

Группа 24. Физика

Дата: 27.01.2022

Уроки № 28, 29

Тип урока: комбинированный урок

Темы уроков:

**Практическая работа №1: Решение задач по темам «Переменный ток» и
«Колебательный контур».**
Волновые явления. Распространение механических волн.

Цели урока:

Предметные:

- формирование практических навыков в решении задач по тематике переменного тока;
- знакомство с волновыми явлениями.

Развивающая:

- развитие логического мышления, смекалки; формирование интереса к физическому эксперименту;
- активизация творческого мышления учащихся; умение анализировать, делать выводы.

Воспитывающая:

- воспитать интерес к физике для познаваемости мира и объективности наших знаний о нем.

Деятельностная:

- формирование у студентов способностей к самостоятельному построению новых способов действия на основе метода рефлексивной самоорганизации.

Образовательная:

- расширение понятийной базы по учебному предмету за счет включения в нее новых элементов.

Задание:

Разобраться в решении примерных задач. Решить задачи для самостоятельного решения.

Ознакомиться с текстом по теме урока. Написать в тетради краткий конспект. Ответить на контрольные вопросы.

План конспекта:

1. Знакомство с решением примерных задач
2. Самостоятельное решение задач
3. Волновые явления
4. Волна

5. Скорость волны
6. Поперечные и продольные волны
7. Энергия волны
8. Распространение механических волн

Электромагнитные колебания: Примеры решения задач

1. Максимальный заряд на обкладках конденсатора колебательного контура $q_m = 10^{-6}$ Кл. Амплитудное значение силы тока в контуре $I_m = 10^{-3}$ А. Определите период колебаний. (Потерями на нагревание проводников можно пренебречь.)

Р е ш е н и е. Амплитудные значения силы тока и заряда связаны соотношением:

$$I_m = \omega_0 q_m,$$

откуда

$$\omega_0 = \frac{I_m}{q_m}.$$

Следовательно,

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \frac{q_m}{I_m} \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ (с)}.$$

2. Рамка площадью $S = 3000 \text{ см}^2$ имеет $N = 200$ витков и вращается в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,5 \cdot 10^{-2}$ Тл. Максимальная ЭДС в рамке $\mathcal{E}_m = 1,5 \text{ В}$. Определите время одного оборота.

Р е ш е н и е. Магнитный поток, пронизывающий рамку, равен:

$$\Phi = BSN \cos \omega t.$$

Согласно закону электромагнитной индукции:

$$e = -\Phi' = BSN\omega \sin \omega t.$$

Амплитуда ЭДС индукции

$$\mathcal{E}_m = BSN\omega.$$

Отсюда

$$\omega = \frac{\mathcal{E}_m}{BSN}.$$

Время одного оборота рамки равно:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi BSN}{\varepsilon_m} \approx 3,8 \text{ (с)}.$$

3. В цепь переменного тока с частотой $\nu = 500$ Гц включена катушка индуктивностью $L = 10$ мГн. Определите емкость конденсатора, который надо включить в эту цепь, чтобы наступил резонанс.

Р е ш е н и е. Электрическая цепь согласно условию задачи представляет собой колебательный контур. Резонанс в этой цепи наступит, когда частота переменного тока будет равна собственной частоте колебательного контура ($\nu = \nu_0$).

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

Отсюда

$$C = \frac{1}{4\pi^2 L \nu^2} \approx 10^{-5} \text{ Ф} = 10 \text{ мкФ}.$$

Задачи для самостоятельного решения:

1. После того как конденсатору колебательного контура был сообщен заряд $q = 10^{-5}$ Кл, в контуре возникли затухающие колебания. Какое количество теплоты выделится в контуре к тому времени, когда колебания в нем полностью затухнут? Емкость конденсатора $C = 0,01$ мкФ.
2. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью $L = 0,003$ Гн и плоского конденсатора емкостью $C = 13,4$ пФ. Определите период свободных колебаний в контуре.
3. В каких пределах должна изменяться индуктивность катушки колебательного контура, чтобы частота колебаний изменялась от 400 до 500 Гц? Емкость конденсатора 10 мкФ.

Волновые явления

В этой главе рассмотрим свойства механических волн.

