

# КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

## (3-й семестр)

1. Колебательные процессы. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора и его решение. Частота, период, амплитуда и фаза собственных колебаний. Энергия механического и электрического гармонических осцилляторов. Особенности колебаний в нелинейных консервативных системах.
2. Свободные колебания связанных осцилляторов. Нормальные координаты и нормальные моды. Частоты нормальных мод для системы, состоящей из двух одинаковых связанных осцилляторов (механических и электрических). Представление о способах определения частот нормальных мод в несимметричных системах.
3. Колебания молекул. Колебательные степени свободы. Типы молекулярных колебаний (валентные и деформационные, симметричные и антисимметричные). Нормальные моды некоторых простейших молекул.
4. Сложение гармонических колебаний, происходящих по одной оси. Представление о методе векторных диаграмм. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний одинаковой частоты, при разных величинах фазового сдвига между ними.
5. Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение осциллятора с затуханием и его решение. Осциллятор с небольшим затуханием. Характеристики свободных затухающих колебаний: время релаксации амплитуды и энергии колебаний, декремент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность. Осциллятор с большим затуханием. Критический режим.
6. Вынужденные гармонические колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных гармонических колебаний и его решение методом векторных диаграмм. Зависимости амплитуды и фазы установившихся вынужденных колебаний от частоты вынуждающего воздействия. Резонансы смещения и скорости.
7. Мощность, затрачиваемая на поддержание вынужденных колебаний. Лоренцева форма линии поглощения, пределы применимости модели. Ширина кривой поглощения. Связь ширины линии поглощения с добротностью осциллятора. Особенности вынужденных колебаний в системе связанных осцилляторов.
8. Переменный ток. Условие квазистационарности переменного тока. Закон Ома для цепи, состоящей из последовательно соединённых резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Мощность, рассеиваемая в цепи переменного тока. Эффективные (действующие) значения переменного тока и напряжения.
9. Резонанс тока в цепи, состоящей из последовательно соединённых резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Представление о резонансе в параллельном контуре.
10. Классическое дифференциальное волновое уравнение. Уравнения плоской и сферической гармонических волн. Продольные и поперечные волны. Учёт поглощения волны средой. Упругие гармонические волны. Плотность энергии, переносимой упругой волной. Вектор Умова.
11. Уравнение электромагнитной волны в однородной непроводящей среде. Фазовая скорость электромагнитной волны. Связь между амплитудами и фазами колебаний векторов напряжённости электрического и индукции магнитного поля в электромагнитной волне. Групповая скорость волн. Дисперсия волн.
12. Энергетические характеристики электромагнитных волн: плотность энергии, переносимой электромагнитной волной, плотность потока энергии, интенсивность, вектор Пойнтинга. Поток энергии через произвольную поверхность.
13. Суперпозиция волн. Когерентные волны. Интерференция волн от двух точечных источников. Опыт Юнга. Роль некогерентности источников и их конечных размеров. Время и длина когерентности. Радиус когерентности. Объём когерентности.
14. Интерференция волн, отражённых от границы раздела двух сред (стоячие волны). Фаза отражённой волны (упругой и электромагнитной). Интерференция волн, отражённых от

двух границ раздела. Интерференция в тонких плёнках. Полосы равной толщины и равного наклона. Формула Вульфа – Брэгга.

15. Интерференционные приборы: компараторы, рефрактометры и спектральные аппараты. Рефрактометр Жамена. Спектральный аппарат Фабри-Перо. Принципы Фурье-спектроскопии.
16. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. «Кольцевые» зоны Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Амплитудная и фазовая зонные пластинки.
17. Дифракция Френеля на полуплоскости и щели. Линейные зоны Френеля («зоны Шустера»). Спираль Корню. Дифракция Фраунгофера на щели. Условия максимумов и минимумов дифракционной картины.
18. Классификация волновых явлений (дифракция Френеля или Фраунгофера, приближение геометрической оптики). Роль дифракции в формировании оптических изображений. Условие разрешения близких объектов оптическими приборами.
19. Дифракционная решётка. Главные и побочные максимумы и минимумы дифракционной картины. Характеристики дифракционной решётки как спектрального аппарата: свободная спектральная область, угловая и линейная дисперсии, разрешающая способность. Критерий Рэлея разрешения двух близких спектральных линий.
20. Поляризация волн. Плоско(линейно)-поляризованные волны. Степень поляризации плоскополяризованного света. Закон Малюса. Поляризация света при избирательном поглощении. Закон Бугёра-Ламберта-Бера.
21. Закономерности излучения диполя. Диаграмма направленности излучения и его поляризация. Поляризация света при отражении от поверхности диэлектрика. Угол Брюстера. Поляризация света при рассеянии. Рассеяние мутными средами и молекулярное рассеяние. Закон Рэлея. Представление о рассеянии Ми.
22. Прохождение света через анизотропное одноосное вещество. Оптическая ось. Главная оптическая плоскость. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Волновые поверхности для обыкновенных и необыкновенных волн в анизотропном веществе. Получение и анализ эллиптически и циркулярно поляризованного света. Левая и правая поляризации. «Четвертьволновые» и «полуволновые» кристаллические пластинки.
23. Интерференция поляризованного света. Цвета кристаллических пластинок. Коноскопия. Искусственная оптическая анизотропия: фотоупругость, электро- и магнитооптические эффекты (Поккельса, Керра и Коттона-Мутона).
24. Оптическая активность кристаллов и молекул. Оптические антиподы и изомеры. Положительные и отрицательные оптически-активные вещества. Закон Био. Гипотеза Френеля. Искусственная оптическая активность (эффект Фарадея).