

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физика**

Кафедра общей физики физического факультета

Образовательная программа бакалавриата  
**10.03.01 Информационная безопасность**

Направленность (профиль) подготовки

**Безопасность компьютерных систем**

Форма обучения:  
Очная

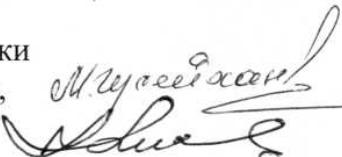
Статус дисциплины:  
входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2022 год

Рабочая программа дисциплины Физика составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **10.03.01 Информационная безопасность уровень бакалавриата** от «17» ноября 2020 г. № 1427. 

Разработчик(и): кафедра общей физики

Гусейханов М.К. д.ф-м.н., профессор, 

Магомедова У.Г-Г. к.б.н., доцент 

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры общей физики от

«15» марта 2022 г., протокол № 2

Зав. кафедрой



Курбанисмаилов В.С.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «23» марта 2022г., протокол №7

Председатель



Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «31» марта 2022г..

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Физика входит в обязательную часть ОПОП образовательной программы бакалавриата по направлению 10.03.01 Информационная безопасность

Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой общей физики

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с пониманием основных законов физики, обеспечивающих функционирование устройств вычислительной техники, позволяющее ориентироваться в потоке научной и технической информации, обеспечивающем систематическое обновление и поддержание современного уровня подготовки.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-4, ОПК-11

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольной работы, коллоквиума и промежуточного контроля в форме зачета, экзамена

Объем дисциплины 6 зачетных единиц, в том числе в 216 академических часах по видам учебных занятий  
очная

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен	
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		Всего	из них			Практические занятия			
Лекции	Лабораторные занятия	КР	КСР	консультации					
1	72	54	36		18			18	зачет
2	144	60	30		30			48	экзамен
	216	116	66		48			66	36

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Физика являются:

- создать универсальную базу для изучения профессиональных дисциплин ;
- развить представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи ;
- развить концепции, в соответствии с которым бакалавры должны быть способны решать научно- технические задачи в их последующей профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Физика входит в обязательную часть ОПОП

Б1.О.02.06. образовательной программы бакалавриата по направлению 10.03.01 Информационная безопасность.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

### 1. Математика

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин

### 1. Безопасность жизнедеятельности

### 2.1. Современные инфокоммуникационные системы и сети

### 2.2. Телекоммуникационные технологии

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-4. Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;	ИД1.ОПК-4.1. Знать: физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Знать: физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный опрос
	ОПК-4.2.. Уметь: применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Уметь: применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный опрос
	ИД2.ОПК-4.3.. Владеть: Способностью применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Владеть: Способностью применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-11 Способен проводить	ИД 1 ОПК-11.1. Знает стандартные вероятностно-статистические методы анализа	Знает стандартные вероятностно-статистические методы анализа	Устный опрос,

эксперименты по заданной методике и обработку их результатов;	вероятностно статистические методы анализа экспериментальных данных	экспериментальных данных	письменный опрос
	ИД 2 ОПК-11.2. Умеет строить стандартные процедуры принятия решений, на основе имеющихся экспериментальных данных	Умеет строить стандартные процедуры принятия решений, на основе имеющихся экспериментальных	Устный опрос, письменный опрос
	ИД 3 ОПК-11.3. Владеет навыками по проведению эксперимента по заданной методике с составлением итогового документ	Владеет навыками по проведению эксперимента по заданной методике с составлением итогового документ	Устный опрос, письменный опрос

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

#### 4.2. Структура дисциплины.

очная

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лаборатори- ческие занятия	Контроль самост. раб.			
Модуль 1. Механика, Электричество										
1	Введение. Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы.	1		4	2			4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам	
2	Динамика движения. Динамика поступательного движения. Энергия	1		4	2			4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам	
3	Динамика вращательного движения. Динамика	1		4				4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические	

