Рассмотрено и одобрено

на заседании МК преподавателей ООД

«\_\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2016 г.

Председатель МК \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.И. Бобылева

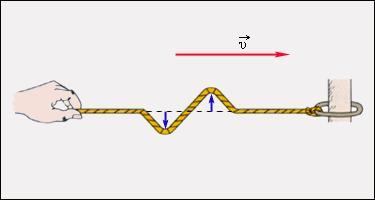
**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

для обучающихся

по организации самостоятельной работы

ДИСЦИПЛИНЫ – «ФИЗИКА»

**РАЗДЕЛ: КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**



**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1. Основные понятия
2. Отличие колебательных движений от ранее изученных
3. Основные подходы к решению задач по разделу "Механические колебания и волны"
4. Механические волны
5. Звуковые волны
6. Вопросы для самоконтроля по разделу "Механические колебания и волны"
7. Алгоритм решения задач
8. Задачи для самостоятельной работы

**РАЗДЕЛ Колебания и волны**

*Введение*

Решение задач по физике является наиболее сложным заданием. Не всегда учитель может уделить много времени на отработку решения задач того или иного типа. А именно задачи наиболее ярко показывают, как обучающимся усвоен материал, насколько глубоко он его понимает и может оперировать на практике полученными знаниями.

В методических рекомендациях рассматривается краткая теория и ряд подходов к решению задач раздела Колебания и волны. Приведены примеры решения задач. Вопросы и задачи для самоконтроля.

*1.1 Основные понятия*

Колебательное движение. Свободные колебания. Амплитуда, период, частота. Математический маятник. Формула периода колебаний математического маятника (без вывода). Колебания груза на пружине.

Превращение энергии при колебательном движению. Вынужденные колебания. Резонанс.

Распространение колебаний в упругих средах. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Связь длины волны со скоростью ее распространения и периодом (частотой).

Звуковые волны. Скорость звука. Громкость звука, высота тона. Эхо.

*2. Отличие колебательных движений от ранее изученных*

- Главный признак колебательных движений - повторяемость состояний системы через равные промежутки времени, то есть их периодичность.

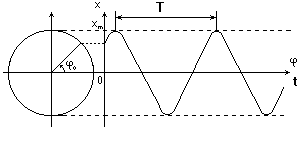
- Любое вращательное движение можно представить, как два взаимно перпендикулярных колебательных движения.

- Надо помнить, что периодические колебания есть идеализация., процессы можно рассматривать как периодические, при условии: если они длятся гораздо дольше, чем тот промежуток времени в течение которого мы их рассматриваем.

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00001.GIF

***3.****Основные подходы к решению задач по разделу "Механические колебания и волны"*

**3.1** Кинематический подход связан с описанием колебательного и волнового движения с помощью таких характеристик, как смещение, амплитуда, скорость, период. По кинематическому признаку, то есть по функционально зависимости величин, характеризующих состояние колебательной системы от времени, колебания делятся на гармонические и не гармонические.



Уравнение гармонического колебания:

**x=xm sin(  t + ф0)**

основные характеристики колебательного движения:

а) хm - амплитуда; модуль максимального смещения точки от положения равновесия

б) Т - период; время одного полного колебания

Т= t/n , где n- число полных колебаний за время t;

в) число колебаний в единицу времени называется частотой;

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00003.GIF= n/t, []=1/c=Гц (Герц).

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00004.GIF - линейная частота колебаний,

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00005.GIF - циклическая или круговая частота,(вводится в при рассмотрении колебаний в 11 классе)

связь между  и  определяется :

г)0t+0 - фаза колебаний, определяет состояние колебательной системы в момент времени t (определяется в радианах или градусах),

0 - начальная фаза (значение фазы в момент времени t=0)

д) х - смещение точки от положения равновесия в момент времени t..

Надо помнить, что для нахождения таких параметров колебательного движения как период Т, круговая частота, амплитудное значение колеблющейся величины А. Форма записи не имеет ни какого значения; если задано значение колеблющейся величины в начальный момент времени 0 =0, то форма записи закона гармонического колебания может быть выбрана произвольно (через sin или cos), так как найденное значение начальной фазы ф0 будет соответствовать той или иной записи.

А вот значение колеблющейся величины, в произвольный момент времени, будет зависеть от формы записи гармонических колебаний.

Поэтому если в условии указывается начальная фаза колебаний ф0, то должно быть указание на тригонометрическую функцию, через которую должен быть записан закон колебаний.

Если в задачах речь идет о скорости и ускорении в произвольный момент времени, то пользуются соотношениями:

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00006.GIF, http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00007.GIF.

**3.2** Динамический подход к определению характера движения колебательной системы связан с применением в качестве исходных уравнений динамики.

Динамика колебательного движения.

По динамическому признаку, то есть по взаимодействиям, изменяющим состояние колебательной системы и сил, проявляющихся при этом, различают: 1) собственные, 2) свободные, 3) вынужденные колебания.

- колебания, возникающие в системе под действием внутренних сил, называться свободными;

- колебания, совершаемые телами под действием внешних периодически изменяющихся сил, называться вынужденными.

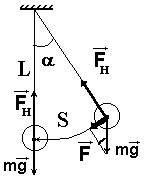
Условия возникновения свободных колебаний:

а) при выведении тела из положения равновесия в системе должна возникнуть сила, стремящаяся вернуть его в положение равновесия;

б) силы трения в системе должны быть достаточно малы.

*1. Математический маятник*

Материальная точка, подвешенная на невесомой нерастяжимой нити, называется математическим маятником.



