**Разбор экспериментальных задач по теме «Механические колебания»**  
  
**Цель работы**– разработать методику изучения колебательного движения при решении экспериментальных задач.  
**Объектом работы** является организация учебного процесса на различных этапах урока физики.   
**Предметом** является поиск содержания, форм и методов обучения, обеспечивающих достижение поставленной цели.  
  
В основу работы была положена **гипотеза**: использование на различных этапах урока решения экспериментальных и ситуационных задач повышает эффективность учебного процесса и позволяет добиться более глубокого понимания данной темы учащимися.  
  
Исходя из поставленной цели и сформулированной гипотезы, следуют задачи:

* разработать методику изложения темы “Механические колебания” с использованием экспериментальных задач.
* выяснить, с какими трудностями сталкиваются учащиеся в процессе изучения данной темы и, следовательно, каким вопросам и понятиям следует уделить особое внимание.

Для решения поставленных задач использованы следующие методы:

* изучение методической, психологической и справочной литературы по данной теме.
* знакомство с уже имеющимися разработками в области данной темы.
* проведение уроков по изучению механических колебаний в 9 и 11-х классах.

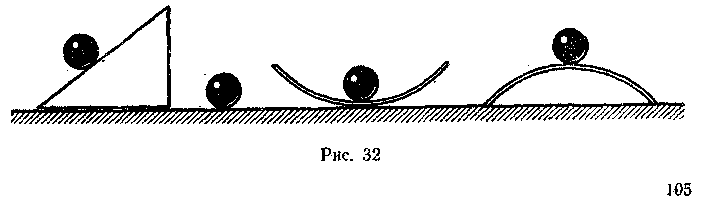
**Методика изучения темы “Механические колебания” в курсе физики средней школы**

Изучение колебаний начинают с введения понятия о колеба­тельном движении, которое является одним из основных в этой теме. Учащиеся уже знакомы с периодическими, т. е. повторяющимися через равные промежутки времени, движениями (напри­мер, с равномерным движением по окружности). Разновидность периодического движения – колебательное, т. е. такое движение, при котором тело перемещается от своего положения равновесия то в одну сторону, то в другую. Приводят примеры колебатель­ных движений и демонстрируют системы тел, в которых при определенных условиях могут существовать колебания (верти­кальный и горизонтальный пружинные маятники, груз на нити, ножовочное полотно, зажатое в тисках, и др.). На примере этих колебательных систем подчеркивают то общее, что характерно для любой из них: наличие устойчивого положения равновесия, фактор инертности, обеспечивающий прохождение телом положе­ния равновесия и, таким образом, установление колебательного движения вместо простого возвращения тела в положение равновесия, и, наконец, достаточно малое трение в системе.

Ребята убеждаются в наличии этих признаков у каждой из демонстрируемых колебательных систем. После этого им можно предложить ответить на вопрос, могут ли возникнуть колебания в системах, представленных на рисунке 32, и проверить свой ответ экспериментально.

Вводят понятие о свободных колебаниях. Колебания, возни­кающие в системе, выведенной из положения равновесия и предоставленной самой себе, называют свободными. Если в системе от­сутствует трение, то свободные колебания называют собственны­ми, они происходят с собственной частотой, которая определяется только параметрами системы. Колебательная система, лишенная сопротивления, идеализация, но при малом коэффициенте зату­хания различие между свободными и собственными колебаниями слишком незначительно, чтобы его учитывать (при добротности системы всего в несколько единиц оно не превышает нескольких процентов). Поэтому в школьном преподавании физики понятия свободных и собственных колебаний не разграничивают и учащих­ся знакомят только с понятием свободных колебаний.

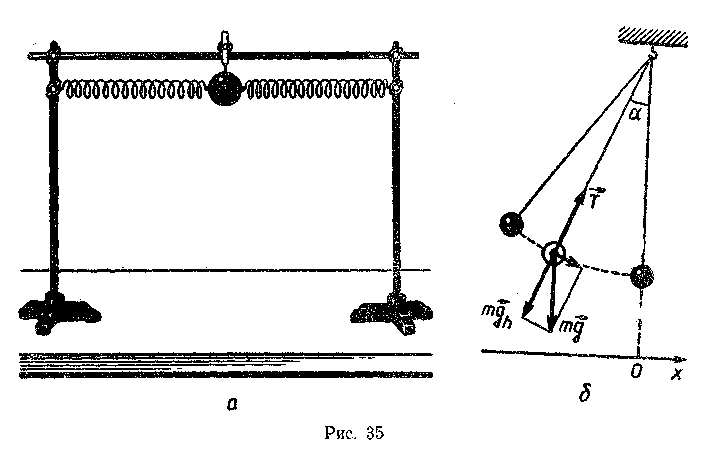
Одно из важнейших понятий теории колебаний – гармониче­ское колебание. Это понятие широко используют по двум при­чинам; любое периодическое негармоническое движение может быть представлено в виде суммы ряда гармонических колебаний кратных частот, причем эти последние можно выделить и наблю­дать. Кроме того, существует много таких колебательных систем, колебания в которых с большой точностью можно считать гармо­ническими.



