

Дисциплина: ОУДВ(У).02 Физика

Преподаватель: Трушина О.В.

Эл. почта: o.v.trushina@mail.ru

Группа: ТЭЭ-20

Срок выполнения задания: 9-14.11.2020 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

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 9-14.11.2020 г.

1. Проработать материал (с.273-287 *Поперечные и продольные волны. Характеристики волн. Интерференция и дифракция волн. Звуковые волны. Ультразвук*) и **записать краткие выводы** (с.287-288).

2. Сделать конспект (в любом варианте: письменно, в электронном виде, опорный конспект или фрейм, графически и т.п.): *Звуковые волны* (с. 284-286 по учебнику, параграф 15.6)

3. Рассмотрев примеры решения задач (с. 271-272 и 288-289), **выполнить практические работы № 4 и 5.**

Практическая работа № 4

Вычисление параметров колебательного движения

Ход работы

1. Теоретическая часть

Периодические колебания – механические движения или физические процессы, повторяющиеся во времени.

Гармонические колебания – колебания, при которых физическая величина периодически изменяется с течением времени по законам синуса или косинуса.

$$x = x_m \cdot \sin(\omega t + \varphi_0)$$

x_m - амплитуда, максимальное отклонение от положения равновесия физической величины.

T - период колебаний, наименьший промежуток времени, в течение которого совершается одно полное колебание: $T = \frac{t}{N}$, где N - число колебаний, t – время, $[t] = \text{с}$, единица измерения: $[T] = \text{с}$ (секунда).

Для математического маятника $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, где l - длина нити, $[l] = \text{м}$, g - ускорение свободного падения, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

Для пружинного маятника, период равен: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$, где m - масса груза $[m] = \text{кг}$,

k – коэффициент жесткости пружины $[k] = \text{Н/м}$

Частота колебаний ν - число колебаний в единицу времени: $\nu = \frac{N}{t}$,

Частота и период взаимнообратные величины: $\nu = \frac{1}{T}$ или $T = \frac{1}{\nu}$

φ_0 - начальная фаза колебаний – аргумент φ_0 гармонической функции: $y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$, определяющий состояние тела в начальный момент времени $t = 0$.

ω - круговая частота, число полных колебаний выраженных в радианной (угловой) мере, за время $t = 1$ с,
 $[\omega] = \frac{\text{рад}}{\text{с}}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$$

Примеры решения задач

1. Гармонические колебания величины x описываются уравнением $x = 0,2 \sin 2\pi t$ [м]. Определите: амплитуду A колебаний; циклическую частоту ω_0 ; частоту колебаний ν ; период колебаний T ; x_1 в момент времени $t = \frac{T}{2}$.

Дано:
 $x = 0,2 \sin 2\pi t$ [м]
 $A, \omega_0, \nu, T, x_1 - ?$

Решение:
Сравнив уравнение гармонических колебаний
 $x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$ с данным в задаче, находим $A = 0,2$ м; $\omega_0 = 2\pi$ с⁻¹; $\nu = \frac{\omega_0}{2\pi}$, откуда $\nu = 1$ Гц; $T = \frac{1}{\nu}$, откуда $T = 1$ с.

Подставив значение $t = \frac{T}{2}$ в уравнение, данное в условии задачи, определяем x_1 :

$$x_1 = 0,2 \sin \frac{2\pi}{2} = 0,2 \sin \pi = 0 \text{ м.}$$

Ответ: $A = 0,2$ м; $\omega_0 = 2\pi$ с⁻¹; $\nu = 1$ Гц; $T = 1$ с; $x_1 = 0$ м.

2. Напишите уравнение гармонических колебаний, если амплитуда колебаний $A = 2$ см, начальная фаза колебаний $\varphi_0 = 30^\circ$ и за $t = 10$ с совершается $n = 20$ полных колебаний.

Дано:
 $A = 2$ см = 0,02 м
 $\varphi_0 = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$
 $t = 10$
 $n = 20$
 $x(t) - ?$

Решение:
Уравнение гармонических колебаний имеет вид $A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$. Период колебаний T – время, в течение которого совершается одно колебание: $T = \frac{t}{n}$. Зная T , определяем циклическую частоту: $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$, или $\omega_0 = \frac{2\pi n}{t} = \frac{2\pi \cdot 20}{10\text{с}} = 4\pi$.

Уравнение данных гармонических колебаний будет иметь вид: $x = 0,02 \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ [м]

Ответ: $x = 0,02 \sin\left(4\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$ [м]

3. Период колебаний математического маятника на Луне $T_{\text{л}} = 10$ с. Определите период колебаний T этого маятника на Земле. Ускорение свободного падения на Луне $g_{\text{л}} = 1,6$ м/с².

