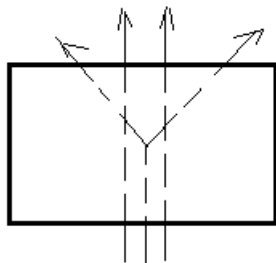


Решение экспериментального тура РО по физике-2024 11 класс, 15 баллов

Координаты вертикальных рёбер призмы могут быть установлены просветкой щели под двумя различными углами к нормали к щели. Выбор удобных углов осуществляется учеником самостоятельно. Запрашиваемые к измерению параметры могут отличаться для разных чёрных ящиков. Ниже представлен возможный ход решения.

1) Установим миллиметровку в качестве экрана, подложим перед и за коробкой для более точного измерения положения лазера и светлой точки на экране.

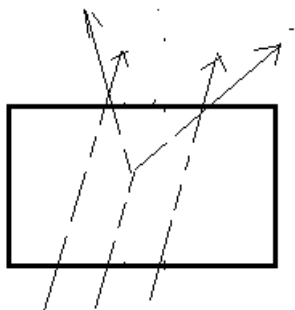
Просветим щель лучом по нормали к ней, перемещая лазер слева направо. Положения лазера, при которых луч начнёт и перестанет отклоняться, выдадут x -координаты крайних слева и справа рёбер призмы. Положения лазера, при которых наблюдается резкий скачок угла отклонения, выдадут x -координаты других рёбер.



Лучи отклоняются двояко с резким изломом угла отклонения – предположительно призма трёхгранная [1 балл].

Координаты рёбер $x_1 = 8.0$ см, $x_2 = 8.7$ см, $x_3 = 10.0$ см [3 балла] отсчитываются от левого края коробки.

2) Просветим под углом к нормали 30° найдём положения лазера, при которых луч попадает на рёбра призмы. Они отличаются на $\Delta x_1 = 3.2$ см, $\Delta x_2 = 2.1$ см, $\Delta x_3 = 3.0$ см. [1.5 балла]



Тогда $y_1 = \Delta x_1 \sqrt{3} = 5.5$ см, $y_2 = \Delta x_2 \sqrt{3} = 3.6$ см, $y_3 = \Delta x_3 \sqrt{3} = 5.2$ см [1.5 балла]. Координата y отсчитываются от края козырька, вдоль которого перемещался источник света.

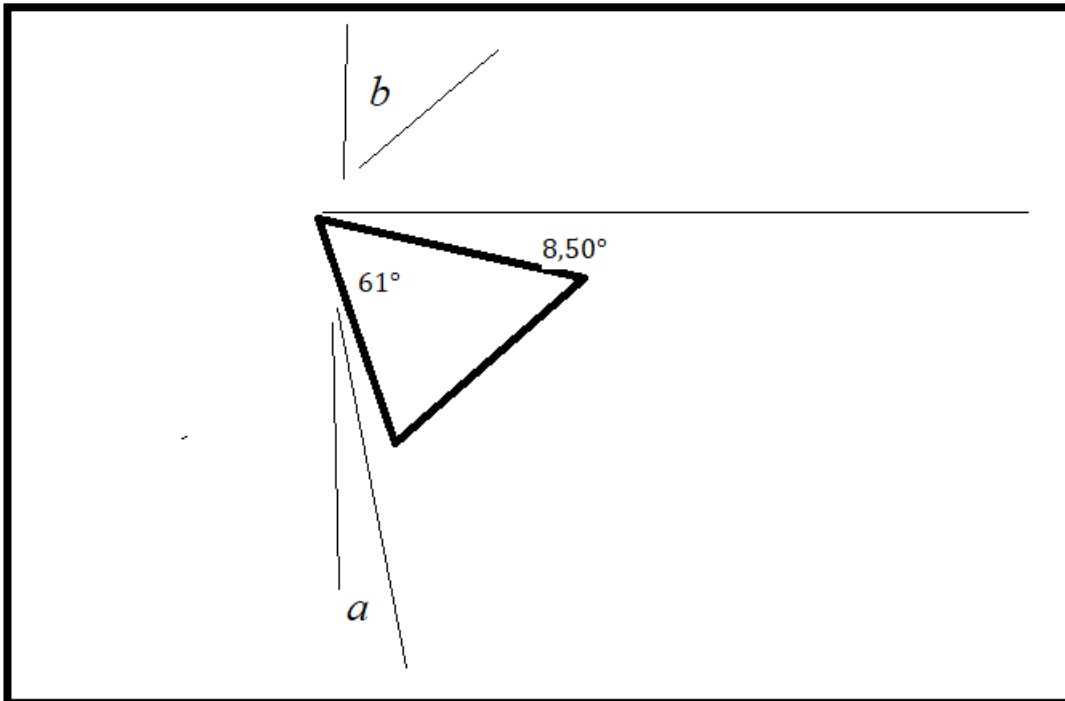
3) Углы при вершинах призмы

$$\alpha = \arctg\left(\frac{y_1 - y_2}{x_2 - x_1}\right) - \arctg\left(\frac{y_1 - y_3}{x_3 - x_1}\right) = 61^\circ$$

$$\beta = \arctg\left(\frac{y_1 - y_3}{x_3 - x_1}\right) + \arctg\left(\frac{y_3 - y_2}{x_3 - x_2}\right) = 59^\circ$$

$$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta = 60^\circ \text{ [3 балла]}$$

4) Проведём серию замеров углов отклонения луча лазера при вершине призмы с углом $\alpha = 61^\circ$. Сама призма расположена как на рисунке. $8,5^\circ$ составляет одна из граней с осью x .



Для углов с нормалью $i_1 = a + 69,5^\circ$ входящего и $i_2 = b - 8,5^\circ$ выполняется связь которую нетрудно рассчитать, дважды применив закон Снеллиуса. [2 балла]

$$n = \frac{\sqrt{\sin^2 i_1 + \sin^2 i_2 - 2 \cos a \sin i_1 i_2}}{\sin a}$$

Таблица хотя бы 5 значений [2 балла (2-4 значения -1,5 балла, 1 значение - 0,5 балла)]

a°	b°	i_1°	i_2°	n
10	45	79.5	36.5	1.57
5	47	74.5	38.5	1.58
0	50	69.5	41.5	1.58
-5	52	64.5	43.5	1.57
-10	56	59.5	47.5	1.58

Среднее значение $n=1.58$ [1 балл]