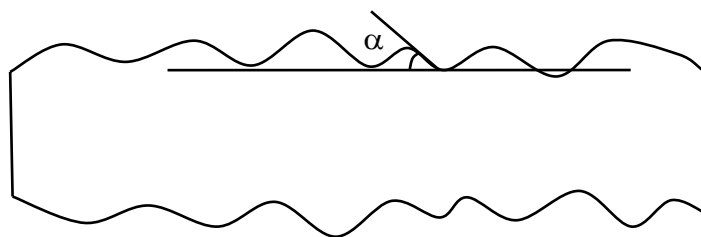


9 класс

9 класс. Задача 1: “Рассеяние света”

Задание:

1. Определите максимальный угол наклона α шероховатостей поверхности.

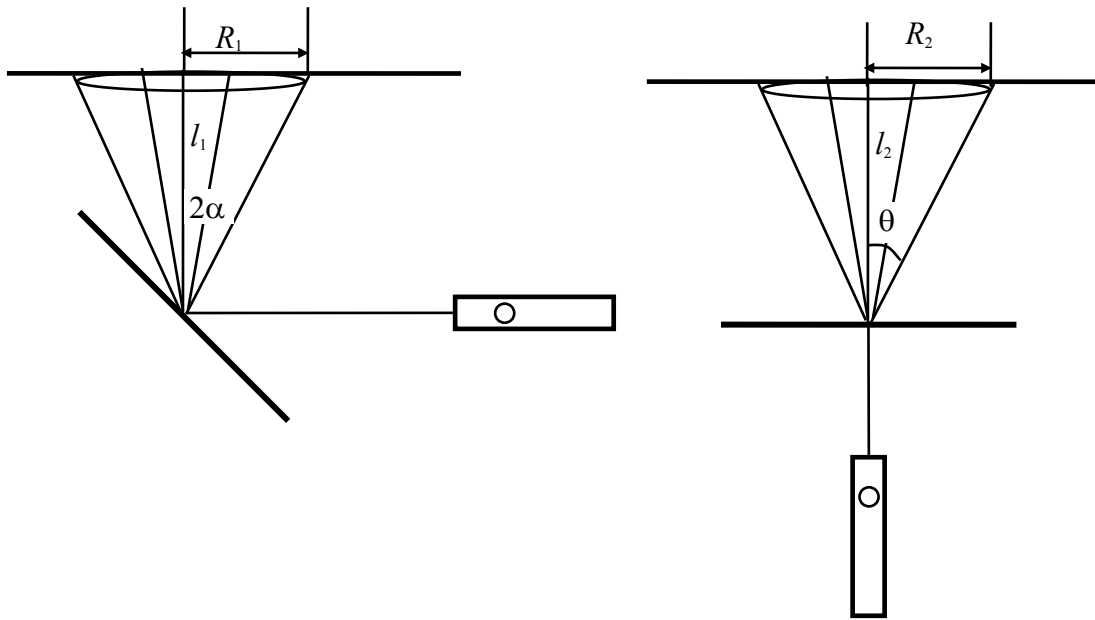


2. Определите показатель преломления n пленки.

Оборудование: лазерная указка, канцелярский зажим, пленка, лист белой бумаги, линейка.

Решение

1. Делаем из листа бумаги вертикальный экран. Устанавливаем пленку в зажиме под углом 45 градусов к листу бумаги. Замеряем расстояние от середины пленки до экрана l_1 . Замеряем размер пятна света лазерной указки, направляя ее на экран перпендикулярно. Направляем луч от лазерной указки на середину пленки параллельно экрану и замеряем максимальные размеры отраженного пятна на экране. Убеждаемся, что размер рассеянного пятна гораздо больше размера пятна указки без рассеяния.



Изменение угла наклона поверхности на величину α приводит к отклонению отраженного луча на угол 2α .

