

ВИБРОГЕНЕРАТОР С КОМПЛЕКТОМ ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ (FAL-29R)

Артикул РН36214

ПАСПОРТ

Назначение

Виброгенератор может быть использован, чтобы показать некоторые свойства волнового движения, особенно поперечных волн, хотя он также может быть использован, чтобы показать, продольную волну. Наиболее важные свойства волн, ведущие к понятию основной частоты и ее гармоник, могут быть продемонстрированы при генерации стоячих волн в натянутой струне (шнуре).

Виброгенератор также может быть использован для исследования колебаний стальной полосы или пружины. В ходе экспериментов исследуется зависимость между натяжением, длиной и частотой основных колебаний.

Устройство прибора.

Виброгенератор представляет собой катушку, намотанную эмалированной медной проволокой на тонкой металлической трубке, подвешенной в постоянном магнитном поле через пару мембран, по одной на каждом конце трубки катушки. Постоянное магнитное поле создается мощным кольцевым керамическим магнитом, поверх которого крепится весь узел. Катушка движется или вибрирует внутри постоянного магнита, когда на ее обмотку подается переменный ток. Частота вибрации является такой же, как частота переменного тока.

Соединение виброгенератора с внешним оборудованием осуществляется посредством алюминиевого штока, установленного вертикально в верхней части катушки. В торце штока выполнено отверстие диаметром 4 мм для подключения штекера типа «банан». Для блокировки случайного перемещения вала предусмотрена стопорная планка.



Предохранитель входной цепи перегорает, если ток в цепи питания превышает 1А.

Для создания волн прикрепите к валу вибратора подходящую проволоку, пружину или шнур с помощью штекера типа «банан». Подайте на вход сигнал от генератора.

В нижней части корпуса виброгенератора имеется резьбовое отверстие для установки монтажного стержня, позволяющего использовать его в вертикальном положении, на боку или под наклоном, например, на оверхедпроекторе.

На верхней стороне корпуса также выполнена пара резьбовых отверстий, расположенных диаметрально напротив друг друга, для установки дополнительных принадлежностей при проведении различных экспериментов.

Меры предосторожности

1. Всегда блокируйте шток виброгенератора при установке аксессуаров, а также во время хранения.
2. Подавайте входной сигнал генератора только после разблокировки штока.
3. Входной сигнал не должен превышать 1А.
4. Всегда заменяйте перегоревший предохранитель предохранителем аналогичного номинала — 1 А, 250 В, инерционный. При замене предохранителя убедитесь, что держатель предохранителя полностью затянут.

Гарантия

Изготовлено в Индии по заказу ООО «Лаббокс»

Срок службы изделия не менее 3 лет.

Гарантия изготовителя 12 месяцев с начала эксплуатации, но не более 18 месяцев со дня продажи торговой организацией.

Не подлежит обязательной сертификации.

Рекомендуемые эксперименты

СТОЯЧИЕ ВОЛНЫ I

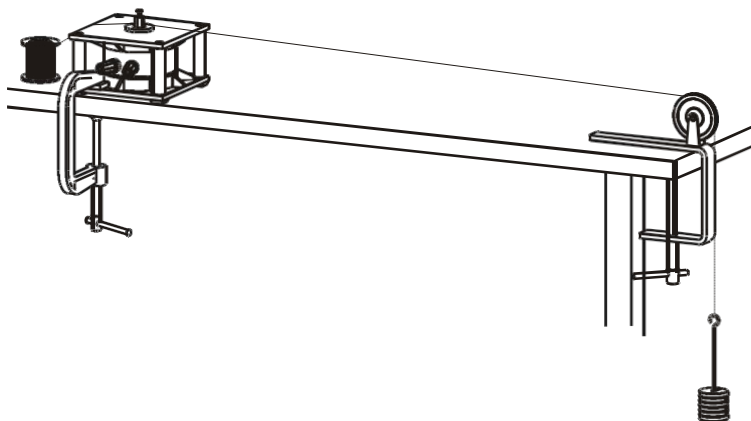
Цель работы:

После завершения этого эксперимента учащиеся должны познакомиться с понятием стоячей волны в шнуре и факторами, влияющими на нее.

