

Дата **18.03.2024 г.** Группа БУ 1/1. Курс 1. Семестр 2

Дисциплина: Физика

Тема занятия: Механические колебания и волны

Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения лекционного занятия;

- *учебная* – сформировать представление о свободном падении; определении ускорения свободного падения;

- *воспитательная* – формирование стремления к овладению знаний, активности, самостоятельности суждения.

Вид занятия: Лекция

Интеграционные связи: тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

Список литературы по теме:

1.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 9 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

2.Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 11 кл. общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М.Чаругин; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 10 изд.,стер. – М.: Просвещение, 2022. – 432 с.: ил. – (Классический курс)

3.Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

Тема: Механические колебания и волны (2 часа)

1. Превращение энергии при гармонических колебаниях
2. Затухающие колебания
3. Вынужденные колебания.

1. Превращение энергии при гармонических колебаниях

Рассмотрим превращение энергии при гармонических колебаниях в двух случаях: в системе нет трения; в системе есть трение.

Превращения энергии в системах без трения

Смещая шарик, прикрепленный к пружине (см. рис. 3.3), вправо на расстояние x_m , мы сообщаем колебательной системе потенциальную энергию:

$$W_{\text{п}} = \frac{kx_m^2}{2}.$$

При движении шарика влево деформация пружины становится меньше, и потенциальная энергия системы уменьшается. Но одновременно увеличивается скорость и, следовательно, возрастает кинетическая энергия. В момент прохождения шариком положения равновесия потенциальная энергия колебательной системы становится равной нулю ($W_{\text{п}} = 0$ при $x = 0$). Кинетическая же энергия достигает максимума.

После прохождения положения равновесия скорость шарика начинает уменьшаться. Следовательно, уменьшается и кинетическая энергия. Потенциальная же энергия системы снова увеличивается. В крайней левой точке она достигает максимума, а кинетическая энергия становится равной нулю. Таким образом, при колебаниях периодически происходит переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Нетрудно проследить за тем, что такие же превращения механической энергии из одного ее вида в другой происходят и в случае математического маятника.

Полная механическая энергия при колебаниях тела, прикрепленного к пружине, равна сумме кинетической и потенциальной энергий колебательной системы:

$$W = W_{\text{к}} + W_{\text{п}} = \frac{mv_x^2}{2} + \frac{kx^2}{2}. \quad (3.25)$$

Кинетическая и потенциальная энергии периодически изменяются. Но полная механическая энергия изолированной системы, в которой отсутствуют силы сопротивления, сохраняется (согласно закону сохранения механической энергии) неизменной. Она равна либо потенциальной энергии в момент максимального отклонения от положения равновесия, либо же кинетической энергии в момент, когда тело проходит положение равновесия:

$$W = \frac{kx_m^2}{2} = \frac{mv_m^2}{2}. \quad (3.26)$$

Энергия колеблющегося тела прямо пропорциональна квадрату амплитуды колебаний координаты или квадрату амплитуды колебаний скорости (см. формулу (3.26)).

2. Затухающие колебания

Свободные колебания груза, прикрепленного к пружине, или маятника являются гармоническими лишь в том случае, когда нет трения. Но силы трения, или, точнее, силы сопротивления окружающей среды, хотя, может быть, и малые, всегда действуют на колеблющееся тело.

Силы сопротивления совершают отрицательную работу и тем самым уменьшают механическую энергию системы. Поэтому с течением времени максимальные отклонения тела от положения равновесия становятся все меньше и меньше. В конце концов, после того как запас механической энергии окажется исчерпанным, колебания прекратятся совсем. Колебания при наличии сил сопротивления являются *затухающими*.

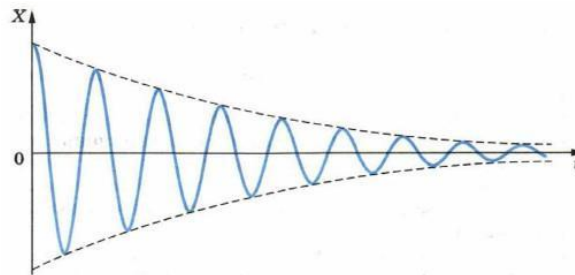


Рис. 3.10

График зависимости координаты тела от времени при затухающих колебаниях изображен на рисунке 3.10. Подобный график может вычертить само колеблющееся тело, например маятник.

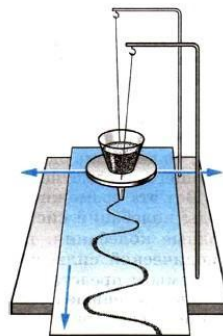


Рис. 3.11

На рисунке 3.11 изображен маятник с песочницей. Маятник на равномерно движущемся под ним листе картона струйкой песка вычерчивает график зависимости своей координаты от времени. Это простой метод временной развертки колебаний, дающий достаточно полное представление о процессе колебательного движения. При небольшом сопротивлении затухание колебаний на протяжении нескольких периодов мало. Если же к

нитям подвеса прикрепить лист плотной бумаги для увеличения силы сопротивления, то затухание станет значительным.