Внутренняя сила системы:

F = - mg sin 

По второму закону Ньютона:

F = ma; am = - mg sin  a = -g sin 

т.к. sin  = = http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00009.GIFS/L (при малых углах )

Уравнение движения маятника

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00010.GIF,http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00011.GIF

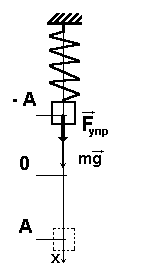
Собственная частота маятника

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00012.GIF

Период колебаний математического маятника (формула Гюйгенса).

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00013.GIF , http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00014.GIF

*2. Пружинный маятник*



Тело подвешенное на пружине и совершающее колебания вдоль вертикальной оси под действием силы упругости пружины, называется пружинным маятником.

Возвращающая сила системы -

Fупр = -kx;

по второму закону Ньютона

F = ma.

Уравнение движения пружинного маятника

am =- kx; http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00016.GIF.

Собственная частота маятника.http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00017.GIF.

Период колебаний маятника- http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00018.GIF.

В положении равновесия: mg = kx; .

Период колебаний.http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00020.GIF.

При использовании соотношения F = - kx (квазиупругая сила),

требуется выражение k через те или иные величины, характеризующие заданную колебательную систему.

В некоторых задачах именно нахождение явного выражения к представляет основную сложность.

Особо выделим задачи о математических маятниках, требующие понимания формулы**http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00021.GIF,** формула применима лишь в тех случаях, когда точка подвеса маятника находится в состоянии статического равновесия относительно земли.

Если точка подвеса движется относительно Земли с каким-то ускорением **атп**, то сила натяжения сообщает маятнику, находящемуся в состоянии равновесия ускорение: **а=g+атп**.

Находя известными методами модуль ускорения **а**, и подставляя его значение в формулу периода колебаний математического маятника (вместо g), получим формулу Т с учетом ускорения точки подвеса.

**3.3** Энергетический подход к изучению колебательного и волнового движения основан на использовании закона сохранения и превращения энергии.

По энергетическому признаку, то есть по характеру превращения энергии в колебательных системах колебания можно классифицировать как затухающие и незатухающие.

1. При гармонических колебаниях периодически происходит переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.

Превращение энергии при движении пружинного маятника снизу вверх:

Кинетическая энергия тела -http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00022.GIF.

Потенциальная энергия упруго сжатого тела http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00023.GIF,

где k - жесткость пружины, x - смещение груза.

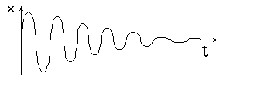
Полная механическая энергия системы http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00024.GIF.

В положении равновесия и в крайних точках:

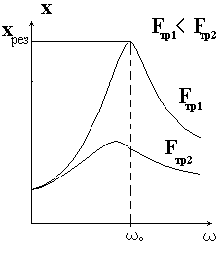
http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00025.GIF.

В промежуточных точках:

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00026.GIF



2. Колебания, энергия которых уменьшается с течением времени за счет действия сил сопротивления, называются затухающими.



3. Резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты изменения внешней силы, действующей на систему, с частотой свободных колебаний называется резонансом.

Условие резонанса: 0 = вын = рез,   
х - увеличивается.

Явление резонанса учитывается при периодически изменяющихся нагрузках в машинах и различного вида сооружениях. Используется в акустике, радиотехнике и т.д. 

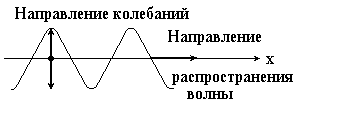
*4. Механические волны*

Кинематическое описание волнового движения связано с выделением продольных и поперечных волн, которые отличаются между собой направлением колебаний частиц Среды по отношению к направлению распространения волн.

Механической волной называется процесс распространения колебаний в упругой среде, который сопровождается передачей энергии колеблющегося тела от одной точки упругой среды к другой.

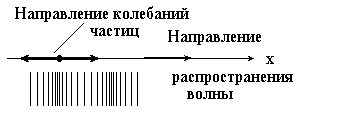
Различают поперечные и продольные волны.

1. Волна называется поперечной, если частицы среды колеблются в направлениях, перпендикулярных к направлению распространения волн.



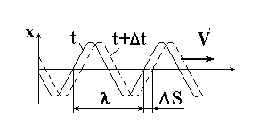
(волна на водной поверхности, волна вдоль шнура)

2. Волна называется продольной, если колебания частиц среды происходят в направлении распространения волны.



(звуковые волны, колебания поршня в трубке , заполненной газом или жидкостью, вызывают продольную упругую волну).

Расстояния между двумя ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах, называется длиной волны ().



Длина волны -

Скорость волны равна произведению длины волны на частоту колебаний.

Скорость волны .

Линия, перпендикулярная волновой поверхности называется лучом.

Луч указывает направление распространения волны.

*5. ЗВУКОВЫЕ ВОЛНЫ*

Раздел физики, занимающийся изучением звуковых явлений, называется акустикой.

Колебания среды, воспринимаемые органом суха, называются звуком.

Звуковая волна - упругая продольная волна, представляющая собой зоны сжатия и разряжения упругой среды (воздуха), передающаяся на расстояние с течением времени.

Звуковые волны делятся:

слышимый звук - от - 20 Гц (17 м ) - до 20 000 Гц (17 мм);

инфразвук ниже 20 Гц;

ультразвук выше 20 000 Гц.

Скорость звука зависит от упругих свойств среды и от температуры, например:

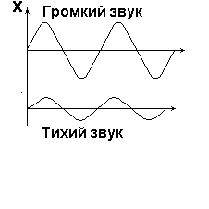
в воздухе V = 331 м/с ( при t=0оС) и V= 3317 м/с (при t=10 С);

в воде V = 1400 м/с: в стали V=5000 м/с.

Звук, издаваемый гармонически колеблющимся телом, называется музыкальным тоном.