Оборудование:

- нейлоновый шнур с резиновым сердечником (входит в комплект поставки виброгенератора)
- оборудование из комплекта стандартного оснащения кабинета физики:
 - генератор сигналов
 - груз наборный 100 г или 200 г
 - ролик на струбцине или неподвижный блок и лабораторный штатив
 - струбцина или штатив лабораторный с лапой
 - мерная лента (или рулетка, или линейка)
 - соединительные провода для подключения к генератору

Соберите экспериментальную установку, как показано на рисунке.



Расположите виброгенератор у края стола и закрепите его так, чтобы он оставался в одном положении. Вы можете использовать струбцину или штатив с лапой из комплекта кабинета физики для фиксации корпуса виброгенератора.

Приготовьте шнур длиной 2 м, установите груз с крючком массой, например, 50 г с одной стороны шнура. Эта нагрузка создаст натяжение нити равное ($0,050 \text{ кг} \times 10 \text{ м/с}^2 = 0,50 \text{ Н}$). Запишите длину шнура в Таблицу 1. Вы также можете использовать грузы другой массы, пересчитав натяжение в соответствии с ней.

Вместо блока на струбцине можно использовать штатив с неподвижным блоком.

Подсоедините генератор сигналов к сети питания (выключатель питания должен быть выключен).

Задайте уровень выходного напряжения генератора сигналов равным 2...3 В, частоту не более 10 Гц и синусоидальную форму волны.

Соедините клеммы виброгенератора с выходами генератора сигналов с помощью соединительных проводов.

Включите генератор сигналов.

В большинстве случаев шнур останется в состоянии покоя.

Медленно увеличивайте выходную частоту генератора сигналов до тех пор, пока не возникнет стоячая волна с одним горбом посередине и двумя узлами, расположенными близко к краям шнура как показано в строке 1 столбца 1 Таблицы 1 ниже.

Подстройте частоту таким образом, чтобы амплитуда горба была максимальной.

Это простой способ получить стоячую волну в натянутом шнуре. Такой режим колебаний называется основным, а соответствующая ему частота – основной, - соответствующей основной форме колебаний (т.е. оба конца шнура неподвижны, натяжение шнура постоянно, масса шнура постоянна). Помните, что расстояние между двумя соседними узлами равно $\frac{1}{2}$ длины волны ($\frac{1}{2} \lambda$).

Таблица 1: Длина шнура $L = \dots$ м; натяжение $T = 1.0$ Н

Форма волны	Частота f	Длина волны λ	$v = f \cdot \lambda$
<p>Узел Горб Узел</p> 			
<p>У Г У Г У</p> 			
<p>У Г У Г У Г У</p> 			
<p>У Г У Г У Г У Г У</p> 			

Запишите значение частоты в строку 1 Таблицы 1.

Измерьте длину L колеблющейся части шнура. Эта длина приблизительно равна расстоянию между штоком виброгенератора и точкой, в которой шнур впервые касается ролика. Иначе говоря это расстояние равно половине длины волны ($\frac{1}{2} \lambda$).

Вычислите длину волны и запишите ее значение в Таблицу 1.

Вычислите скорость волны, используя выражение $v = f \times \lambda$, и запишите результат в столбец 4 Таблицы 1.

Не меняя длины шнура и его натяжения, увеличивайте частоту генератора сигналов до тех пор, пока шнур не примет форму показанную в строке 2 столбца 1 Таблицы 1, добившись максимально возможной амплитуды колебаний.

Такой режим колебаний называется режимом *первой гармоника*, а соответствующая ему частота - *частотой первой гармоника*.

Повторите шаги 10, 12 и 13, запишите результаты в соответствующие клетки Таблицы 1.

Повторите шаги 14 и 15 для более высоких гармоник, т.е. *второй* и *третьей гармоника*, формы огибающих волны которых приведены в строках 3 и 4 столбца 1 Таблицы 1.