В автомобилях применяются специальные амортизаторы для гашения колебаний кузова при езде по неровной дороге. При колебаниях кузова связанный с ним поршень движется в цилиндре, заполненном жидкостью. Жидкость перетекает через отверстия в поршне, что приводит к появлению больших сил сопротивления и быстрому затуханию колебаний.

Энергия колеблющегося тела при отсутствии сил трения сохраняется неизменной.

Если на тела системы действуют силы сопротивления, то колебания являются затухающими.

3. Вынужденные колебания.

Как нам известно, свободные колебания затухают за определенное время. Но наиболее важное значение имеют незатухающие колебания, — те, которые могут длиться неограниченно долго.

Самый простой способ возбуждения незатухающих колебаний состоит в том, что на систему воздействуют внешней периодической силой. Такие колебания называются **вынужденными**.

Работа внешней силы над системой обеспечивает приток энергии к системе извне. Приток энергии не дает колебаниям затухнуть, несмотря на действие сил трения.

Особый интерес представляют вынужденные колебания в системе, способной совершать почти свободные колебания. С этим случаем знакомы все, кому приходилось раскачивать ребенка на качелях.

Качели — это маятник, т. е. колебательная система с определенной собственной частотой. Отклонить качели на большой угол от положения равновесия с помощью постоянной во времени небольшой силы невозможно. Не удастся раскачать качели и в том случае, если их беспорядочно подталкивать в разные стороны. Однако, если начать в правильном ритме подталкивать качели вперед каждый раз, когда они поравняются с нами, то можно и без большого напряжения раскачать их очень сильно. Правда, для этого потребуется некоторое время. Каждый толчок сам по себе может быть незначительным. После первого толчка качели будут совершать лишь очень малые колебания. Но если темп этих колебаний и внешних толчков один и тот же, то второй толчок будет своевременным и усилит действие первого. Третий усилит колебания еще больше и т. д. Произойдет накопление результатов действия отдельных толчков, и амплитуда колебаний качелей станет большой. Между тем если отдельные толчки следуют друг за другом не впопад, то действие одного будет уничтожаться действием следующего, и заметного эффекта не будет.

Вот эта возможность значительного увеличения амплитуды колебаний системы, способной совершать почти свободные колебания, при совпадении частоты внешней периодической силы с собственной частотой колебательной системы и представляет особый интерес.

Вынужденные колебания шарика, прикрепленного к пружине. Рассмотрим вынужденные колебания в системе, обладающей собственной частотой колебаний. Вместо маятника удобнее взять шарик, прикрепленный к пружине. Пусть конец одной из пружин будет прикреплен к нити, перекинутой через блок (рис. 3.12), а нить соединена со стерженьком на диске. Если вращать диск с помощью электродвигателя, то на шарик начнет действовать периодическая внешняя сила.

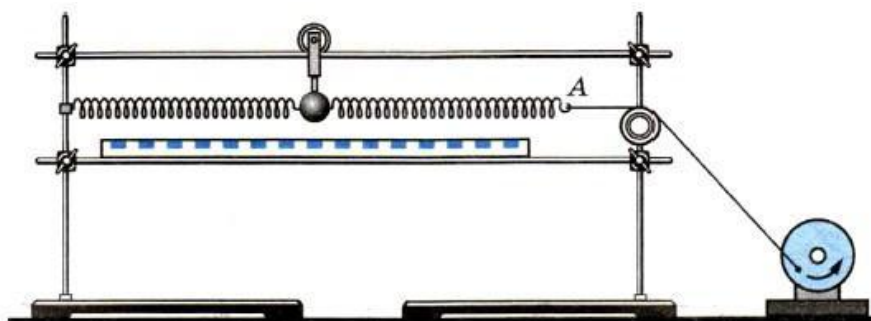


Рис. 3.12

Постепенно шарик начнет раскачиваться. При этом амплитуда колебаний будет нарастать. Спустя некоторое время колебания приобретут установившийся характер: их амплитуда перестанет изменяться со временем. Причем можно обнаружить, что частота колебаний шарика¹ равна частоте колебаний конца А пружины, т. е. частоте изменения внешней силы. (Эта частота равна числу оборотов диска в секунду.)

При установившихся вынужденных колебаниях частота колебаний всегда равна частоте внешней периодически действующей силы.

Контрольные вопросы

1. Два маятника представляют собой шарики одинакового радиуса, подвешенные на нитях равной длины. Массы шариков различны. Колебания какого из маятников прекратятся быстрее: легкого или тяжелого?
2. Приходилось ли вам наблюдать явление резонанса дома или на улице?

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект лекции
2. Письменно ответить на контрольные вопросы
3. Фотографию работы прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографии вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И., 18.03.2024 г., группа БУ 1/1, Физика».