$$2\alpha = R_1/l_1. \quad (2)$$

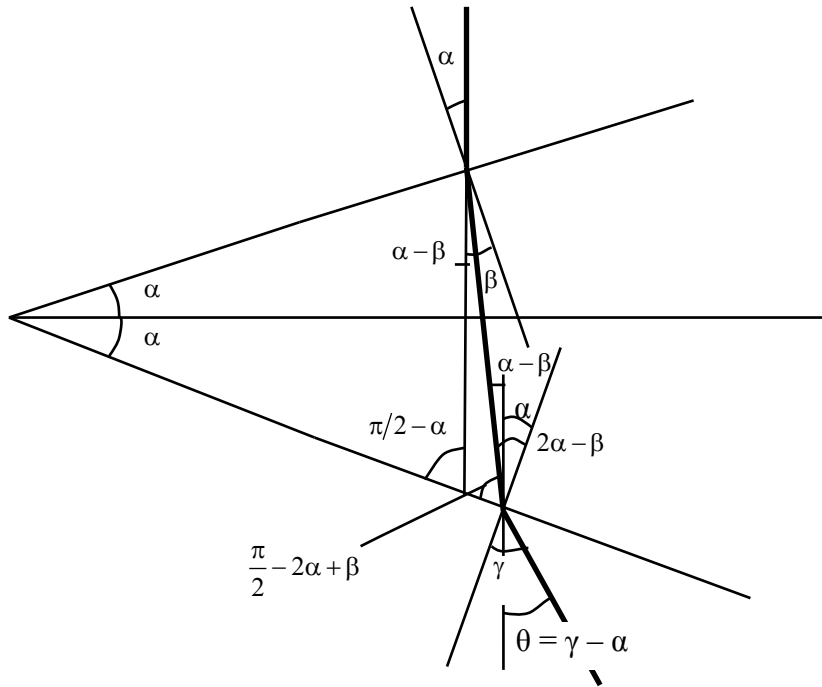
В тестовом эксперименте радиус пятна составил 1 см, расстояние от середины пленки до экрана 4.5 см. Соответственно, $2\alpha = 1/4.5$, $\alpha = 1/9 \approx 0.11$.

2. Пропускаем луч лазерной указки через пленку, стоящую параллельно экрану. Измеряем расстояние до экрана и размер пятна рассеянного пленкой света.

Тогда угол рассеяния

$$\theta = R_2/l_2. \quad (3)$$

Максимальное отклонение луча будет, когда обе шероховатости поверхности на противоположных сторонах пленки наклонены к нормали на угол α навстречу друг другу:



Согласно закону Снеллиуса на верхней границе

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

Учитывая малость углов $\theta \ll 1$, $\alpha \ll 1$, $\beta \ll 1$, получим

$$\beta = \alpha/n$$

На нижней границе

$$\frac{\sin(2\alpha - \beta)}{\sin \gamma} \approx \frac{2\alpha - \beta}{\gamma} = \frac{1}{n},$$

$$\gamma = (2\alpha - \beta)n$$

Тогда угол отклонения луча

$$\theta = \gamma - \alpha, \quad (4)$$

$$\theta = (2\alpha - \beta)n - \alpha = 2\alpha(n - 1).$$

Решим уравнение относительно n :

$$n = 1 + \theta / (2\alpha). \quad (5)$$

Подставляя измеренные значения $\theta \approx 1/7$ и $\alpha \approx 0.11$, получим $n = 1.64$.

Критерии оценивания

| | | |
|----|--|---------|
| 1. | Приведен рисунок опыта для определения угла наклона шероховатостей | 1 балл |
| 2. | Получена формула (2) для угла наклона шероховатостей | 2 балла |

| | | |
|----|--|---------|
| 3. | Определен угол наклона шероховатостей | 2 балла |
| 4. | Приведен рисунок для определения показателя преломления и угла рассеяния | 1 балл |
| 5. | Определен угол рассеяния согласно (3) (формула и значение по 1 баллу) | 2 балла |
| 6. | Получена формула (4) для угла рассеяния | 2 балла |
| 7. | Получена формула (5) для показателя преломления | 2 балла |
| 8. | Определен показатель преломления, ворота: $n = 1.65 \pm 0.15$ | 2 балла |
| 9. | Оценена погрешность | 1 балл |

9 класс. Задача 2: “Черный ящик”