Каждый из нас наблюдал, как от камня, брошенного на спокойную поверхность пруда или озера, кругами разбегаются волны (рис. 6.1). Многие следили за морскими волнами, набегающими на берег. Все читали рассказы о морских путешествиях, о чудовищной силе морских волн, легко раскачивающих большие корабли. Однако при наблюдении этих явлений не всем известно, что звук всплеска воды доносится до нашего уха волнами в том воздухе, которым мы дышим, что свет, с помощью которого мы зрительно воспринимаем окружающее, тоже представляет собой волновое движение.

Волновые процессы чрезвычайно широко распространены в природе. Различны физические причины, вызывающие волновые движения. Но, подобно колебаниям, все виды волн описываются количественно одинаковыми или почти одинаковыми законами.

Многие трудные для понимания вопросы становятся более ясными, если сравнивать различные волновые явления.

Что же называют волной? Почему возникают волны?



Рис. 6.1

Отдельные частицы любого тела — твердого, жидкого или газообразного — взаимодействуют друг с другом. Поэтому если какая-либо частица тела начинает совершать колебательные движения, то в результате взаимодействия между частицами это движение начинает с некоторой скоростью распространяться во все стороны.

Волна — это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени.

В воздухе, твердых телах и внутри жидкостей механические волны возникают благодаря действию сил упругости. Эти силы осуществляют связь между отдельными частями тела. Образование волн на поверхности воды вызывают сила тяжести и сила поверхностного натяжения.

Наиболее отчетливо главные особенности волнового движения можно увидеть, если рассматривать волны на поверхности воды. Это могут быть, например, волны, которые представляют собой бегущие вперед округлые валы. Расстояния между валами, или гребнями, примерно одинаковы. Однако если на поверхности воды, по которой бежит волна, находится легкий предмет, например лист с дерева, то он не будет увлекаться вперед волной, а начнет совершать колебания вверх и вниз, оставаясь почти на одном месте.

При возбуждении волны происходит процесс распространения колебаний, но не перенос вещества. Возникшие в каком-то месте колебания воды, например от брошенного камня, передаются соседним участкам и постепенно распространяются во все стороны, вовлекая в колебательные движения все новые и новые частицы среды. Течение же воды не возникает, перемещаются лишь локальные формы ее поверхности.

Скорость волны

Важнейшей характеристикой волны является скорость ее распространения. Волны любой природы не распространяются в пространстве мгновенно. Их скорость конечна. Можно себе, например, представить, что над морем летит чайка, причем так, что она все время оказывается над одним и тем же гребнем волны. Скорость волны в этом случае равна скорости чайки. Волны на поверхности воды удобны для наблюдения, так как скорость их распространения сравнительно невелика.

Поперечные и продольные волны

Нетрудно также наблюдать волны, распространяющиеся вдоль резинового шнура. Если один конец шнура закрепить и, слегка натянув шнур рукой, привести другой его конец в колебательное движение, то по шнуру побежит волна (рис. 6.2). Скорость волны будет тем больше, чем сильнее натянут шнур. Волна добежит до точки закрепления шнура, отразится и побежит назад. В этом опыте при распространении волны происходят изменения формы шнура.



Каждый участок шнура колеблется относительно своего неизменного положения равновесия. Обратим внимание на то, что *при распространении волны вдоль шнура колебания совершаются в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.*



Рис. 6.3



Рис. 6.4

Такие волны называются **поперечными** (рис. 6.3). В поперечной волне смещения отдельных участков среды происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны. При этом возникает упругая деформация, называемая **деформацией сдвига**. Отдельные слои вещества сдвигаются относительно друг друга. При деформации сдвига в твердом теле возникают силы упругости, стремящиеся вернуть тело в исходное состояние. Именно силы упругости и вызывают колебания частиц среды¹.

¹ Когда мы говорим о колебаниях частиц среды, то имеем в виду колебания малых объемов среды, а не колебания молекул.