Проверьте результаты в Таблице 1 и найдите зависимость между значением основной частоты колебаний шнура и ее гармониками. Запишите ваши выводы ниже.

Проверьте вычисленные значения скорости распространения волны v в столбце 4.

Что вы можете сказать о скорости волны? Зависит ли она от частоты?

Основная частота и натяжение (нагрузка)

Повторите шаги, перечисленные выше, при другом натяжении шнура, изменив массу груза так, чтобы натяжение нити составляло, например, 2.0 Н, 3.0 Н и 4.0 Н соответственно, сохраняя длину шнура неизменной. Используйте Таблицы 2, 3 и 4 для записи результатов измерений.

Сравните результаты в 4 таблицах.

Влияет ли натяжение шнура на частоту основных колебаний и ее гармониками?

Влияет ли натяжение шнура на скорость распространения волны? Как скорость распространения волны зависит от натяжения шнура?

Как изменится частота основных колебаний при изменении длины шнура при сохранении натяжения постоянным?

Таблица 2: Длина шнура $L = \dots$ м; натяжение $T = 2.0$ Н

Форма волны	Частота f	Длина волны λ	$v = f \cdot \lambda$
Узел Горб Узел 			
у г у г у 			
у г у г у г у 			
у г у г у г у г у 			

Таблица 3: Длина шнура $L = \dots$ м; натяжение $T = 3.0$ Н

Форма волны	Частота f	Длина волны λ	$v = f \cdot \lambda$
Узел Горб Узел 			
у г у г у 			
у г у г у г у 			
у г у г у г у г у 			

Таблица 4: Длина шнура $L = \dots$ м; натяжение $T = 4.0$ Н

Форма волны	Частота f	Длина волны λ	$v = f \cdot \lambda$
Узел Горб Узел 			
у г у г у 			
у г у г у г у 			
у г у г у г у г у 			

МОДЕЛЬ АТОМА БОРА

Цель работы: кольцо из пружинной стали предназначено для наблюдения за закономерностью появления узлов и пучностей стоячей волны на замкнутой в кольцо пластине. После завершения этого эксперимента учащиеся должны познакомиться с понятием стоячей волны в шнуре и факторами, влияющими на нее.

Оборудование:

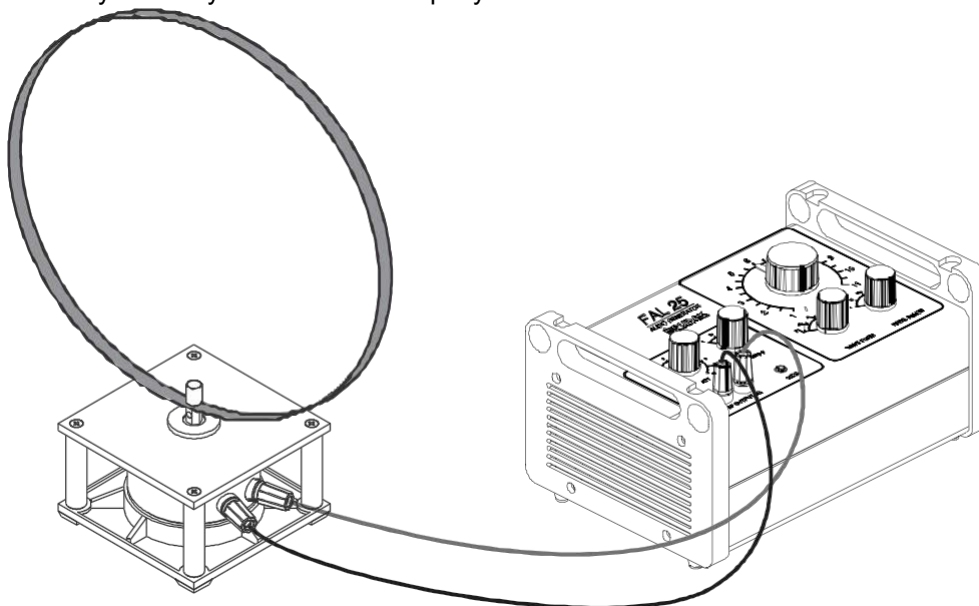
- кольцо из стальной пружинной ленты (входит в комплект поставки виброгенератора)
- оборудование из комплекта стандартного оснащения кабинета физики:
- генератор сигналов
- мерная лента (или рулетка, или линейка)
- соединительные провода для подключения к генератору

