V^2}{2e} = \frac{1,7 \cdot 10^{-27} \cdot 10^{12}}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,3 \text{ кВ},$$

где  $m_{pr} = 1,7 \cdot 10^{-27}$  кг – масса протона.

Ответ:  $U = 5,3$  кВ.

## Практическое занятие 4. Отклоняющие и фокусирующие системы, токопрохождение в ЭЛТ

### 4.1 Примеры решения задач

**Задача 1.** В электронно-лучевой трубке отклоняющие пластины по оси X имеют размеры:  $d = 5$  мм;  $l = 10$  мм;  $L = 30$  см; напряжение на втором аноде  $U_{a2} = 3$  кВ. Определить чувствительность к отклонению (в мм/В). Какой величины сигнал подан на пластины, если луч отклонился на 2 см на экране?

**Решение.** Чувствительность к отклонению можно найти из выражения:

$$\varepsilon = \frac{l \cdot L}{2U_a d} = \frac{10 \cdot 300}{2 \cdot 5 \cdot 3000} = 0,1 \text{ мм/В}.$$

Учитывая, что размерность в мм/В, все размеры подставляем в мм, а напряжение в В.

На экране луч отклонился на  $l_1 = 2$  см, тогда напряжение, поданное на пластины:

$$U_{nl} = \frac{l_1}{\varepsilon} = \frac{20}{0,1} = 200 \text{ В}.$$

Ответ:  $U = 200$  В.

**Задача 2.** В кинескопе магнитная отклоняющая система. На экране видна горизонтальная линия в центре длиной  $l = 25$  см. При этом ток в катушке 50 мА, а число витков 2000. Определить чувствительность к отклонению (в мм/А·вит). Как запитаны катушки, отклоняющие по Y? Как изменится чувствительность к отклонению, если напряжение на третьем аноде увеличить в 1,5 раза?

**Решение.** Чувствительность можно определить из выражения:

$$\varepsilon = \frac{l}{nI} = \frac{250}{2000 \cdot 50 \cdot 10^{-3}} = 2,5 \text{ мм} / \text{А} \cdot \text{вит}.$$

Обратите внимание: в размерности чувствительности расстояние подставляем в мм, а ток – в А.

На экране видна горизонтальная линия, значит на отклоняющие катушки по Y ток не подан.

Чувствительность к отклонению не зависит от потенциала  $A_3$ .

**Ответ:** 2,5 мм/А·вит; «не запитаны»; «не изменится».

**Задача 3.** В ЭЛТ температура катода 2000 К, напряжение на модуляторе  $U_M = -5 \text{ В}$ , напряжение на ускоряющем электроде  $U_{yэ} = 1 \text{ кВ}$ , проницаемость модулятора 0,02, напряжение на втором аноде  $U_{a2} = 10 \text{ кВ}$ . Какова максимальная энергия (в эВ) электрона у катода, в плоскости модулятора, ускоряющего электрода, второго анода и экрана? Как изменится эта энергия в плоскости экрана, если на отклоняющие катушки подано  $B = 1 \text{ Тл}$ ?

**Решение.** Электрон, находясь в кристалле, получает энергию, соответствующую  $T = 2000 \text{ К}$ . Эту энергию можно определить по формуле:

$$\begin{aligned} \frac{m\bar{v}^2}{2} &= 3kT = \frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 2000}{2} = \\ &= 4,14 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} = 0,26 \text{ эВ}. \end{aligned}$$

Поскольку в задаче не дана эффективная работа выхода из катода, можно считать, что максимальная энергия, которую будет иметь электрон при выходе из катода, составляет 0,26 эВ.

В плоскости модулятора на электрон действует поле самого модулятора и поле ускоряющего электрода. Результирующее поле определяется действующим напряжением:

$$U_d = U_M + DU_{yэ} = -5 + 0,02 \cdot 1000 = 15 \text{ эВ}.$$

ЭЛТ – высоковакуумный прибор, поэтому электрон при движении к экрану не претерпевает столкновений с молекулами. Электрон, двигаясь от одного электрода до другого, ускоряется и в плоскости электрода имеет энергию, соответствующую потенциалу того электрода:

$$U_{yэ} = 1000 \text{ эВ}; U_{a2} = 10000 \text{ эВ}; U_3 = 10000 \text{ эВ}$$

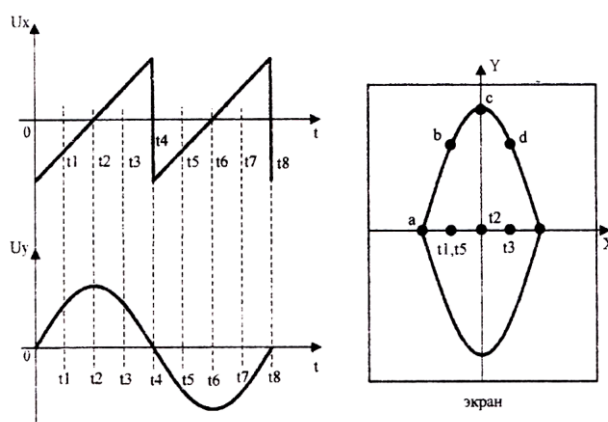
Магнитное поле изменяет только траекторию электрона и не изменяет его энергию.

**Ответ:** 0,26 эВ; 1000 эВ; 10000эВ; 10000эВ; «не изменится».

**Задача 4.** В электронно-лучевой трубке запитаны все электроды. На отклоняющие пластины сигналы не поданы. Что видим на экране? На пластины, отклоняющие по X, подана «пила», а по Y – синусоида, причем  $\tau = \frac{1}{2}T$ , где  $\tau$  – длительность «пилы»,  $T$  – период синусоиды. Что видим на экране?

**Решение.** Если в электронно-лучевой трубке запитаны все электроды, то получен и сфокусирован луч электронов. На отклоняющие пластины не поданы сигналы, значит, отклонения нет, луч проходит в центр экрана. Таким образом, в центре экрана видим светящуюся точку.

Подаем напряжение на отклоняющие пластины:



Рассмотрим движение луча по экрану при подаче отклоняющих сигналов. По оси X подали сигнал в виде «пилы», а по оси Y не подали сигнала, что видим? Луч в центре экрана. В момент времени  $t_0$  на отклоняющих пластинах X отрицательное напряжение – луч смещается в крайнее левое положение. Напряжение на пластине растет равномерно (пила), и луч равномерно движется вправо. В момент времени  $t_2$  луч оказывается в центре экрана, а в момент времени  $t_4$  – в крайнем правом положении. Таким образом, когда по оси X подана «пила», на экране видим горизонтальную прямую линию в центре.

Теперь дополнительно подали синусоиду по оси Y. В момент времени  $t_0$  луч на левом краю экрана и по Y смещения нет (точка «a»), в момент времени  $t_1$  луч смещается по X в точку « $t_1$ », а по Y – в точку «b». В момент времени  $t_2$  по X луч оказался в центре, а по Y в точке «c» – амплитуда синусоиды. При дальнейшем движении луча вырисовывается  $\frac{1}{4}T$  синусоиды за время  $t_2 - t_4$ . Итак, за время  $\tau$  (длительность «пилы») на экране получили полпериода синусоиды. В момент времени  $t_4$  луч по оси X смещается (скачком) в крайнее левое положение. Луч опять равномерно движется к центру. Но по

оси  $Y$  теперь идет отрицательная полуволна синусоиды, которая и вырисовывается на экране за время  $t_4 - t_7$ .

## Практическое занятие 5. Тлеющий разряд

### 5.1 Примеры решения задач

**Задача 1.** В тиратроне с электростатическим управлением моментом зажигания горит разряд между катодом и анодом. При этом  $U_{c1} = 90 \text{ В}$ ,  $U_{c2} = 110 \text{ В}$ ,  $U_e = 150 \text{ В}$ . Напряжение на второй сетке понизили до нуля. Как изменится при этом ток разряда? Как изменится напряжение горения ( $U_e$ )?

**Решение.** Когда разряд горит, сетка теряет свое управляющее действие. Вокруг сетки образуется двойной слой (радиус Дебая), на котором падает разность напряжений между потенциалом плазмы и потенциалом сетки. При этом напряжение горения зависит от материала и геометрии электродов, от давления и рода газа, но не зависит от потенциала сетки. Ток разряда определяется балластным сопротивлением и не зависит от потенциала сетки.

