

Приложение

к методическим указаниям

лабораторной установки К4

Экспериментальная часть

ПРИЛОЖЕНИЕ к методическим указаниям лабораторной работы К-4

Текст ниже заменяет разделы "Выполнение эксперимента" и "Обработка и анализ результатов измерений" методических указаний (стр. 13 - 16).

Выполнение эксперимента

Задание 1. Ознакомиться с установкой и включить ее.

Установка состоит из блока фотоэлемента и блока измерительных приборов, соединенных кабелем.

Блок фотоэлемента содержит фотоэлемент, ртутную газоразрядную лампу, светофильтры и переключатель полярности напряжения на фотоэлементе.

Блок измерительных приборов содержит стрелочный вольтметр для измерения напряжения на фотоэлементе, цифровой прибор для измерения тока фотоэлемента, сетевой источник питания фотоэлемента и батарейное питание цифрового прибора. На пульте имеются ручка для изменения напряжения на фотоэлементе, кнопка питания цифрового прибора и тумблер (переключатель) на два положения 50 В и 5 В.

Вольт-амперную характеристику (ВАХ) фотоэлемента измеряют при прямой и обратной полярности. В соответствии с этим в установке имеются два режима работы.

1. По технике безопасности и для устранения электрических помех при измерении слабого тока блок фотоэлемента должен быть заземлен. Клемма заземления находится сзади. Проверить наличие заземления.
2. Включить лампу. Для этого вставить вилку в сетевую розетку, включить тумблер "Лампа" и, если рядом с тумблером есть кнопка, нажать ее на несколько секунд. Если лампа загорелась, в окошке появится свет. Для прогрева лампы требуется несколько минут.
3. Включить в сеть вилку блока измерительных приборов. При этом стрелка вольтметра должна отклониться, если ручку регулировки напряжения повернуть по часовой стрелке.

Задание 2. Измерить вольт-амперную характеристику фотоэлемента при прямой полярности и определить количество выбиваемых электронов.

1. Поворотный переключатель "Полярность" в блоке фотоэлемента установить в положение "Прямая". В блоке измерительных приборов установить тумблер в положение "50 В", при этом предел измерения вольтметра равен 50 В, а напряжение на фотоэлементе можно изменять ручкой от нуля до примерно 30 В или больше. В этом случае при нажатой кнопке питания цифрового прибора он показывает ток фотоэлемента в единицах 10^{-7} А.
2. Рукоятку "Смена фильтров" установить в крайнее положение "Желтый фильтр".
3. Снять зависимость тока от напряжения, изменяя напряжение от нуля до максимального значения (примерно 30 В или больше) с шагом 3-5 В. Результаты измерений записать в табл. 1.

Таблица 1

U, В	I, в ед. 10^{-7} А
------	----------------------

Примечание: в таблице примерно 10 строк

4. Как видно из результатов измерений ток максимальном напряжении ток практически достигает тока насыщения I_s . Вычислить количество

выбиваемых за 1 секунду фотоэлектронов, разделив ток насыщения на заряд электрона: $n_e = I_o / 1,6 \cdot 10^{-19}$.

5. В используемом фотоэлементе при освещении зеленым светом (желтый светофильтр) в среднем один из десяти фотонов выбивает фотоэлектрон, т.е. квантовый выход фотокатода равен $\gamma = 0,1$. Вычислить количество фотонов, которые ежесекундно падают на фотокатод: $n_{\phi} = n_e / 0,1$. Полученные значения n_e и n_{ϕ} записать в отчет.

Задание 3. Измерить ВАХ при обратной полярности для различных частот с целью определения запирающего напряжения.

1. Поворотный переключатель "Полярность" в блоке фотоэлемента установить в положение "Обратная". В блоке измерительных приборов установить тумблер в положение "5 В", при этом предел измерения вольтметра равен 5 В, а напряжение на фотоэлементе можно изменять от нуля до примерно 5 В. В этом случае при нажатой кнопке питания цифрового прибора он показывает ток фотоэлемента в единицах 10^{-9} А.
2. Для желтого светофильтра измерить ток при напряжении от 0,1 до 1 В с шагом 0,1 В и от 1 до 5 В с шагом 1 В и записать результаты измерений в табл. 2.

Примечание. При обратной полярности по мере увеличения напряжения ток изменяет направление – от положительного на отрицательный. В последнем случае на индикаторе цифрового прибора появляется знак "-", который необходимо записать в табл. 2.

Таблица 2.