В 1913 году Нильс Бор сформулировал известную планетарную модель атома. В этой модели электрон вращается вокруг ядра в соответствии со своим энергетическим уровнем. Электрон может переходить со своей орбиты на более дальнюю от ядра орбиту, поглощая энергию, и возвращаться на исходную орбиту, выделяя энергию. Эта модель разрешила загадку атомных спектров. Однако тот факт, что электроны могут занимать только определенные энергетические уровни, смутил Бора и других исследователей. Электрон считался частицей, которая могла вращаться (круговая орбита) вокруг своего ядра (расстояние орбиты от ядра зависит от его скорости). На самом деле, дальнейшие исследования не показали того же результата. Это так называемая проблема дискретных уровней энергии. Тайну дискретных уровней энергии можно понять, рассматривая электрон не как частицу, а как волну материи.

Луи де Бройль представил эту идею в 1924 году. Ученый предположил, что с каждой частицей связана волна. Длина волны материи обратно пропорциональна импульсу частицы. В планетарной модели атома Бора орбита - это место, где волна материи конструктивно усиливает себя. С этой точки зрения считается, что масса и заряд электрона как бы распространяются в стоячую волну, окружающую атомное ядро. Длина волны материи должна равномерно вписываться в окружности орбит. Самая внутренняя орбита имеет окружность в одну длину волны электрона, вторая орбита имеет окружность в две длины волны электрона и так далее. На каждой орбите электрон имеет уникальную длину волны, а также уникальную частоту. В нашем эксперименте с кольцом, мы будем наблюдать стоячие волны на дискретных частотах (определенных частотах), соответствующих уникальной длине волны.

Настройка прибора

1. Подготовьте установку как показано на рисунке.



2. Убедитесь, что переключатель сети генератора сигналов выключен, и подключите генератор к сети питания.

3. Установите средний уровень выходного напряжения.

4. Выберите синусоидальную форму волны.

5. Установите выходную частоту на самом низком уровне.

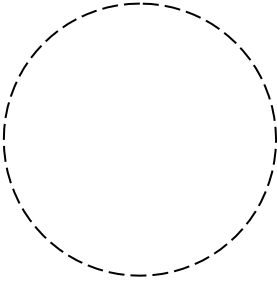
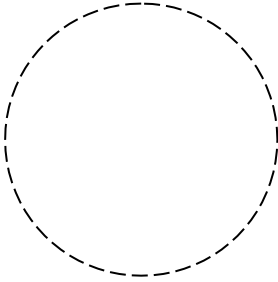
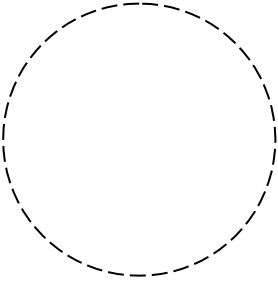
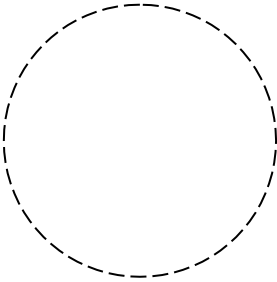
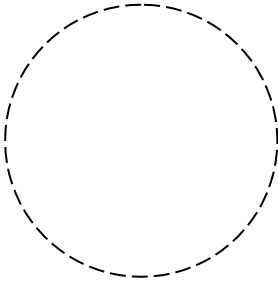
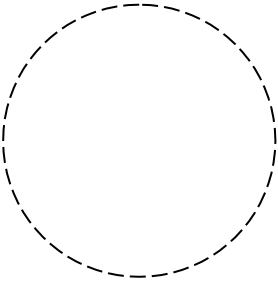
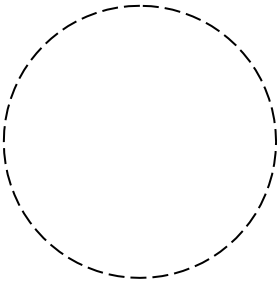
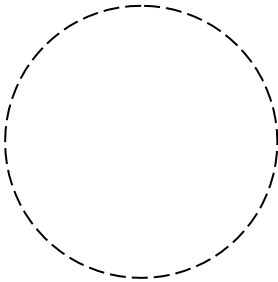
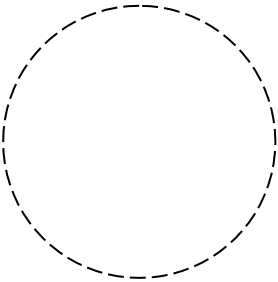
6. Соедините виброгенератор с генератором сигналами проводами.