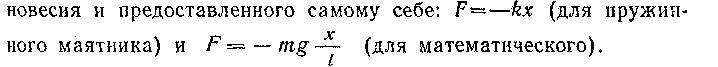
Программа одиннадцатилетней средней школы предполагает впервые ознакомить школьников с понятием гармонического коле­бания в XI классе при изучении электромагнитных колебаний. Но существует реальная возможность сделать это уже при изучении механических колебаний.

При этом возможен следующий подход: используя связь рав­номерного движения по окружности и колебательного движения, получают закон изменения координаты гармонически колеблюще-

те показывают, что тень от шарика, равномерно движущегося по окружности, совершает колебательное движение (рис. 33). Затем учащиеся самостоятельно выполняют задание: найдите выражение для координаты проекции на ось *X* материальной точке сообщают, что движение, в котором координата тела меняется по тако­му закону, называют гармоническим колебанием. В XI классе при изучении электромагнитных колебаний это определение мож­но расширить, показав, что любая величина, изменяющаяся по та­кому закону, совершает гармоническое колебание (например, заряд конденсатора в контуре, ток и напряжение в контуре и др.). Далее на той же установке (см, рис. 33) возбуждают колеба­ния пружинного маятника.

Колебания маятника могут быть описаны тем же уравнением, т. е. при определенных условиях они также являются гармоническими.

Возможен и иной подход к введению понятия о гармоническом колебании: рассматривают динамику свободных колебаний пру­жинного (рис. 35, а) и математического (рис. 35,6) маятников под действием соответственно силы упругости и силы тяжести в от­сутствие силы трения. Для каждого из этих случаев на чертеже изображают силы, действующие на каждый маятник, и записыва­ют уравнение движения маятника, выведенного из положения рав-



Вводят определение: механические колебания, которые совер­шаются под действием силы, пропорциональной смещению и на­правленной к положению равновесия, называют гармоническими.

Если из полученных динамических уравнений выразить уско-



определение; движение, при котором ускорение прямо пропор­ционально отклонению материальной точки от положения равновесия и всегда направлено в сторону равновесия, называют гар­моническим колебанием.

Следует обратить внимание школьников на то, что гармониче­ские колебания – качественно новый вид движения, в котором ускорение непрерывно изменяется по модулю и направлению. По­лезно провести анализ зависимости ускорения маятников от сме­щения и сравнить гармоническое колебание с уже известными учащимся видами движения - прямолинейным (равномерным и равноускоренным) и равномерным движением по окружности.

Введение основных характеристик колебательного движения – амплитуды, частоты и периода может последовать сразу после того, как рассмотрены свободные колебания маятников и введено понятие гармонического колебания. Строго говоря, понятие ча­стоты применимо только для гармонических колебаний, т. е. для бесконечных во времени процессов. В случае периодических про­цессов негармонического характера (а именно с ними чаще при­ходится встречаться) мы имеем дело не с одной частотой, а с целым набором (полосой) частот.

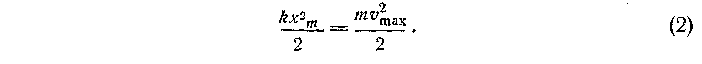
Вводят понятия амплитуды, частоты и периода колебаний, при­чем подчеркивают, что именно эти величины, а не смещение, ско­рость и ускорение колеблющейся точки в данный момент времени характеризуют колебательный процесс в целом. Одну из важней­ших характеристик колебательного движения – фазу – вводят позже, при изучении электромагнитных колебаний в XI классе. Для усвоения понятий амплитуды, периода и частоты колебаний необходимо предложить учащимся ряд упражнений различного характера – качественных, количественных, связанных с проведением небольшого эксперимента.

Формулы для периода колебаний математического и пружин­ного маятников не могут быть строго выведены из-за отсутствия необходимой математической подготовки учащихся. Поэтому они могут быть даны в готовом виде (с последующей эксперименталь­ной проверкой) или выведены косвенным путем.