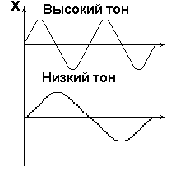
Каждому музыкальному тону( до, ре, ми, фа, соль, ля, си) соответствует определенная длина и частота звуковой волны.

Шум - хаотическая смесь тонов.



Характеристики звуковых волн.

1. Громкость звука определяется амплитудой колебаний в звуковой волне.



2. Высота звука определяется частотой звуковых колебаний. Чем больше частота, тем выше звук. 

*6. Вопросы для самоконтроля по разделу "Механические колебания и волны"*

**6.1.** Гармонические колебания

1. Какое движение называют колебательным? Что понимают под колебанием тела?

2. Какие колебания называют свободными? Приведите примеры.

3. Какие колебания называют вынужденными? Приведите примеры.

4. Объясните опыт, устанавливающий связь между вращательным и колебательным движениями.

5. Какие колебания называют гармоническими? Запишите уравнение гармонического колебания?

6. Что понимают под амплитудой колебания?

7. Что понимают под периодом колебаний? Запишите формулу для нахождения периода.

8. Что понимают под частотой колебаний? Запишите формулы линейной и циклической частоты колебаний. В каких единицах они измеряются.

9. Запишите формулу связи между циклической и линейной частотой.

10. Что понимают под фазой гармонического колебания? (начальной фазой?)

**6.2.** Динамика колебательного движения

1. Что такое маятник? (математический маятник?)

2. Сделав рисунок, иллюстрирующий процесс колебаний математического маятника, .докажите, что они являются гармоническими.

3. Напишите уравнение свободных колебаний математического маятника.

4. Запишите формулы периода свободных колебаний математического маятника и циклической частоты.

5. Какой маятник называют пружинным маятником?

6. Проиллюстрируйте процесс свободных колебаний пружинного маятника, объясните этот процесс.

7. Запишите формулы для периода свободных колебаний и циклической частоты пружинного маятника.   
6.3. Превращение энергии при гармонических колебаниях

1. Объясните процесс превращения энергии при гармоническом колебательном движении на примере пружинного или математического маятника.

2. Как определяется полная механическая энергия гармонически колеблющегося тела в моменты его прохождения точки равновесия и крайних точек движения?

3. Как определяется полная механическая энергия гармонически колеблющегося тела в момент прохождения между точкой положения равновесия и крайней точкой движения?

4. Почему в реальных условиях свободные колебания маятника затухают? При каких условиях колебания могут стать незатухающими?

5. Что понимают под механическим резонансом? Каково условие наступления резонанса?

7. Приведите примеры вредного и полезного проявления механического резонанса.

**6.4**. Механические волны

1. Что называется волной?

1. Какие волны называют поперечными? продольными? (приведите примеры волн).

3. Что понимают под длиной волны? периодом волны? частотой?

4. Чему равна скорость распространения волны?

5. Как связаны скорость распространения волны длина волны и частота (периодом).

6. Что значит, что колебания происходят в одинаковых фазах, противофазах, со сдвигом фаз?

**6.5.** Звуковые волны

1.Какие волны называются звуковыми?

1. Что является источником звуковых волн?
2. Какой диапазон частот звуковых волн воспринимает человек?

*Примерный алгоритм решения количественных задач*

1. Внимательно прочитать условие задачи. Установить какие физические явления или процессы в ней рассматриваются.

2. Вспомнить физический смысл величин, используемых в задаче.

3. Записать краткое условие задачи, выразив все известные величины в единицах системы СИ.

4. Сделать рисунок к задаче, на котором указать действующие силы, направление скорости и ускорения( если необходимо). Если надо, то ряд последовательных положений системы.

5. Записать физические законы и формулы расчета физических величин, необходимых для решения задачи.

6. При необходимости, выбрать систему отсчета, перейти от векторных величин к скалярным.

7. Решить полученную систему уравнений относительно искомых величин в общем виде.

8. Проверить размерность полученной величины.

9. Вычислить искомую величину и проанализировать полученный результат на его реальность.  
**Задача 1.**Математический маятник совершает 30 колебаний за одну минуту. Определить период и частоту колебаний.

|  |
| --- |
| Дано:  N = 30  t =1 мин = 60 с. |
| Найти:  Т-? ? |

Решение.

Используем кинематический подход.

Зная, что период колебаний - это время одного полного колебания имеем:

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00034.GIF , T = 60 **:** 30 = 2 c

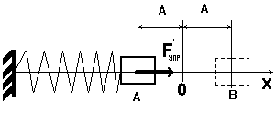
Частота колебаний - величина обратная периоду (число колебаний в единицу времени).

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00035.GIF, [n]=[1/c = 1 Гц] = 30 : 60 = 0.5 Гц

Ответ: Т = 2 с, = 0.5 Гц.

**Задача 2**. Амплитуда колебаний пружинного маятника 5 см., частота колебаний 1 Гц. Какой путь пройдет колеблющееся тело за 10 с. Какое перемещение совершит колеблющееся тело за один период колебаний?

|  |
| --- |
| Дано:  А=5 см. = 0.05 м.   = 1 Гц.  t = 10 c. |
| Найти:  L(10) -? S(T) -? |

Решение:

Предположим, что колебания начинаются с точки А (Пружину сжали и отпустили). Тогда за время равное периоду тело пройдет путь равный расстояниям:

L(T)=АО+ОВ+ВО+ОА=4А, т.е.

общий путь за период равен четырем амплитудам.

Перемещение же точки за один период равно нулю, т.к. точка в результате своего движения вернулась в исходное положение.

Определим N- число колебаний за отведенное время t, а затем путь, как произведение числа колебаний на путь проходимый за одно колебание.

