

---

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.3.2

# ДИФРАКЦИЯ СВЕТА НА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЕ В ЖИДКОСТИ

---

**Цель работы:** изучение дифракции света на синусоидальной акустической решетке и наблюдение фазовой решетки методом темного поля.

**Оборудование:** оптическая скамья, осветитель, два длиннофокусных объектива, кювета с жидкостью, кварцевый излучатель с микрометрическим винтом, генератор ультразвуковой частоты, линза, вертикальная нить на рейтере, микроскоп.

---

### ТЕОРИЯ

---

При небольших амплитудах УЗ волны показатель преломления меняется по закону

$$n = n_0(1 + m \cos(\Omega x))$$

$$\Omega = 2\pi/\Lambda$$

Акустическая решетка чисто фазовая если

$$m \ll \frac{\Lambda}{L} \sqrt{\frac{\lambda}{L}}$$

В общем случае, углы распространения света, при прохождении через кювету определяются условием

$$\Lambda \sin(\theta_m) = m\lambda$$

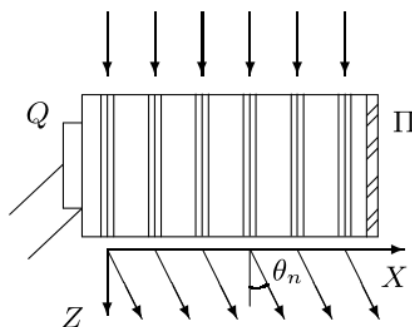


Рис. 1. Дифракция световых волн на акустической решётке

## ХОД РАБОТЫ

Соберем схему согласно рисунку и настроим ее. Установим рабочую ширину щели на 20 мкм.

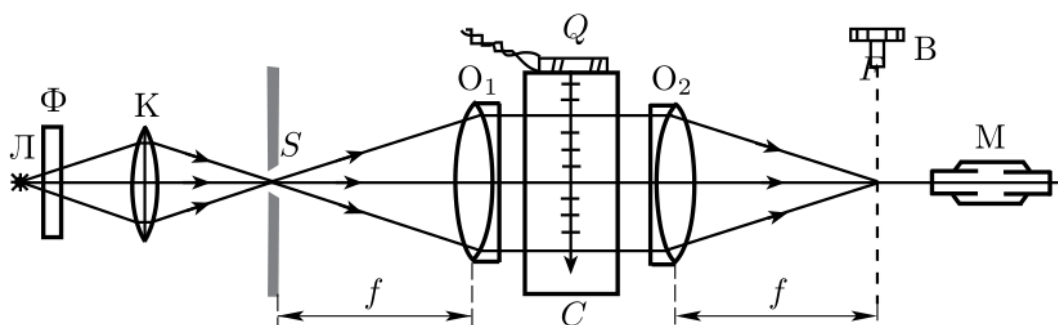


Рис. 2. Схема наблюдения дифракции на акустической решётке

## ОЦЕНКА СКОРОСТИ ЗВУКА

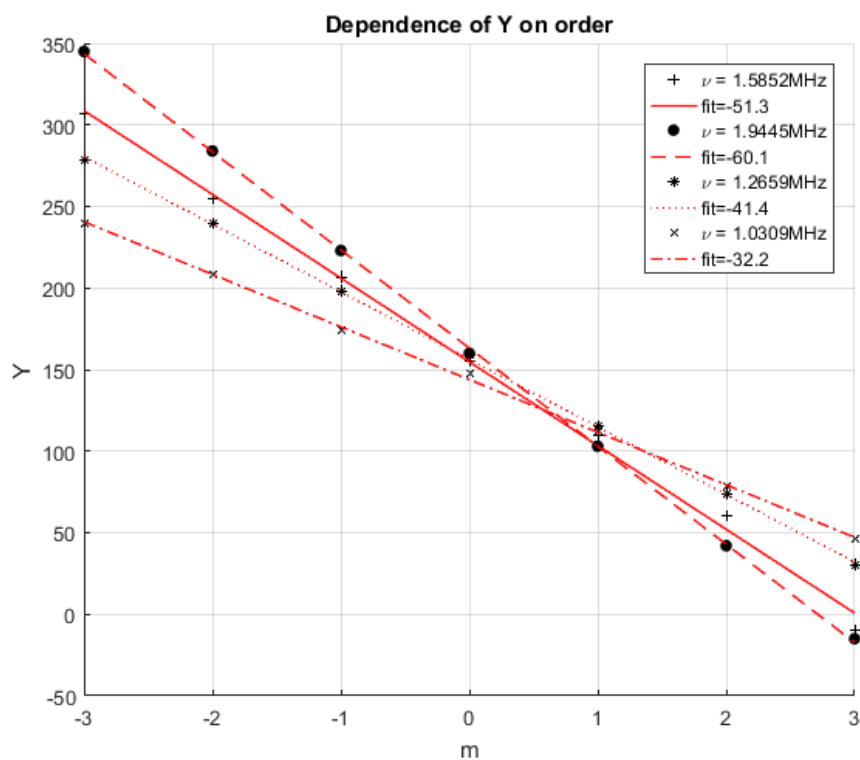
Плавно меняя частоту в диапазоне 1-1.5 МГц получим дифракционную картину. Оценим длину УЗ-волны. Именно, удвоенное расстояние между наиболее четкими дифракционными картинами равно 1.0 мм, и скорость звука