**Ответ:** «не изменится»; «не изменится».

**Задача 2.** Электрон движется в электрическом поле с напряженностью  $400 \text{ В/м}$ . При этом средняя длина свободного пробега электрона  $\bar{\lambda} = 10 \text{ см}$ , а потенциал ионизации газа  $U_i = 20 \text{ В}$ . Будет ли электрон ионизировать газ?

**Решение.** При напряженности поля  $400 \text{ В/м}$  электрон набирает энергию  $400 \text{ эВ}$  на пути  $1 \text{ м}$ . Чтобы набрать энергию  $20 \text{ эВ}$ , электрон должен пройти путь  $d$ :

$$d = \frac{U_i}{E} = \frac{20}{400} = 0,05 \text{ м} = 5 \text{ см}.$$

Двигаясь в газе, электрон набирает энергию в электрическом поле на пути  $\bar{\lambda}$ . При столкновении он теряет и направление, и энергию. Учитывая, что  $d < \bar{\lambda}$ , можно сказать, что на пути  $\bar{\lambda}$  электрон наберет энергию  $40 \text{ эВ}$  и будет ионизировать газ.

**Ответ:** «будет».

## Задачи для проработки тем

### Задача 1

В диоде  $T_k = 1700K$ . На анод подано напряжение  $U_a$  и ток в цепи анода  $I_a$  возрос в 1,2 раза ( $d_{ak} = 0.6cm$ ).

Определить:

- 1) какое напряжение подали на анод;
- 2) как изменился потенциальный барьер;
- 3) как изменится ток  $I_a$ , если  $\sigma$  возрастает в 4 раза.

### Задача 2

Термокатод работает при  $T_k = 1200K$ , имеет  $U_{эфф} = 2,2эВ$ . За счет электронного поля потенциальный барьер понижается на  $\Delta\varphi = 0,2эВ$ . Определить плотность тока термоэмиссии с электрическим полем и без него, величину этого поля.

### Задача 3

В диоде  $T_k = 1800K$ ,  $S_k = 0.2cm^2$ ,  $U_{эфф} = 1,6эВ$ ,  $d_{ak} = 0.2cm$ ,  $\Delta\varphi = 0,1эВ$ ,  $\sigma = 1$ . Определить  $U_a$  и  $I_a$  при этом.

### Задача 4

В диоде  $T_k = 1700K$ . На анод подано напряжение  $U_a$ , плотность тока с катода возросла на 10% ( $d_{ak} = 0.5cm$ ).

Определить:

- 1) какое напряжение подали на анод;
- 2) как изменился потенциальный барьер после подачи напряжения;
- 3) как изменится ток  $I_a$ , если  $\sigma$  возрастает в 6 раз.

### Задача 5

Оцените величину плотности термоэлектронного тока  $C_S$  – фотокатода при комнатной температуре  $T_k = 20^\circ C$ . Во сколько раз этот ток понизится, если фотокатод охладить до  $T_k = -23^\circ C$  ( $\varphi = 1,2эВ$ ).

### Задача 6

Температура катода  $T_k = 1100K$  понизили температуру до  $T_k = 600K$ . Как изменилась плотность тока термоэмиссии, если  $\varphi_{эфф} = 1,2эВ$ .

### Задача 7

Термокатод имеет плотность тока  $200 \text{ A}/\text{M}^2$  при  $T_k = 1800 \text{ K}$ .

Определите эффективную работу выхода  $\varphi_{\text{эфф}}$ .

### Задача 8

Катод с поверхностью  $0,1 \text{ см}^2$  имеет ток эмиссии  $0,5 \text{ A}$  при  $T_k = 1400 \text{ K}$  и  $1,9 \text{ A}$  при  $T_k = 1600 \text{ K}$ . Определить постоянные в уравнении термоэмиссии. Определить ток в цепи анода  $I_a$ , если  $\sigma = 3$ ,  $U_a = 200 \text{ B}$ . Весь ток с катода идет на анод.

### Задача 9

Определить ток эмиссии термокатод, если  $T_k = 1500 \text{ K}$ ,  $S_k = 0,3 \text{ см}^2$ ,  $\varphi_{\text{эфф}} = 1,5 \text{ эВ}$ .

### Задача 10

При какой напряженности электрического поля можно получить плотность тока эмиссии  $10^3 \text{ A}/\text{M}^2$ , если  $T_k = 1800 \text{ K}$ , а  $\varphi_{\text{эфф}} = 2,8 \text{ эВ}$ . На сколько электрон-вольт изменится при этом работа выхода?

### Задача 11

Термокатод имеет плотность тока  $10 \text{ A}/\text{M}^2$  при  $T_k = 1000 \text{ K}$ . Определите эффективную работу выхода  $\varphi_{\text{эфф}}$ ?

### Задача 12

Термокатод имеет плотность тока  $100 \text{ A}/\text{M}^2$  при  $T_k = 1100 \text{ K}$  и эффективную работу выхода  $\varphi_{\text{эфф}}$ . Определить напряженность электрического поля при этом у поверхности анода и изменение работы выхода.

### Задача 13

На фотокатод падает поток света с  $\lambda = 3000 \text{ нм}$ ,  $\varphi_{\text{эфф}} = 2,34 \text{ эВ}$ . Определить скорость, вылетающих электронов? Определить  $\Delta\varphi$ , если к катоду приложено  $E = 10^5 \text{ B}/\text{M}$ .

### Задача 14

Какова работа выхода электрона из металла, если повышение температуры накала от  $2000 \text{ K}$  до  $2001 \text{ K}$  увеличивает ток эмиссии катода на 1%?

### Задача 15

Какой процент электронов, находящихся в оксидном катоде при  $T_k = 1400 \text{ K}$ , может преодолеть потенциальный барьер  $0,8 \text{ эВ}$

### Задача 16

Фотокатод имеет площадь  $S_k = 20 \text{ см}^2$ . Он обеспечивает при определенном освещении  $I_{\text{эл}} = 2 \text{ мкА}$ . При определенном



напряжении на аноде ток становится 3мкА. Рабочая температура  $23^{\circ}\text{C}$ . Определить изменение работы выхода катода при наложении электрического поля.

### Задача 17

Ток эмиссии катода с площадью поверхности  $S_k = 0.1\text{см}^2$  равен 0,5А при  $T_k = 1400\text{K}$ . Определить  $\varphi_{\text{эфф}}$ . Если все электроны, вышедшие с катода, достигают анод, какой ток протекает в цепи анода. Как он изменится, если  $\sigma$  анода увеличить в 8 раз?

### Задача 18

Ток термоэмиссии  $I_{\text{э}} = 10\text{мА}$ , при  $T_k = 1200\text{K}$  ( $S_k = 3\text{мм}^2$ ). Между плоскими анодом и катодом приложили электрическое поле при этом потенциальный барьер изменился  $\Delta\varphi = 0,1\text{эВ}$ . Какое напряжение подали на анод, если  $d_{\text{КА}} = 0,1\text{см}$ ? А  $\sigma$  изменился и стал равен. Какой ток протекает в цепи анода?

### Задача 19

Фотокатод обеспечивает термоток  $I_{\text{э}} = 10\text{мкА}$ , а в цепи анода протекает ток  $I_a = 14\text{мкА}$ ,  $\varphi_{\text{эфф}} = 0,8\text{эВ}$ ,  $T_k = 40^{\circ}\text{C}$ . Определить напряжение на аноде, если  $d_{\text{КА}} = 0,5\text{см}$  (электроды плоские). Каким станет ток в цепи анода, если  $\sigma$  уменьшить в 4 раза?

### Задача 20

Какой процент электронов, находящихся в вольфрамовом катоде при  $T_k = 2600\text{K}$ , может преодолеть потенциальный барьер 1эВ?

### Задача 21

При какой напряженности электрического поля у поверхности вольфрамового катода работа выхода уменьшится на 3%? Температура катода  $T_k = 2400\text{K}$ .