L(t )=L(T) , N = t / T = t  [N]=c 1/c, N=101 =10

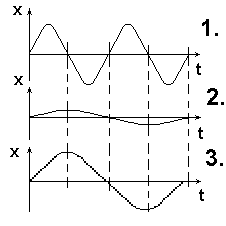
Точка совершает целое число колебаний.

L(10) = 4A  N , L(10)=40.0510 = 2 м

Ответ: Путь пройденный телом за 10 колебаний L(10) = 2 метра,

перемещение за один период S(T) = 0.

**Задача 3.**Сравните колебательные движения трех тел, графики которых представлены на рисунке.



Дано:

Решение.

1) Сравним 1 и 2 -й графики: Время одного полного колебания тела 2 в два раза больше времени одного полного колебания тела 1, следовательно периоды колебаний этих тел имеют следующее соотношение Т2=2Т1.

Максимальные отклонения от положения равновесия одинаковы, значит у 1-го и 2-го тел амплитуды колебаний одинаковые А1=А2

2) У 2-го и 3-го колеблющихся тел периоды колебаний одинаковые Т2=Т3. Но амплитуда колебаний 3-го тела в два раза больше , чем у второго и у первого А3=2А1=2А2

Периоды колебаний у третьего и первого тел соответственно: Т3=2Т1.

**Задача 4.** Координата колеблющегося тела изменяется по закону:

**x=0.1cost.**Определить амплитуду, период и частоту колебаний. (Закон записан в СИ).

|  |
| --- |
| Дано:  x = 0.1 cost |
| Найти:  А - ?  Т - ?   - ? |

Решение:

Запишем уравнение гармонических колебаний в общем виде и сравним с данными задачи.

x = A cos (2/T + ф0)

Множитель А перед функцией cos - есть амплитуда т.е. А =0.1 м. , начальная фаза ф0=0 т.к. в нашем условии она отсутствует.

Множитель перед временем t под знаком косинуса должен выражать циклическую частоту равную 2/Т, откуда:

2/ Т = , Т = 2/  = 2 с

Частота есть величина обратная периоду =1/Т,

= 1 / 2 = 0.5 Гц

Ответ: А = 0.1 м., Т = 2 с., =0.5 Гц.

**Задача 5.** Уравнение гармонических колебаний имеет вид x= 0.01cos(t/2). Найти координаты колеблющегося тела через 0.5 с., 4 с., после начала движения.

|  |
| --- |
| Дано:  x=0.01cos (t/2)  t1 = 0.5 c.  t2 = 4 c. |
| Найти:  x (t1) - ?  x (t2) - ? |

Решение:

Воспользуемся кинематическим подходом к решению задачи. Для определения координаты тела в данный момент времени в уравнение движения подставляем заданное время:

x (0.5) = 0.01 cos(0.5 /2) = 710-3м

x (4) = 0.01 cos(4 /2) = 0.01 cos 2=0.01 м

Ответ: x(0.5) = 0.007 м., x(4)=0.01 м.

**Задача 6.** Пружинный маятник, выведенный из положения равновесия и отпущенный, совершает колебания с частотой 1 Гц и амплитудой 15 см., найти закон гармонического колебания.

|  |
| --- |
| Дано:  А = 0.15 см.  v = 1 Гц |
| Найти:  x(t) - ? |

Решение.

Запишем закон гармонического колебания с учетом того, что в начальный момент времени смещение маятника было максимальным.

x = A cos( t 2/T)

В данное уравнение подставляем значения амплитуды и периода колебаний выраженного через частоту: T = 1/ и получаем: x = 0.15 cos 2t.

Ответ: Закон гармонических колебаний - x = 0.15 cos 2 t.

**Задача 7.** Металлическая пластинка, выведенная из состояния равновесия, колеблется с частотой 600 Гц. В начальный момент времени, смещение конца пластинки было максимальным и равным 2 мм. Считая, колебания гармоническими, написать уравнение колебаний конца пластинки и начертить график.

* Найти зависимость скорости и ускорения от времени.
* Определить амплитуды скорости и ускорения конца пластинки.
* Найти его смещение скорость и ускорение через 0,1 с. После начала отсчета времени.
* За какое время с момента начала колебаний конец пластинки пройдет расстояние равное половине амплитуды?
* Чему равна средняя скорость его движения на этом участке пути?

|  |
| --- |
| Дано:  n = 600 Гц  А = 0.002 м  t = 0.1 с.  S1= A/2 |
| Найти:  x=x(t), V=V(t), a=a(t), Vmax-?  A max-?  x(0.1) -? A(0.1) -? V(0.1) -? T2-? Vср-? |

Задача рассматривает только движение конца пластинки, которое является гармоническим, т.о. остановимся на кинематическом подходе к решению данной задачи.

Запишем уравнение гармонического колебания в виде:

x=Asin(t+ф01) (1)

или x=Acos(t+ф02) (2),

где А- амплитуда колебания, =2n, t - время, ф01, ф02 - начальные фазы соответствующие уравнениям (1) и (2).

Так как по условию задачи в момент времени t=0, x=A, то пользуясь (1), получим: A=Asinф01, откуда

ф01=arcsin1 = (2k-1)/2, где k = 0,1,2,...

Т.к. период sin равен 2, значит изменение фазы на 2 не изменяет состояния колеблющейся системы, следовательно

ф01= /2 (3)

Используя формулу (2), получим: A = Acos ф02 ,

откуда ф02= arccos1=2k, где k=0,1,2, ...

Используя предыдущие рассуждения получим

ф02= 0 (4).