7. Убедитесь, что шток виброгенератора заблокирован и установите кольцо на виброгенератор.

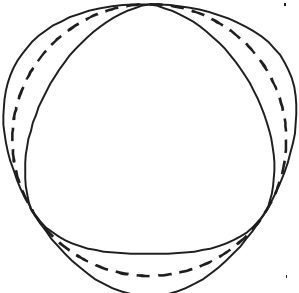
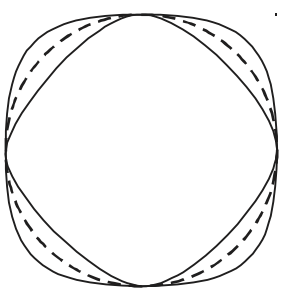
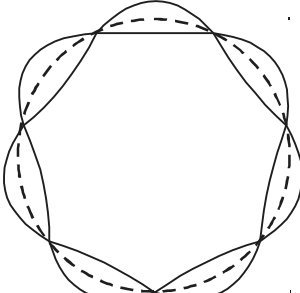
8. Разблокируйте шток виброгенератора

Порядок работы

1. Включите генератор звуковой частоты.
2. Медленно увеличивайте частоту генератора сигналов.
3. На определенных частотах на контуре кольца будут появляться узлы и пучности.
4. Зарисуйте структуру узлов и пучностей в кольце.
5. Запишите приблизительно определенное значение частоты в таблицу.
6. Продолжайте изменять частоту генератора сигналов, чтобы найти другие контуры.
7. Запишите частоту, при которой стоячая волна состоит из узлов и образуются пучности, и заполните следующую таблицу.

Частота: Гц 	Частота: Гц 	Частота: Гц 
Частота: Гц 	Частота: Гц 	Частота: Гц 
Частота: Гц 	Частота: Гц 	Частота: Гц 

Образцовые формы контура и значения частот, соответствующие поставляемому кольцу

Частота: ± 26 Гц	Частота: ± 71 Гц	Частота: ± 79 Гц
		

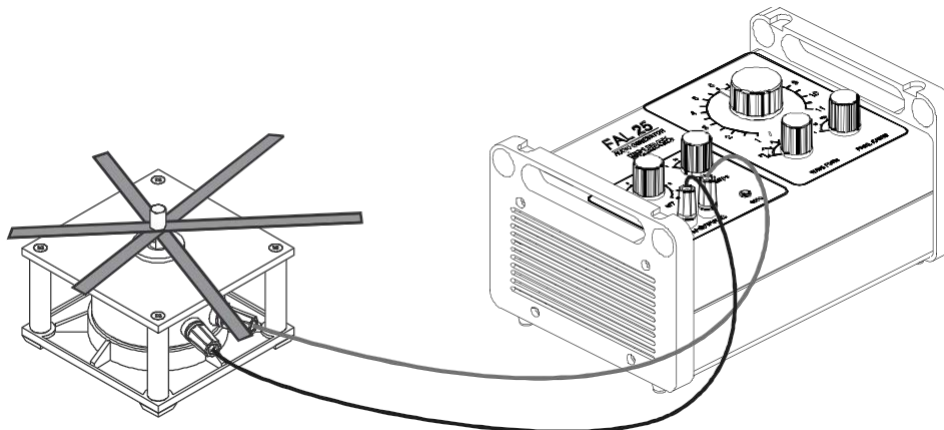
РЕЗОНАНС СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ.