### Задача 22

Максимальная скорость электронов в вольфрамовом катоде равна  $1,77 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ . До какого значения должна быть повышена скорость электрона, чтобы он мог выйти из катода ( $\varphi_{\text{эфф}} = 3,52\text{эВ}$ )?

### Задача 23

Как изменится эффективная работа выхода, если между катодом и анодом приложено напряжение 50кВ, а расстояние между катодом и анодом 0,5см? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ )

Определить максимальную скорость электронов, вылетевших из металла при облучении фотокатода светом  $\lambda = 0,2\text{мкм}$ , если  $\varphi_{\text{эфф}} = 1\text{эВ}$ ?

### Задача 24

Вычислить максимальную скорость электронов, выбиваемых с поверхности сурьмяно-цезиевого фотокатода под действием монохроматического пучка света с длиной волны 0,4 мкм. Работа выхода катода равна 1,5 эВ.

### Задача 25

Фоточувствительная поверхность имеет  $\varphi_{\text{эфф}} = 2,5 \text{ эВ}$ . Какова энергия самых быстрых фотоэлектронов, если длина волны ультрафиолетового излучения составляет  $\lambda = 2536 \text{ \AA}$ .

### Задача 26

Вычислить длину волны монохроматического пучка света, падающего на фотокатод, работа выхода которого равна 1 эВ, если известно, что максимальная скорость электронов, выбиваемых с поверхности катода равна  $500 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ .

### Задача 27

Чему равна энергия фотона с длиной волны:

1)  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$

2)  $\lambda = 0,5 \text{ \AA}$

### Задача 28

На фотокатод с эффективной работой выхода 1,3 эВ падает пучок света (монохроматический) под действие которого из фотокатода вылетают электроны со скоростью  $400 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . Определить длину волны падающего света, какова будет эмиссия света, если  $\lambda$  увеличить в 5 раз?

Определить первый коэффициент Таунсенда при формировании самостоятельного разряда, если  $\alpha = 1$ ,  $d = 10 \text{ см}$ .

### Задача 29

Какой разряд горит в индикаторном тиратроне? Перечислите способы управления моментом зажигания разряда в этом тиратроне. Между какими электродами горит разряд в режиме «память», «плазменный катод»?

### Задача 30

Какой разряд горит в индикаторной панели переменного тока? Напишите условие записи и стирания информации в ячейки этой памяти. Что изменится в ячейки, если рабочий ток разряда уменьшить в три раза?

### Задача 31

Определите минимальную скорость, необходимую электрону для того, чтобы ионизировать атом неона, если потенциал ионизации его 12,5 В. Какое расстояние должен пройти электрон в поле с напряженностью  $100 \frac{\text{В}}{\text{см}}$ , чтобы приобрести эту скорость?

### Задача 32

Ток термоэмиссии с катода 10мА. Катод бомбардируют ионами ( $I_i = 2\text{мА}$ ). Каким должен быть  $\gamma$ , чтобы ток катода увеличился в 1,5 раз?

### Задача 33

В ячейки индикаторной панели переменного тока горит тлеющий разряд, напряжение горения  $U_z = 95\text{В}$ , рабочий ток разряда  $I_p = 3\text{мА}$ . Как изменится  $U_z$ , если  $I_p = 6\text{мА}$ ?

### Задача 34

В тиратроне горит тлеющий разряд при этом напряжение на сетке  $U_c = 120\text{В}$ , а напряжение горения на аноде  $U_z = 180\text{В}$ . Напряжение на сетке уменьшили на 120В ( $U_c = 0\text{В}$ ). Как при этом уменьшится напряжение горения? Как изменится ток разряда?

### Задача 35

На анод тиратрона подали напряжение в виде синусоиды с амплитудой 200В. При токе в цепи сетки  $I_c = 0,3\text{мА}$  разряд загорается через  $\frac{1}{4}T$  синусоиды, после подачи напряжения. Чему равен потенциал зажигания разряда? (ответ дать в В)

### Задача 36

При каком расстоянии между электродами зажигается самостоятельный разряд, если  $\gamma = 0,4$ ,  $\alpha = 5$ .

### Задача 37

В ячейки индикаторной панели постоянного тока светиться не весь катод, а только его половина. Какой параметр разряда изменили и как?

### Задача 38

Средняя длина свободного пробега электрона в неоне ( $U_i = 24\text{В}$ ) составляет  $8 \cdot 10^{-4}\text{м}$  при  $T = 300\text{К}$  и  $p = 133\text{Па}$ . Определить минимальную напряженность электрического поля при которой электрон сможет ионизировать, начальную скорость электрона принять равной нулю.

### Задача 39

В разрядной трубке  $d = 2,5\text{м}$ ,  $U_z = 200\text{В}$ ,  $\gamma = 0,04$ . Определить первый коэффициент Таунсенда  $\alpha$  и во сколько раз  $I_a$  больше  $I_k$ . Газ – аргон.

### Задача 40

В тиратроне с электростатическом управлении горит тлеющий разряд. Нарисуйте потенциальную диаграмму с 80В до 2В. Что изменится в диаграмме?

### Задача 41

В индикаторной панели со сканированием горит самостоятельный, тлеющий разряд. Напряжение зажигания  $U_z = 200B$ , напряжение горения  $U_g = 120B$ , ток разряда  $I_p = 1mA$ . Можно ли изменить напряжение зажигания, изменяя параметры?

### Задача 42

В тиратроне между анодом и катодом горит самостоятельный тлеющий разряд. Определить, как изменится ток в цепи анода  $\Delta I$ , если ток в цепи сетки первой уменьшится в 4 раза?

### Задача 43

В ячейки индикаторной панели постоянного тока светиться не весь катод, а только его половина. Какой параметр разряда надо изменить и как, чтобы светился весь катод?

### Задача 44

В ячейки индикаторной панели со сканированием горит самостоятельный, тлеющий разряд. Напряжение горения  $U_g = 150B$ , ток разряда  $I_p = 2mA$ . Как изменится напряжение горения, если ток разряда уменьшится в 2 раза?

Какое расстояние должен пройти электрон в электрическом поле, если  $U_i = 20B$ ,  $U_a = 100B$ ,  $d_{ak} = 0.04m$ .

### Задача 45

В ячейке ГИП  $I_{min} = 5mA$ ,  $I_{max} = 40mA$ . Рассчитать необходимое сопротивление ограничительного резистора, если напряжение на нагрузке  $U_n = 150B$ ,  $R_n = 10k\Omega$  и номинальное  $E_a$  в 1,5 раза больше напряжения на ячейке. Задачу решить для трех случаев:

- 1)  $E_a$  может уменьшиться и увеличиться;
- 2)  $E_a$  уменьшается;
- 3)  $E_a$  увеличивается.

### Задача 46

Потенциал ионизации газа  $U_i = 21B$ , средняя длина свободного пробега электрона  $\lambda = 0,3m$ . Определить напряженность электрического поля ( $v \frac{B}{m}$ ), при котором электрон сможет ионизировать газ.

### Задача 47

Определить третий коэффициент Таунсенда ( $\gamma$ ) при формировании самостоятельного разряда, если  $\alpha = 1$ ,  $d = 20cm$ .

### Задача 48

Как изменится рабочая область на вольт - амперной характеристике тиратрона тлеющего разряда, если площадь катода уменьшится в 3 раза? Как при этом изменится потенциал зажигания, если электроды плоско – параллельные?

### **Задача 49**

Нарисуйте вольт – амперную характеристику ячейки индикаторной панели переменного тока. Покажите рабочую точку на этой характеристике. Как запоминается сигнал?

### **Задача 50**

Напишите условие зажигания индикаторной ячейки в панели с самосканированием, нарисуйте вольт – амперную характеристику и покажите рабочую точку.

### **Задача 51**

Нарисуйте вольт – амперную характеристику ячейки газоразрядного индикатора. Покажите рабочую точку на этой характеристике.

### **Задача 52**

Нарисуйте пусковую характеристику тиратрона тлеющего разряда с токовым управлением. Нарисуйте потенциальную диаграмму для двух случаев, когда разряда нет, и когда он горит.

### **Задача 53**

Задача Нарисуйте пусковую характеристику тиратрона тлеющего разряда с токовым управлением, выберите рабочую точку. Нарисуйте потенциальную диаграмму для данной точки, когда разряда нет, и когда он горит.