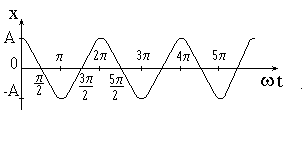
С учетом (1)-(4), а так же выражения для w=2n, получаем:

x = Asin(2nt +/2), или x =Acos2nt

Учитывая заданные условия получим соответственно:

x = 0.002sin(1200t+/2); x = 0.002cos1200t

График удобно строить используя стандартные моменты времени: 0,/2, , 3/2, т.е. в осях х и t.



Для дальнейшего решения задачи, остановимся на форме записи функции через cos, т.к. на самом деле для нахождения конкретных значений V и а, форма записи значения не имеет, т.к. по формулам приведения: sin(2nt+/2)=cos2nt, Т.е.

x=0.002 cos1200t (5)

V(t)= x'(t) = - (0.0021200)sin1200t

V(t) = 2.4sin1200t (6)

аналогично a(t)=V'(t)

a(t) = - (2.41200)2cos1200t

a(t) = -28802cos1200t (7)

Из уравнений (6) и (7) находим V maxи a max.

/Vmax/=2.4 = 7.54 м./с a max= 28802 =2.8104 м/c2.

Для нахождения смещения, скорости и ускорения конца пластинки через заданный промежуток времени после начала колебаний, следует в равенствах (5), (6), (7) подставить t, в нашем случае t=0.1 с. и получить:

x(0.1) = 0.002 cos12000.1 = 0.002 cos1200.002 м

/V(0.1)/ = 2.4sin12000.1=2.4sin120

/a(0.1)/ = 18802cos12000.1 = 18802cos120

2= 1.85104м/с2.

Для нахождения времени t2, смещения на расстояние равное первой половине амплитуды, необходимо в равенстве (5) приравнять смещение к половине периода, и решить уравнение относительно t.

Т.е. cos1200t2 = 0.5, откуда 1200t2 = /3; t2=1/3600=2.810-3 c.

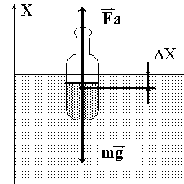
Средняя скорость находится по определению : Vcp= S / t; где S - путь., t - промежуток времени.

Для нашего случая имеем: Vcp= (A/2) **:** t

Vср = 0.001 : 2.810-3= 2.8 м/с

**Задача 8.** Бутылка частично заполненная водой плавает на поверхности резервуара с жидкостью. Масса бутылки с водой 1 кг. Если по ней легонько стукнуть сверху, по горлышку, то она начнет совершать колебания с периодом 1.2 с. Считая колебания бутылки гармоническими и незатухающими, найти плотность жидкости в которой она плавает. Радиус дна бутылки - 3 см.

|  |
| --- |
| Дано:  m = 1 кг.  Т=1.2 с.  R=0.03 м. |
| Найти:  q-? |

Решение: 

По условию, бутылка плавая совершает гармонические колебания, которые возможны при условии существования возвращающей силы пропорциональной смещению х и направленной к положению равновесия бутылки.

Применяем динамический подход к решению задачи, выражение для возвращающей силы имеет вид:

F = - kx, (1)

где k- коэффициент, который необходимо определить через заданные величины.

Т.к. колебания считаем незатухающими, следовательно. Пренебрегаем силами сопротивления воды и воздуха, т.е. потерями энергии на преодоление этих сил. Значит остаются только две силы действующие на бутылку (рис.) : сила тяжести mg- направленная вертикально вниз и сила Архимеда направленная вверх. Сила тяжести при движении не изменяется, а сила Архимеда зависит от объема погруженной части бутылки.

Fa=qgV, где V- объем погруженной части,

g- ускорение свободного падения, q -плотность жидкости.

Следовательно результирующая возвращающая сила будет равна векторной сумме этих двух сил и изменяется в зависимости от глубины погружения бутылки.

Пока система находится в покое mg+Fa=0 (По второму закону Ньютона).

Выберем ось и спроецируем на нее силы системы:

-Fa+mg=0 , qgV=mg. (\*)

При погружении бутылки равенство нарушается, т.к. увеличивается объем погруженный в жидкость и как результат - Архимедова сила.

Равенство (\*) нарушается и возвращающая сила направлена вертикально вверх., а при смещении бутылки по инерции вверх , наоборот результирующая сила направлена вниз /mg/>Fa.

Определим ее из следующих соображений: если х- смещение на некоторую глубину, то объем погруженной части станет равным V0+Sx, где S=R2 -площадь сечения бутылки, и тогда результирующая возвращающая сила примет значение:

F=mg-qg(V+Sx) или с учетом (\*), получим

F=-qgR2x (2)

Сравнивая (1) и(2) видим, что

k=qgR2(3)

Воспользовавшись формулой Томпсона для периода колебаний под действием квазиупругой силы **http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00040.GIF,**

получим:

q = (4m)/(T2R2g), [ (кг с2)/(с2м2м)=кг / м3]

q = (4)/((1.2)2\*(0.03)29.8) = 989 кг/м3

Ответ: плотность жидкости в резервуаре q=989 кг/м3.

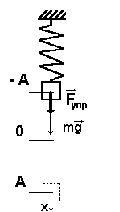
**Задача 9.** Груз массой 100 г. подвешенный на пружине жесткостью 10 Н/м, выведенный из положения равновесия и отпущенный, совершает гармонические колебания с амплитудой 30 см. Каково ускорение груза в момент времени t=T/5 от начала колебаний.

|  |
| --- |
| Дано:  m=100 г.=0.1 кг.  k=10 Н/м  t=T/5 |
| Найти:  а - ? |

Решение:

Рассмотрим динамический подход к решению задачи.

