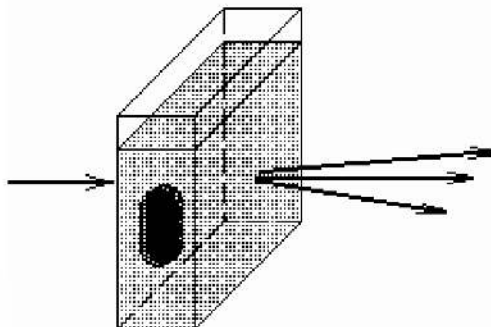


Условие

11-5. В кювету, имеющую форму прямоугольного параллелепипеда, налита вода. К одной из боковых стенок кюветы прикреплен пьезоэлектрический источник ультразвука, совершающий гармонические колебания с частотой $\nu = 4,5$ МГц. Через кювету пропускают узкий пучок света с длиной волны $\lambda = 0,66$ мкм. При этом на экране, расположенном за кюветой на расстоянии $l = 9,0$ м, образуется три световых пятна, расстояние между которыми $a = 3,6$ см. Определите скорость звука в воде.

$\nu = 4,5$ МГц. Через кювету пропускают узкий пучок света с длиной волны $\lambda = 0,66$ мкм. При этом на экране, расположенном за кюветой на расстоянии $l = 9,0$ м, образуется три световых пятна, расстояние между которыми $a = 3,6$ см. Определите скорость звука в воде.



Решение

11-5. Показатель преломления воды зависит от ее плотности, а, следовательно, от давления в жидкости. При подключении к кювете источника ультразвука в воде образуется стоячая звуковая волна, т.е. периодическая структура областей разрежения и сжатия. Эта структура играет роль дифракционной решетки, на которой происходит дифракция света. Период «решетки», очевидно, равен длине стоячей звуковой волны, которая равна половине длины бегущей волны $\lambda_{\text{зв}}$.

$$d = \frac{\lambda_{\text{зв}}}{2} = \frac{c}{2\nu}, \quad (1)$$

где c — скорость звука в воде.

Условие максимума при дифракции на решетке имеет вид

$$d \sin \varphi = m\lambda, \quad (2)$$

где λ — длина световой волны, m — порядок дифракции, φ — угол дифракции. В данном случае угол мал, поэтому

$$\sin \varphi \approx \varphi \approx \frac{a}{l}. \quad (3)$$

Из (1) – (3) получим $\frac{c}{2\nu} \frac{a}{l} = \lambda$. Откуда находим

$$c = \frac{2\lambda\nu l}{a} = \frac{2 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6} \cdot 4,5 \cdot 10^6 \cdot 9,0}{3,6 \cdot 10^{-2}} = 1490 \text{ м/с}.$$

$$c = \frac{2\lambda\nu l}{a} = \frac{2 \cdot 0,66 \cdot 10^{-6} \cdot 4,5 \cdot 10^6 \cdot 9,0}{3,6 \cdot 10^{-2}} = 1490 \text{ м / с.}$$