### **Задача 54**

В тиратроне тлеющего разряда с электростатическим управлением нарисуйте потенциальную диаграмму для случая  $U_{c2} > U_a$  (разряд горит).

### **Задача 55**

Какой минимальной скоростью должен обладать электрон для возбуждения молекулы аргона, имеющей потенциал возбуждения  $U_L = 11.6B$ .

### **Задача 56**

Определите коэффициент газового усиления, если  $\alpha = 2,3см^{-1}$ ,  $d = 5см$ . Какой разряд горит в фотоэлементе?

### **Задача 57**

В индикаторной ячейки панели разряд зажигается при  $U_3 = 230B$ ,  $\alpha = 8,3см^{-1}$ ,  $d = 0,4см$ . Определить третий коэффициент Таунсенда, начертить потенциальные диаграммы для следующих случаев, когда есть разряд, и когда его нет.

### **Задача 58**

В тиратроне с электростатическим управлением в момент зажигания горит «паразитный » разряд (между катодом-сеткой первой и между сеткой второй-анодом). Напряжение какого электрода и как надо изменить, чтобы зажегся основной разряд катод-анод?

### Задача 59

Оцените:

- 1) скорость электрона с энергией  $10^3 \text{ эВ}$ ;
- 2) протона с энергией  $10^6 \text{ эВ}$ ;
- 3) молекулы  $N_2$  при  $T = 1000 \text{ К}$ .

### Задача 60

Начальная скорость электрона  $v_0 = 0$ . Определите разность потенциалов, пройденную электроном, набравшем скорость  $v = 4,8 \cdot 10^{10} \text{ км/с}$ .

### Задача 61

Между пластинами расстояние 2 см и разность потенциалов 500 В. Электрон начальной нулевой скоростью летит к положительной пластине. Определите скорость и энергию в момент удара о пластину.

### Задача 62

Заряженная частица, движущаяся со скоростью  $0,8 \cdot c$ , обладает кинетической энергией 340 кэВ. Что это за частица?

### Задача 63

Ион имеет начальную скорость  $v_0 = 0$  и массу  $m = 5 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$ . Какую скорость будет иметь ион в плоскости анода, если  $U_a = 200 \text{ В}$ ?

### Задача 64

За какое время электрон, прошедший разность потенциалов 1 В, сможет преодолеть 100 км?

### Задача 65

Электрон с начальной скоростью  $v_0 = 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  влетает в область электрического поля и проходит в нем разность потенциалов 200 кВ. определить скорость электрона в конце пути.

### Задача 66

При каком ускоряющем напряжении масса электрона увеличивается в конце пробега на 15%?

### Задача 67

Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтоб его масса сравнялась с массой пули (9 г)? А ион азота?

### Задача 68

Определите:

- 1) скорость электрона с энергией 10 эВ;
- 2) скорость протона с энергией  $10^4 \text{ эВ}$ .

### Задача 69

Между пластинами расстояние 3 см и разность потенциалов 2000 В. Электрон начальной нулевой скоростью летит к положительно заряженной пластине. Определить:

1) какой путь он пройдет прежде чем достигнет скорости  $\mathcal{V} = 10^7 \text{ м/с}$ ;

2) какой разности потенциалов соответствует эта скорость;

3) чему равна кинетическая энергия в конце пути.

### **Задача 70**

За какое время электрон, прошедший разность потенциалов 1В, сможет преодолеть 10км, если после ускорения он движется с постоянной скоростью?

### **Задача 71**

Электрон ускоряется разность потенциалов 1В. Начальная скорость его равна нулю. Определите конечную скорость электрона и его кинетическую энергию.

### **Задача 72**

Электрон с начальной скоростью  $\mathcal{V}_0 = 2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  влетает в область электрического поля и проходит в нем разность потенциалов 200кВ. Определить скорость электрона в конце пути. Нарисуйте потенциальную диаграмму.

### **Задача 73**

Электрон с начальной скоростью  $\mathcal{V}_0 = 5 \cdot 10^7 \text{ м/с}$  в электронном поле проходит разность потенциалов 1кВ. Будет ли он ускоряться?

### **Задача 74**

Какой разности потенциалов соответствует скорость электрона  $\mathcal{V} = 200 \text{ км/с}$ , если начальная скорость  $\mathcal{V}_0 = 0$ .

### **Задача 75**

Электрон имеет скорость  $\mathcal{V} = 4,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ . Определить потенциал анода, при котором электрон не сможет попасть на анод?

### **Задача 76**

Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтоб его длина волны была равна  $1 \text{ нм}$ ?

Ион проходит ускоряющую разность потенциалов 50В, а потом движется в пространстве, где поле отсутствует, пролетая  $d = 5 \text{ см}$  за  $t = 5 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ . Найти массу иона.

### **Задача 77**

Электрон, пройдя через сетку, потенциал которой  $U_c = 30 \text{ В}$ , попадает в поле анода  $U_a = 300 \text{ В}$ . Какую энергию имеет электрон в плоскости анода?

### **Задача 78**

Электрон, прошедший в ускоряющем поле  $U = 1,3 \text{ кВ}$ , влетает в поперечное электромагнитное поле и движется по окружности с радиусом  $r = 2,5 \text{ см}$ . Определить индукцию магнитного поля.

В диоде на анод подают напряжение  $U_a = 150B$ . Включили в цепь анода сопротивление нагрузки  $R_H = 0,5R_0$  и ток в точке пересечения нагрузочной прямой с осью тока стал  $I = 60mA$ . Определите, каким стал ток в цепи анода после включения  $R_H$ .

### Задача 79

В диоде  $P_{A_{гр}} = 4Bm$ . При  $U_a = 80B$  мощность рассеивания анодом  $P_A$  составляет 25% от  $P_{A_{гр}}$ , а при  $U_a = 180B$   $P_A = 60\%$  от  $P_{A_{гр}}$ . Определить  $S$  и  $R_i$ .

### Задача 80

При изменении  $U_a$  на 2В анодный ток диода изменился на 4мА. Определить крутизну характеристики  $S$  и внутреннее сопротивление  $R_i$ .

### Задача 81

В диоде определить  $S$  и  $R_i$ , если при  $U_a = 40B$   $R_0 = 2kOm$ , а при  $U_a = 50B$   $P_A = 2Bm$ .

### Задача 82

Линия нагрузки диода с  $R_H$  пересекает ось  $I_a$  в точке, соответствующей 50мА. Определить  $R_H$ , если  $E = 200B$ .

### Задача 83

Диод плоскими электродами работает в режиме ограничения тока пространственным зарядом.  $I_a = 20mA$  при  $U_a = 100B$ . Определить:

- 1) каков закон, связывающий  $I_a$  и  $U_a$ ;
- 2) при каком  $U_a$  анодный ток увеличится вдвое;
- 3) чему равен  $I_a$ , если  $U_a = 200B$

### Задача 84

В диоде, работающем в режиме пространственного заряда  $E_a = 180B$ ,  $I_a = 10mA$ , а половина напряжения падает на  $R_H$ . Какая мощность рассеивается на аноде? Чему будет равна эта мощность, если  $R_H = 0$ ?

### Задача 85

В электронном фотоэлементе  $E_a = 350B$ , а  $K = 200 \frac{\mu A}{лм}$ . Параллельно с сопротивлением нагрузки включен электронный ключ. Определить  $R_H$ , если порог срабатывания ключа 100В, а  $\Phi = 0,4лм$ .

### Задача 86

Диод, работающий в режиме ограничения тока пространственным зарядом, при  $U_a = 100B$   $I_a = 8mA$ . Определить  $I_a$ , если  $P_a = 2Bm$ .



### Задача 87

Нагрузочная прямая на анодной характеристике диода пересекает ось тока  $I_a = 20 \text{ мА}$  при  $U_{RH} = 150 \text{ В}$ . Определите  $R_n$  и  $R_0$ , если половина  $E_a$  падает между катодом и анодом.

