

Образец титульного листа

Полное название университета

.....
.....

Название кафедры

.....

Лабораторная работа 5.4

Фотоэффект

Номер установки 7

Выполнил: обучающийся
группы
Фамилия И.О. студента

Проверил:
(преподаватель или доцент)
кафедры
Фамилия И.О. преподавателя

Самара 2021

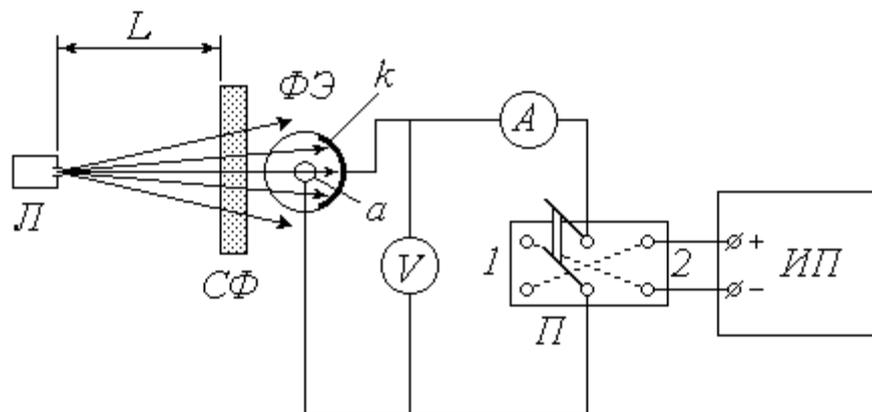
Лабораторная работа 5.4

Фотоэффект

Цель работы

- 1) ознакомление с принципом действия яркостного пирометра и практическое измерение яркостной температуры нагретого тела;
- 2) применение закона Кирхгофа и формулы Планка для определения истинной температуры тела;
- 3) экспериментальная проверка справедливости закона Стефана-Больцмана.

Схема экспериментальной установки



$\Phi Э$ – вакуумный фотоэлемент: k – катод; a – анод;
 $Л$ – источник света; $СФ$ – светофильтр; $ИП$ – источник питания;
 $П$ – переключатель; A – микроамперметр; V – вольтметр

Измерения и обработка результатов

Упражнение 1. СНЯТИЕ ВАХ ФОТОЭЛЕМЕНТА

1. Знакомимся с экспериментальной установкой; учимся пользоваться источником питания и измерительными приборами.

2. Перемещая вдоль оптической скамьи расположенные на ней источник света L и фотозлемент $\Phi Э$, устанавливаем их на заданном (согласно рекомендациям к работе) расстоянии L друг от друга. Значение L берем из окна лабораторной работы (мы взяли $L = 110$ мм и $L = 170$ мм, но в каждом варианте свое значение) и записываем в левую часть табл. 1.

Таблица 1

$L = 110$ мм		$L = 170$ мм	
$U, В$	$I, мкА$	$U, В$	$I, мкА$
0	1.967	0	1.279
2	9.153	2	5.953
4	11.57	4	7.522
6	12.71	6	8.269
8	13.38	8	8.704
10	13.82	10	8.988
15	14.45	15	9.397
20	14.78	20	9.616
25	14.99	25	9.752
30	15.14	30	9.845
40	15.32	40	9.964
50	15.43	50	10.04

3. Замыкаем переключатель $П$ в положение 1. Источник питания $ИП$ устанавливаем на нуль снимаемого напряжения.

4. Помещаем в карман на корпусе фотозлемента светофильтр $СФ$ в соответствии с рекомендациями.

В окне лабораторной работы указан **светофильтр синий 2**

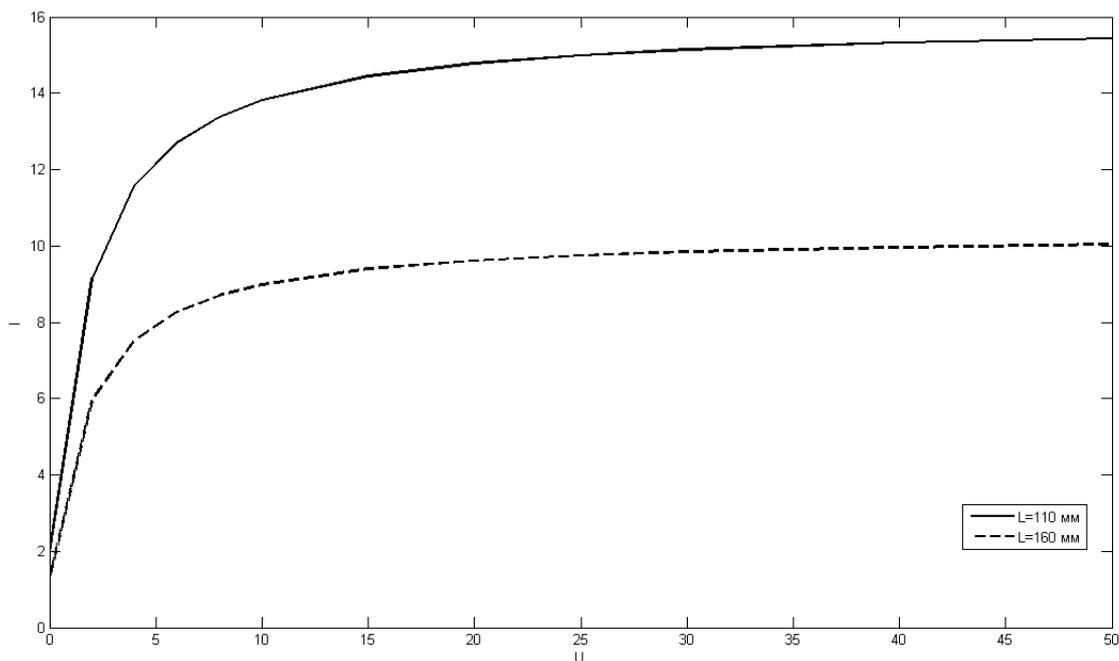
5. Включаем в сеть источник питания $ИП$, цифровой вольтметр V и осветитель L .