Сила тока в единицах 10^{-9} А. Напряжение в вольтах. Максимальная частота излучения $\nu_{\text{макс}}$ равна $5,5 \cdot 10^{14}$ Гц для желтого фильтра, $9,6 \cdot 10^{14}$ Гц – для синего и $11,8 \cdot 10^{14}$ Гц – при отсутствии фильтра.

Желтый фильтр		Синий фильтр		Без фильтра		Желтый фильтр, меньшая интенсивность	
U	I	U	I	U	I	U	I

Примечание: в таблице 15-20 строк

3. Рукояткой "Смена фильтров" установить синий фильтр и измерить фототок для напряжений от 0,5 до 2,1 В с шагом 0,2 В и от 2,5 до 5 В с шагом 0,5 В. Результаты измерений записать в табл. 2.
4. Рукоятку "Смена фильтров" установить в крайнее положение "Без фильтра" и измерить ток при напряжениях от 1 до 3,4 В с шагом 0,3 В и от 4 до 5 В с шагом 0,5 В.

Задание 4. Измерить ВАХ при обратной полярности для меньшей интенсивности света.

Цель данного задания – убедиться, что запирающее напряжение, а следовательно, и кинетическая энергия фотоэлектронов не зависят от интенсивности излучения. Измерение выполнить для желтого светофильтра.

1. Установить желтый фильтр.
2. При прямой полярности подать на фотоэлемент максимальное напряжение, при этом через фотоэлемент будет протекать ток насыщения, пропорциональный интенсивности света.

3. Интенсивность изменить следующим образом. При нажатой кнопке питания цифрового прибора уменьшить ток в 2-3 раза, сдвигая ручку смены фильтров примерно на 1 см. При этом частота излучения осталась прежней, а интенсивность уменьшилась.
4. Повторить измерения п.п. 1,2 задания 3. Результаты записать в табл. 2. _____
5. Выключить питание установки.

Обработка и анализ результатов измерений

Примечание. При обработке результатов вне лаборатории этот раздел можно читать по тексту методических указаний.

1. Построить графическую зависимость тока от напряжения при прямой полярности.
2. На отдельном графике построить графические зависимости тока от напряжения при обратной полярности для всех частот и двух интенсивностей.
Поскольку из этих графиков находят запирающее напряжение, их надо построить тщательно, в крупном масштабе, как показано на рис. 11 методических указаний. На эти графики следует нанести экспериментальные точки, начиная с небольших значений положительного тока (см. рис. 11), не нанося значения при большом токе, так как они не влияют на определение запирающего напряжения.
3. Из построенных графиков определить запирающее напряжение, пользуясь указаниями раздела "Особенность вольт-амперной характеристики" и рис. 11. Результаты записать в табл. 3.

Таблица 3

Максимальная частота в единицах 10^{14} Гц	Запирающее напряжение в вольтах
5,5	
5,5 при меньшей интенсивности	
9,6	
11,8	

4. Сделать вывод, зависит ли запирающее напряжение от интенсивности при одинаковой частоте.
5. Построить графическую зависимость запирающего напряжения U_z от максимальной частоты $\nu^{\text{макс}}$; через точки провести прямую таким образом, чтобы отклонения точек от прямой были наименьшими.
6. Определить постоянную Планка по наклону прямой (см. рис. 8 и формулу (7) методических указаний). Результаты обработки записать в табл. 4.
7. Определить красную границу фотоэффекта (для частоты и длины волны) и работу выхода (см. рис. 8). Результаты обработки записать в табл. 4. *Примечание:* $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

Таблица 4

$$h = \dots$$

$$A = \dots \quad (\text{в джоулях и электрон-вольтах})$$

$$\nu_0 = \dots \quad \lambda_0 = c/\nu_0 =$$

Энергия фотонов:

$$\text{видимого света } (5,5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}) \quad \varepsilon = \dots \text{ Дж} = \dots \text{ эВ}$$

$$\text{ультрафиолетового излучения } (11,8 \cdot 10^{14} \text{ Гц}) \quad \varepsilon = \dots \text{ Дж} = \dots \text{ эВ}$$

$$\text{Поток излучения } \Phi = \dots \text{ Вт}$$

8. Используя полученное значение постоянной Планка, вычислить энергию фотонов, результаты записать в табл. 4.
9. Вычислить поток излучения Φ , падающего на фотоэлемент при желтом фильтре, умножая энергию фотонов видимого света на число падающих фотонов n_f , полученное в п.5 задания 3 данного Приложения. Результат записать в табл. 4.