Например, формулу периода колебаний математического ма­ятника можно получить, используя экспериментальный факт, ус­тановленный еще X. Гюйгенсом: конический маятник длиной l совершает полный оборот за тот же промежуток времени, в те­чение которого математический маятник той же длины совершает полное колебание, т. е. за период. Перед учащимися можно по­ставить задачу: воспользовавшись этим опытным фактом, найди­те формулу периода колебаний математического маятника.



Используя закон сохранения механической энергии для пружин­ного маятника



Из уравнений (1) и (2) получаем выражение для периода пру­жинного маятника

Для лучшего усвоения формулы периода колебаний маятников её следует проверить опытом, показав, что от коэффициента упругости пружины и массы груза, так же как и от ускорения свободного падения и длины нити для математического маятника, зависит собственная частота колебаний системы.

Далее рассматривают энергетические превращения в колеба­тельных системах. Выясняют, что при движении маятников про­исходит периодическое превращение кинетической энергии систе­мы в потенциальную и обратно. Изображают графически кинети­ческую (Ек), потенциальную (Ер)и полную (Еполн) энергию маятника в любой момент времени. Отмечают, что пол­ная энергия колебательной системы не зависит от времени, она пропорциональна квадрату амплитуды и частоты. С этим соотно­шением учащимся придется еще встречаться при изучении вол новых процессов, поэтому важно, чтобы оно было закреплено.

Следует учесть, что все выводы были сделаны для колебательной системы без трения. Так как на самом деле трение существует в любой системе, то энергия системы не остается по­стоянной, а убывает со временем, убывает и амплитуда колеба­ний, т. е. колебательное движение перестает быть гармоническим, хотя и остается периодическим. Если силы сопротивления в систе­ме достаточно велики, движение может стать и апериодичным.

С затуханием свободных колебаний в реальных колебатель­ных системах ребята хорошо знакомы из повседневной жизни и из наблюдений за демонстрационными опытами. Полезно пока­зать системы с различной степенью затухания, выявить причины затухания, привести примеры систем, где необходимо обеспечить быстрое затухание колебаний, и систем, где такое затухание крайне нежелательно. Примером систем с малым затуханием могут служить колокол, камертон. После выведения камертона из состояния покоя он может совершать до нескольких тысяч ко­лебаний, т. е. достаточно долго звучать практически без затуха­ния, с неизменной частотой.

**Методическая разработка урока с применением экспериментальных задач на различных этапах изучения темы «Механические колебания».**

**Урок по теме «Механические колебания»**

**Место урока в теме** - урок закрепления и обобщения знаний, экспериментальная работа

**Задачи**

1.Образовательная. Повторить, закрепить и проверить на практике физические понятия: колебательное движение,   колебательные системы, физические характеристики колебаний.

2. Развивающая. Закрепить умение определять по графику, уравнению и с помощью приборов период, частоту, амплитуду колебаний. Развивать практические навыки проведения экспериментальных работ, навыки решения задач,  использовать полученные знания для объяснения физических процессов. Развивать умение выделять главное, обобщать

3. Воспитательная.  Учить школьников самостоятельно выполнять эксперимент на уроке, слушать ответы учащихся ,анализировать их и делать логические выводы, побудить к активной работе мысли.  
Развивать интерес к предмету физика.

**Оборудование:**

* 5 установок – математический маятник (разной длиной нити, разной массой грузов)
* 5 установок – пружинный маятник (с пружинами разной жесткости, с разным набором грузов)
* Секундомеры или часы с секундной стрелкой.

ХОД УРОКА

**1. Вступление**

**2. Разминка – повторение основных понятий темы «Механические колебания -10 мин**

**3. Проведение фронтальных экспериментов группами учащихся и разбор полученных результатов**

**Опыт №1.** Изучение свободных колебаний груза, подвешенного на резиновом шнуре, груза, подвешенного на нити.

*Цель*: Выяснить условия возникновения свободных колебаний.

*Оборудование:* Груз массой 100г, шнур резиновый, шарик диаметром 25мм на нити.

*Подсказка:* Выведите груз из положения равновесия и ответьте на вопросы:

1). Под действием каких сил маятник совершает колебания?  
2). Почему колебания маятника постепенно затухают?

**Опыт №2**. Превращения энергии при колебательном движении.

*Цель:* Наблюдение превращения потенциальной энергии в кинетическую энергию и обратно при колебательном движении.

*Оборудование:*Груз массой 100г, шнур резиновый, шарик диаметром 25мм на нити.

