

## Колебания (материал для теоретического изучения)

**Внимание!** Закономерности колебаний не зависят от их физической природы. Этот факт поможет успешно изучить основные понятия и законы колебаний. Однако, при изучении не забывайте уточнять, о каких конкретно колебаниях идет речь в учебнике: механических или электромагнитных. Уделите особое внимание изучению графиков колебаний и резонансных кривых. Определите, в чем отличие вынужденных колебаний от колебаний тока и напряжения не в колебательном контуре (тема «Переменный ток»). **При подготовке обязательно** в конспекте пишите формулы, изображайте осцилляторы, рисуйте графики и поясняйте для себя величины, которые используете при этом. Используйте при подготовке таблицы законов и подсказки, набранные курсивом ниже, тренируйтесь отвечать формулировки законов с помощью обучающих тестов.

**Введение.** Колебания – это ... Осциллятор – это .... Классификации колебаний: 1) механические колебания – это ... , электромагнитные колебания – это... ;2) свободные (собственные) колебания – это... , затухающие колебания – это... , вынужденные колебания – это... ; 3) периодические колебания – это... , гармонические колебания – это... (ответы желательно дополнить рисунком, схемой, графиком).

- 1. Свободные гармонические колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят свободные колебания (*пружинный, математический и физический маятники, LC-колебательный контур – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой*). Условия возникновения свободных колебаний. Пружинный маятник – это... Математический маятник – это... Физический маятник – это... Колебательный контур – это... Основные характеристики колебаний (*определения величин*): амплитуда, циклическая частота, период, частота, фаза и начальная фаза колебаний. **Уравнение гармонических (свободных) колебаний** (*физический смысл, запись, какие величины входят в него*). Графическое представление колебаний: график свободных (собственных) колебаний, фазовая плоскость, метод векторных диаграмм. Свойства свободных колебаний (*амплитуда и начальная фаза свободных колебаний зависят только от начальных условий, циклическая частота свободных колебаний зависит от параметров системы*). **Закон сохранения энергии** для свободных колебаний осциллятора (*физический смысл: свободные колебания всегда сопровождаются переходом одного вида энергии в другой – при подготовке рассмотрите, о каких энергиях идет речь для пружинного маятника и колебательного контура, запишите закон сохранения энергии для них*). График энергий для свободных колебаний пружинного маятника, графики энергий для свободных колебаний заряда, тока, напряжения в колебательном контуре.
- 2. Затухающие колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят затухающие колебания (*пружинный маятник в упругой среде, RLC-колебательный контур – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой*). **Уравнение затухающих колебаний** (*физический смысл, запись, какие величины входят в него*). Условия возникновения затухающих колебаний, условия возникновения сильного затухания и слабого затухания. Два графика затухающих колебаний при сильном и слабом затухании (*на графиках отобразить сильное затухание – аperiodическое колебание, и слабое затухание – экспоненциальное изменение амплитуды и сам процесс колебаний*). Свойства затухающих колебаний (*амплитуда зависит от времени, начальная амплитуда и начальная фаза затухающих колебаний зависят от начальных условий, циклическая (условная) частота или условный период затухающих колебаний зависят от соотношения между собственной циклической частотой и коэффициентом затухания (колебания происходят медленнее, квадрат циклической частоты затухающих колебаний есть разность квадратов собственной циклической частоты и коэффициента затухания)*). Основные характеристики затухания колебаний (*определения величин*): коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность, количество колебаний за время релаксации.
- 3. Вынужденные колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят вынужденные колебания (*пружинный маятник в упругой среде при внешнем периодическом воздействии, RLC-колебательный контур с генератором переменной ЭДС – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой*). Условия возникновения вынужденных колебаний (*наличие осциллятора и внешнего*

периодического воздействия). **Уравнение вынужденных колебаний** (физический смысл, запись, какие величины входят в него). **Свойства вынужденных колебаний** (амплитуда и начальная фаза этих колебаний особо зависят от соотношения между собственной циклической частотой и циклической частотой вынуждающей периодической силы, циклическая частота вынужденных колебаний осциллятора есть циклическая частота вынуждающей периодической силы, при этих колебаниях возможен резонанс). Явление резонанса – это... **Условие возникновения резонанса** (частота внешнего периодического воздействия должна совпадать с собственной частотой осциллятора). Резонансная частота – это... (частота внешнего периодического воздействия, при которой возникает резонанс). Два графика резонансных кривых для механических колебаний и два графика резонансных кривых для колебательного контура (они одинаковы по виду, отличие – в обозначении оси ординат). График зависимости поглощаемой осциллятором энергии (мощности) от циклической частоты внешнего воздействия.

4. **Переменный ток.** Переменный ток – это.... Пример цепи переменного тока (схема). **Условия возникновения переменного тока.** **Свойства переменного тока** (в цепи переменного тока возникает реактивное сопротивление дополнительно к активному сопротивлению, при этом сила тока подчиняется закону Ома, мгновенные значения тока или напряжения могут складываться алгебраически, как для постоянного тока, но, главное, для определения тока и напряжения в цепи переменного тока необходимо токи и напряжения складывать векторно, сравните примеры разных случаев цепи переменного тока – с резистором, с конденсатором, с катушкой индуктивности, с тремя этими элементами). Характеристики цепи переменного тока (определения величин): активное сопротивление – это... , реактивное сопротивление – это ... , емкостное сопротивление цепи переменного тока – это... , индуктивное сопротивление цепи переменного тока – это... , полное сопротивление цепи переменного тока – это... , действующее значение тока – это... , активная мощность – это... . **Закон Ома для цепи переменного тока** (физический смысл, математическая запись, какие величины входят в него). **Условие возникновения резонанса в цепи переменного тока**, какие элементы обязательно должны быть для этого в электрической цепи.

