

## Лабораторная работа №4. Определение ширины запрещенной зоны полупроводников по краю собственного поглощения

**Цель работы:** Определить ширину запрещенной зоны полупроводника оптическим методом.

### Общие сведения

**Запрещённая зона** — область значений энергии, которыми не может обладать электрон в идеальном (бездефектном) кристалле. Данный термин используется в физике твёрдого тела. Ширину запрещённой зоны обозначают  $E_g$  (от англ.:  $g = gap$  — «промежуток», «зазор») и обычно численно выражают в электрон-вольтах.

Величина параметра  $E_g$  различна для разных материалов, она во многом определяет их электрические и оптические свойства. По ширине запрещённой зоны твёрдые вещества разделяют на проводники — тела, где запрещённая зона отсутствует, то есть электроны могут иметь произвольную энергию, полупроводники — в этих веществах величина  $E_g$  составляет от долей эВ до 3—4 эВ и диэлектрики — с шириной запрещённой зоны более 4—5 эВ (граница между полупроводниками и диэлектриками условная).

### Ход эксперимента

В ходе выполнения лабораторной работы был проведён следующий эксперимент. Предложенный образец — полупрозрачная пластина толщиной 1 мм — был помещён в кювету спектрофотометра СФ-56. С помощью спектрофотометра были произведены измерения предложенного образца. В результате были получены значения поглощения ( $T$  [%]) и длины волны ( $\lambda$  [нм]).

### Экспериментальные результаты

В результате опыта была получена таблица 1:

таблица 1

$\lambda$ (нм)	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	...
$T$ (%)	0,17	0,15	0,15	0,13	0,15	0,14	0,13	0,13	0,11	0,1	0,09	...

Всего таблица содержит 900 пар значений: для  $\lambda$  от 200 нм до 1099 нм; для  $T$  от 0,17% до 68,13%.

Для того чтобы определить ширину запрещенной зоны оптическим методом графически, потребуется построить график зависимости значения квадрата спектра поглощения от  $h\nu$ .

Спектр поглощения — зависимость показателя поглощения вещества от длины волны излучения. Обозначается  $\alpha$  [ $\text{см}^{-1}$ ]. Для расчета  $\alpha$  воспользуемся формулой 1:

$$\alpha = \frac{-\ln(T)}{l} \quad (1)$$

Для данного образца  $l$  — толщина — составляет 1 мм или 0,1 см. Последовательно подставим имеющиеся значения  $T$  в формулу 1 и запишем в таблицу. Для каждого значения  $\alpha$  запишем также соответствующий ему квадрат.

Таким же образом вычислим  $h\nu$  для каждого известного значения  $\lambda$ . Для этого воспользуемся формулой 2:

$$h\nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}, \quad (2)$$

где  $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$  Дж · с - постоянная Планка;  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с — скорость света.

Произведя все вычисления, получим таблицу 2:

таблица 2

$\lambda$ (нм)	$T$ (%)	$\alpha$ ( $\text{см}^{-1}$ )	$\alpha^2$ ( $\text{см}^{-2}$ )	$h\nu$
200	0,17	17,71956842	313,983105	9,939E-19
201,0004	0,15	18,97119985	359,9064237	9,88953E-19
202,0009	0,15	18,97119985	359,9064237	9,84055E-19
203,0013	0,13	20,40220829	416,2501029	9,79206E-19
204,0017	0,15	18,97119985	359,9064237	9,74404E-19
205,0021	0,14	19,66112856	386,5599764	9,69649E-19
206,0025	0,13	20,40220829	416,2501029	9,6494E-19
207,003	0,13	20,40220829	416,2501029	9,60276E-19
208,0034	0,11	22,07274913	487,2062542	9,55657E-19
...	...	...	...	...

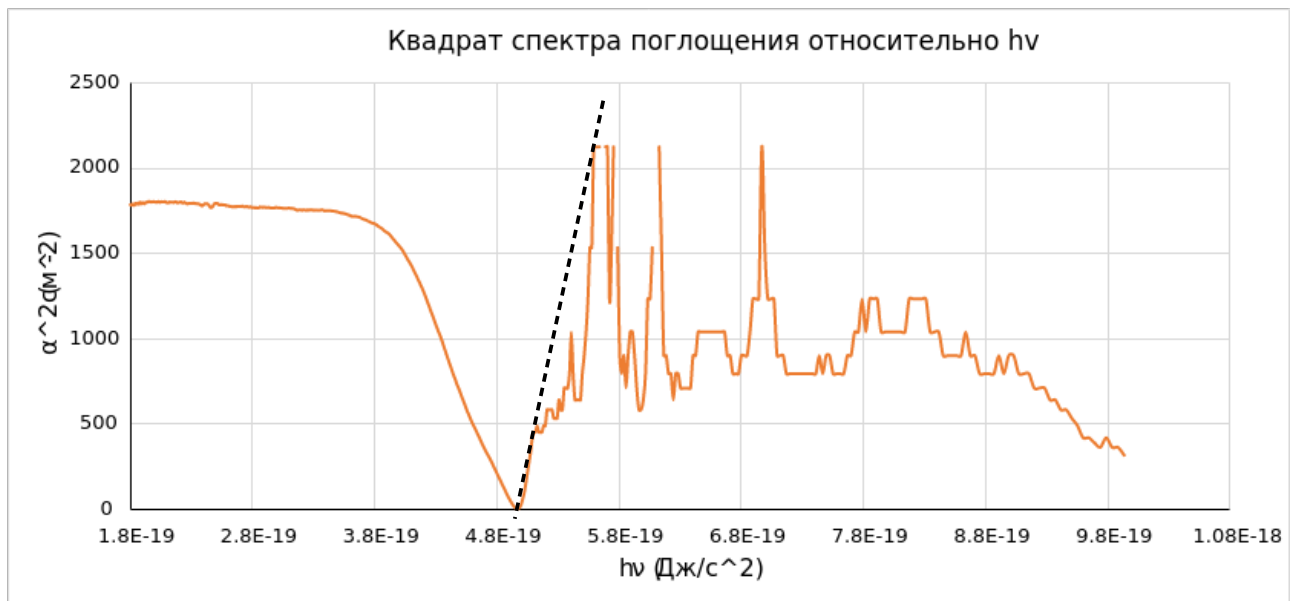
По данным таблицы 2 построим график зависимости значения квадрата спектра поглощения от  $h\nu$  (рис. 1):

рисунок 1



Для определения ширины запрещенной зоны графическим методом потребуется построить к этому графику касательную, и, в месте ее пересечения с осью ОХ, определить значение ширины запрещенной зоны  $E_g$ :

рисунок 2



На данном графике касательная пересекается с осью ОХ в районе числа  $4,96844\text{E-}19$ .

Таким образом, **ширина запрещенной зоны образца  $E_g = 4,96844\text{E-}19$  Дж /  $\text{с}^2 = 3,101$  эВ.**

## Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы при помощи спектрофотометра была установлена зависимость пропускания образца от длины волны излучения. Используя эти данные, графическим методом удалось определить ширину запрещенной зоны данного полупроводника. По итогам измерений, было установлено, что ширина запрещенной зоны образца  $E_g$  составляет 3,101 эВ.