

## ЗАДАЧА 1. КОЛЕБАНИЯ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ

В этой задаче вам предстоит наблюдать явление резонанса при вынужденных колебаниях. Резонанс возникает, когда частота внешней силы совпадает с частотой собственных колебаний системы, и заключается в резком увеличении амплитуды колебаний. В качестве колебательной системы в этой задаче используется подвес громкоговорителя, ведущий себя при малых колебаниях по закону Гука. Можно считать, что малые колебания подвеса громкоговорителя аналогичны колебаниям груза некоторой массы на пружине. В роли вынуждающей силы выступает электромагнитная сила, действующая на катушку громкоговорителя со стороны магнита. Подключив громкоговоритель к генератору сигналов, можно создавать вынуждающую силу произвольной частоты.

Задание: измерьте жесткость подвеса динамика  $k$  и массу неизвестного винта  $m$ . Почему зависимость  $1/f^2(m)$ , где  $f$  — частота резонанса, а  $m$  — колеблющаяся масса, не проходит через начало координат?

Оборудование: генератор переменного напряжения звуковой частоты, динамик с приклеенной гайкой, 1 короткий винт,  $m_v = (2,75 \pm 0,02)$  г, 1 гайка,  $m_r = (0,95 \pm 0,02)$  г, 3 шайбы,  $m_{ш} = (1,27 \pm 0,02)$  г, 1 длинный винт неизвестной массы.

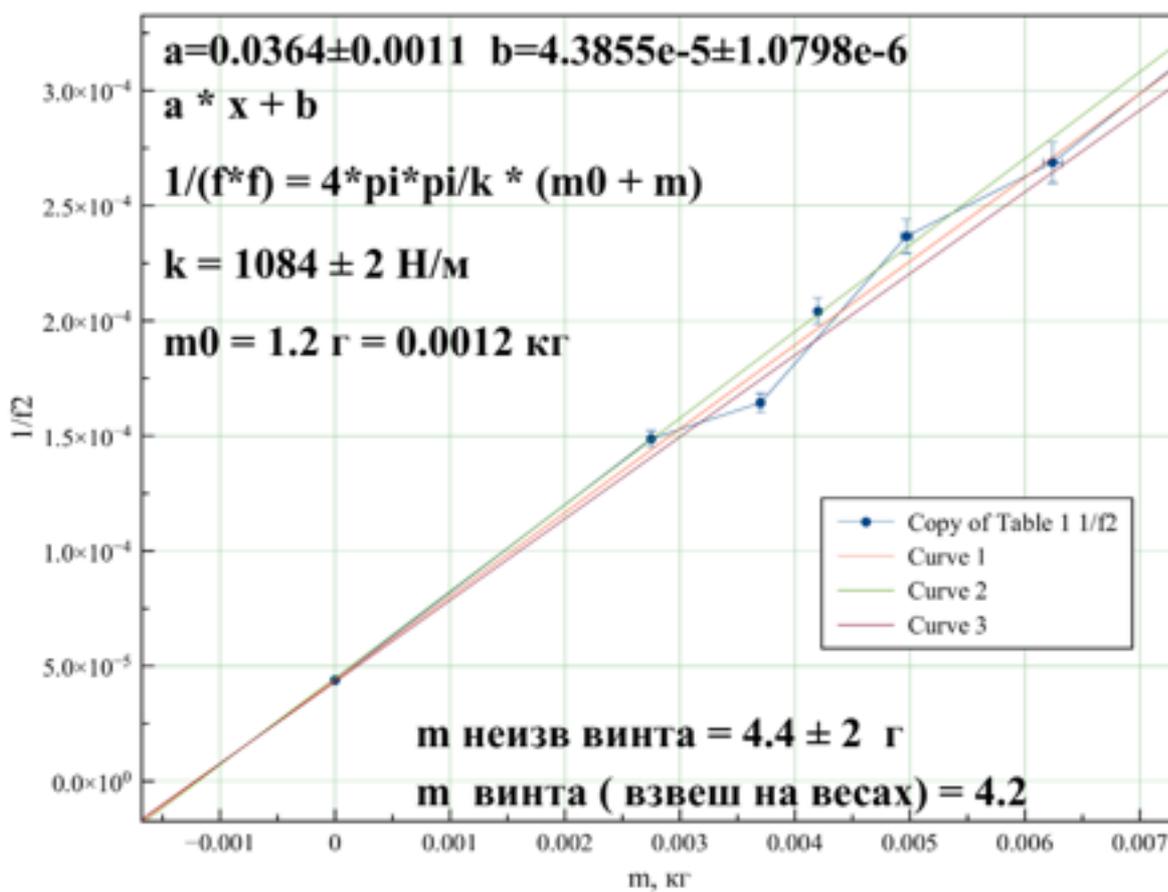
Примечание: винты в гайку динамика нужно вкручивать с осторожностью, без лишних усилий! Частота собственных колебаний груза массы  $m$  на пружине жесткостью  $k$  задается формулой  $f^2 = k/(4\pi^2 m)$ .

