

**Дисциплина:** ОУДВ(У).02 Физика

**Преподаватель:** Трушина О.В.

**Эл. почта:** o.v.trushina@mail.ru

**Группа:** ЭС-20

**Срок выполнения задания:** 16-21.11.2020 г.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Убедительная просьба выполнять все предыдущие рекомендации при выполнении заданий. Если возникают вопросы – решаем в рабочем порядке индивидуально или через группу в WhatsApp.

**Свои работы фотографируете и отправляете на мою электронную почту:**  
[o.v.trushina@mail.ru](mailto:o.v.trushina@mail.ru)

**Учебник по физике В.Ф. Дмитриева**

<http://docplayer.ru/26136210-Fizika-uchebnik-v-f-dmitrieva-dlya-professiy-i-specialnostey-tehnicheskogo-profilya-so-az-nachalnoe-i-srednee-professionalnoe-obrazovanie-ocd.html>

### **Задания на 16-21.11.2020 г.**

- 1. Решить** из билетов (смотреть **Приложение**) задачи по механике.
- 2. Рассмотрев** примеры решения задач (с. 288-289), **выполнить практическую работу № 5.**

#### **Практическая работа № 5**

##### **Определение характеристик механических волн**

**Указание:** Практическая работа состоит из двух частей – теоретической и практической. После изучения теоретического материала можно приступать к выполнению практической части. Она состоит из двух и более задач для самостоятельного выполнения. Не забывайте о правильном оформлении решения.

##### **Теоретическая часть**

Если в каком-либо месте упругой среды (твердой, жидкой или газообразной) возбудить колебания ее частиц, то вследствие взаимодействия между частицами это колебание начнет распространяться в среде от частицы к частице с некоторой скоростью  $v$ . Например, если в жидкую или газообразную среду поместить колеблющееся тело, то колебательное движение тела будет передаваться прилегающим к нему частицам среды. Они, в свою очередь, вовлекают в колебательное движение соседние частицы и так далее. При этом все точки среды совершают колебания с одинаковой частотой, равной частоте колебания тела. Эта частота называется *частотой волны*.

**Волной** называется процесс распространения механических колебаний в упругой среде.

**Частотой волны** называется частота колебаний точек среды, в которой распространяется волна.

С волной связан перенос энергии колебаний от источника колебаний к периферийным участкам среды. При этом в среде возникают периодические деформации, которые переносятся волной из одной точки среды в другую. Сами частицы среды не перемещаются вместе с волной, а колеблются около своих положений равновесия. Поэтому распространение волны не сопровождается переносом вещества.

В зависимости от направления колебаний частиц по отношению к направлению распространения волны, различают продольные и поперечные волны.

**Продольные волны** - волны, при распространении которых частицы среды колеблются вдоль той же прямой, по которой распространяется волна. При этом в среде чередуются области сжатия и разрежения.

Продольные механические волны могут возникать во всех средах (твердых, жидких и газообразных).

**Поперечные волны** - волны, при распространении которых частицы колеблются перпендикулярно направлению распространения волны. При этом в среде возникают периодические деформации сдвига.

В жидкостях и газах упругие силы возникают только при сжатии и не возникают при сдвиге, поэтому поперечные волны в этих средах не образуются. Исключение составляют волны на поверхности жидкости.

В природе не существует процессов, распространяющихся с бесконечно большой скоростью, поэтому возмущение, созданное внешним воздействием в одной точке среды, достигнет другой точки не мгновенно, а спустя некоторое время. При этом среда делится на две области: область, точки которой уже вовлечены в колебательное движение, и область, точки которой еще находятся в равновесии. Поверхность, разделяющая эти области, называется *фронтом волны*.

**Фронт волны** - геометрическое место точек, до которых к данному моменту дошло колебание (возмущение среды).

При распространении волны ее фронт перемещается, двигаясь с некоторой скоростью, которую называют скоростью волны.

**Скоростью волны ( $v$ )** называется скорость перемещения ее фронта.

Скорость волны зависит от свойств среды и типа волны: поперечные и продольные волны в твердом теле распространяются с различными скоростями.

Форма волнового фронта определяет геометрический тип волны. Простейшие типы волн по этому признаку - *плоские* и *сферические*.

**Плоской** называется волна, у которой фронтом является плоскость, перпендикулярная направлению распространения.

Плоские волны возникают, например, в закрытом поршне цилиндра с газом, когда поршень совершает колебания.

Амплитуда плоской волны остается практически неизменной. Ее слабое уменьшение по мере удаления от источника волны связано с вязкостью жидкой или газообразной среды.