Сдвиг слоев относительно друг друга в газах и жидкостях не приводит к появлению сил упругости. Поэтому в газах и жидкостях не могут существовать поперечные волны. Поперечные волны возникают *в твердых телах.*

Но *колебания частиц среды могут происходить и вдоль направления распространения волны* (рис. 6.4). Такая волна называется **продольной**. Продольную волну удобно наблюдать на длинной мягкой пружине большого диаметра. Ударив ладонью по одному из концов пружины (рис. 6.5, а), можно заметить, как сжатие (упругий импульс) бежит по пружине. С помощью серии последовательных ударов можно возбудить в пружине волну, представляющую собой последовательные сжатия и растяжения пружины, бегущие друг за другом (рис. 6.5, б).

Итак, в продольной волне происходит **деформация сжатия**. Силы упругости, связанные с этой деформацией, возникают как в твердых телах, так и в жидкостях и газах. Эти силы вызывают колебания отдельных участков среды. Поэтому продольные волны могут распространяться во всех упругих средах. В твердых телах скорость продольных волн больше скорости поперечных.

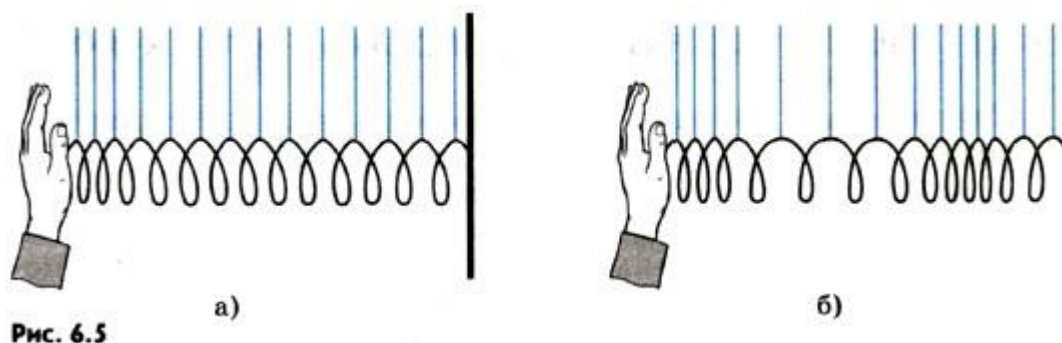


Рис. 6.5

Это учитывается при определении расстояния от очага землетрясения до сейсмической станции. Вначале на станции регистрируется продольная волна, так как ее скорость в земной коре больше, чем поперечной. Спустя некоторое время регистрируется поперечная волна, возбуждаемая при землетрясении одновременно с продольной. Зная скорости продольных и поперечных волн в земной коре и время запаздывания поперечной волны, можно определить расстояние до очага землетрясения.

Энергия волны

При распространении механической волны движение передается от одних частиц среды к другим. С передачей движения связана передача энергии. Основное свойство всех волн независимо от их природы состоит в переносе ими энергии без переноса вещества. Энергия поступает от источника, возбуждающего колебания начала шнура, струны и т. д., и распространяется вместе с волной. Через любое поперечное сечение, например шнура, передается энергия. Эта энергия складывается из кинетической энергии движения частиц среды и потенциальной энергии их упругой деформации. Постепенное уменьшение амплитуды колебаний частиц при распространении волны связано с превращением части механической энергии во внутреннюю.

Волна — это колебания, распространяющиеся в пространстве с течением времени. Скорость волны конечна. Волна переносит энергию, но не переносит вещество среды.

Распространение механических волн

Сначала рассмотрим *волну*, которая распространяется, например, вдоль резинового шнура (см. рис. 6.2).

Каждый участок шнура обладает массой и упругостью. При деформации шнура в любом его сечении появляются силы упругости. Эти силы стремятся вернуть шнур в исходное положение. За счет инертности участок колеблющегося шнура не останавливается в положении равновесия, а проходит его, продолжая двигаться до тех пор, пока силы упругости не остановят этот участок. Это будет в момент максимального отклонения от положения равновесия.

Вместо шнура возьмем теперь цепочку одинаковых металлических шаров, подвешенных на нитях. Шары связаны между собой пружинками (рис. 6.6). Масса пружинки много меньше массы шаров. В этой модели инертные и упругие свойства разделены: масса

сосредоточена в основном в шарах, а упругость — в пружинках. Это разделение несущественно при рассмотрении волнового движения.