Эксперимент с полосками предназначен для наблюдения резонанса на разная длина полосок. В ходе эксперимента полосы разной длины будут резонировать с источником вибрации на разных частотах

Резонансные полоски предназначены для демонстрации зависимости между частотой колебаний и длиной волны при вибрации стальной полосы. Насадка состоит из трех стальных полос, образующих шесть лучей разной длины, но одинаковой плотности.

Настройка прибора

1. Подготовьте установку как показано на рисунке.



2. Убедитесь, что переключатель сети генератора сигналов выключен, и подключите генератор к сети питания.

3. Установите средний уровень выходного напряжения.

4. Выберите синусоидальную форму волны.

5. Установите выходную частоту на самом низком уровне.

6. Соедините виброгенератор с генератором сигналов проводами.

7. Убедитесь, что шток виброгенератора заблокирован и установите полоски на виброгенератор.

8. Разблокируйте шток виброгенератора

Порядок работы

1. Измерьте длину всех шести полосок, от самой короткой до самой длинной. Запишите результаты в таблицу.

2. Включите генератор звуковой частоты.

3. Медленно увеличивайте частоту вибрации, регулируя выходную частоту генератора сигналов.

4. На определенной частоте полосы начнут резонировать и вибрировать.

5. Запишите частоту (приблизительную) вибрации полосок в таблицу.

6. Продолжайте изменять частоту, чтобы определить другие резонансные частоты.

7. Запишите длину полос и частоту генератора, соответствующие моментам резонанса полос.

№	Длина полосы	Резонансные частоты			
		F_1	F_2	F_3	F_4
1	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц
2	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц
3	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц
4	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц
5	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц
6	..... ММ	±Гц	±Гц	±Гц	±Гц

ФИГУРЫ ХЛАДНИ.

Цель работы:

Этот эксперимент предназначен для наблюдения за тем, как геометрия объекта влияет на закономерности резонанса механических колебаний на двумерном объекте.

Оборудование:

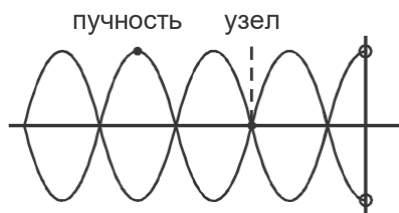
- круглая и прямоугольная пластины Хладни (входят в комплект поставки виброгенератора)
- оборудование из комплекта стандартного оснащения кабинета физики:
 - генератор сигналов
 - мерная лента (или рулетка, или линейка)
 - соединительные провода для подключения к генератору
 - соль мелкого помола
 - электроплитка или спиртовка
 - чашка для выпаривания
 - фарфоровый или стальной шпатель
 - беруши или шумозащитные наушники

Пластины Хладни используются для наблюдения влияния геометрии объекта на резонансную картину механических колебаний двумерных объектов. Существует два типа пластин Хладни: круглая и прямоугольная. Эти пластины приводятся в действие путем вынужденных колебаний центра пластины с помощью штока виброгенератора. При этом мелкая соль, высыпаясь на поверхность пластины, под действием вибрации будет концентрироваться в узловых точках стоячих волн, которые связаны с гармонической частотой колебаний пластины Хладни.

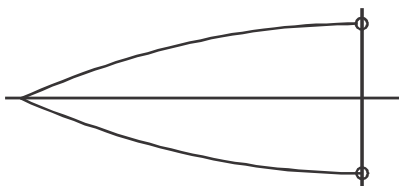
Явление резонанса на пластине Хладни завораживает. Соляной порошок, высыпанный на тарелку, образует определенные узоры. (предварительно выполните эксперимент со шнуром, чтобы ознакомиться с понятием стоячей волны).