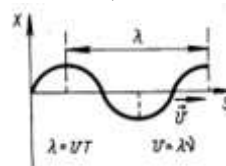
**Сферической** называется волна, у которой фронт имеет форму сферы.

Такой, например, является волна, вызываемая в жидкой или газообразной среде пульсирующим сферическим источником.

Амплитуда сферической волны при удалении от источника убывает обратно пропорционально квадрату расстояния.

**Основные характеристики волны:**

- **амплитуда ( $A$ )** — модуль максимального смещения точек среды из положений равновесия при колебаниях;
- **период ( $T$ )** — время полного колебания (период колебаний точек среды равен периоду колебаний источника волны)  $T = t/N = 1/\nu$ , где  $t$  — промежуток времени, в течение которого совершаются  $N$  колебаний;
- **частота ( $\nu$ )** — число полных колебаний, совершаемых в данной точке в единицу времени  $\nu = N/t = 1/T$ . Частота волны определяется частотой колебаний источника;
- **скорость ( $v$ )** — скорость перемещения гребня волны (это не скорость частиц!)  $v = \lambda/T = \lambda\nu$ ;
- **длина волны ( $\lambda$ )** — наименьшее расстояние между двумя точками, колебания в которых происходят в одинаковой фазе, т. е. это расстояние, на которое волна распространяется за промежуток времени, равный периоду колебаний источника  $\lambda = v \times T = v/\nu = 2\pi v/\omega$  (здесь  $v$  - скорость волны,  $T$  - период колебаний,  $\nu$  - частота колебаний точек среды,  $\omega$  - циклическая частота). **Длиной волны** называется расстояние, на которое перемещается ее фронт за время, равное периоду колебаний частиц среды:



Так как скорость распространения волны зависит от свойств среды, то длина волны  $\lambda$  при переходе из одной среды в другую изменяется, в то время как частота  $\nu$  остается прежней.

В соответствии с частотой механические волны делятся на различные диапазоны, которые указаны в табл.

Частота, (Гц)	Наименование диапазона	Примеры
0,001–20	Инфразвуковой	Цунами, тоны сердца
20–2×10 <sup>4</sup>	Звуковой	Голос, фонокардиограмма
2×10 <sup>4</sup> –10 <sup>5</sup>	Низкочастотный ультразвуковой	Звуки, издаваемые дельфинами, летучими мышами
10 <sup>5</sup> –10 <sup>7</sup>	Среднечастотный ультразвуковой	Колебания магнитострикционных излучателей
10 <sup>7</sup> –10 <sup>9</sup>	Высокочастотный ультразвуковой	Колебания пьезоэлектрических излучателей
10 <sup>9</sup> –10 <sup>13</sup>	Гиперзвуковой	Тепловые колебания молекул

### Примеры решения задач

1. На корабле включают сирену, подающую сигналы в тумане, и спустя  $t = 6,6$  с слышно эхо. Как далеко находится отражающая поверхность? Скорость звука в воздухе  $v = 330$  м/с.

*Решение:*

За время  $t$  звук проходит путь  $2S$ :  $2S = vt \rightarrow S = vt/2 = 1090$  м. *Ответ:*  $S = 1090$  м.

2. Каков минимальный размер предметов, положение которых могут определить летучие мыши с помощью своего сенсора, имеющего частоту  $100\,000$  Гц? Каков минимальный размер предметов, которые могут обнаружить дельфины с использованием частоты  $100\,000$  Гц?

*Решение:*

Минимальные размеры предмета равны длине волны:  $\lambda_1 = 330 \text{ м/с} / 10^5 \text{ Гц} = 3,3$  мм. Таков примерно размер насекомых, которыми питаются летучие мыши;

$\lambda_2 = 1500 \text{ м/с} / 10^5 \text{ Гц} = 1,5$  см. Дельфин может обнаружить небольшую рыбку.

*Ответ:*  $\lambda_1 = 3,3$  мм;  $\lambda_2 = 1,5$  см.

3. Сначала человек видит вспышку молнии, а через  $8$  с после этого слышит удар грома. На каком расстоянии от него сверкнула молния?

*Решение:*  $S = v_{\text{зв}}t = 330 \times 8 = 2640$  м. *Ответ:*  $2640$  м.

4. Две звуковые волны имеют одинаковые характеристики, за исключением того, что длина волны одной в два раза больше, чем у другой. Какая из них переносит большую энергию? Во сколько раз?

*Решение:*

Интенсивность волны прямо пропорциональна квадрату частоты (2.6) и обратно пропорциональна квадрату длины волны ( $\omega = 2\pi v/\lambda$ ). *Ответ:* та, у которой длина волны меньше; в 4 раза.

