

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерить ток как функцию напряжения при разной интенсивности света.
- Измерить ток как функцию интенсивности света при разном напряжении.

## ЦЕЛЬ ОПЫТА

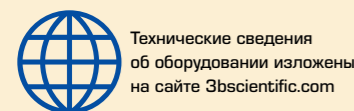
Построение характеристической кривой фоторезистора

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

В основе фотопроводимости лежит поглощение света за счет фотоэлектрического действия в полупроводнике, вследствие чего создаются электронно-дырочные пары. Одной из специфических полупроводниковых смесей, проявляющих особенно сильный фотоэлектрический эффект, является сульфид кадмия. Этот материал используется для изготовления фоторезисторов. В этом опыте фоторезистор из сульфида кадмия освещается белым светом, создаваемым лампой накаливания. Затем интенсивность освещения фоторезистора изменяется при пересечении двух поляризационных фильтров, размещенных друг за другом в пучке света.

## ТРЕБУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Количество	Наименование	№ по каталогу
1	Оптическая скамья модели U, 600 мм	U17151
6	Рейтер модели U, 75 мм	U17160
1	Галогенная лампа для опытов	U17140
1	Диафрагма с регулируемой щелью на ножке	U8474015
1	Выпуклая линза на ножке, $f = +150$ мм	U17103
2	Поляризационный фильтр на ножке	U22017
1	Держатель для вставных частей	U8557220
1	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (230 В, 50/60 Гц)	U33020-230 или
	Источник питания постоянного тока, 0–20 В, 0–5 А (115 В, 50/60 Гц)	U33020-115
2	Цифровой мультиметр P1035	U11806
3	Пара безопасных соединительных проводов для опытов, 75 см, красный/синий цвет	U13816



2

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Фотопроводимость использует поглощение света с помощью фотоэлектрического эффекта в полупроводнике для создания электронно-дырочных пар. В некоторых полупроводниках этот эффект определяется границами неоднородности материала. Поэтому эффект зависит не только от основного материала, но и от его микроструктуры и примесей. Ионизация этих примесей действует подобно легированию в течение нескольких миллисекунд, повышая электрическую проводимость материала. Одна конкретная полупроводниковая смесь, фотоэлектрический эффект которой особенно выражен и которая применяется для изготовления фоторезисторов, это сульфид кадмия.

Поглощение увеличивает проводимость полупроводника так, как это описывается следующим уравнением:

$$(1) \quad \Delta\sigma = \Delta p \cdot e \cdot \mu_p + \Delta n \cdot e \cdot \mu_n$$

$e$ : элементарный заряд,

$\Delta n$ : изменение концентрации электронов,  $\Delta p$ : изменение концентрации дырок,  $\mu_n$ : подвижность электронов,  $\mu_p$ : подвижность дырок

В случае приложения напряжения  $U$  фотоэлектрический ток определяется следующим выражением:

$$(2) \quad I_{ph} = U \cdot \Delta\sigma \cdot \frac{A}{d}$$

$A$ : поперечное сечение пути тока;  
 $d$ : длина пути тока

Следовательно, полупроводник действует в цепи как светозависимый резистор, величина его сопротивления уменьшается, когда на него попадает свет. Зависимость тока от интенсивности света  $\Phi$  при постоянном напряжении может быть выражена в виде

$$(3) \quad I_{ph} = a \cdot \Phi^\gamma, \text{ где } \gamma \leq 1.$$

При этом значение  $\gamma$  отображает процессы рекомбинации внутри материала полупроводника.

В этом опыте фоторезистор из сульфида кадмия освещается белым светом, создаваемым лампой накаливания. Измерения производятся для того, чтобы определить, как ток  $I$ , проходящий через фоторезистор из сульфида кадмия, зависит от приложенного напряжения  $U$  при постоянной интенсивности света  $\Phi$  и как ток зависит от интенсивности света  $\Phi$  при постоянном напряжении  $U$ . Интенсивность меняется пересечением двух поляризационных фильтров, размещенных друг за другом в пучке света.

Если превышает максимально допустимая мощность рассеяния 0,2 Вт, фоторезистор будет поврежден. По этой причине интенсивность падающего света в опыте ограничивается регулируемой щелью непосредственно за источником света.

## ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Вольт-амперные характеристики фоторезистора на основе сульфида кадмия (CdS) расположены на прямой линии, проходящей через начало координат, как это следует из уравнения (2).

Для того чтобы описать характеристики тока и интенсивность света, для использования в качестве относительной меры интенсивности света вычисляется член  $\cos^2\alpha$ . В этом случае  $\alpha$  – это угол между направлениями поляризации двух фильтров. Однако даже если они полностью пересекаются, фильтры не блокируют свет. Также невозможно полностью исключить проникновение остаточного света из помещения, в котором выполняется опыт. В таких обстоятельствах уравнение (3) следует изменить следующим образом:

$$I = a \cdot \Phi^\gamma + b, \text{ где } \gamma \leq 1.$$

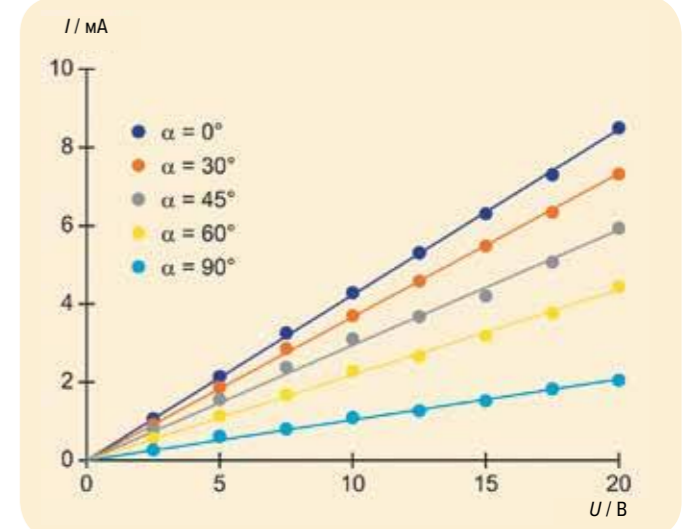


Рис. 1. Вольт-амперные характеристики фоторезистора из сульфида кадмия при разной интенсивности света

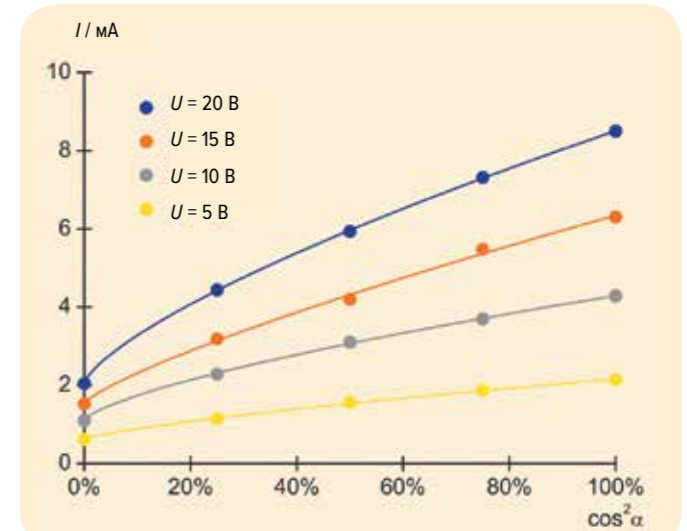


Рис. 2. Характеристики тока и интенсивности света фоторезистора из сульфида кадмия при разном напряжении