Если шнур растянуть и дернуть за один конец, волна пройдет от одного конца шнура к другому – это явление называют стоячей волной. Стоячая волна на шнуре — это результат двух волн, которые приходят с разных направлений и встречаются в одной точке с одинаковой частотой и амплитудой.

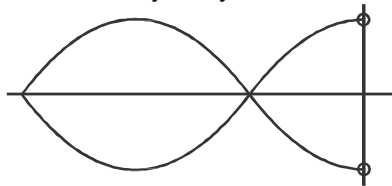
Существует два типа стоячей волны. Первый наблюдают, когда концы шнура привязаны между двумя неподвижными опорами. Второй возникает, когда один конец шнура закреплен, а другой свободен. В обоих случаях стоячая волна образует узлы и пучности, которые можно наблюдать визуально. Количество пучностей и узлов зависит от основной частоты шнура и частоты источника вибрации.



Узор, образованный пучностью и узлом



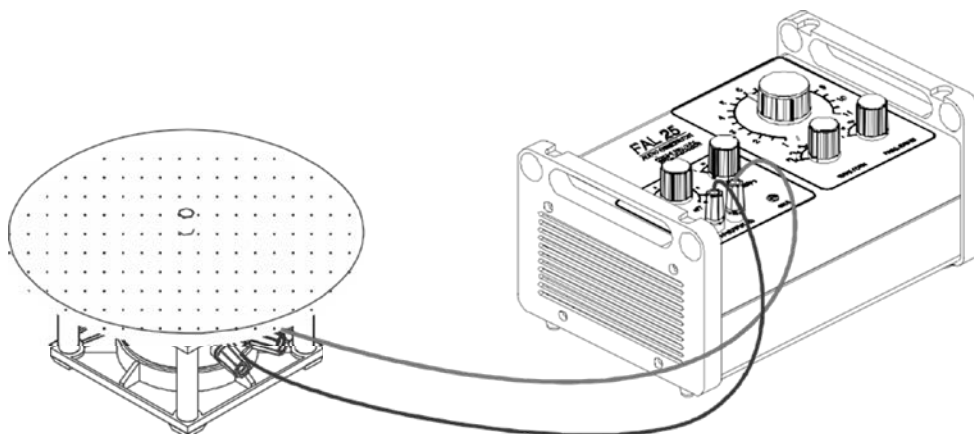
Узор, образованный двумя пучностями и двумя узлами



Приведенные выше узоры также создаются на двумерных объектах, и их можно наблюдать с помощью пластин Хладни.

Настройка прибора

1. Подготовьте установку как показано на рисунке.



2. Убедитесь, что переключатель сети генератора сигналов выключен, и подключите генератор к сети питания.

3. Установите средний уровень выходного напряжения.

4. Выберите синусоидальную форму волны.

5. Установите выходную частоту на самом низком уровне.

6. Соедините виброгенератор с генератором сигналами проводами.

7. Убедитесь, что шток виброгенератора заблокирован и установите круглую пластину Хладни на виброгенератор.

8. Разблокируйте шток виброгенератора

Порядок работы

1. Чтобы во время эксперимента ушам было комфортно, используйте наушники.

2. Наилучший результат эксперимента можно получить, используя сухую мелкую соль. Однако соль легко впитывает воду. Чтобы сохранить ее сухой, рекомендуется во время эксперимента нагревать соль в выпаривательной чашке, установленном на плитке или спиртовке; одновременно помешивая ее фарфоровым шпателем.

Насыпьте сухую мелкую соль на поверхность тарелки Хладни с помощью фарфоровой лопаточки.

Примечание. Если в ходе эксперимента количество соли уменьшилось, добавьте больше соли поверх тарелки Хладни.

3. Медленно увеличивайте частоту вибрации штока, увеличивая частоту генератора сигналов.