Дано:
 $T_{\text{л}} = 10$ с
 $g_{\text{л}} = 1,6$ м/с²
 $g = 9,8$ м/с²
 $T - ?$

Решение:
Периоды колебаний математического маятника на Луне $T_{\text{л}}$ и Земле T :
 $T_{\text{л}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{л}}}}$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.
Разделив первое уравнение на второе уравнение, получим:

$$\frac{T}{T_{\text{л}}} = \sqrt{\frac{g_{\text{л}}}{g}}, \text{ откуда } T = T_{\text{л}} \sqrt{\frac{g_{\text{л}}}{g}}$$

$$\text{Вычисления: } T = 10\text{с} \sqrt{\frac{1,6 \text{ м/с}^2}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 4 \text{ с}$$

Ответ: $T = 4$ с

4. Математический маятник, длина нити которого $l = 0,5$ м, совершает гармонические колебания с амплитудой $A = 5$ см. Определите максимальную скорость v_{max} колеблющейся материальной точки.

Дано:
 $l = 0,5$ м
 $A = 5$ см = 0,05 м
 $v_{\text{max}} - ?$

Решение:
Математический маятник совершает гармонические колебания по уравнению $A \sin(\omega_0 t + \varphi_0)$, где ω_0 – собственная циклическая частота, $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$; T – период колебаний маятника, $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, следовательно

но, $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$. Максимальная скорость материальной точки $v_{\max} = A\omega_0 = A\sqrt{\frac{g}{l}}$. Вычисления: $v_{\max} = 0,05 \text{ м} \sqrt{\frac{9,8 \text{ м/с}^2}{0,5 \text{ м}}} = 0,22 \text{ м/с}$

Ответ: $v_{\max} = 0,22 \text{ м/с}$

2. Практическая работа № 4

Вариант 1

1. Нитяной маятник совершил 25 колебаний за 50 с. Определите период и частоту колебаний.
2. Определите длину математического маятника, который за 10с совершает на 4 полных колебания меньше, чем математический маятник длиной 60 см.
3. По графику (рис. 126) определите амплитуду, период и частоту колебаний.

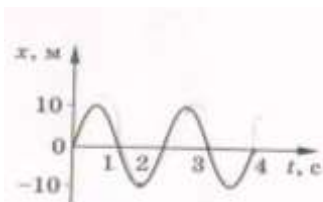


Рис. 126

4. Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на поверхности Луны $1,6 \text{ м/с}^2$.
5. Один математический маятник имеет период колебаний 3 с, а другой — 4с. Какой период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников?
6. Как нужно изменить длину математического маятника, чтобы период его колебаний уменьшить в 2 раза?

Вариант 2

1. Маятник совершил 50 колебаний за 25 с. Определите период и частоту колебаний маятника.
2. Как изменится частота колебаний нитяного маятника длиной 0,5 м, если увеличить длину нити на 1,5 м?
3. По графику (рис. 127) определите амплитуду, период и частоту колебаний.

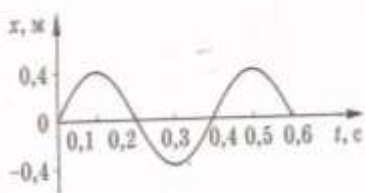


Рис. 127

4. На неизвестной планете маятник длиной 80 см совершил 36 полных колебаний за 1 мин. Чему равно ускорение свободного падения на этой планете?
5. К потолку подвешены два маятника. За одинаковое время один маятник совершил 5 колебаний, а другой — 3 колебания. Какова длина каждого маятника, если разность их длин 48 см?
6. Какова длина математического маятника, совершающего 4 полных колебания за 8 с?

Практическая работа № 5

Определение характеристик механических волн

Ход работы

1. 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 поршнем цилиндре 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.

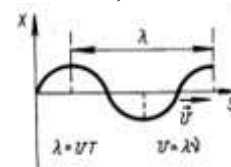
Сферической называется волна, у которой фронт имеет форму сферы.

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 (ν)** — 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 (λ)** — 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, ν - частота колебаний точек среды, ω - 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 λ при переходе из одной среды в другую изменяется, в то время как частота ν 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	Вулканы, толчки сердца
20–2×10 ⁴	Звуковой	Голос, фонокардиограмма
2×10 ⁴ –10 ⁹	Низкочастотный ультразвуковой	Звуки, издаваемые дельфинами, летучими мышами
10 ⁹ –10 ¹²	Среднечастотный ультразвуковой	Колебания магнетострикционных излучателей
10 ¹² –10 ¹⁶	Высокочастотный ультразвуковой	Колебания пьезоэлектрических излучателей
10 ¹⁶ –10 ³¹	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: $\lambda_1 = 330$ м/с / 10^5 Гц = $3,3$ мм. Таков примерно размер насекомых, которыми питаются летучие мыши;

$\lambda_2 = 1500$ м/с / 10^5 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: $S = v_{зв}t = 330 \times 8 = 2640$ 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. Которая 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° ? 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

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 распределения 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 горбами волн 50 см, а за 50 с было 20 всплесков о берег. Как далеко от берега находилась лодка?