



Группа РЗ114

К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Митрофанов Е.Ю.

Работа выполнена 03.06

Преподаватель Крылов В.А.

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 5.02

Исследование внешнего фотодеректа.

Вариант 4 (14.10)

### 1. Цель работы.

Изучение внешнего фотодеректа и оценка постоянной Планка.

### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

Получение зависимости запирающего напряжения от частоты света.  
Получения красной границы фотодеректа для трёх материалов  
оценка значения постоянной Планка

### 3. Объект исследования.

фотокатодная трубка.

### 4. Метод экспериментального исследования.

Метод Френеля (деление амплитуды)

### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

- 1) Цинк
- 2) Магний
- 3) Кадмат

### 6. Измерительные приборы.

| № п/п | Наименование              | Тип прибора | Используемый диапазон | Погрешность прибора |
|-------|---------------------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| 1     | Вольтметр                 | цифровой    | 0-5 В                 | 0,0005 В            |
| 2     | Амперметр                 | цифровой    | 0-96 А                | 0,005 А             |
| 3     | Переключатель длины волны | цифровой    | 200-780 нм            | 1 нм.               |
| 4     |                           |             |                       |                     |

① Расчет тока по длине волны

Для утюга:  $\lambda_{кр} = 28 \text{ см}$

$$\Delta \lambda_1 = \frac{\lambda_{кр} - \lambda_{min}}{20} = 4 \text{ см}$$

Для машины:  $\lambda_{кр} = 337 \text{ см}$

$$\Delta \lambda_2 = \frac{\lambda_{кр} - \lambda_{min}}{20} = 7 \text{ см}$$

Для кофемолки:  $\lambda_{кр} = 298 \text{ см}$

$$\Delta \lambda_3 = \frac{\lambda_{кр} - \lambda_{min}}{20} = 2 \text{ см}$$

② Определение коэффициентов методом наименьших квадратов.

Пример вычисления для утюга:

$$\alpha = \frac{\sum U_i \cdot \sum V_i - n \cdot \sum U_i \cdot \sum V_i}{(\sum V_i)^2 - n (\sum V_i)^2} = \frac{18 \cdot 2,51 \cdot 10^{16} - 20 \cdot 5,4 \cdot 10^{15}}{(2,51 \cdot 10^{16})^2 - 20 \cdot 2,51 \cdot 10^{32}} =$$
$$= 4,14 \cdot 10^{-5} (\text{эВ} \cdot \text{с})$$

$$\beta = \frac{\sum V_i U_i \cdot \sum V_i - \sum V_i^2 \sum U_i}{(\sum V_i)^2 - n \cdot \sum V_i^2} = \frac{5,4 \cdot 10^{15} \cdot 2,51 \cdot 10^{16} - 2,5 \cdot 10^{32} \cdot 18}{(2,51 \cdot 10^{16})^2 - 20 \cdot 2,5 \cdot 10^{32}} =$$
$$= -4,29 (\text{эВ})$$

Потенциал Планка  $h = \alpha = 4,14 \cdot 10^{-5} (\text{эВ} \cdot \text{с})$

работа выхода  $A_{вых} = -\beta = 4,29 (\text{эВ})$

Аналогичные вычисления для машины:

$$h = \alpha = 4,13 \cdot 10^{-5} (\text{эВ} \cdot \text{с})$$

$$A_{вых} = -\beta = 3,66 (\text{эВ})$$

Аналогичные вычисления для кофемолки:

$$h = \alpha = 4,06 \cdot 10^{-5} (\text{эВ} \cdot \text{с})$$

$$A_{вых} = -\beta = 4,87 (\text{эВ})$$

③ Вычисление погрешности для постоянной Планка  
Пример вычислений для цинка:

$$J_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum J_i = \frac{1}{20} \cdot 2,51 \cdot 10^{16} = 1,25 \cdot 10^{15} (\text{ГГц})$$

$$U_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum U_i = \frac{1}{20} \cdot 18 = 0,9 (\text{В})$$

далее по МБ

$$D = \sum (J_{\text{ср}} - J_i)^2 \quad \sum d_i^2 = \sum (U_i - (b + a \cdot J_i))^2 = 5,79 \cdot 10^{-3} (\text{В})$$

$$S_b = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{D(n-2)}} = \sqrt{\frac{5,79 \cdot 10^{-3}}{367 \cdot 10^{29} \cdot 18}} = 2,94 \cdot 10^{-17} (\text{В})$$

$$\Delta b_1 = S_b \cdot 2 = 2 \cdot 2,94 \cdot 10^{-17} = 5,88 \cdot 10^{-17} (\text{В} \cdot \text{с})$$

Аналогично для лантана:

$$\Delta b_2 = 2,37 \cdot 10^{-17} (\text{В} \cdot \text{с})$$

Аналогично для кобальта:

$$\Delta b_3 = 6,1 \cdot 10^{-17} (\text{В} \cdot \text{с})$$



3) Вычислите среднее значение и погрешности.