### Задача 88

Ток эмиссии катода  $10 \text{ мА}$ , все электроны достигают анод. Какой ток измеряем во внешней цепи если:

- 1)  $\sigma = 0$ ;
- 2)  $\sigma = 1$ ;
- 3)  $\sigma = 0,5$

### Задача 89

В вакуумном фотоэлементе  $I_\phi = 15 \text{ мкА}$ , при  $U_a = 60 \text{ В}$ ,  $I_a = 12 \text{ мкА}$ . Каким станет  $I_a$  в мкА, если  $U_a = 100 \text{ В}$ ?

### Задача 90

В диодном промежутке ток эмиссии с катода  $I_\phi = 20 \text{ мА}$ , а при  $U_a = 50 \text{ В}$  ток  $I_a = 10 \text{ мА}$ . Определить  $I_a$  и  $P_A$ , если расстояние между катодом и анодом уменьшили в 4 раза.

### Задача 91

В диодном вакуумном промежутке при  $U_a = 200 \text{ В}$ ,  $P_A = 2 \text{ Вт}$ . Расстояние между катодом и анодом уменьшили в 3 раза. Определить  $P_A$ .

### Задача 92

В диоде  $I_a = 20 \text{ мА}$ ,  $P_A = 3 \text{ Вт}$ . Включить в цепь анода  $R_n$ , ток в точке пересечения нагрузочной прямой с осью стал  $60 \text{ мА}$ . Определить каким стал  $I_a$ , если половина  $E_a$  падает на  $R_n$ .

### Задача 93

Диод, работающий в режиме ограничения тока пространственным зарядом, при  $U_a = 200 \text{ В}$   $I_a = 15 \text{ мА}$ . При каком  $U_a$  анодный ток увеличится вдвое? Чему равен  $I_a$ , если  $U_a = 100 \text{ В}$ ?

При какой продольной энергии электронов (в эВ) в области отклоняющих пластин в ЭЛТ предельная частота сигнал  $300 \text{ МГц}$ , если длина отклоняющих пластин  $20 \text{ мм}$ ?

### Задача 94

В ЭЛТ определить при какой длине отклоняющих пластин в см можно наблюдать без искажения сигнал с предельной частотой  $f_{np} = 250 \text{ МГц}$ , если энергия электронов в луче  $2,5 \text{ кэВ}$ .

### Задача 95

В ЭЛТ определить смещение пятна на экране в мм, если  $l = 10 \text{ мм}$ ,  $L = 15 \text{ см}$ ,  $d = 8 \text{ мм}$ ,  $U_{nl} = 32 \text{ В}$ , а  $U_{a2}$  изменяется от  $1 \text{ кВ}$  до  $2 \text{ кВ}$ .

### Задача 96

В кинескопе  $U_{a2} = 8кВ$ . Определить во сколько раз надо изменить ток отклоняющей катушки, чтобы чувствительность к отклонению сохранялась прежней при  $U_{a2} = 2кВ$ .

### Задача 97

ЭЛТ имеет чувствительность к отклонению  $0,2 \frac{мм}{А \cdot вит}$ , диаметр экрана 40см, число витков в катушки 200. Какой ток в амперах надо пропустить через катушку, чтобы луч переместился на расстояние равное радиусу экрана.

### Задача 98

В ЭЛТ определить предельную частоту сигнала, если  $\varepsilon = 0,25 \frac{мм}{В}$ ,  $L = 28см$ ,  $d = 7мм$ ,  $l = 2см$ .

### Задача 99

В ЭЛТ определить чувствительность к отклонению магнитной катушки, если амплитуда сигнала на экране 5см,  $n = 1000$ ,  $I = 250мА$ .

### Задача 100

В кинескопе определить число витков в магнитной отклоняющей катушке, если  $I_{к} = 50мА$ ,  $\varepsilon = 0,5 \frac{мм}{А \cdot вит}$ , луч отклоняется при этом на 10 см.

В ЭЛТ определить энергию электрона в плоскости второго анода (в эВ), если  $l = 10мм$ ,  $L = 40см$ ,  $d = 5мм$ ,  $\varepsilon = 0,4 \frac{мм}{В}$ .

### Задача 101

В суперортиконе электрон с фотокатода ускоряется на мишень. Во сколько раз усиливается видеосигнал на мишени, если коэффициент вторичной эмиссии мишени  $\sigma = 5$ ?

### Задача 102

В ЭЛТ на все электроды поданы рабочие напряжения:  $U_{м} = -5В$ ,  $U_{yb} = 1,5кВ$ ,  $U_{a1} = 5кВ$ ,  $U_{a2} = 10кВ$ . Под электронным лучом коэффициент люминофора  $\sigma < 1$ . До потенциала, какого электрода заряжается люминофор под лучом?

### Задача 103

Как изменится видеосигнал, снимаемый с суперортикона, если ток считывающего луча увеличить в 10 раз?

### Задача 104

В ЭЛТ поданы рабочие напряжения на все электроды. Сигнал – синусоида с периодом  $T$ . какой сигнал надо подать по  $X$ , какова должна была быть длительность сигнала по  $X$ , чтобы на экране было 4 периода синусоиды?

### Задача 105

В ЭЛТ на пластины, отклоняющие по оси  $X$  и  $Y$  поданы пилообразные напряжения, причем  $\tau_x = \tau_y$ . На экране виден один

зубец пилы. Напряжение на модуляторе изменили от  $-10\text{В}$  до  $-7\text{В}$ . Как изменилась амплитуда сигнала?

#### **Задача 106**

В цветном кинескопе видео сигнал не пода, на катушку, отклоняющуюся по оси  $X$  подана пила, а по  $Y$  - синусоида, причем период синусоиды равен длительности пилы ( $T = \tau$ ). Что видим на экране?

#### **Задача 107**

В цветном кинескопе все электроды запитаны в рабочем режиме. Изменяя напряжение, на каких электродах, можно изменить яркость свечения экрана.

#### **Задача 108**

Как изменится видеосигнал, снимаемый с суперортикаона, если ток считывающего луча увеличить в 3 раза?

#### **Задача 109**

В суперортиконе есть ФЭУ с параметрами:  $n=9, \alpha=0.8, \sigma=4$ . Определить амплитуду видеосигнала с суперортикаона, если коэффициент вторичной эмиссии мишени  $\sigma=1$ .

#### **Задача 110**

В цветном кинескопе изображение формируется за счет изменения изменении яркости свечения экрана от точки к точке. По какому закону изменяется коэффициент вторичной эмиссии люминофора при этом?

#### **Задача 111**

В ЭЛТ напряжение модулятора  $U_m = -10\text{В}$ , напряжение ускоряющего электрода  $U_{y\text{э}} = 1,5\text{кВ}$ , проникаемость  $D = 0.01$ . Определить энергию электрона в плоскости модулятора эВ.

#### **Задача 112**

В ЭЛТ напряжение модулятора  $U_m = -20\text{В}$ , напряжение запираения  $U_{3\text{м}} = -50\text{В}$ , ток луча  $I_l = 600\text{мкА}$ . Как изменится ток луча, если повысить  $U_{y\text{э}} = -5\text{В}$ , а  $U_m = -70\text{В}$ .

#### **Задача 114**

Определите напряжение запираения на модуляторе ЭЛТ, если  $U_{y\text{э}} = 1,5\text{кВ}$ ,  $D = 0.02$ . Какова будет энергия электрона в плоскости модулятора (в эВ), если  $U_m = -10\text{В}$ .

#### **Задача 115**

В кинескопе при  $U_{y\text{э}} = 2\text{кВ}$ ,  $D = 0.02$ ,  $U_m = -20\text{В}$  ток луча  $100\text{мкА}$ . Каков будет ток луча, если напряжение на модуляторе станет  $U_m = -40\text{В}$ ?

### Задача 116

В кинескопе при  $U_{y\partial} = 2кВ$ ,  $D = 0.02$  действующее напряжение  $U_{\delta} = 5В$ , определить потенциал модулятора. При напряжении на модуляторе то луча равен нулю?

### Задача 117

В ЭЛТ между модулятором и ускоряющим электродом поставлены две короткофокусные магнитные фокусирующие катушки. Определить ток луча в мкА, если  $U_m = -10В$ ,  $U_{y\partial} = 1,5кВ$ .