	сплошных сред.							задачи по тематике Составление реферата по темам
4	Электрическое поле при наличии проводников	1	4	2			2	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
	Итого по модулю 1		16	6			14	
Модуль 2. Электричество и Магнетизм								
5	Электрическое поле при наличии диэлектриков	1	4	2			2	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
6	Постоянный электрический ток	1	4	2				Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
7	Стационарное магнитное поле, методы регистрации и измерения.	1	4	2			2	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
8	Магнетики. Электромагнитная индукция	1	4	2				Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
9	Колебания и волны. Переменный ток.	1	4	2			2	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
	Итого по модулю 2		20	10			6	
Модуль 3. Молекулярная физика								
10.	Давления и температура.	2	2	2			8	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата

								по темам
11.	Термодинамика	2		2	2		8	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
12.	Жидкость. Твердые тела.	2		2	2		8	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
	Итого по модулю 5:		6	6			24	
<b>Модуль 4. Оптика</b>								
13.	Основные проблемы и направления в современной оптике.	2		4	4		4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
14.	Интерференция монохроматических волн. Явление дифракции	2		4	6		6	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
15.	Спектральный анализ в оптике. Поляризация света.	2		4	4		2	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
	Итого по модулю 6		12	14			10	
<b>Модуль 5. Оптика</b>								
16.	Дисперсия света.	2		4	4		4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
17.	Тепловое излучение	2		4	4		4	Устный и письменный опрос, контрольные работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
18.	Многоуровневые системы	2		4	4		4	Устный и письменный опрос, контрольные

								работы. Тестовые задания. Практические задачи по тематике Составление реферата по темам
	Итого по модулю 5		12	12			12	
Модуль 6								
	Экзамен							36
	ИТОГО:		66	48			66	36

#### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

##### ***4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.***

###### **Модуль 1. Механика**

**Тема 1. Введение.** Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы. Роль модельных представлений в физике. Физические величины, их измерение, оценка точности и достоверности полученных результатов. Системы единиц физических величин.

**Тема 2. Динамика материальной точки, тела.** Понятия массы,, силы и импульса в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнения движения в классической механике.Релятивистское уравнение движения. Релятивистский импульс.

**Работа силы. Энергия.** Законы сохранения импульса и энергии.Работа сил, мощность. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек. Нормировка потенциальной энергии. Связь между работой и энергией. Замкнутые системы. Законы сохранения импульса и энергии.

**Тема 3. Элементы механики сплошных сред.** Виды деформаций. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга. Энергия упругих деформаций твердого тела.

**Тема 4. Электрическое поле при наличии проводников.** Поле вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Потенциал проводника. Емкость единственного проводника. Конденсаторы и их емкость.

## Модуль 2. Электричество и Магнетизм

Тема 5. Электрическое поле при наличии диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Диполь, поле диполя. Диполь в электрическом поле. Поляризованность. Связанные заряды.

Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Электрическое смещение и диэлектрическая проницаемость. Преломление силовых линий на границе раздела диэлектриков.

Тема 6. Постоянный электрический ток. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Сила и плотность тока. Сторонние электродвижущие силы. ЕДС источника тока. Контактная разность потенциалов, термоэлектродвижущая сила, Эффект Пельтье и Томсона.

Тема 7. Стационарное магнитное поле, методы регистрации и измерения. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа–Био–Савара–Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока.

Закон Био–Савара. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в стационарном случае. Вихревой характер магнитного поля. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле. Поток вектора  $\vec{B}$ . Работа контура с током в магнитном поле.

Магнитное поле при наличии магнетиков. Поле элементарного тока. Магнитный момент элементарного тока. Прецессия орбитального магнитного момента во внешнем магнитном поле.

Тема 8. Магнетики. Диа – и парамагнетики. Механизмы намагничивания. Объемные и поверхностные молекулярные токи как модельные представления для сплошной среды. Напряженность магнитного поля.

Ферромагнетизм. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Домены. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания. Гиromагнитные эффекты. Соотношение между механическими и магнитными моментами атомов и электронов. Эффект Энштейна–де Гааза.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Явления само- и взаимной индукции. Экстракции замыкания и размыкания.