Запишем общее уравнение колеблющейся точки (с учетом того, что начальное смещение было максимальным)



x=cos (t2/T) ()

По закону Гука , проекция силы упругости на линию колебаний равна: Fупр= - kx

Согласно второму закону Ньютона получим:

ma= - kx a= - k/m x

a= -k/m cos( t2/ T)

Подставив данные в полученное уравнение находим искомое ускорение. a= -k/m cos( Т/52/ T) = -k/m cos 0.4

а= 10/0.1 cos 0.4м/с2.

Ответ: а=м/с2.

**Задача 10.** Груз массой 0.5 кг., подвешенный на пружине жесткостью 50 Н/м, совершает гармонические колебания. В начальный момент времени груз находится на расстоянии 2.5 см. От положения равновесия и обладает энергией 0.75 Дж. Найти уравнение гармонических колебаний груза и закон изменения силы упругости пружины от времени. Определить максимальное значение возвращающей силы и ее значение через 0.3 периода.

|  |
| --- |
| Дано:  m=0.5 кг.  k=50 Н/м  x0=0.025 м.  Е=0.75 Дж.  t1=0.3 Т |
| Найти:  x = x(t), F=F(t), Fmax-?, F(t1) -? |

Решение.

Уравнение гармонических колебаний запишем в виде:

x=Acos(t+ф0). (1)

В котором имеем только одни неизвестные величины: А, , ф0.

Попробуем извлечь недостающие величины, используя динамический и энергетический подходы.

Из уравнения Томпсона, для тела совершающего гармонические колебания

**http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00042.GIF,**

и =2/T, имеем: http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00043.GIF (2)

По закону сохранения энергии значение энергии в начальный момент времени не зависит от его положения и определится как:

E=1/2mA2, в результате подстановки (2) имеем: http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00044.GIF .

Для нахождения начальной фазы, воспользуемся начальными условиями: t=0, x = x; подставляем известные величины в (1):

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00045.GIF http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00046.GIF.

Рассчитаем значения:

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00047.GIF22.4 рад/с,

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00048.GIF0.17 м,

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00049.GIF arccos 0.144.

Для нахождения закона изменения силы упругости воспользуемся законом Гука: F=-kx, в результате имеем:

F(t) = - kA cos(t+ф0),

F(t)= - 50\*0.17 cos (22.4 t +1.44),

F(t) = - 8.5 cos (22.4 t + 1.44).

Из последнего уравнения находим амплитудное значение силы,

|Fmax|=8.5 H.

Для нахождения силы в момент времени t1подставим это значение времени в полученное выражение для силы.

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00050.GIF**,**

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00051.GIF,

F(t1)= - 8.5 cos (22.40.06 + 1.44) = - 8.49 H.

**Задача 11.** Тело массой 900 г. подвешенное на пружине жесткостью 300 Н/м, совершает гармонические колебания с амплитудой 20 см. Найти полную механическую энергию колебаний и максимальную скорость движения.

|  |
| --- |
| Дано:  m=0.9 кг.  k = 300 Н/м  А = 0.2 м. |
| Найти:  W - ?  Vмах - ? |

Решение:

Используем энергетический подход к решению задачи.

Полная механическая энергия колебательной системы равна сумме кинетической энергии движения тела и потенциальной энергии взаимодействия.

W = K + П = mV2/2 = kx2/2 (1)

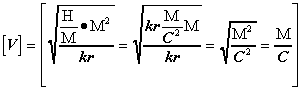
В момент наибольшего отклонения от положения равновесия(xmax=A), полная энергия будет равна потенциальной.

W =П kx2/2 (2)

В момент прохождения телом положения равновесия, наоборот, полная энергия будет равна кинетической.

W = K=mV2/2 (3)

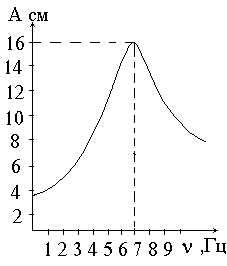
из (2) находим http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00052.GIF Дж,

из (3) http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00053.GIF ,

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00055.GIF м/с.

Ответ: Vmax= 3.3 м/с, W= 6 Дж.

**Задача 12.** На графике представлена зависимость амплитуды вынужденных колебаний пружинного маятника от частоты внешней вынуждающей силы (частоты вращения двигателя, толкающего маятник через передаточный механизм). Определить по графику собственную частоту колебаний маятника. Какова при этом амплитуда колебаний маятника?



Решение.

На графике представлена резонансная кривая для маятника совершающего вынужденные колебания. Видно резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний до 16 см. При частоте вращения двигателя 7Гц. т.о. Наблюдается явление резонанса - резкое увеличение амплитуды колебаний маятника, которое возможно, при совпадении частоты вынуждающей силы с собственной частотой колебаний маятника - 7 Гц. т.е. ==7 Гц.

Амплитуда колебаний соответственно в этот момент равна 0.16 м.

**Задача 13.** Вы несете в опущенной руке пакет с булкой хлеба, при определенном темпе ходьбы, вы замечаете, что пакет в вашей руке начинает сильно раскачиваться. Почему это происходит?

Решение.

Данное явление связано с проявлением резонансных свойств системы пакет-человек. Если частота толчков при ходьбе совпадает с частотой собственных колебаний пакета (маятника), то наступает резонанс - резкое увеличение амплитуды колебаний пакета, т.е. сильному его раскачиванию.

**Задача 14.** Отдыхающий на берегу заметил, что за 10 сек. бакен совершил на волнах 5 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волн - 3 м. Какова скорость распространения волн.

|  |
| --- |
| Дано:  N=5  t=10c.  =3 м. |
| Найти:  V - ? |

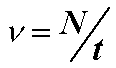
Решение.

а) Расстояние между соседними гребнями волн - это есть длина волны.

Возможно найти скорость распространения волн, воспользовавшись связью между скоростью, длиной волны и периодом колебаний:

V=l/T; l- известно, период найдем из условия , что это есть время одного колебания: T=t/N.