$$v = \lambda \nu = 1.480 \text{ км/с.}$$

Определим положения дифракционных полос. Уровень нуля – 100 делений. Цена деления – 4 мкм.

Частота, МГц	1.5852	1.9445	1.2659	1.0309
$x_{-4}$ , делений				269
$x_{-3}$	307		278	240
$x_{-2}$	255	284	240	208
$x_{-1}$	206	223	198	174
$x_0$	155	160	159	148
$x_1$	110	103	115	113
$x_2$	60	42	74	78
$x_3$	-10	-15	30	46
$x_4$			-13	12

По полученным данным построим графики  $Y = Y(m)$  и определим коэффициенты наклона.



И рассчитаем расстояние между соседними полосами.

Частота, МГц	1.5852	1.9445	1.2659	1.0309
Коэффициент наклона	-51.3	-60.1	-41.4	-32.2
Расстояние между полосами, мкм	205.2	240.4	165.6	128.8
Λ, мкм	873	745	1082	1391
Скорость звука, км/с	1385	1450	1370	1435

Длина УЗ волны равна

$$\Lambda = \frac{f\lambda}{l}$$

Табличное значение скорости звука – 1484 км/с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКА МЕТОДОМ ТЕМНОГО ПОЛЯ

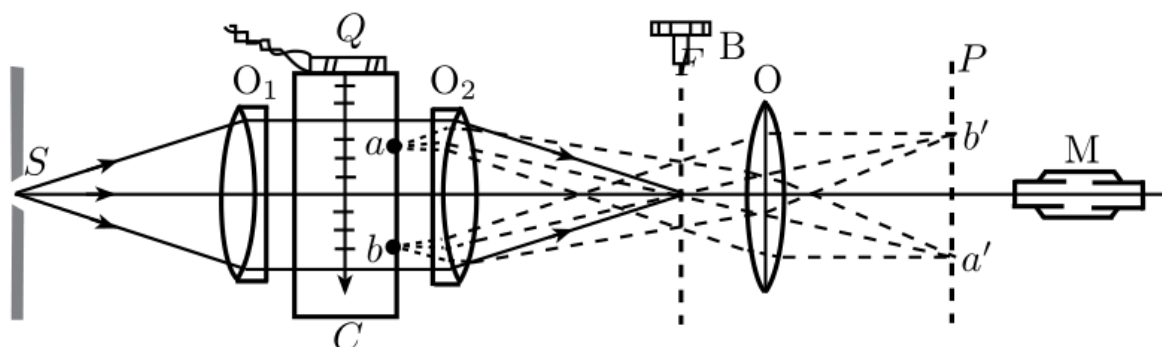


Рис. 3. Наблюдение акустической решётки методом тёмного поля

Перемещая излучатель найдем наиболее четкую картину решетки. Для нескольких частот определим координаты первой и последней видимых полос, и количество светлых полос между ними.

Частота, МГц	X0	X1, делений	Количество полос	Длина волны $\Lambda$ , мкм
1.0842	0	163	12	1268
1.2963	0	173	14	1154
1.4751	0	173	16	1009
1.6559	0	173	18	897
1.8032	0	164	20	765
0.9950	7	170	10	1522

Цена деления 46.7 мкм/дел.

Построим график по полученным данным и определим скорость ультразвука.