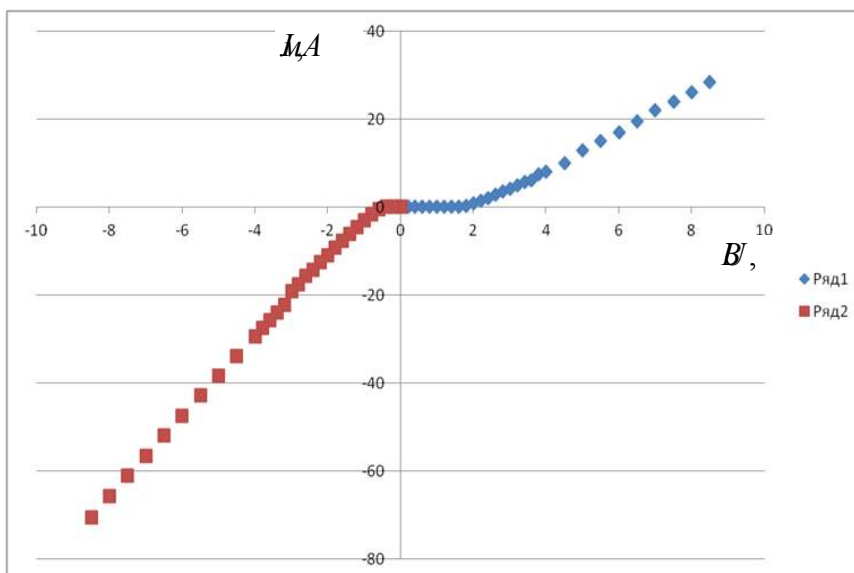
Определите, какая схема содержится в черном ящике, и параметры входящих в нее элементов.

Внимание! Перед началом измерений установите все регуляторы напряжения источника питания в крайнее левое (нулевое) положение. Больше 8 вольт на ящик не подавать! Новый черный ящик взамен сожженного, выдан, естественно, не будет.

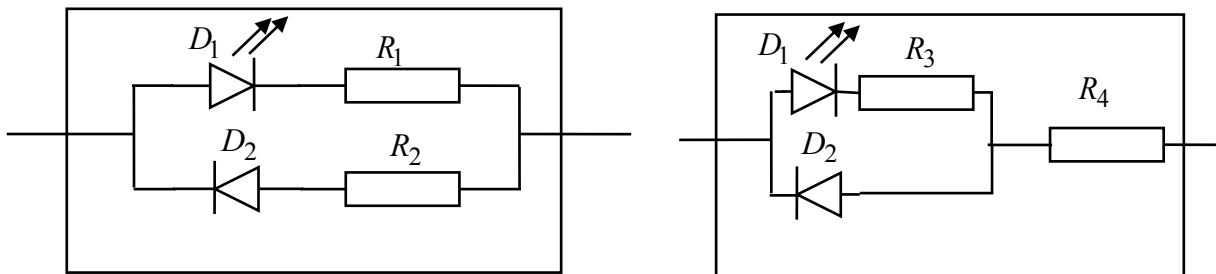
Оборудование: черный ящик, мультиметр, регулируемый источник постоянного тока.

Решение

Вольт-амперная характеристика черного ящика:



Возможные схемы черного ящика:



Угловые коэффициенты ветвей характеристики имеют разный наклон, сопротивления могут быть найдены как

$$R_1 = \frac{\Delta U_+}{\Delta I_+} = \text{Ом}, \quad R_2 = \frac{\Delta U}{\Delta I_-} \text{ Пф Ом}$$

или

$$R_3 = \frac{\Delta U_+}{\Delta I_+} = \text{Ом}, \quad R_4 = \frac{\Delta U}{\Delta I_-} \text{ Пф Ом}$$

Напряжения открытия диодов $V_1 = 1.5$ (светодиод), $V_2 = 0.5$ (выпрямительный диод).

Критерии оценивания

| | | |
|----|---|---------|
| 1. | Снята вольтамперная характеристика черного ящика в прямом направлении (таблица) | 1 балл |
| 2. | Снята вольтамперная характеристика черного ящика в обратном направлении (таблица) | 1 балл |
| 3. | Построена вольтамперная характеристика (0,5 балла), правильно указаны физические величины на осях и единицы их измерения (0,5 балла), шкала (значения целые, четные или делящиеся на 5) (0,5 балла), правильно выбран масштаб по осям (кривая занимает не менее 75 % от поля графика) (0,5 балла) | 2 балла |
| 4. | Приведена возможная схема (любая эквивалентная) | 3 балла |
| 5. | Определены сопротивления по угловым коэффициентам ВАХ при больших значениях напряжения при прямом включении. | 2 балла |
| 6. | Определены сопротивления по угловым коэффициентам ВАХ при больших значениях напряжения при обратном включении. | 2 балла |
| 7. | Определены напряжения открытия диодов (по 1 баллу на каждый). | 2 балла |
| 8. | Оценена погрешность | 2 балла |