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} = 4,1 \cdot 10^{-15} \text{ (эВ.с)}$$

$$\Delta h_{cp} = \frac{1}{3} \sqrt{\Delta h_1^2 + \Delta h_2^2 + \Delta h_3^2} = \frac{1}{3} \sqrt{0,06^2 + 0,06^2 + 0,06^2} = 0,03 \cdot 10^{-15} \text{ (эВ.с)}$$

$$= 2,9 \cdot 10^{-17} = 0,029 \cdot 10^{-5} \text{ (эВ.с)}$$

$$\varepsilon_h = \frac{\Delta h_{cp}}{h_{cp}} \cdot 100 = 0,71 \%$$

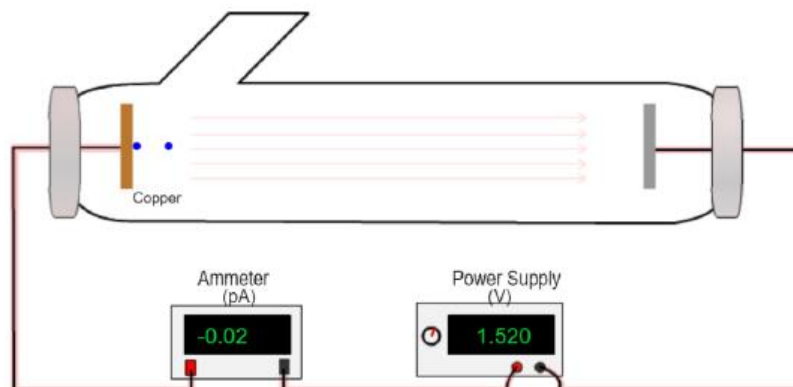
4) Выводы

$$h = (4,1 \pm 0,03) \cdot 10^{-15} \text{ (эВ.с)} \quad \varepsilon_h = 0,22 \%$$

- 1) Получена зависимость запирающих разностей потенциалов от частоты света.
- 2) Установлены значения красной границы фотозоректа для трех материалов.
- 3) Определены значения постоянной Планка и ее погрешность.
- 4) Экспериментальное значение находится в пределах погрешности.
- 5) Проведено косвенное измерение работы выхода 3х металлов.

|          | $A_{\text{вых}} \text{ эксп. (эВ)}$ | $A_{\text{вых}} \text{ теор. (эВ)}$ |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Цинк:    | 4,29                                | 4,25                                |
| Магний:  | 3,66                                | 3,67                                |
| Кобальт: | 4,87                                | 4,40                                |

## Схема установки



## Результат тестирования

Квантовая и атомная физика

[Главная](#) [Мои курсы](#) [Этот курс](#)

[VK](#) [f](#) [ig](#)

Скрыть блоки

Мои курсы > Физика для технических факультетов > Лабораторный практикум > Квантовая и атомная физика > 5.02V Исследование внешнего фотоэффекта > Тест по лабораторной работе 5.02V

### Тест по лабораторной работе 5.02V

1. Прохождение данного теста является необходимым условием для допуска к записи на выполнение измерений

2. Проходная оценка: 8 баллов (80%)

Разрешено попыток: 5

Ограничение по времени: 1 ч.

Метод оценивания: Высшая оценка

### Результаты ваших предыдущих попыток

| Попытка | Состояние   | Оценка / 10,00 | Просмотр       |
|---------|---|----------------|----------------|
| 1       | Завершённые<br>Отправлено Среда, 27 Май 2020, 15:35       | 7,60           | Не разрешается |
| 2       | Завершённые<br>Отправлено Среда, 27 Май 2020, 18:07       | 6,00           | Не разрешается |
| 3       | Завершённые<br>Отправлено Пятница, 29 Май 2020, 22:07     | 5,00           | Не разрешается |
| 4       | Завершённые<br>Отправлено Понедельник, 1 Июнь 2020, 00:08 | 8,67           | Не разрешается |

Высшая оценка: 8,67 / 10,00.

## Полученные таблицы измерений

### 1. Цинк ( $\lambda_{кр} = 289 \text{ нм}$ )

| Trial | Metal | Voltage (V) | Current (pA) | Frequency (Hz) | Wavelength (nm) |
|-------|-------|-------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1     | Zinc  | 0,068       | 0,01         | 1,05E+15       | 285             |
| 2     | Zinc  | 0,141       | 0            | 1,07E+15       | 280             |
| 3     | Zinc  | 0,209       | -0,02        | 1,09E+15       | 276             |
| 4     | Zinc  | 0,289       | -0,01        | 1,11E+15       | 271             |
| 5     | Zinc  | 0,371       | 0            | 1,12E+15       | 267             |
| 6     | Zinc  | 0,448       | 0            | 1,15E+15       | 262             |
| 7     | Zinc  | 0,521       | 0,02         | 1,16E+15       | 258             |
| 8     | Zinc  | 0,618       | 0            | 1,19E+15       | 253             |
| 9     | Zinc  | 0,721       | -0,02        | 1,20E+15       | 249             |
| 10    | Zinc  | 0,789       | 0,02         | 1,22E+15       | 245             |
| 11    | Zinc  | 0,89        | 0,02         | 1,25E+15       | 240             |
| 12    | Zinc  | 0,971       | -0,02        | 1,27E+15       | 236             |
| 13    | Zinc  | 1,09        | 0            | 1,30E+15       | 231             |
| 14    | Zinc  | 1,18        | 0,02         | 1,32E+15       | 227             |
| 15    | Zinc  | 1,3         | 0            | 1,35E+15       | 222             |
| 16    | Zinc  | 1,408       | -0,02        | 1,38E+15       | 218             |
| 17    | Zinc  | 1,558       | 0,01         | 1,41E+15       | 213             |
| 18    | Zinc  | 1,652       | 0,02         | 1,44E+15       | 209             |
| 19    | Zinc  | 1,811       | -0,02        | 1,47E+15       | 204             |
| 20    | Zinc  | 1,932       | -0,01        | 1,50E+15       | 200             |