6. Увеличивая согласно рекомендациям подаваемое на фотозлемент напряжение, заносим показания вольтметра (U) и микроамперметра (I) в таблицу до тех пор, пока не будет достигнуто насыщение (при дальнейшем повышении напряжения фототок практически не будет изменяться).

7. Изменяем в соответствии с рекомендациями расстояние L и записываем его значение в правую часть табл. 1. Устанавливаем источник питания на нуль.

8. Повторяем п. 6.

9. По результатам проделанных измерений строим на одном графике обе вольтамперные характеристики. Делаем соответствующие выводы.



Упражнение 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНОВ

1. Устанавливаем $L = 110$ мм как указано в окне лабораторной работы (**в каждом варианте свое значение**). Устанавливаем источник питания на ноль снимаемого напряжения. Замыкаем переключатель в положение 2. Ставим первый из перечисленных в табл. 2 светофильтров.

2. Увеличиваем подаваемое на фотоэлемент напряжение до тех пор, пока показания микроамперметра не обратятся в нуль. Заносим в таблицу значение задерживающего напряжения U_3 . Уменьшаем показания вольтметра до нуля.

Таблица 2

Номер опыта	Светофильтр	λ , мкм	U_3 , В	A_0 , эВ	$A_{0,i} - \bar{A}_0$, эВ	$(A_{0,i} - \bar{A}_0)^2$, эВ ²
1	Синий 1	0.43	0.9250	1.959	-0.0247	$0.6084 \cdot 10^{-3}$
2	Синий 2	0.46	0.7250	1.971	-0.0127	$0.1604 \cdot 10^{-3}$
3	Зеленый	0.50	0.4750	2.005	0.0213	$0.4551 \cdot 10^{-3}$
4	Желтый	0.51	0.4625	1.969	-0.0147	$0.2151 \cdot 10^{-3}$
5	Оранжевый	0.52	0.4000	1.985	0.0013	$0.0018 \cdot 10^{-3}$
6	Красный	0.57	0.1625	2.013	0.0293	$0.8604 \cdot 10^{-3}$

3. Меняя светофильтры в порядке их перечисления в таблице, повторяем. 2.

4. Используя справочные материалы и выражая длину волны λ в метрах, по формуле

$$A_e = \frac{hc}{\lambda} - eU_s,$$

где $h = 6.626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $c = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ Кл, рассчитываем для каждого опыта работу выхода электрона A_e . Переводим полученное значение из джоулей в электрон-вольты и заносим его в соответствующий столбец табл. 2. Для того чтобы перевести значение из джоулей в электрон-вольты нужно поделить значение в джоулях на $1.602 \cdot 10^{-19}$.

5. Вычисляем сумму значений A_e и среднее \bar{A}_e .

$$\bar{A}_e = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 A_{e,i} = \frac{1.959 + 1.971 + 2.005 + 1.969 + 1.985 + 2.013}{6} = 1.984 \text{ эВ}$$

Выполняем все расчеты, необходимые для оценки случайной погрешности измерений работы выхода $\Delta_s A_e$.

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (A_{e,i} - \bar{A}_e)^2}{6 \cdot 5}} = 0.0088 \text{ эВ}$$

Находим величину $\Delta_s A_e$, задаваясь доверительной вероятностью $\alpha = 0,95$.

$$\Delta_s A_e = t_{n,\alpha} \cdot \sigma_s,$$

$$t_{n,\alpha} = 2.57 \text{ для } n = 6,$$

$$\Delta_s A_e = 2.57 \cdot 0.0088 = 0.023 \text{ эВ}$$

6. Пренебрегая приборными ошибками, записываем окончательный результат определения работы выхода.

$$A_e = \bar{A}_e \pm \Delta_s A_e = 1.984 \pm 0.023 \text{ эВ}$$

7. Используя среднее значение \bar{A}_e в Джоулях (\bar{A}_e в Джоулях есть \bar{A}_e в электрон-вольтах, умноженная на $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$ Кл), по формуле

$$\lambda_{кр} = \frac{hc}{A_e}$$

находим длину волны красной границы фотоэффекта $\lambda_{кр}$.

$$\lambda_{кр} = \frac{hc}{A_e} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34} \cdot 2.998 \cdot 10^8}{1.984 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19}} = 0.625 \text{ мкм}$$