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ

Подключим выход генератора сигналов к динамику. Установим на генераторе небольшую амплитуду сигнала и синусоидальную форму, чтобы колебания можно было считать гармоническими.

Найдем частоты, при которых возникает резонанс, для разных масс, прикрепленных к гайке динамика. Частоту резонанса можно определить, плавно изменяя частоту сигнала на генераторе и наблюдая за динамиком. Вблизи частоты резонанса (без дополнительных гаек частота равна  $140 \pm 2$  Гц) динамик начинает заметно вибрировать на столе. Ширина полосы частот, в которой визуально наблюдается вибрация — около 3 Гц, поэтому частоту можно определить с точностью порядка 2%.

Отложим на графике зависимость обратного квадрата частоты резонанса от массы грузов. Тангенс угла наклона этой зависимости позволяет определить  $k$ , а неизвестная масса определяется путем нахождения на графике массы, соответствующей частоте резонанса с гайкой неизвестной массы.



## ЗАДАЧА 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОДИОДА

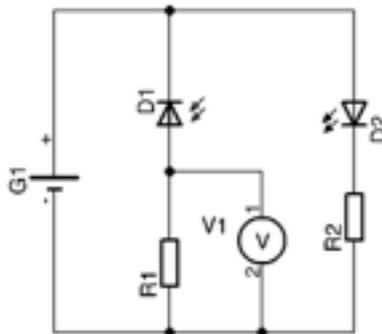
Задание: измерьте угловую зависимость чувствительности фотодиода с точностью до произвольного множителя. Постройте график этой зависимости.

Оборудование: светодиод с резистором (положительный вывод отмечен красной изоляцией), фотодиод с резистором (отрицательный вывод отмечен черной изоляцией), блок батареек 4.5В (положительный вывод — красный, отрицательный — черный), мультиметр, миллиметровая бумага.

Примечание: чувствительность фотодиода — это отношение тока, протекающего через фотодиод к мощности падающего на него света. Свет, падающий на фотодиод под разными углами, приводит к появлению разных значений тока. Резистор, включенный последовательно с фотодиодом, служит для измерения тока.

### ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ

Соберем схему, указанную на рисунке. Для начала необходимо убедиться, что напряжение, которое показывает мультиметр, зависит от интенсивности света, падающего на фотодиод. Это легко сделать, прикрывая фотодиод рукой. Убедившись, что напряжение уменьшается при уменьшении интенсивности света, т.е. схема собрана правильно, можно приступать к измерению угловой зависимости чувствительности фотодиода.



Расположим светодиод на миллиметровой бумаге и закрепим напротив его лист тонкой бумаги. Такая конструкция близка по характеристикам к точечному источнику, и, в отличие от фотодиода, излучает свет во все стороны с примерно одинаковой интенсивностью.

Будем перемещать фотодиод по окружности радиусом 20см с центром в точке, где находится светодиод, держа фотодиод параллельно одной из сторон миллиметровой бумаги. Для каждого положения фотодиода заносим в таблицу координаты фотодиода и напряжение на вольтметре. Для каждой пары координат вычислим угол, под которым свет падает из светодиода на фотодиод. Построим график зависимости.

Если провести измерения до достаточно больших углов, можно заметить, что помимо центрального пика при нулевом угле, наблюдаются два пика меньшей высоты при углах около 70 градусов. Аналогичный эффект можно наблюдать при помощи линзы светодиода: вокруг основного круглого пятна на некотором расстоянии видно дополнительное светлое кольцо.