V=N/t; [V]=[м/с].

б) Возможен другой подход: скорость связана с длиной волны и частотойhttp://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00057.GIF, a  следовательно V= =N/t,

V=35/10 = 1,5 м/с.

Ответ: скорость распространения волн 1,5 м/с.

**Задача 15.** Волна, от моторной лодки идущей по озеру дошла до пристани через 2 минуты, при чем расстояние между соседними гребнями волн оказалось равным 1,5 м., а время между двумя последовательными ударами волны о пристань 2 секунды.

Каково расстояние от пристани до места прохождения лодки?

|  |
| --- |
| Дано:  t=2мин = 120 с.  =1.5 м.  Т=2 с. |
| Найти:  S - ? |

Решение:

(Кинематический подход)

Расстояние от пристани до лодки - это расстояние на которое распространяется волна от лодки за 2 минуты.

Тогда S = Vt,где V- скорость распространения волны.

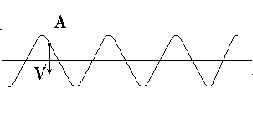
По определению V=/T, следовательно

S = l/Tt, [S] = [мс/с = м]

S = (1.5120)/2 = 90 м.

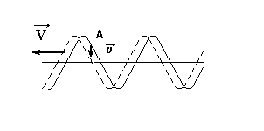
Ответ: расстояние от пристани до лодки 90 метров.

Поперечные и продольные волны



**Задача 16.**Определить направление движения волны на поверхности озера, если поплавок А в момент времени t1 имеет направление скорости указанное на рисунке.

Решение.



Начертим поверхность волны вблизи точки А через небольшой промежуток времени t(т.е. t2=t1+t)

Продолжим эту линию и покажем положение волны в момент времени t2.

Сравнив положение волны в моменты времени t2 и t1 видим, что волна распространяется вправо.

Аналогичным образом (построением положения волны через короткий промежуток времени t) можно решить обратную задачу:

Определить в каком направлении смещаются частицы поперечной волны. если известно направление распространения волны.

**Замечание! Не надо забывать, что при переходе звуковой волны из одного вещества в другое изменяются скорость распространения волны и длина волны, частота остается постоянной.**

**Задача 17.** Длина волны в воздухе 20 см.( при скорости распространения звука в воздухе 340 м/с). Найти скорость распространения звука в веществе, если при той же частоте колебаний длина волны станет равной 1 м.

|  |
| --- |
| Дано:  =20 см = 0.2 м  V1=340 м/с  2=1 м.  1=2 |
| Найти:  V2 - ? |

Решение

Определим частоту колебаний волны в воздухе, учитывая что:

V=n=V1/1

скорость распространения звука в веществе

V=22,

учитывая, что 1=2 имеем :

V2=V1/1\*2

V2=340/0.2 1=1700 м/с

Ответ: Скорость распространения звука в веществе 1700 м/с.

Пример задач на высоту и тон звука

**Задача 18.** От вершины айсберга откололась большая глыба льда и упала в воду. Всплеск упавшей глыбы. приборы, установленные на корабле и принимающие звук под водой зарегистрировали на 10 секунд раньше, чем был услышан звук падения дошедший по воздуху. На каком расстоянии от корабля находился айсберг?

|  |
| --- |
| Дано:  t=15 c.  V1=340 м/с  V2=1400 м/с |
| Найти:  S - ? |

Решение:

Данные для скорости звука в воздухе и в воде используем табличные.

Т.к. звук в однородной среде распространяется с постоянной скоростью, то используем формулы кинематики прямолинейного равномерного движения:

S = V1 t1(воздушная среда)

S = V2 t2 (водная Среда)

по условию t1 - t2 = t (1)

Найдем время движения звука в воде и воздухе:

t2 = S/V2, t1 = S/V1 и подставим в (1)

S/V2 - S/V1 = t

Проведя алгебраические преобразования получим:

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00061.GIF,

http://www.omsknet.ru/acad/tema2/IMG00062.GIF м

Ответ: расстояние до айсберга 6735 метров.

**Задача 19.** Кто в полете чаще машет крыльями шмель или комар?

Решение.

Решение определяется тем, что это можно выяснить по высоте издаваемого при полете насекомого звука. Чем выше высота тона звука, тем большей частотой колебаний он вызван. Мы знаем, что комар при полете издает более высокий тон, чем шмель, следовательно, комар чаще машет крыльями в полете. Шмель излучает более низкий звук, следовательно частота колебаний его крыльев меньше. Т.е. в полете шмель машет крыльями реже, чем комар.

**Замечение! Задачи на распространение звука и ультразвука в различных средах, похожи на задачи движения тела с постоянной скоростью (эхо и эхолот волна проходит путь туда и обратно).**

*8. Задачи для самостоятельной работы*

**Задача 1.** Вы кричите свое имя

**а**) в колодец;

**б**) на опушке леса;

**в**) в степи.

В каком случае вы услышите ответ?

**Задача 2.** Какое из перечисленных ниже движений является механическим колебанием?

1) Движение качелей.

2) Движения мяча падающего на землю.

**А**. Только 1. **Б**. Только 2. **В.** 1 и 2. **Г.** Ни 1, ни 2.

**Задача 3.** В процессе гармонических колебаний тела вдоль прямой амплитуда колебаний составляет 0.5 м. Чему равен путь, пройденный телом за период колебаний?

**А**. 0. **Б.** 0.5 м. **В.** 1 м. **Г.** 2 м. **Д.** Среди ответов А - Г нет правильного.

**Задача 4.** Максимальное значение потенциальной энергии свободно колеблющегося маятника 10 Дж., а максимальное значение его кинетической энергии 10 Дж. В каких пределах изменяется механическая энергия маятника?