### Задача 118

Определить коэффициент усиления ФЭУ-24, если  $I_{\phi} = 18нА$ ,  $I_a = 160мкА$ .

### Задача 119

В вакуумном фотоэлементе  $E_a = 200В$ ,  $R_a = 20Мом$ ,  $I_{\phi} = 5мкА$ . Определить мощность, выделяющуюся на аноде фотоэлемента.

### Задача 120

Определить как изменится световой поток для ФЭУ – 9, если его интегральная чувствительность  $21 \frac{мкА}{лм}$ , а ток в цепи анода изменяется на 148 мкА.

### Задача 121

Как изменится световой поток для ФЭУ с  $n = 13$ ,  $\Delta I_a = 4мА$ ,  $h = 100 \frac{мкА}{лм}$ ,  $\sigma = 3,1$ ,  $\alpha = 0,9$ . Определить ток в цепи второго динода ФЭУ.

### Задача 122

Как измениться ток в цепи четвертого динода ФЭУ, если  $\Delta I_a = 4мА$ ,  $\sigma = 2,8$ ,  $\alpha = 0,8$ ,  $\Delta \phi = 0,3лм$ ,  $K = 50 \frac{мкА}{лм}$ . Сколько динодов у ФЭУ?

### Задача 123

На фотокатод с интегральной чувствительностью  $K = 200 \frac{мкА}{лм}$  падает световой поток  $\Phi = 0,2лм$ ,  $R_n = 800кОм$ . Сигнал с  $R_n$  снимается на усилитель, управляющий реле с током срабатывания 5мА, при  $U = 200В$ . Определить коэффициент усиления по мощности и по напряжению.

### Задача 124

Определить ток в мкА во внешней цепи анода и динода однокаскадного ФЭУ, если ток с фотокатода 200мкА,  $\sigma = 10$  напряжение на аноде 20В, а напряжение на диноде 300В (прибор работает в режиме насыщения).

### Задача 125

Как измениться ток в цепи первого динода ФЭУ, если  $\Delta I_a = 4 \text{ мА}$ ,  $\sigma = 4,7$ ,  $\alpha = 0,8$ ,  $\Delta \phi = 0,4 \text{ лм}$ ,  $K = 50 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ . Сколько динодов у ФЭУ?

### Задача 126

Как измениться ток в цепи третьего динода ФЭУ, если  $\Delta I_a = 125 \text{ мА}$ ,  $\sigma = 10$ ,  $\alpha = 0,5$ ,  $\Delta \phi = 2 \text{ лм}$ ,  $K = 20 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ . Сколько динодов у ФЭУ?

### Задача 127

Как измениться световой поток, падающий на фотокатод ФЭУ, если  $n = 7$ ,  $\Delta I_a = 4 \text{ мА}$ ,  $\sigma = 5$ ,  $\alpha = 0,8$ ,  $K = 40 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ . Сколько динодов у ФЭУ?

### Задача 128

В девятикаскадном ФЭУ при изменении напряжения на аноде от 2кВ до 3кВ чувствительность по току анода возросла в  $10^3$  раз. Как изменился  $\sigma$  каждого каскада и коэффициент усиления ФЭУ, если коэффициент передачи тока изменился?

### Задача 129

В ионном фотоэлементе при  $K = 50 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ , а  $\Phi = 2 \text{ лм}$  на  $R_n = 100 \text{ кОм}$  выделяется мощность  $P_R = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$ , при этом  $R_0 = R_H$  в рабочей точке. Определить коэффициент газового усиления.

### Задача 130

Чувствительность катода 6 – каскадного ФЭУ  $100 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ , а анода  $72,9 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ , при этом  $\alpha = 0,6$ . Определить коэффициент вторичной эмиссии каскада.

### Задача 131

В ФЭУ чувствительность по катодному току  $10 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ , по анодному току  $10 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ ,  $I_\phi = 5 \text{ мкА}$  сопротивление в цепи анода  $R_n = 10 \text{ кОм}$ . Какое необходимо усиление по напряжению, чтобы сигналом с нагрузки засечь разряд  $U_3 = 250 \text{ В}$ .

### Задача 132

В ионном фотоэлементе при  $K = 80 \frac{\text{мкА}}{\text{лм}}$ , а  $\Phi = 0,5 \text{ лм}$  на  $R_n = 1 \text{ МОм}$  выделяется мощность  $P_R = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$  в рабочей точке. Определить коэффициент газового усиления в этой точке.

### Задача 133

Какая будет выделяться мощность на аноде ФЭУ, если  $I_{o2} = 20 \text{ мкА}$ ,  $I_{\phi} = 5 \text{ мкА}$ ,  $n = 6$ ,  $U_a = 100 \text{ В}$ . Ответ дать в мВт.

### Задача 134

Определить число каскадов ФЭУ, если выходной ток  $15 \text{ мА}$ ,  $I_{\phi} = 1,5 \text{ мкА}$ ,  $\sigma = 5,2$ ,  $\alpha = 0,89$ .

### Задача 135

В ионном фотоэлементе коэффициент газового усиления  $K_{ry} = 8$ ,  $R_n = 700 \text{ кОм}$ ,  $\Phi = 1 \text{ лм}$  при чувствительности по катодному току  $K = 30 \text{ мкА/лм}$ . Какое необходимо усиление по напряжению, чтобы сигналом с нагрузки зажечь разряд в тиратроне с  $U_3 = 336 \text{ В}$ .

### Задача 136

В электронном фотоэлементе напряжение источника питания  $E_a = 200 \text{ В}$ ,  $R_n = 500 \text{ кОм}$ ,  $K = 10 \text{ мкА/лм}$ . Параллельно с включен электронный ключ. Определить световой поток, при котором откроется ключ, если порог его срабатывания  $50 \text{ В}$ ? Какое напряжение при этом между катодом и анодом?

### Задача 137

Чувствительность катода 4 – каскадного ФЭУ  $25 \text{ мкА/лм}$ , а анода  $102,4 \text{ мкА/лм}$ , при этом  $\alpha = 0,8$ . Определить коэффициент вторичной эмиссии для каждого каскада. Изменится ли  $\sigma$ , если световой поток увеличить в два раза?

### Задача 138

Как изменится световой поток, падающий на фотокатод ФЭУ, если  $n = 3$ ,  $\Delta I_a = 72,9 \text{ мА}$ ,  $\sigma = 10$ ,  $\alpha = 0,9$ ,  $K_k = 40 \text{ мкА/лм}$ . Чему равен коэффициент усиления ФЭУ?

### Задача 139

В ионном фотоэлементе при  $K = 120 \text{ мкА/лм}$ , а  $\Phi = 0,5 \text{ лм}$  на  $R_n = 0,3 \text{ МОм}$  выделяется мощность  $P_R = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}$ , при этом  $R_i = 3R_n$  в рабочей точке. Определить коэффициент газового усиления в этой точке.

### Задача 140

Напряжение на делителе 11 каскадного ФЭУ увеличили в 2 раза, при этом коэффициент усиления возрос в 50 раз. Определите как изменились  $\sigma$  и чувствительность по анодному току  $S$ .

### Задача 141

Определить ток в цепи анода и динода однокаскадного ФЭУ, если  $I_{\phi} = 4 \text{ мА}$ ,  $U_a = 200 \text{ В}$ ,  $U_d = 50 \text{ В}$ ,  $\sigma = 2,8$ .

Определить величину фототока в ФЭУ - 25, если  $\sigma = 3,2$ , а ток в цепи четвертого динода 84мкА.

**Задача 142**

Определить величину фототока в ФЭУ - 13, если  $\sigma = 1,85$ , а ток в цепи четвертого динода 243мкА.

**Задача 143**

Определить величину фототока в ФЭУ - 24, если  $\sigma = 2,2$ , а ток в цепи четвертого динода 100мкА.

**Задача 144**

Определить коэффициент вторичной электронной эмиссии, если ток фотокатода 4мА, а ток в цепи первого динода 10нА.

**Задача 145**

В вакуумном фотоэлементе напряжение источника питания  $E_a = 200В$ ,  $R_H = 300кОм$ ,  $I_\phi = 50мкА$ . Определите мощность, выделяющуюся на аноде фотоэлемента.