4. Соль сформирует определенный узор на определенной частоте.

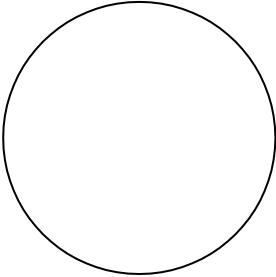
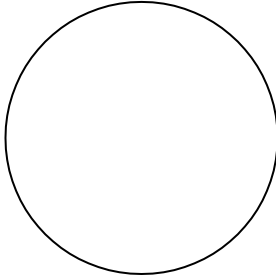
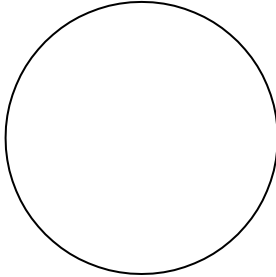
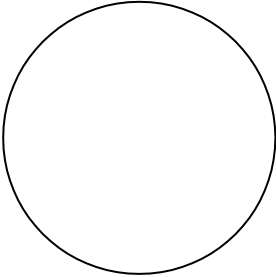
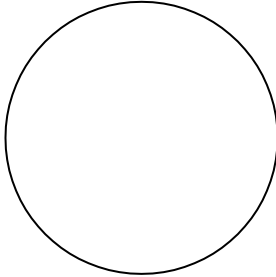
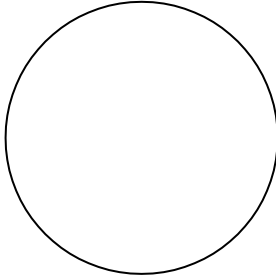
5. Запишите частоту (приблизительно) и зарисуйте эскиз резонансной картины в таблице.

Если используется круглая пластинка Хладни, обычно образующийся узор представляет собой круги различного диаметра. В случае прямоугольной пластины узоры имеют вид параболических кривых.

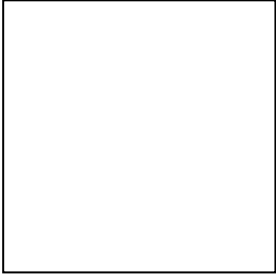
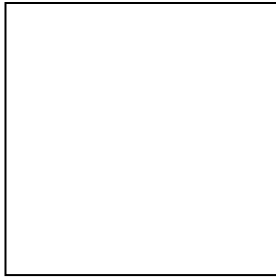
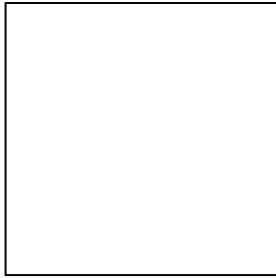
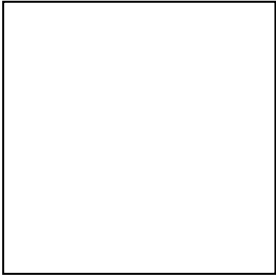
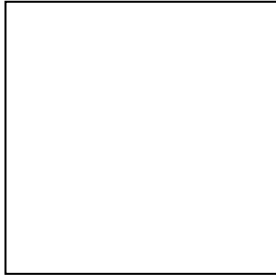
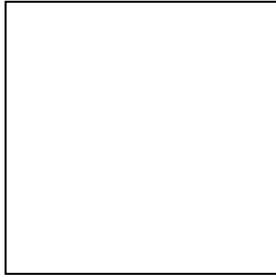
6. Повторите эту процедуру, используя прямоугольную пластину.

7. Продолжайте менять частоту, пока не получите различные четкие закономерности.

Узоры на круглой пластине

Частота Гц 	Частота Гц 	Частота Гц 
Частота Гц 	Частота Гц 	Частота Гц 

Узоры на прямоугольной пластине

Частота Гц 	Частота Гц 	Частота Гц 
Частота Гц 	Частота Гц 	Частота Гц 

Ниже приведены примеры узоров, которые образуются на прямоугольной пластине Хладни, из комплекта поставки виброгенератора:

