

Группа P3130

Студент Неграш А. В.

Работа выполнена 13.10.20 10:00

Преподаватель Соловьёв Д.П.

# Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 5.02V «Исследование внешнего фотоэффекта»

Вариант №1

## 1. Цель работы.

Оценка значения постоянной Планка

## 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- 1) Получение зависимости запирающей разности потенциалов от частоты света.
- 2) Значение красной границы фотоэффекта и работы выхода для ряда материалов фотокатодов.

### 3. Объект исследования.

Вакуумированная трубка из кварцевого стекла

### 4. Метод экспериментального исследования.

Симуляция

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

$$\Delta\lambda = \left[ \frac{\lambda_{кр} - \lambda_{min}}{20} \right], \lambda_{min} = 200 \text{ нм}, \lambda_i = \lambda_{кр} - i * \Delta\lambda$$

### 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Амперметр	Электронный	-	0,005 А
2	Вольтметр	Электронный	-	0,001 В
3	Источник напряжения	Электронный	0-5 В	0,001 В

### 7. Схема установки (виртуальная).

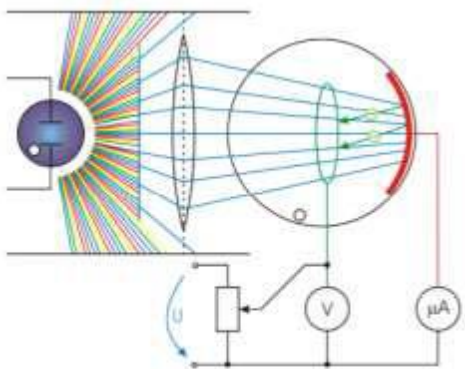


Рис. 1. Схема исследования фотоэффекта

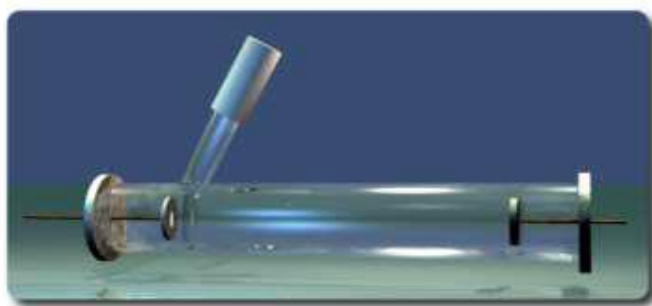


Рис. 3. Общий вид экспериментальной установки

## 8. Результаты прямых измерений и их обработки.

Для металла Na (Sodium)

Trial	Metal	Voltage (V)	Current (pA)	Frequency (Hz*10 <sup>14</sup> )	Wavelength (m*10 <sup>7</sup> )
1	Sodium	0,010	0,02	6	5
2	Sodium	0,08	0,01	6	5
3	Sodium	0,16	0,01	6	5
4	Sodium	0,24	0,02	6	5
5	Sodium	0,33	0	6	5
6	Sodium	0,4	0	7	5
7	Sodium	0,5	-0,01	7	4
8	Sodium	0,6	0,01	7	4
9	Sodium	0,8	-0,01	7	4
10	Sodium	0,9	0,02	8	3,9
11	Sodium	1,0	0,02	8	3,8
12	Sodium	1,2	0,01	8	3,6
13	Sodium	1,4	-0,02	9	3,4
14	Sodium	1,6	0	9	3,2
15	Sodium	1,8	0	10	3,1
16	Sodium	2,0	0,01	10	2,9
17	Sodium	2,3	0,02	11	2,7
18	Sodium	2,6	0	12	2,6
19	Sodium	2,9	0	13	2,4
20	Sodium	3,3	0,02	14	2,2
21	Sodium	3,8	0,02	15	2,1

Для металла Al (Aluminum)

Trial	Metal	Voltage (V)	Current (pA)	Frequency (Hz*10 <sup>14</sup> )	Wavelength (m*10 <sup>7</sup> )
1	Aluminium	0,01	0,02	10	3,0
2	Aluminium	0,08	0,02	10	3,0
3	Aluminium	0,15	-0,01	10	2,9
4	Aluminium	0,23	-0,02	10	2,9
5	Aluminium	0,30	0,01	11	2,8
6	Aluminium	0,38	0	11	2,8
7	Aluminium	0,5	0,01	11	2,7
8	Aluminium	0,6	-0,01	11	2,7
9	Aluminium	0,6	0,01	11	2,6
10	Aluminium	0,7	0,02	12	2,6
11	Aluminium	0,8	0,01	12	2,5
12	Aluminium	0,9	0	12	2,5
13	Aluminium	1,0	-0,01	12	2,4
14	Aluminium	1,1	-0,02	13	2,4
15	Aluminium	1,2	0	13	2,3
16	Aluminium	1,4	0	13	2,3
17	Aluminium	1,5	0	13	2,2
18	Aluminium	1,6	-0,02	14	2,2
19	Aluminium	1,7	0	14	2,1
20	Aluminium	1,9	0	14	2,1
21	Aluminium	2,0	0,01	15	2,0

Для металла Au (Gold)

Trial	Metal	Voltage (V)	Current (pA)	Frequency (Hz*10 <sup>15</sup> )	Wavelength (m*10 <sup>7</sup> )
1	Gold	0,02	-0,01	1,2	2,4
2	Gold	0,06	0	1,2	2,4
3	Gold	0,11	-0,02	1,3	2,4
4	Gold	0,15	-0,02	1,3	2,4
5	Gold	0,19	0,01	1,3	2,4
6	Gold	0,24	0,02	1,3	2,3
7	Gold	0,29	-0,01	1,3	2,3
8	Gold	0,33	0	1,3	2,3
9	Gold	0,33	0	1,3	2,3
10	Gold	0,4	0	1,3	2,3
11	Gold	0,5	-0,01	1,3	2,2
12	Gold	0,5	0,02	1,4	2,2
13	Gold	0,5	-0,02	1,4	2,2
14	Gold	0,6	0,01	1,4	2,2
15	Gold	0,7	0,01	1,4	2,2
16	Gold	0,7	0,01	1,4	2,1
17	Gold	0,8	0,01	1,4	2,1
18	Gold	0,9	-0,01	1,4	2,1
19	Gold	0,9	-0,01	1,4	2,1
20	Gold	1,0	0,02	1,5	2,1
21	Gold	1,0	0,01	1,5	2,0

## 9. Расчет результатов косвенных измерений и погрешностей.

Для металла Na (Sodium)

b, фэВ*с	4	a, эВ	-2,3	di, эВ	di^2, эВ^2
				0,006	0,000030
				0,0009	0,0000008
				0,0032	0,000010
Работа выхода (A), эВ	Постоянная Планка (h), фэВ*с			-0,0027	0,000007
2,3		4		-0,0029	0,000008
				0,0038	0,000014
$\Delta b$ , фэВ*с	0,015	D, гц^2*10^30	n	0,0012	0,0000014
$\epsilon b$	0,35%	1,5	21	-0,0007	0,0000005
$\Delta a$ , эВ	0,013	Sb, эВ*с*10^(-18)	Sa, эВ	-0,006	0,000037
$\epsilon a$	0,6%	7	0,006	0,0035	0,000012
				-0,0026	0,000007
				-0,0008	0,00000007
				-0,004	0,000017
				-0,0028	0,000008
				-0,004	0,000017
				0,016	0,00026
				-0,0029	0,000009
				0,005	0,000025
				-0,026	0,0007
				0,0019	0,000038
				0,014	0,00020
				сумма	0,0013

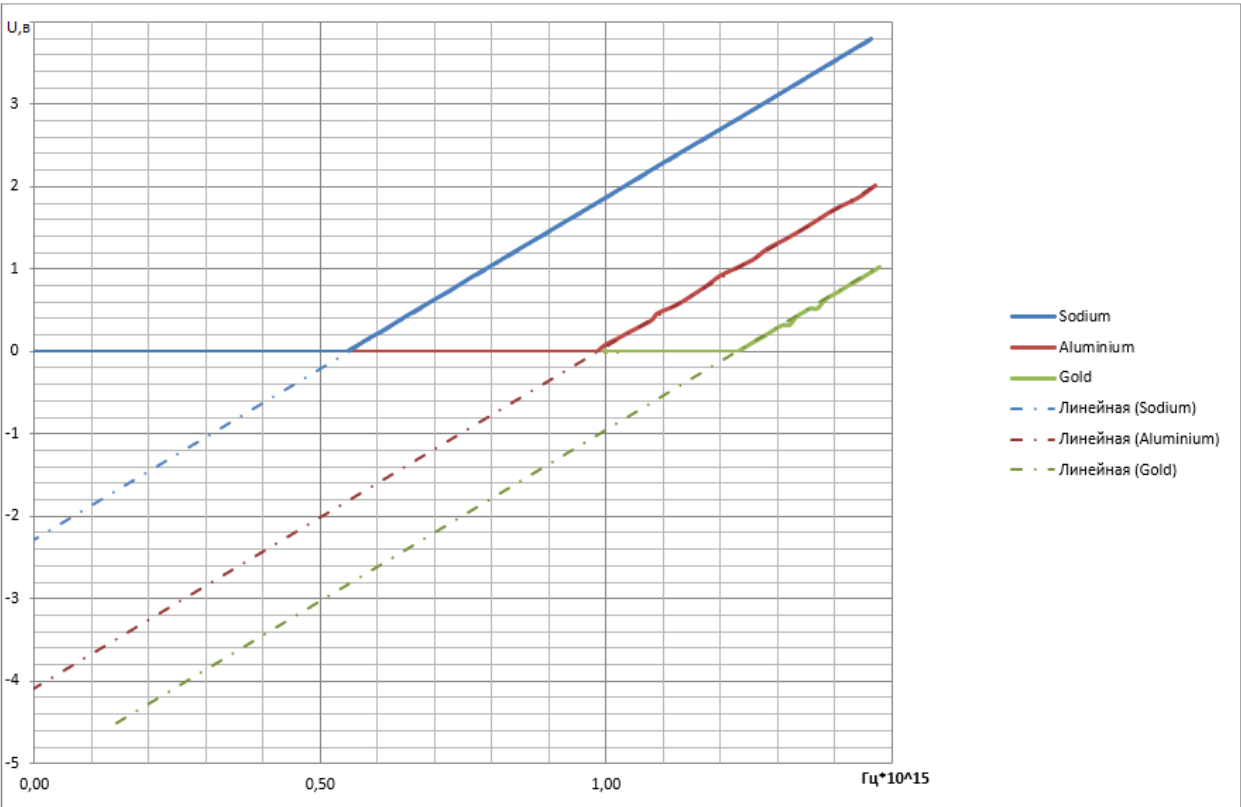
Для металла Al (Aluminum)

b, фэВ*с	4	a, эВ	-4	di, В	di^2, В^2
				-0,0026	0,000007
				0,017	0,00027
				0,0026	0,000007
Работа выхода (A), эВ	Постоянная Планка (h), фэВ*с			-0,0023	0,000005
4		4		-0,014	0,00020
				-0,019	0,00036
$\Delta b$ , фэВ*с	0,04	D, гц^2*10^30	n	0,021	0,0005
$\epsilon b$	1,0%	0,4	21	-0,013	0,00017
$\Delta a$ , эВ	0,05	Sb, эВ*с*10^(-18)	Sa, эВ	-0,014	0,00019
$\epsilon a$	1,3%	20,27	0,024	-0,007	0,00004
				0,007	0,00005
				0,027	0,0007
				0,0022	0,000005
				-0,014	0,00020
				0,015	0,00022
				0,0016	0,000024
Итоговая постоянная Планка (h), фэВ*с				-0,005	0,000023
4				0,0029	0,000008
Оценка погрешностей итоговой постоянной Планка				0,009	0,00007
$\Delta h$ , фэВ*с	0,037			-0,020	0,0004
$\epsilon h$	0,9%			0,006	0,00004
				сумма	0,0035

Для металла Au (Gold)

b, фэВ*с	4	a, В	-5	di, В	di^2, В^2
				0,007	0,00005
				0,0037	0,000014
				0,007	0,00006
Работа выхода (A), эВ	Постоянная Планка (h), фэВ*с			0,006	0,000031
5		4		0,0008	0,0000007
				0,005	0,000029
Δb, фэВ*с	0,10	D, гц^2*10^(30)	n	0,008	0,00007
εb	2,4%	0,113556824	21	0,00006	0,000000034
Δa, эВ	0,13	Sb, эВ*с*10^(-17)	Sa, эВ	-0,05	0,0021
εa	2,6%	5	0,06	0,006	0,00004
				0,007	0,00005
				0,005	0,000028
				-0,05	0,0022
				0,0024	0,000006
				0,007	0,00005
				0,0017	0,0000030
				0,008	0,00007
				0,0029	0,000008
				0,0033	0,000011
				0,005	0,000022
				0,006	0,000034
				сумма	0,005

10. Графики.



## 11. Окончательные результаты.

Исходя из графиков:

$$A_{\text{ВЫХ Na}} = 2,3 \pm 0,2 \text{ эВ}$$

$$A_{\text{ВЫХ Al}} = 4,0 \pm 0,2 \text{ эВ}$$

$$A_{\text{ВЫХ Au}} = 5,0 \pm 0,2 \text{ эВ}$$

Тогда получаем  $h = \frac{U_3 e - A_{\text{ВЫХ}}}{e}$

$$h_{\text{Na}} = (414,0 \pm 1,5) * 10^{-17} \text{ эВ} * \text{с}$$

$$h_{\text{Al}} = (415,0 \pm 1,0) * 10^{-17} \text{ эВ} * \text{с}$$

$$h_{\text{Au}} = (414,0 \pm 4,0) * 10^{-17} \text{ эВ} * \text{с}$$

$$h = \frac{h_{\text{Na}} + h_{\text{Al}} + h_{\text{Au}}}{3} = (414 \pm 2) * 10^{-17} \text{ эВ} * \text{с}$$

## 12. Выводы и анализ результатов работы.

Итак, в ходе данной лабораторной работы был построен график зависимости запирающего напряжения от частоты для трёх фотокатодов (Na, Al, Au), вычислено значение работы выхода для данных металлов и получено значение постоянной Планка. Все табличные значения входят в интервал погрешности вычисленных значений, из чего можно сделать вывод, что измерения проведены верно.