**Задача 146**

В вакуумного фотоэлементе  $R_H = 25МОм$ ,  $I_\phi = 3мкА$   $R_i = R_H$ . Определить величину напряжения источника питания.

**Задача 147**

В ЭЛТ отклоняющие пластины по  $Y$  имеют  $l = 8мм$ ,  $d = 3мм$ , амплитуда сигнала 2см, чувствительность к отклонению  $0,1мм/В$ .

- 1) определить горизонтальную составляющую энергии в эВ;
- 2) вертикальную составляющую энергии к моменту выхода из пластин;
- 3) предельную частоту.

**Задача 148**

Сколько зубцов пилы увидим на экране ЭЛТ, если на пластины, отклоняющие по  $X$  подать сигнал в виде пилы, время развертки  $\tau_X$ , а по  $Y$  - пила с  $\tau_Y$ . Причем  $\tau_X = 3\tau_Y$ .

**Задача 149**

На отклоняющие пластины ЭЛТ подано переменное напряжение (синусоида), а на экране видна прямая горизонтальная линия в центре экрана длина 5 см. Определите напряжение на пластинах и по  $X$  и по  $Y$ , если чувствительность отклонения обеих пар пластин  $0,4мм/В$ ?

**Задача 150**

В ЭЛТ определить в вольтах при каком напряжении на втором аноде  $U_{a2}$  с длиной отклоняющих пластин  $l = 20мм$  можно без искажения наблюдать сигнал с частотой  $f = 375МГц$ . Как

уменьшится чувствительность к отклонению, если  $f_{\text{сигнала}} = 0,5f$  предельная.

### Задача 152

При какой продольной энергии электронов (в эВ) в области отклоняющих пластин в ЭЛТ предельная частота сигнала 600 МГц, если длина отклоняющих пластин 15мм? Какова будет эта энергия, если длина пластин будет 30 мм.

В ЭЛТ на отклоняющие пластины по  $Y$  подан сигнал – прямолинейный импульс. Луч на экране вычертил прямую линии длиной 5 мм. Какой величины напряжение импульса, если чувствительность к отклонению  $2 \text{ мм}/B$ ? Какой формы и величины подано напряжение на пластины, отклоняющие по  $X$ ?

### Задача 153

На экране осциллографа видна синусоида (один период), амплитуда 5см, период 10см. На обе пары пластин подан сигнал с напряжением 50В. Определите чувствительность к отклонению обеих пар пластин, какой формы сигнал подан на пластины?

### Задача 154

На сколько мм переместиться луч из центра на экране, если на вертикально отклоняющие пластины подано постоянное напряжение  $U_Y = 100B$ , а на горизонтально отклоняющие пластины  $U_X = -40B$ , при этом чувствительность к отклонению по  $Y$   $0,3 \text{ мм}/B$ , по  $X$  -  $0,4 \text{ мм}/B$ ?

### Задача 155

В кинескопе система магнитного отклонения имеет 2 катушки, которые соединены последовательно по 3000 витков каждая с током 5мА. На экране в центре виден светящийся квадрат  $30 \times 15 \text{ мм}$  (30мм по  $X$ ). Какой формы сигнал подан на катушки? Найти чувствительность к отклонению каждой катушки?

### Задача 156

К кинескопе оксидный термокатод имеет температуру  $T_k = 900K$  и эффективную работу выхода  $\phi_{\text{эфф}} = 1,1 \text{ эВ}$ . Определить плотность тока термоэмиссии ( $A/m^2$ ), если  $D = 1$ .

### Задача 157

В кинескопе определить чувствительность магнитной катушки к отклонению, если амплитуда сигнала 5 см, число витков катушке 500, а ток через катушку 0,1А. Как изменится чувствительность к отклонению, если напряжение на модуляторе 3 раз?

### Задача 158

В ЭЛТ определить напряжение второго анода и энергию электронов в плоскости второго анода, если чувствительность к



отклонению  $0,2\text{мм/В}$ ,  $l = 20\text{мм}$ ,  $L = 300\text{мм}$ ,  $d = 10\text{мм}$ . Определить предельную частоту.

#### **Задача 159**

Определить запирающее напряжение на модуляторе ЭЛТ, если  $U_{\text{вэ}} = 2,5\text{кВ}$ ,  $D = 0,01$ . Какова будет энергия электронов в плоскости модулятора, если  $U_M = -5\text{В}$ ?

#### **Задача 160**

В ЭЛТ напряжение модулятора  $U_M = -15\text{В}$ , напряжение ускоряющего электрода  $U_{\text{вэ}} = 3\text{кВ}$ , напряжение запирающего электрода  $U_{\text{зм}} = -25\text{В}$ . Определить энергию электрона в плоскости модулятора и ускоряющего электрода в эВ.

#### **Задача 161**

В ЭЛТ действующее напряжение  $7\text{В}$ , напряжение ускоряющего электрода  $3,5\text{В}$ , проницаемость  $0,004$ . Определить потенциал модулятора. При каком напряжении на модуляторе ток луча равен  $0$ ?

#### **Задача 162**

ЭЛТ с магнитной фокусировкой имеет потенциал запирающего электрода  $-40\text{В}$  при напряжении ускоряющего электрода  $3\text{кВ}$ , а при напряжении модулятора  $-10\text{В}$  ток луча  $500\text{мА}$ . Как изменится ток луча, если  $U_{\text{вэ}} = 6\text{кВ}$ , а  $U_M = -50\text{В}$ .

#### **Задача 163**

В ЭЛТ начертите траекторию электронов от катода до экрана, если после модулятора поставлены две короткофокусные магнитные фокусирующие катушки затем ускоряющий электрод и остальные электроды. Чему равен ток луча?

#### **Задача 164**

Для ЭЛТ определить величину приложенного напряжения на отклоняющие пластины, если  $h = 0,3\text{мм/В}$ , а перемещение пятна на экране  $20\text{мм}$ .

#### **Задача 165**

Определить длину отклоняющих пластин, если  $U_{a2} = 1,3\text{кВ}$ , а предельная частота сигнала на отклоняющие пластины  $240\text{МГц}$ .

#### **Задача 166**

При каком  $U_{a2}$  предельная частота сигнала на отклоняющие пластины  $500\text{МГц}$ , если длина пластины  $1,4\text{см}$ .

#### **Задача 167**

Определить потенциал второго анода в ЭЛТ, если  $l = 11,5\text{мм}$ ,  $L = 238\text{мм}$ ,  $d = 7,3\text{мм}$ ,  $h = 0,17\text{мм/В}$ .

### Задача 168

В кинескопе подано напряжение, и луч виден в виде точки в центре экрана. Как надо запитать электроды, чтобы получить на экране изображение.

### Задача 169

В ЭЛТ какой параметр и как надо изменить, чтобы чувствительность к отклонению увеличилась в 1,5раз. (отклонение электростатическое).

### Задача 170

В ЭЛТ определить  $l_2$ ,  
если

$$l_1 = 11.1 \text{ мм}, L = 263 \text{ мм}, d_1 = 4.3 \text{ мм}, d_2 = 12.99 \text{ мм}, U_{a2} = 3121 \text{ В}, h = 0.16 \text{ мм/В}.$$

### Задача 171

Определить как изменится чувствительность к отклонению в ЭЛТ с электростатическим отклонением, если напряжение на пластинах увеличить в 2раза.

### Задача 172

На экране кинескопа видна вертикальная линия. Какой сигнал подан на отклоняющие катушки по  $Y$  и  $X$ .

### Задача 173

Какой величины и формы получим сигнал на выходном сопротивлении суперортикаона, если мишени коэффициент вторичной эмиссии  $\sigma = 1$ .

### Задача 174

В цветном телевизоре напряжение на втором аноде 25кВ. отклонение луча обеспечивают две магнитные катушки с чувствительностью по  $Y$   $2 \text{ мм/А} \cdot \text{вит}$ , по  $X$  -  $1 \text{ мм/А} \cdot \text{вит}$ .  
Определить продольную энергию электронов в момент входа в область отклонения в момент выхода из нее в эВ.

### Задача 175

В фотоэлектронном умножителе суперортикаона 5 динодов. Коэффициент вторичной эмиссии динода увеличился в 2 раза, коэффициент передачи тока при этом не изменился. Как изменилась амплитуда видео сигнала на выходе прибора?