5. Звуковая волна, имеющая частоту  $262$  Гц, распространяется в воздухе со скоростью  $345$  м/с. а) Чему равна ее длина волны? б) За какое время фаза в данной точке пространства меняется на  $90^\circ$ ? в) Чему равна разность фаз (в градусах) между точками, отстоящими друг от друга на  $6,4$  см?

*Решение:* а)  $\lambda = v/\nu = 345/262 = 1,32$  м; б)  $t = T/4$ ; в)  $\Delta\phi = 360^\circ s/\lambda = 360 \times 0,064/1,32 = 17,5^\circ$ . *Ответ:* а)  $\lambda = 1,32$  м; б)  $t = T/4$ ; в)  $\Delta\phi = 17,5^\circ$ .

6. Оценить верхнюю границу (частоту) ультразвука в воздухе, если известна скорость его распространения  $v = 330$  м/с. Считать, что молекулы воздуха имеют размер порядка  $d = 10^{-10}$  м.

*Решение:*

В воздухе механическая волна является продольной и длина волны соответствует расстоянию между двумя ближайшими сгущениями (или разрежениями) молекул. Так как расстояние между сгущениями никак не может быть меньше размеров молекул, то заведомо предельным случаем следует считать  $d = \lambda$ . Из этих соображений имеем  $\nu = v/\lambda = 3,3 \times 10^{12}$  Гц. *Ответ:*  $\nu = 3,3 \times 10^{12}$  Гц.

## 2. Практическая работа № 5

### Определение характеристик механических волн

#### 1 вариант

1. Чему равна скорость распространения звуковой волны в углекислом газе, если длина волны равна  $2$  м, а частота колебаний  $130$  Гц?

2. При обнаружении с помощью эхолота косяка рыбы было замечено, что моменты отправления и приема звукового сигнала разделены промежутками времени  $0,7$  с. На каком расстоянии находится косяк рыбы, если скорость звука в воде равна  $1400$  м/с?

3. Расстояние между двумя соседними гребнями волны, распространяющейся по поверхности озера, равно  $2$  м. Чему равна разность фаз колебаний двух точек этой волны, отстоящих друг от друга на расстоянии  $0,5$  м вдоль направления распространения волны? Ответ дать в градусах.

4. Длина морской волны равна  $2$  м. Какое количество колебаний за  $10$  с совершит на ней поплавок, если скорость распространения волны равна  $6$  м/с.

5. Чему равна длина волны на воде, если скорость распространения волн равна  $2,4$  м/с, а тело, плавающее на воде, совершает  $30$  колебаний за  $25$  с?

6. Определите, на каком расстоянии от наблюдателя ударила молния. Если он услышал гром через  $3$  с после того, как увидел молнию.

#### 2 вариант

1. Найти длину звуковой волны, если скорость распространения звуковых колебаний  $340$  м/с, а частота  $680$  Гц.

2. Какова глубина моря, если посланный с помощью гидролокатора звуковой сигнал вернулся назад через 0,9 с? Скорость звука в воде равна 1400 м/с.
3. Две точки лежат на одной прямой и находятся на расстоянии  $x_1 = 4$  м и  $x_2 = 7$  м от вибратора. Определите разность фаз колебаний этих точек, если длина волны 6 м.
4. Радиобуй в море колеблется на волнах с периодом 2 с. Скорость морских волн 1 м/с. Чему равна длина волны?
5. Определите длину волны, распространяющейся со скоростью 2 м/с, в которой за 20 с происходит 10 колебаний.
6. На озере в безветренную погоду с лодки сбросили тяжёлый якорь. От места бросания пошли волны. Человек, стоящий на берегу, заметил, что волна дошла до него через 50 с, расстояние между соседними гребнями волн 50 см, а за 50 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?

## Приложение

### БИЛЕТЫ ПО ФИЗИКЕ ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР

#### Билет № 1

1. Механическое движение и его виды.
2. Возникновение атомистической теории строения вещества и ее экспериментальные доказательства.
3. Какова сила натяжения троса при вертикальном подъёме груза массой 200 кг с ускорением  $2,5 \text{ м/с}^2$ ?

#### Билет № 2

1. Перемещение. Путь. Скорость. Система отсчета.
2. Размеры и масса молекул и атомов.
3. Найти импульс грузового автомобиля массой 10 т, движущегося со скоростью 36 км/ч.