### 2. Магний ( $\lambda_{кр} = 337 \text{ нм}$ )

| Trial | Metal     | Voltage (V) | Current (pA) | Frequency (Hz) | Wavelength (nm) |
|-------|-----------|-------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1     | Magnesium | 0,088       | -0,01        | 9,09E+14       | 330             |
| 2     | Magnesium | 0,168       | 0            | 9,29E+14       | 323             |
| 3     | Magnesium | 0,262       | -0,01        | 9,49E+14       | 316             |
| 4     | Magnesium | 0,371       | 0            | 9,68E+14       | 310             |
| 5     | Magnesium | 0,429       | -0,02        | 9,90E+14       | 303             |
| 6     | Magnesium | 0,531       | 0,01         | 1,01E+15       | 296             |
| 7     | Magnesium | 0,628       | -0,01        | 1,04E+15       | 289             |
| 8     | Magnesium | 0,74        | 0,01         | 1,06E+15       | 282             |
| 9     | Magnesium | 0,839       | 0,01         | 1,09E+15       | 275             |
| 10    | Magnesium | 0,961       | -0,02        | 1,12E+15       | 269             |
| 11    | Magnesium | 1,072       | -0,02        | 1,15E+15       | 262             |
| 12    | Magnesium | 1,21        | -0,01        | 1,18E+15       | 255             |
| 13    | Magnesium | 1,338       | -0,01        | 1,21E+15       | 248             |
| 14    | Magnesium | 1,492       | 0            | 1,24E+15       | 241             |
| 15    | Magnesium | 1,64        | 0,01         | 1,28E+15       | 234             |
| 16    | Magnesium | 1,798       | -0,02        | 1,32E+15       | 227             |
| 17    | Magnesium | 1,948       | 0,02         | 1,36E+15       | 221             |
| 18    | Magnesium | 2,13        | 0            | 1,40E+15       | 214             |
| 19    | Magnesium | 2,331       | 0,01         | 1,45E+15       | 207             |
| 20    | Magnesium | 2,539       | -0,01        | 1,50E+15       | 200             |

### 3. Кобальт ( $\lambda_{\text{кр}} = 248 \text{ нм}$ )

| Trial | Metal  | Voltage (V) | Current (pA) | Frequency (Hz) | Wavelength (nm) |
|-------|--------|-------------|--------------|----------------|-----------------|
| 1     | Cobalt | 0,068       | -0,01        | 1,22E+15       | 246             |
| 2     | Cobalt | 0,13        | -0,01        | 1,23E+15       | 243             |
| 3     | Cobalt | 0,172       | 0,02         | 1,24E+15       | 241             |
| 4     | Cobalt | 0,239       | 0            | 1,26E+15       | 238             |
| 5     | Cobalt | 0,269       | -0,02        | 1,27E+15       | 236             |
| 6     | Cobalt | 0,322       | -0,01        | 1,28E+15       | 234             |
| 7     | Cobalt | 0,389       | 0            | 1,30E+15       | 231             |
| 8     | Cobalt | 0,439       | 0,02         | 1,31E+15       | 229             |
| 9     | Cobalt | 0,498       | 0            | 1,33E+15       | 226             |
| 10    | Cobalt | 0,552       | 0            | 1,34E+15       | 224             |
| 11    | Cobalt | 0,598       | -0,02        | 1,35E+15       | 222             |
| 12    | Cobalt | 0,678       | 0            | 1,37E+15       | 219             |
| 13    | Cobalt | 0,732       | 0            | 1,38E+15       | 217             |
| 14    | Cobalt | 0,808       | 0            | 1,40E+15       | 214             |
| 15    | Cobalt | 0,868       | 0            | 1,42E+15       | 212             |
| 16    | Cobalt | 0,919       | 0,02         | 1,43E+15       | 210             |
| 17    | Cobalt | 1,01        | 0,01         | 1,45E+15       | 207             |
| 18    | Cobalt | 1,071       | -0,02        | 1,46E+15       | 205             |
| 19    | Cobalt | 1,162       | -0,01        | 1,49E+15       | 202             |
| 20    | Cobalt | 1,218       | 0,01         | 1,50E+15       | 200             |

## График зависимости запирающего напряжения от частоты