*Подсказка:* Наблюдая за колебаниями каждого из маятников, ответьте на вопросы:

1). В каком положении колеблющееся тело имеет наибольшее и наименьшее значение потенциальной энергии?  
2). В каком положении колеблющееся тело имеет наибольшее и наименьшее значение кинетической энергии?  
3). Изменяется ли полная механическая энергия, если сопротивление воздуха не учитывать?

**Опыт №3**. Измерение амплитуды, периода, частоты колебаний нитяного (математического) маятника.

*Оборудование:* Нитяной маятник, линейка измерительная, секундомер.

*Подсказка:* 1). Поднимите маятник над линейкой так, чтобы центр тяжести шарика находился напротив нулевого деления шкалы линейки, а шарик почти касался ее. Отклоните маятник от положения равновесия на небольшой угол и отпустите.

2). Измерьте среднюю амплитуду колебаний маятника.  
3). Измерьте время, за которое маятник сделает 10 полных колебаний.  
4). Вычислите период и частоту колебаний http://festival.1september.ru/articles/211472/Image23.gif.

**Опыт №4.** Изучение фазы колебаний маятников.

*Цель:* Наблюдение и сравнение одновременного движения двух нитяных маятников при различной разности фаз их колебаний.

*Оборудование:* Штатив с муфтой и лапкой, два нитяных маятника одинаковой длины.

*Подсказка:* 1). Отклоните один маятник от положения равновесия на небольшое расстояние и отпустите. Наблюдайте за колебаниями маятника. В каких положениях относительно положения равновесия находится маятник, если фаза его колебаний равна http://festival.1september.ru/articles/211472/Image24.gif?

2). Отклоните оба маятника в противоположные стороны от положения равновесия и одновременно отпустите их. С какой разностью фаз колеблются маятники?

3). Приведите оба маятника в колебания с разностью фаз 0, http://festival.1september.ru/articles/211472/Image25.gif.

**Опыт №5.**  “Выяснить, от чего зависит период колебаний нитяного маятника”.

*Цель1.*Выясните, зависит ли период колебаний нитяного маятника от его массы.

*Оборудование:* Штатив с муфтой и лапкой, нить, набор гирь массой 100,50,20г, секундомер.

*Подсказка:* Не меняя длину маятника, определите периоды колебаний маятника, когда его масса равна 100,50,20г http://festival.1september.ru/articles/211472/Image26.gif. Сформулируйте вывод.

*Цель 2.* Выясните, зависит ли период колебаний маятника от амплитуды колебаний.

*Оборудование:* Штатив с муфтой и лапкой, маятник произвольной длины, транспортир, секундомер.

*Подсказка:* Отклоните маятник от положения равновесия на 100и определите период колебаний http://festival.1september.ru/articles/211472/Image27.gif. Аналогичные измерения и вычисления выполните при отклонениях нити от вертикали на 200. Сформулируйте вывод.

*Цель 3.* Выясните, зависит ли период колебаний нитяного маятника от его длины.

*Оборудование:* Штатив с муфтой и лапкой, маятник произвольной длины, линейка, секундомер.

*Подсказка:*Определите период колебаний маятника длиной 1м http://festival.1september.ru/articles/211472/Image27.gif. Уменьшите длину в 2раза, определите период колебаний. Уменьшите длину еще в 2раза, определите период колебаний. Сформулируйте вывод.

**Опыт №6.** Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Поскольку работа выполняется без инструкции, то степень самостоятельности учеников оказывается более высокой, чем при традиционном способе проведения лабораторной работы.

**Опыт №7**. Проверьте на опыте, что периоды колебаний математического и конического маятников одинаковой длины равны между собой. Докажите это теоретически.

Одним из видов фронтального эксперимента являются экспериментальные задачи. Самостоятельное решение учениками экспериментальных задач способствует активному приобретению умений и навыков исследовательского характера, развитию творческих способностей. Экспериментальные задачи обычно не имеют всех данных, необходимых для решения. Поэтому ученику приходиться сначала осмыслить физическое явление или закономерность, о котором говорится в задаче, выявить, какие данные ему нужны, продумать способы и возможности их определения, найти и только на заключительном этапе подставить в формулу. Для решения таких задач предлагаю учащимся использовать структурно – логическую схему. Создание структурно – логической схемы делится на две части: первая – нахождение выражения (формулы) для решения проблемы в общем виде, вторая – формулирование обязательных указаний на то, как (с помощью какого прибора, таблицы и др.) может быть определена каждая физическая величина. Результат представлен в виде схемы. В каждую схему входят три основных части: 1) физические величины, 2) стрелки связи, 3) словесные указания (название прибора или иной источник знаний).