Если отклонить левый крайний шар в горизонтальной плоскости перпендикулярно всей цепочке шаров, то прикрепленная к нему пружинка будет деформирована, и на 2-й шар начнет действовать сила, заставляя его отклоняться в ту же сторону, куда отклонен 1-й шар. Вследствие инертности движение 2-го шара не будет происходить синхронно с 1-м. Его движение, повторяющее движение 1-го шара, будет запаздывать по времени.

Если 1-й шар заставить колебаться с периодом T (рукой или с помощью какого-либо механизма), то 2-й шар тоже придет в колебательное движение вслед за 1-м, причем с той же частотой, но с некоторым отставанием по фазе. Шар 3-й под действием силы упругости, вызванной смещением 2-го шара, тоже начнет колебаться, еще более отставая по фазе от первого, и т. д. Наконец, все шары станут совершать вынужденные колебания с одной и той же частотой, но с различными фазами. При этом вдоль цепочки шаров побежит поперечная волна.

На рисунке 6.7, а—е изображен процесс распространения волны. Показаны положения шаров в последовательные моменты времени, отстоящие друг от друга на четверть периода колебаний (вид сверху). Стрелки у шаров — это векторы скоростей их движения в соответствующие моменты времени.

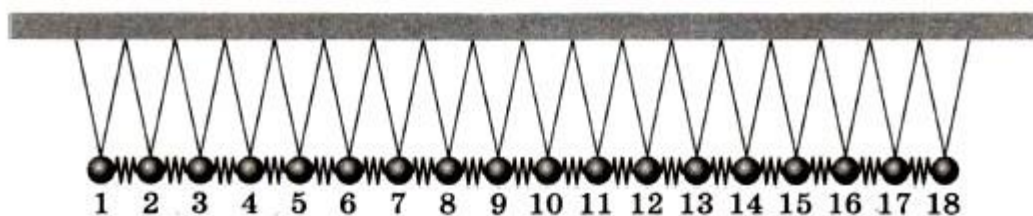


Рис. 6.6

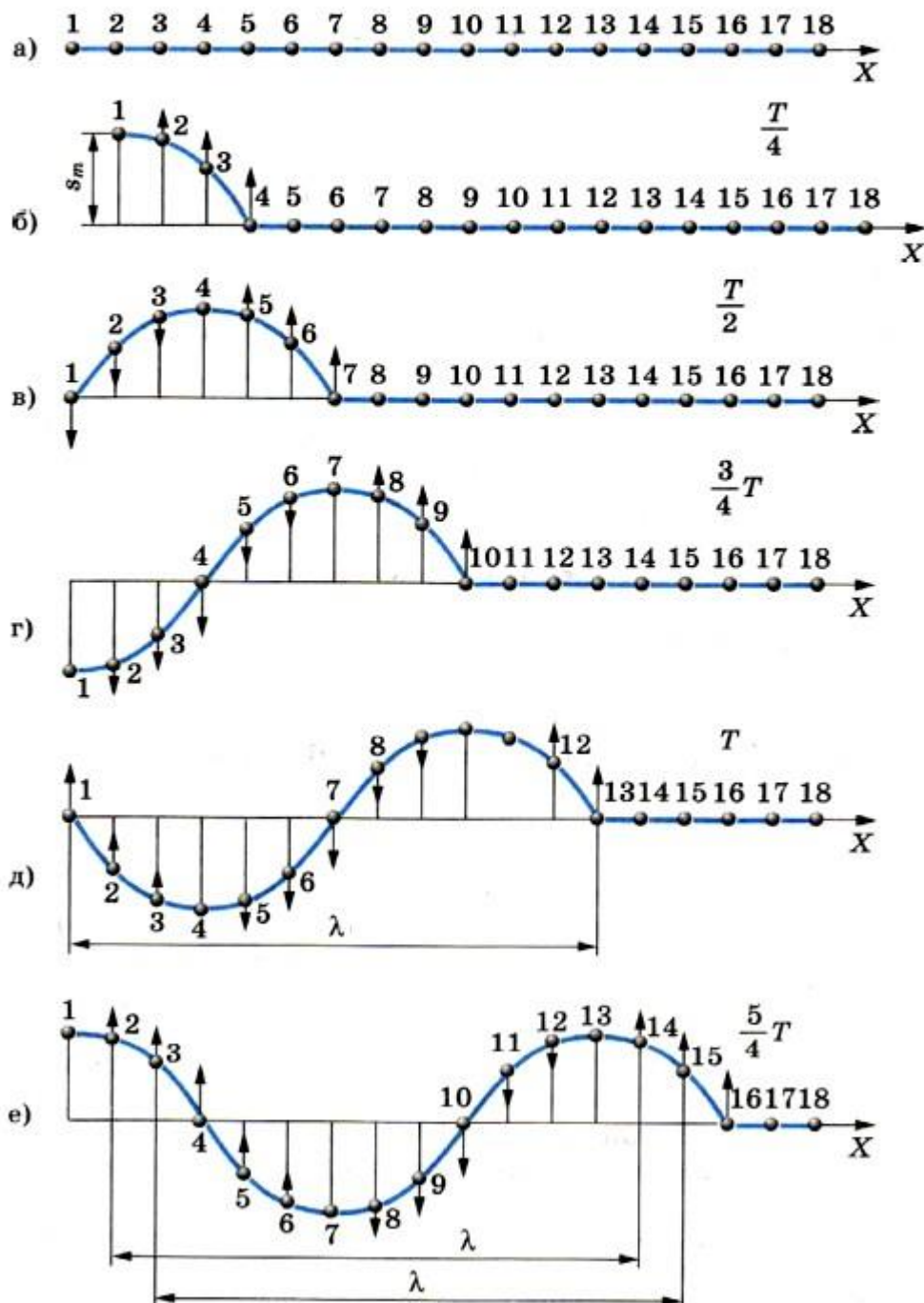


Рис. 6.7

На модели упругого тела в виде цепочки массивных шаров, связанных пружинками (рис. 6.8, а), можно наблюдать также и процесс распространения продольных волн. Шары подвешены в этот раз так, чтобы они могли колебаться только *вдоль цепочки*. Если 1-й шар привести в колебательное движение с периодом T , то вдоль цепочки побегит

продольная волна, состоящая из чередующихся уплотнений и разрежений шаров (рис. 6.8, б). Этот рисунок соответствует рисунку 6.7, е для случая распространения поперечной волны.

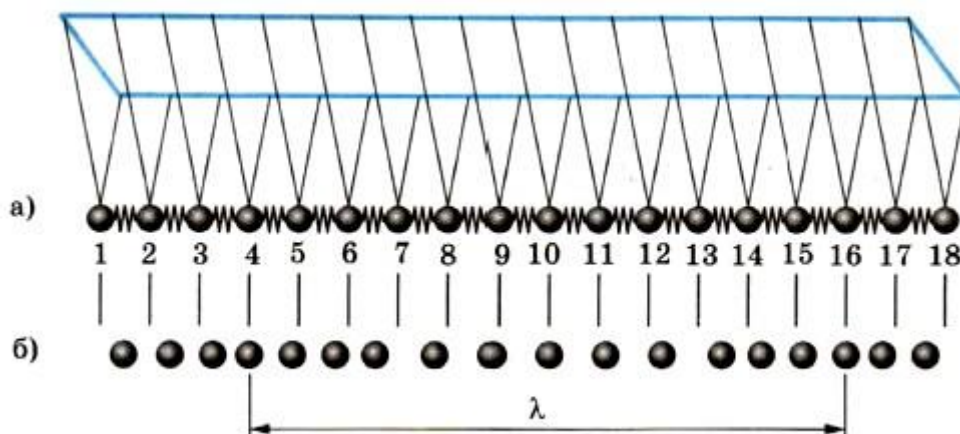


Рис. 6.8

Распространение продольных и поперечных волн можно проанализировать с помощью модели, состоящей из цепочки шаров, связанных пружинками.

Контрольные вопросы:

1. Какие волны называются поперечными, а какие продольными?
 2. Может ли в воде распространяться поперечная волна?
 3. На какое расстояние распространяется волна за время $t = T/4$ (см. рис. 6.7)?
 4. Что определяет амплитуду колебаний шаров в рассмотренной модели?
-

Литература:

Мякишев Г. Я. Физика 11 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., 2010. Стр. 108-109; §42 упр. 1-2