### Задача 176

В кинескопе все электроды имеют рабочее напряжение, экран не покрыт  $Al$  пленкой. Какой потенциал устанавливается на экране, если  $\sigma > 1$ ? Что видим на экране? Что изменится, если потенциал модулятора изменить от -25В до -15В?

### Задача 177

В цветном кинескопе по паспорту записаны все электроды, только не подан видео сигнал. Что видим на экране? Что изменится на экране? Подали сигнал на модулятор. Что видим на экране?

### Задача 178

В кинескопе температура катода 1000К, напряжение модулятора -15 В, проницаемость его 0,02, напряжение ускоряющего электрода 2 кВ, напряжение второго анода 25кВ. найти энергию электрона при выходе из катода в плоскость модулятора (в эВ).

### Задача 179

В кинескопе при напряжении на модуляторе -10 В и на ускоряющем электроде 1500 В при проницаемости 0,01, ток в луче рабочий (100 мкА). Определить энергию электронов в плоскости модулятора в эВ? Каков ток луча, если напряжение на модуляторе -15В? Как изменится этот ток, если напряжение на  $A_3$  увеличится в 2 раза?

### Задача 180

В ЭЛТ определить при каком напряжении на втором аноде с длиной отклоняющей пластины 20мм можно без искажения наблюдать сигнал с частотой  $f=375$ МГц. Если сигнал синусоида, какую часть периода электрон будет между отклоняющими пластинами?

### Задача 181

При ускоряющем напряжении на электроде 1 кВ запирающее напряжение -25 В. Определить энергию электронов в плоскости модулятора и ускоряющего напряжения, если напряжение модулятора -5 В.

### Задача 182

В ЭЛТ определить смещение пятна, если  $U_{a2}=1000$ В,  $U_{nl}=100$ В, длина пластин 2см, расстояние между ними 0,8см, расстояние до экрана 20см.

### Задача 183

В осциллографе  
 $l_x = 6$ мм,  $d_x = 3$ мм,  $L_x = 300$ мм,  $l_y = 7$ мм,  $d_y = 3.5$ мм,  $L_y = 320$ мм,  $U_{a2} = 10$ кВ, экран  $50 \times 60$ мм. Рассчитать максимальную величину сигнала для каждой пары отклоняющих пластин.

### Задача 184

Расстояние между пластинами отклоняющей системы ЭЛТ 1см, длина пластин 5см. Какое напряжение необходимо приложить между пластинами, чтоб луч с энергией 750эВ исчез с экрана?

### Задача 185

В ЭЛТ отклоняющие пластины по  $Y$  имеют  $l = 14$ мм,  $L = 170$ мм,  $d = 6$ мм,  $U_{a2} = 5$ кВ. Определить:

1) горизонтальную составляющую энергии в эВ (в направлении экрана);

2) вертикальную составляющую энергии к моменту выхода из пластин;

3) предельную частоту.

### **Задача 186**

Определить потенциал модулятора для ЭЛТ, если  $I_k = 90 \text{ мкА}$ ,  $k = 3$ ,  $\gamma = 2$ ,  $U_{3M} = -60 \text{ В}$ .

### **Задача 187**

В ЭЛТ поданы рабочие напряжения на все электроды, только не подан видео сигнал. Что видим на экране? Сигнал синусоида с периодом  $T$ . Как надо запитать электроды по  $X$ , чтобы на экране появилась синусоида, состоящая из 2 периодов.

### **Задача 188**

Кинескоп запитан, но не подан видеосигнал, что видим на экране? На какой электрод подается видеосигнал? Видеосигнал необходимо усилить в 24 раза, предложите способ, рассчитайте.

### **Задача 189**

Видеосигнал, снимаемый с иконоскопа, необходимо усилить в 68 раз. Предложите способ, рассчитайте.

### **Задача 190**

Определить величину отклонения на экране кинескопа, если индукция магнитного поля  $5 \text{ мТл}$ , область действия магнитного поля  $0,3 \text{ см}$ , расстояние от катушки до экрана  $20 \text{ см}$ , начальная скорость электрона  $10^7 \text{ м/с}$ .

### **Задача 191**

В ЭЛТ напряжение на втором аноде  $5 \text{ кВ}$ , длина отклоняющих пластин  $1 \text{ см}$ . На отклоняющие пластины подано синусоидальное напряжение. Определить предельную частоту трубки? Определить частоту, при которой электрон будет оставаться в пространстве между пластинами в течение одного полупериода?

### **Задача 192**

Кинескоп имеет чувствительность к отклонению  $0,5 \text{ мм/А вит}$ , диаметр экрана  $200 \text{ мм}$ , число витков  $200$ . какой ток надо пропустить через катушку, чтобы луч переместился на расстояние равное радиусу экрана?

В ЭЛТ  $U_y = 60 \sin(2\pi \cdot 10^8 t)$ ,  
если  $l_1 = 0,02 \text{ м}$ ,  $L = 0,16 \text{ м}$ ,  $d = 8 \text{ мм}$ ,  $U_{a2} = 1 \text{ кВ}$ . Каково отклонение электрона на экране.

### **Задача 193**

Определить, как изменится скорость электрона, имеющего скорость  $1,5 \cdot 10^4 \text{ км/с}$  после того, как он пролетит между плоскопараллельными пластинами, имеющими разность

потенциалов 25В и отстоящих друг от друга на расстоянии 2см. длина пластин 1,5см.

#### **Задача 194**

В ЭЛТ с магнитным отклонением электронный луч проходит расстояние 5см через область поперечного магнитного поля. Определить магнитную индукцию, необходимую для отклонения луча на  $17,5^\circ$ .

#### **Задача 195**

Трубка с электростатической фокусировкой имеет запирающее напряжение -50В при  $U_{a2} = 1500В$ . Каково будет запирающее напряжение при  $U_{a2} = 2100В$ .

#### **Задача 196**

В ЭЛТ отклоняющая катушка имеет 5000витков, ток 40мА, величина отклонения луча 135мм. Определить чувствительность отклоняющей системы трубки.

#### **Задача 197**

Труба с магнитной фокусировкой имеет запирающее напряжение -50В при  $U_a = 2,5кВ$ . При напряжении модулятора -20В ток катода равен 600мкА. Как изменится ток катода, если повысить  $U_a = 5кВ$ , а  $U_m = -70В$ ?

#### **Задача 198**

Для ЭЛТ изобразить фигуру, получающую на экране, если к отклоняющим пластинам подведены синусоидальные напряжения одинаковой частоты, амплитуды фазы. Чувствительность обеих пар пластин считать одинаковой.

#### **Задача 199**

В ЭЛТ определить  $U_{a2}$ , при котором луч будет отклоняться от центра на экране на 2см, если напряжение пластин 50В. Расстояние между пластинами 0,4см, длина пластин 5см, расстояние до экрана 16см.

#### **Задача 200**

В ЭЛТ используются отклоняющие пластины длиной 2см, расстояние между пластинами 0,5см. Пластины вертикального отклонения удалены от экрана на 49см, горизонтального – 52см. какова чувствительность к отклонению пластин вертикального и горизонтального отклонения, если:

- 1)  $U_{a2} = 1кВ$ ;
- 2)  $U_{a2} = 1,5кВ$ .

#### **Задача 201**

Спираль, по которой движется электрон в однородном магнитном поле, имеет диаметр 80мм, шаг спирали 200мм, индукция магнитного поля 5мТл. Определить скорость электронов.

### **Задача 202**

В ЭЛТ электроны с энергией  $1000\text{эВ}$  пересекают отклоняющее электрическое поле. Эффективная длина поля и расстояние между отклоняющими пластинами равны  $2$  и  $1$  см. на расстоянии  $20$  см от конца пластин находится флуоресцирующий экран. К пластинам приложено переменное синусоидальное напряжение, амплитуда которого равна  $100$  В. Каков след луча на экране?

Учебное пособие

Аксенов А.И., Злобина А.Ф.

Вакуумные и плазменные приборы и устройства

Методические указания к практическим занятиям

Усл. печ. л.                      Препринт  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40