#### Билет № 3

1. Равномерное прямолинейное движение.
2. Броуновское движение. Диффузия.
3. Два шара массами 1 кг и 3 кг катятся навстречу друг другу со скоростями 3 м/с и 2 м/с соответственно. Чему равна скорость шаров после их столкновения? Удар считать неупругим.

#### Билет № 4

1. Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение.
2. Строение газообразных, жидких и твердых тел.
3. При подготовке пружинного пистолета к выстрелу пружину жесткостью 1 кН сжали на 3 см. Чему равна потенциальная энергия пружины.

#### Билет № 5

1. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения.
2. Идеальный газ. Параметры идеального газа.
3. От пристани отправился теплоход со скоростью 18 км/ч. Какой путь он пройдет за 2 часа?

#### Билет № 6

1. Равномерное движение по окружности.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
3. Лыжник спускается с горы с начальной скоростью 6 м/с и ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ . Какова длина горы, если спуск длился 12 с?

#### Билет № 7

1. Первый закон Ньютона.
2. Температура и ее измерение.
3. Каково ускорение поезда, если, имея при подходе к станции начальную скорость 90 км/ч, он остановился за 50 с?

#### Билет № 8

1. Сила. Масса. Второй закон Ньютона.

2. Газовые законы.

3. Каково центростремительное ускорение поезда, движущегося по закруглению радиусом 800 м со скоростью  $20 \text{ м/с}$ ?

#### Билет № 9

1. Третий закон Ньютона.

2. Абсолютный нуль температуры. Термодинамическая шкала температуры.

3. Какие силы надо приложить к концам проволоки, жесткость которой 100 кН, чтобы растянуть пружину на 1 мм?

#### Билет № 10

1. Закон всемирного тяготения.

2. Уравнение состояния идеального газа. Молярная газовая постоянная.

3. Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 5,4 кг?

#### Билет № 11

1. Сила тяжести. Вес тела.

2. Температура – мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул.

3. Под каким давлением находится газ в сосуде, если средний квадрат скорости его молекул равен  $10^6 \text{ м}^2/\text{с}^2$ , концентрация молекул  $3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ , масса одной молекулы равна  $5 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ ?

#### Билет № 12

1. Закон сохранения импульса.

2. Температура - мера средней кинетической энергии хаотического движения молекул.

3. Кинетическая энергия тела в момент бросания равна 200 Дж. Определите, до какой высоты от поверхности земли может подняться тело, если его масса равна 500 г.

#### Билет № 13

1. Работа силы.

2. Внутренняя энергия.

3. При сжатии газа его объём уменьшился от 8 до 5 л, давление после сжатия стало 160 кПа. Найти первоначальное давление газа.

#### Билет № 14

1. Мощность и энергия.

2. Работа и теплота как формы передачи энергии.

3. Идеальный тепловой двигатель получает от нагревателя в каждую секунду 7200 кДж энергии и отдаёт холодильнику 6400 кДж. Найдите КПД двигателя.

#### Билет № 15

1. Потенциальная энергия.

2. Первое начало термодинамики.

3. Какова кинетическая энергия космического корабля «Союз» массой 6,6 т, движущегося по орбите со скоростью  $7,8 \text{ км/с}$ ?

#### Билет № 16

1. Закон сохранения полной механической энергии.

2. Принцип действия тепловой машины.

3. Вычислите изменение внутренней энергии водорода, находящегося в закрытом сосуде при его нагревании на  $10^0 \text{ C}$ . Масса водорода 2кг.

#### Билет № 17

1. Применение законов сохранения.

2. Свойства жидкостей.

3. Определите, на какой высоте кинетическая энергия мяча, брошенного вертикально вверх со скоростью  $16 \text{ м/с}$ , равна его потенциальной энергии.

#### Билет № 18

1. Свойства паров. Влажность воздуха.

2. Движение тела, брошенного под углом к горизонту.

3. На сколько удлинится рыболовная леска жесткостью  $0,5 \text{ кН/м}$  при поднятии вертикально вверх рыбы массой  $200 \text{ г}$ ?

**Билет № 19**

1. Свойства твердых тел.
2. Теплоемкость. Удельная теплоемкость. Уравнение теплового баланса.
3. Сила  $60 \text{ Н}$  сообщает телу ускорение  $0,8 \text{ м/с}^2$ . Какая сила сообщит этому телу ускорение  $2 \text{ м/с}^2$ ?

**Билет № 20**

1. Механические колебания. Период. Амплитуда. Частота.
2. Броуновское движение. Диффузия.
3. Какова скорость распространения волн в воде, если источник волн колеблется с периодом  $5 \text{ мс}$ , а длина волны равна  $7 \text{ м}$ ?