**Коричневым цветом выделены изучаемые явления или свойства объектов.**

**Цветом индиго выделены физические законы.**

Подчеркнуты предложения, освещающие сущностные моменты явления.

### **ВОЛНЫ И ВОЛНОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ** (материал для теоретического изучения)

Внимание! Уделите особое внимание изучению сущности волновых явлений (интерференции, дифракции и т.д.) и физическому смыслу условий максимумов и минимумов интенсивности волн, графикам механической и электромагнитной волн, рисункам опытов. **При подготовке обязательно** в конспекте пишите формулы, изображайте иллюстрации, рисуйте графики и поясняйте для себя величины, которые используете при этом. Используйте при подготовке таблицы законов и подсказки, набранные курсивом ниже, тренируйтесь отвечать формулировки законов с помощью обучающих тестов.

**Введение.** Волна – это .... Волновая поверхность – это.... Фронт волны - это... . Плоская волна – это.... Характеристики волны (определения величин): амплитуда, частота, период, циклическая частота, фаза волны, фазовая скорость, длина волны, волновое число и волновой вектор, вектор Умова, интенсивность волны. **Уравнение плоской волны в общем случае:** как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Графическое представление волны в общем случае (два графика). Чем отличаются бегущая волна от стоячей волны? Стоячая волна – это ....

5. **Механические волны.** Механическая волна – это... Как она образуется (условия возникновения), за счет чего распространяется? От чего зависит скорость распространения механической волны. **Уравнение плоской механической волны:** как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Продольные волны – это... Поперечные волны – это... Где образуются продольные волны, где образуются поперечные волны Графическое представление механической волны (два графика).
6. **Электромагнитные волны.** Электромагнитная волна – это... Как она образуется (условия возникновения), за счет чего распространяется? Как связаны в электромагнитной волне вектора напряженностей электрического и магнитного поля (формула, какие величины

входят в формулу), как они направлены по отношению друг к другу? Графическое представление электромагнитной волны (два графика). Показатель преломления вещества (определение абсолютного и относительного показателя преломления), от чего зависит абсолютный показатель преломления вещества? Скорость электромагнитной волны в вакууме (значение, с какими величинами связана). **Уравнение плоской электромагнитной волны**: как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Что происходит с электромагнитной волной на границе двух сред? Что происходит с электромагнитной волной при попадании ее в оптически плотную среду?

7. **Поляризация волн**. Поляризация волн – это... Какие существуют способы поляризации волн (перечислите). Как происходит поляризация волн в анизотропной среде: двойное лучепреломление – это..., поляризатор – это... , главная оптическая ось – это.... **Закон Малюса**. Чем отличается анализатор от поляризатора? Как происходит поляризация волн при отражении? **Закон Брюстера**.
8. **Интерференция волн**. Интерференция волн – это... Каковы условия возникновения интерференции? Что происходит в опыте Юнга (нарисуйте рисунок, поясните на нем, где возникает интерференционная картина, какой вид она имеет, и ответьте, почему в центре наблюдается светлое пятно)? Разность хода волн (определение). **Условие максимума и условие минимума интенсивности света в интерференции**. Порядок интерференционного максимума (или минимума) – это... (поясните и приведите примеры). Как выглядит установка для получения колец Ньютона (нарисуйте рисунок, поясните на нем, где возникает интерференционная картина, какой вид она имеет, и ответьте, почему в центре наблюдается темное пятно)?
9. **Дифракция волн**. Дифракция волн – это... Каковы условия наблюдения дифракции? В чем заключается принцип Гюйгенса? В чем заключается принцип Гюйгенса-Френеля? Дифракция Френеля – это... (поясните, что происходит в этом случае, и приведите пример этого вида дифракции, не забудьте пояснить, где и что на рисунке изображено). Дифракция Фраунгофера – это... (поясните, что происходит в этом случае, и приведите пример этого вида дифракции, не забудьте пояснить, где и что на рисунке изображено). В чем заключается метод зон Френеля для простых случаев дифракции? Что такое зона Френеля. От чего зависит число зон Френеля на открытой части волновой поверхности для дифракции Фраунгофера? От чего зависит число зон Френеля на открытой части волновой поверхности для дифракции Френеля? От чего зависит минимум или максимум интенсивности света в исследуемой точке дифракционной картины? **Условия максимума или минимума интенсивности света в дифракции Фраунгофера. Условия максимума или минимума интенсивности света в дифракции Френеля**. Порядок дифракционного максимума (или минимума) – это... График интенсивности света для дифракции на прямоугольной щели (нарисуйте график, поясните, почему центральный максимум значительно выше соседних максимумов, то есть, почему центральное пятно в дифракции Фраунгофера – самое яркое, а соседние – бледные . Дифракционная решетка как пример дифракции на многих щелях: дифракционная решетка – это... , **условие главных максимумов и условие главных минимумов интенсивности света**, что наблюдается в интерференционной картине, если на дифракционную решетку падает совокупность волн с разными частотами (или длинами волн, например, белый свет)?

**Коричневым цветом выделены изучаемые явления или свойства объектов.**

**Цветом индиго выделены физические законы.**