

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 (1 час)

3. Резонанс

4. Воздействие резонанса и борьба с ним

3. Резонанс

Пользуясь установкой, изображенной на рисунке 3.12, выясним, как амплитуда установившихся вынужденных колебаний зависит от частоты внешней силы. Плавно увеличивая частоту внешней силы, мы заметим, что амплитуда колебаний постепенно возрастает. Она достигает максимума, когда внешняя сила действует в такт со свободными колебаниями шарика.

При дальнейшем увеличении частоты амплитуда установившихся колебаний уменьшается. Зависимость амплитуды колебаний от частоты изображена на рисунке 3.13. При очень больших частотах внешней силы амплитуда вынужденных колебаний стремится к нулю с ростом частоты, так как тело, вследствие своей инертности, не успевает заметно смещаться за малые промежутки времени и «дрожит на месте».

Резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты изменения внешней силы, действующей на систему, с частотой ее свободных колебаний называется **резонансом** (от латинского слова *resonans* — дающий отзвук).

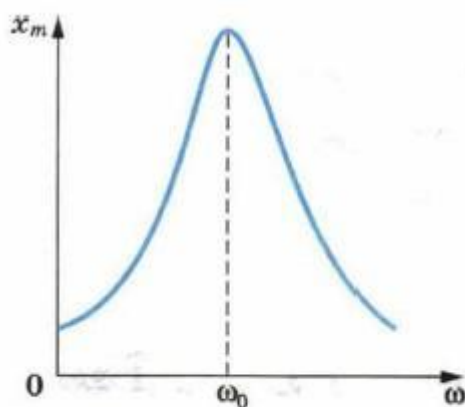


Рис. 3.13

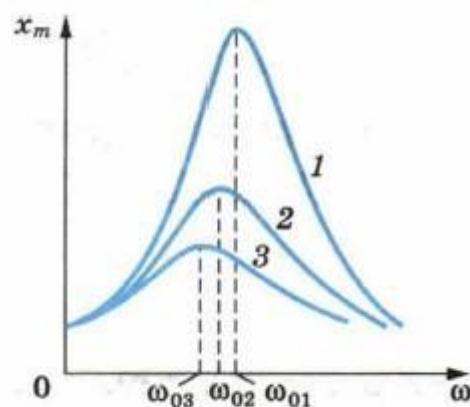


Рис. 3.14

Почему возникает резонанс? Объяснить это явление можно с энергетических позиций.

При резонансе амплитуда вынужденных колебаний максимальна из-за того, что создаются наиболее благоприятные условия для передачи энергии от внешнего источника периодической силы к системе. Внешняя сила при резонансе действует в такт со свободными колебаниями. На протяжении всего периода ее направление совпадает с направлением скорости колеблющегося тела. Поэтому на протяжении всего периода эта сила совершает только положительную работу. При установившихся колебаниях положительная работа внешней силы равна по модулю отрицательной работе силы сопротивления.

Если частота внешней силы не равна собственной частоте ω_0 колебаний системы, то внешняя сила лишь в течение части периода совершает положительную работу. В течение же другой части периода направление силы противоположно направлению скорости, и работа внешней силы будет отрицательной. В целом работа внешней силы за период невелика и соответственно невелика и амплитуда установившихся колебаний. Существенное влияние на резонанс оказывает трение в системе. При резонансе положительная работа внешней силы целиком идет на покрытие расхода энергии за счет отрицательной работы силы сопротивления. Поэтому чем меньше коэффициент трения, тем больше амплитуда установившихся колебаний.

Изменение амплитуды вынужденных колебаний в зависимости от частоты при различных коэффициентах трения и одной и той же амплитуде внешней силы изображено на рисунке 3.14. Кривой 1 соответствует минимальное трение, а кривой 3 — максимальное. На этом рисунке хорошо видно, что возрастание амплитуды вынужденных колебаний при резонансе выражено тем отчетливее, чем меньше трение в системе.

При малом трении резонанс «острый», а при большом «тупой». Если частота колебаний ω далека от резонансной, то амплитуда колебаний мала и почти не зависит от силы сопротивления в системе.

В системе с малым трением амплитуда колебаний при резонансе может быть очень большой даже в том случае, когда внешняя сила мала. Но большая амплитуда устанавливается только спустя продолжительное время после начала действия внешней силы. В соответствии с законом сохранения энергии вызвать в системе колебания с большой амплитудой, а значит, сообщить системе большую энергию небольшой внешней силой можно только за продолжительное время. Если трение велико, то амплитуда колебаний будет небольшой, и для установления колебаний не потребуется много времени.

О резонансе имеет смысл говорить, если затухание свободных колебаний в системе достаточно мало. Иначе амплитуда вынужденных колебаний при $\omega = \omega_0$ будет мало отличаться от амплитуды колебаний при других частотах.

4. Воздействие резонанса и борьба с ним

Если колебательная система находится под действием внешней периодической силы, то может наступить резонанс и связанное с ним резкое увеличение амплитуды колебаний.

Любое упругое тело, будь то мост, станина машины, ее вал, корпус корабля, представляет собой колебательную систему и характеризуется собственными частотами колебаний. При работе двигателей нередко возникают периодические усилия, связанные с движением частей двигателя

(например, поршней) или с недостаточно точной центровкой их вращающихся деталей (например, валов). Если частота этих периодических усилий совпадает с частотой свободных колебаний системы, то возникает резонанс. Амплитуда колебаний может возрасти настолько, что возможна поломка машин, хотя напряжение в материале и не превышает предела прочности при статических нагрузках. Дело в том, что железо, сталь и другие материалы при переменных нагрузках со временем теряют прочность, после чего внезапно разрушаются.

Во всех этих случаях принимаются специальные меры, чтобы не допустить наступления резонанса или ослабить его действие. Для этого увеличивают трение в системе или же добиваются, чтобы собственные частоты колебаний не совпадали с частотой внешней силы. Известны случаи, когда приходилось перестраивать океанские лайнеры, чтобы уменьшить вибрацию.

При переходе через мост воинским частям запрещается идти в ногу. Строевой шаг приводит к периодическому воздействию на мост. Если случайно частота этого воздействия совпадет с собственной частотой колебаний моста, то он может разрушиться.

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