Например, фрагмент урока экспериментальных задач по теме “Механические колебания” 9 класс. Урок строится с непременным учетом индивидуальных возможностей (каждый ученик или группа решает столько задач, сколько сможет).

**Задача1**. *Ареометр массой m представляет собой шарик, заполнен­ный дробью, и цилиндрическую труб­ку с поперечным сечением S. Он помещен в жидкость с плотностью ρ. Ареометр погружают в жид­кость несколько глубже, чем это нужно для его равновесия, и затем отпус­кают. Найти период свободных колебаний ареометра (рис. 8).*

# *Рис. 8*

**Решение.** В положении равновесия сила тяжести уравновешивается выталки­вающей силой. Если ареометр глубже погружен в жидкость, выталкиваю­щая сила становится больше силы тяжести, возникает равнодейст­вующая сила, направленная вверх. Пройдя по инерции положение равно­весия, ареометр оказывается погру­женным в жидкость меньше, чем это нужно для равновесия, возникает равнодействующая сила, направленная вниз. Таким образом; изменение выталкивающей силы выполняет роль возвращающей силы: ΔFАрx = -ρg S⋅x; знак минус говорит о том, что из­менение выталкивающей силы про­тивоположно изменению объема по­груженной части ареометра. Следовательно, в этом случае ΔF*Арх*–квазиупругая сила и k = ρg S. Тогда .

**Задача 2.** *На поверхности воды плавает прямоугольный брусок мас­сой m и площадью поперечного сече­ния S. На него слегка нажали и отпустили, от чего он начал колебаться. Определить частоту его колебаний (рис. 1).*

Рис.1

**Fарх**

**mg**

**Решение.** Брусок плавает в воде, это значит, что сила тяжести уравновешена выталкивающей силой. Но если брусок слегка утопить на небольшую глубину x, объем вытесненной воды увеличится на величину ΔV=S⋅x, и выталкивающая сила будет больше силы тяжести на величину R = ρgΔV. С учетом того, что брусок сместился вниз, а избыточная выталкивающая сила R, являющаяся в данном случае возвращающей силой, направлена вверх, запишем со знаком «минус» выражение для возвращающей силы R = -ρg S⋅x. Сравнив его с законом Гука для упругой силы Fупр= -kx, делаем вывод, что на брусок действует квазиупругая сила, коэффициент квазиупругости которой равен k= ρgS. Здесь ρ - плотность жидкости. Тогда .

**Задача 3.** *Внутри сферы, радиус которой r, в самой нижней ее точке находится маленький шарик, размеры которого намного меньше радиуса сферы. Сферу чуть-чуть качнули, и шарик начал колебаться. Определить частоту его колебаний.*

**Решение.** Самая нижняя точка сферы является для шарика точкой равновесия. При отклонении шарика от положения равновесия на расстояние x на него действуют сила тяжести **mg** и сила реакции сферы **N**, направленные под углом друг к другу (рис. 2). Их равнодействующая и является для шарика возвращающей силой и равна R = mg sin α. Из треугольника, образованного радиусом r и смещением x, получаем sin α = x/r, тогда, R = mgx/r. Так как смещение шарика было влево, а возвращающая сила направлена вправо, поставим знак «минус». Получили выражение . Коэффициент квазиупругости в нашем случае равен .

Рис. 3

O1

r2

r1

O2

A

Рис. 2

α

x

α

R

**N**

mg

O

r

Тогда частота колебаний равна  .

**Задача 4.** Математический маятник длиной L совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса на расстоянии L/2 от нее вбит гвоздь. Определить период колебаний маятника.

**Подсказка**. Период колебаний такого маятника складывается из двух полупериодов: в одном направлении от положения равновесия длина нити равна L, в другом направлении - L/2. **Ответ:** Т = (1+).

.

Используемая литература:

* 1. Буров В.А и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике: для 9 класса, М.: Просвещение, 1986
  2. Иванов А.И. и др. Фронтальные экспериментальные задания по физике: для 10 класса, М.: Просвещение, 1983.
  3. Ланге В.Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку. М: Наука. 1985.
  4. ж.Физика в школе. № 4–93, № 6–93, № 1–94.Объедков Е.С. Фронтальный эксперимент учащихся.
  5. ж.Физика в школе № 4, 5. 6 – 94, №1-95. Орлов В.А. Творческие экспериментальные задания.