

11 класс

Задача 11.1. Угол Брюстера

Оборудование: лазерная указка с фонариком, пленка, фоторезистор, мультиметр, линза, макетная плата, лупа.

Известно, что проводимость фоторезистора прямо пропорциональна его освещенности. Интенсивность частично поляризованного света I_0 можно представить в виде суммы интенсивностей полностью плоско поляризованного света I_p и неполяризованного света I_e .

1. Определите угол, при котором отраженная от пленки волна является полностью поляризованной.

2. Определите показатель преломления материала пленки.

3. Определите степень поляризации излучения лазерной указки. Степень поляризации определяется как доля поляризованной составляющей излучения в полной

интенсивности света $P = \frac{I_p}{I_0}$, где I_p – интенсивность поляризованной составляющей света, I_0 – полная интенсивность.

4. Определите отношение интенсивностей поляризованной и неполяризованной составляющих частично поляризованного света лазерной указки.

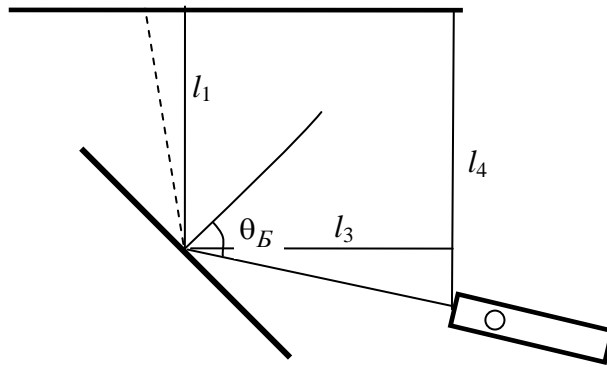
5. Определите коэффициент отражения r_1 излучения, отраженного от пленки при угле Брюстера.

Решение

При падении света на пленку под углом Брюстера, отраженный свет полностью поляризован.

Поскольку лазерная указка генерирует частично поляризованный свет, угол Брюстера находится из условия, что при повороте указки вокруг своей оси отраженный от пленки луч наиболее сильно ослабевает, что соответствует ориентации плоскости поляризации луча в плоскости падения. Тогда

$$\operatorname{tg} \theta_B = n.$$



1.
$$\theta_B = \frac{\pi}{4} + \operatorname{arctg}\left(\frac{l_4 - l_1}{l_3}\right)$$
2.
$$n = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \operatorname{arctg}\left(\frac{l_4 - l_1}{l_3}\right)\right).$$

Это дает: $n = 1.67$.

С помощью линзы расширим пучок света, создаваемый указкой.

Учитывая, что $I_{\max} = I_p + \frac{I_e}{2}$, $I_{\min} = \frac{I_e}{2}$, $I_0 = I_p + I_e$, получим

$$P = \frac{I_p}{I_0} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}.$$

Ориентируя луч под углом Брюстера к поверхности и поворачивая указку вокруг своей оси, найдем $I_{\max} \sim \frac{1}{R_{\min}}$ и $I_{\min} \sim \frac{1}{R_{\max}}$, откуда получим P .

$$4. P = \frac{I_p}{I_p + I_e} = \frac{I_p/I_e}{1 + I_p/I_e} \Rightarrow P + P I_p/I_e = I_p/I_e \Rightarrow I_p/I_e = \frac{P}{1 - P}$$

5. Для определения коэффициента отражения при падении под углом Брюстера направим свет от фонарика сначала непосредственно на фоторезистор и определим $I_0 \sim \frac{1}{R_0}$, затем направим свет на пленку под углом Брюстера так, чтобы отраженный

свет падал на фоторезистор, и найдем $I_{\text{отр}} \sim \frac{1}{R_{\text{отр}}}$. Найдем коэффициент отражения:

$$r_{\text{бp}} = \frac{I_{\text{бp}}}{I_0} = \frac{R_0}{R_{\text{бp}}}.$$

Критерии оценивания

Экспериментально определен угол Брюстера	3
Определено значение показателя преломления материала пленки	2
Выведена формула для определения степени поляризации через максимальное и минимальное значения интенсивностей прошедшего через пленку света	2
Измерены величины сопротивлений для нахождения I_{max} и I_{min}	2
Найдено значение P	2
Найдено I_p/I_e (формула + значение)	1+1
Найден коэффициент отражения r_1	2

Задача 11.2. Биомеханика – см. задачу 10.2.