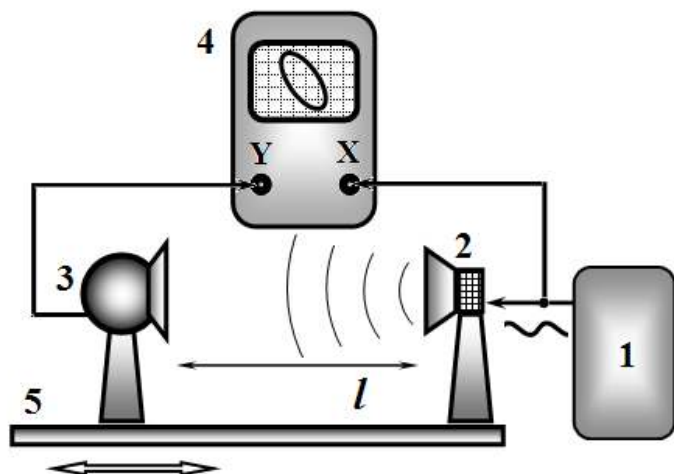


Условие

Задача 11-1 Измерение скорости звука с помощью осциллографа.

Для точного измерения скорости звука используется следующая экспериментальная установка.



Гармонический синусоидальный электрический сигнал с заданной частотой ν от генератора 1 подается на звуковой динамик 2, испускающий звук той же частоты. Этот звук улавливается микрофоном 3. Динамик и микрофон размещены на подставках, микрофон может перемещаться по рельсу 5, тем самым, изменяя расстояние l между динамиком и микрофоном. Сигнал от генератора также подается на вход X осциллографа. Микрофон под действием звука выдает электрический сигнал, напряжение которого пропорционально давлению звуковой волны, падающей на микрофон. Этот сигнал подается на вход Y осциллографа. Горизонтальное смещение луча на экране осциллографа пропорционально напряжению, подаваемому на вход X , а вертикальное смещение пропорционально напряжению, подаваемому на вход Y . Осциллограф настроен так, что максимальные смещения луча по горизонтали и вертикали равны.

Часть 1. Изменение фигуры.

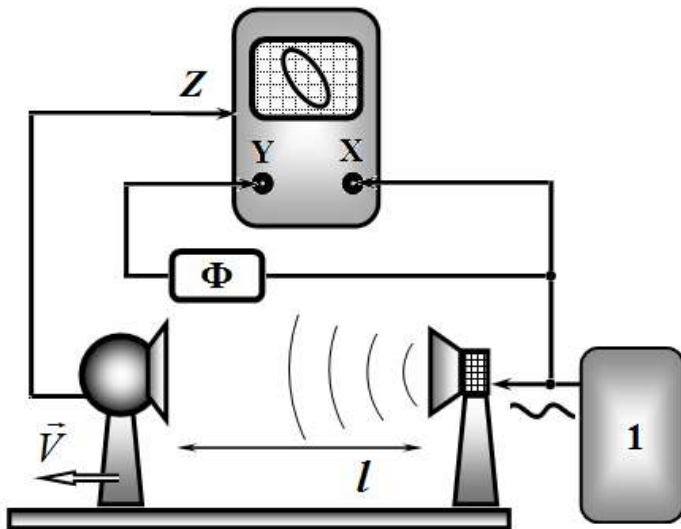
1.1 Запишите уравнение звуковой волны, распространяющейся от динамика. Амплитуда волны A , частота ν , скорость звука c .

1.2 Запишите функции от времени, описывающие сигналы, подаваемые на входы X и Y осциллографа, в зависимости от расстояния l .

1.3 Изобразите траектории луча на экране осциллографа при различных расстояниях $l = m \frac{\lambda}{8}$ $m = 0, 1, 2, \dots, 8$, где λ - длина звуковой волны. В каждом случае укажите направление движения луча.

Часть 2. Движение выреза.

В осциллографе также имеется вход Z , напряжение на котором регулирует яркость луча. Если напряжение на этом входе превышает пороговое значение $U_{\text{пор.}}$, то луч гаснет. На вход Z подается сигнал с микрофона. Пороговое значение отрегулировано так, что $U_{\text{пор.}} = 0,9U_{\text{max}}$, где U_{max} - амплитудное значение сигнала микрофона. Синусоидальный сигнал от генератора по-прежнему подается на динамик и на вход X осциллографа. Этот же сигнал проходит через фазовращатель



(на схеме обозначен Φ), который изменяет фазу сигнала на $\frac{\pi}{2}$, не изменяя его амплитуды (для этого используется обычный конденсатор).

2.1 Изобразите траекторию луча на экране при отключенном микрофоне.

При включенном микрофоне на траектории луча появляется вырез (из-за того, что вход Z гасит луч).

2.2 Чему равен угловой размер образующегося выреза?

2.3 Микрофон перемещают с постоянной скоростью $\vec{V}$, удаляя его от динамика. Модуль этой скорости значительно меньше скорости звука. Определите угловую скорость движения выреза на экране осциллографа, при частоте генератора равной ν .

2.4 При частоте генератора $\nu = 600$ Гц и скорости движения микрофона $V = 2,5 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$ вырез делает полный оборот за время $\tau = 220$ с. Определите по этим данным скорость звука в воздухе.