**А.** Не изменяется и равна 20 Дж. **Б.** Не изменяется и равна 10 Дж. **В.**   
Не изменяется и равна. **Г.** Изменяется от 0 до 20 Дж. **Д.** Изменяется от 0 до 10 Дж.

**Задача 5.** Какова зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты, если амплитуда колебаний вынуждающей силы постоянна?

**А.** Не зависит от частоты. **Б.** Непрерывно возрастает с увеличением частоты. **В.** Непрерывно убывает с увеличением частоты. **Г.** Сначала возрастает, достигает максимума, а затем убывает.**Д.** Сначала убывает, а затем возрастает.

**Задача 6.** Как изменится период колебаний груза на пружине, если массу груза увеличить в 4 раза?

**А.** Увеличится в 4 раза. **Б.** Увеличится в два раза. **В.** Не изменится. **Г.** Уменьшится в два раза. **Д.** Уменьшится в 4 раза.

**Задача 7.** После отклонения от положения равновесия на 1 см. маятник совершает свободные колебания с периодом 1 с. С каким периодом будет совершать свободные колебания тот же маятник при начальном отклонении от положения равновесия на 2 см?

**А.** 1 с. **Б.** 2 с. **В**21/2. **Г**. 1/2 с. **Д.** 1/21/2.с.

**Задача 8.** Тело массой 1 кг. совершает свободные колебания вдоль оси ОХ. Его координата изменяется по закону x=sin3t (м). По какому закону изменяется потенциальная энергия колеблющегося тела?

**А.** 2sin3t. **Б.** 6sin2 3t. **B.** 6cos2 3t **Г.** 18 sin2 3t. **Д.** 18 cos2 3t

**Задача 9.** Камертон имеет собственную частоту колебаний 440 Гц. Какой частоты надо взять другой камертон, чтобы наблюдать явление резонанса?

**А.** 400 Гц. **Б.** 300 Гц. **В.** 440 Гц. **Г.** 40 Гц. **Д.** 220 Гц.

**Задача 10.** Ухо человека наиболее чувствительно к частоте 350 Гц. Определите длину соответствующей звуковой волны в воздухе, если скорость звука в нем составляет 340 м/с.

**А**. около 1м. **Б.** 2 м. **В.** 3 м. **Г.** 350 м.**Д.** Среди ответов нет правильного. 

*Рекомендуемая литература*

Кабардин О.Ф. и др. Задания для итогового контроля знаний учащихся по физике в 7 - 11 классах общеобразовательных учреждений: дидакт. материал. 2- е изд. -М.:Просвещение, 1995 -223 с.

Тесты по физике для 7 - 9 классов: базовый уровень/ Е.М.Гутник и др..:Под ред. Ю.И.Дика -М.:Школа-Пресс, 1993 - 80 с. Б-ка журнала "Физика в школе".

Коган Л.М. Учись решать задачи по физике: Учебн. пособие для подгот. отделений техн. вузов. -М.:Высш.шк., 1993. - 368 с.

Справочник школьника. Решение задач по физике/Сост. И.Г.Власова, при участии А.А.Витебской. -М.: Филологич.об-во "Слово", компания "Ключ-С", АСТ, Центр гуманитар. наук при факультете журналистики МГУ им. В.М.Ломоносова, 1996. - 640 с.

*Ответы на задачи для самостоятельной работы*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **А Б** | **А** | **А** | **А** | **Б** | **Г** | **Д** | **Д** | **В** | **А** |

**Задание**

Подготовить реферата на тему: «Звук»

Цель задания:

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать специальную литературу;

-развитие познавательных способностей: самостоятельности,

ответственности;

Содержание задания:

- чтение указанной литературы;

- написание реферата;

- подготовка устного сообщения по данной теме.

Ориентированный объем работы:

Две-три страницы рукописного текста.

Основные требования к результатам работы:

в реферате должны быть освещены следующие моменты:

- что такое звук;

- источники звуковых волн;

- распространение звука в различных средах;

- влияние звуковых волн на здоровье человека.

Критерии оценки:

-уровень освоения студентом дополнительного материала.

Форма контроля:

- проверка наличия рефератов у ответственных за задание студентов;

- опрос нескольких студентов.

Список литературы

1. Кикин Д.Г., Самойленко П.И. Физика с основами астрономии. Учебник

для средних специальных учебных заведений. – М.:Высшая школа, 2005.

2.Жданов Л.С., Жданов Г.Л. Физика . Учебник для средних специальных

учебных заведений. – М.: Высшая школа, 1990

3.Дмитриева В.Ф. Физика// Учебное пособие для средних специальных

учебных заведений. М.,2006

4.Пинский А.А.,Граковский Г.Ю. Физика с основами электротехники.\\

Учебное пособие для средних специальных учебных заведений. М.,2006

5.Енохович А.С. Краткий справочник по физике. М.,1983

6.Глухов Н.Д., Камышанченко Н.В., Самойленко П.И. Беседы о физике и

технике. М.,1990

**Задание**

Создание макета радиоприемника, трансформатора

Цель задания :

-формирование умений использовать учебную литературу и оборудование;

-развитие познавательных способностей, самостоятельности,

ответственности

Содержание задания:

имея набор готовых узлов детекторного радиоприемника, наружную антенну,

заземление создать макет действующего радиоприемника

Критерии оценки :

-умение студентов ответить на следующие вопросы

1.Как возникают высокочастотные электрические колебания в колебательно

контуре приемника ?

2.Какую роль играет детектор? блокировочный конденсатор?

3.Почему в телефонах возникают электрические колебания звуковой

частоты?

Форма контроля :

проверка правильности конструирования макета и ответов на вопросы