Тема 9. Свободные и затухающие электромагнитные колебания. Величины, характеризующие затухание колебаний. Добротность контура. Переменный ток.  $R$ ,  $L$  и  $C$  в цепи переменного тока. Импеданс. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для цепи переменного тока. Работа и мощность

переменного тока. Резонансы в цепях переменного тока. Трансформация тока. Токи Фуко.

### Модуль 3. Молекулярная физика

Тема 10. Давления газа и его вычисление. Основное уравнение кинетической теории газов. Единицы измерения давления. Приборы для измерения давления. Первичные и вторичные манометры.

Температура как степень «нагретости» тела и мера средней кинетической энергии молекул. Единица измерения температуры. Шкала температур. Принцип построения шкалы температур. Термометрическое тело и термометрическая величина. Зависимость температурной шкалы от термометрического тела и термометрической величины. (шкалы Цельсия, Реомера, Форенгейта). Термодинамическая шкала температур. Международная практическая шкала температур. Нуль Кельвина. Термометры. Абсолютная термодинамическая шкала температур.

Уравнения состояния идеального газа. Уравнения Клапейрона. Уравнения Менделеева-Клапейрона для произвольной массы идеального газа. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Число Лошмидта.

Тема 11. Первое начало термодинамики. Задачи термодинамики. Работа. Тепло. Внутренняя энергия. Физическое содержание первого начала. Функция состояния и полные дифференциалы.

Процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Процессы в идеальных газах. Изобарический процесс. Изохорический процесс. Изотермический процесс. Политропный процесс. Уравнение политропы.

Теплоемкость. Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при различных процессах. Расхождения теории теплоемкости идеального газа с экспериментом. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.

Второе начало термодинамики. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Кельвина (Томсона). Эквивалентность формулировок Кельвина и Клаузиуса. Определение энтропии идеального газа. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Расчет измерений энтропии в процессах идеального газа.

Циклические процессы. Работа цикла. Условия совершения работы при циклическом процессе. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия. Холодильная машина. Неравенство Клаузиуса. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменения энтропии в необратимых процессах. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.

Тема 12. Структура жидкостей. Парная функция распределения молекул жидкости. Вычисление потенциальной энергии. Зависимость свойств жидкости от структуры молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Смектики. Нематики. Холестерики. Свойства и применение.

Твердые тела. Кристаллические и аморфные твердые тела. Симметрия твердых тел. Элементы симметрии. Точечные группы симметрии.

Кристаллическая решетка. Элементы симметрии решетки. Кристаллические классы и решетки Бравэ. Дефекты кристаллической решетки (точечные и линейные) и их влияние на механические свойства твердых тел.

Кристаллизация и плавление. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые диаграммы сплавов и твердых растворов.

#### Модуль 4. Оптика

Тема 13. Основные проблемы и направления в современной оптике.

Классическая электромагнитная теория света. Ограничность классической теории. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света. Давление света. Опыты Лебедева.

Тема 14. Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности. Основные интерференционные схемы. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля). Интерференция в тонких пленках. Многолучевая интерференция. Явления дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Зоны Френеля. Дифракция на простейших препятствиях. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как прибор. Понятие о голограмическом методе получения и восстановления изображений.

Тема 15. Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Призменные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии. Поляризация света. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластины. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Циркуляция фазовая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Отражение и преломление света на границе раздела двух

диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстровское отражение. Элементы кристаллооптики.

## Модуль 5. Оптика

Тема 16. Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея). Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Особенности распространения света в металлах. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния. Поляризация рассеянного света, его спектральный состав. Спонтанное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние, крыло линии Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.

Тема 17. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ограниченностей классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка. Фотоэффект

Тема 18. Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней. Лазеры – устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора. Условие стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд). Продольные и поперечные моды. Спектральный состав излучения лазеров. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов. Энергетические характеристики лазерных систем.

## Модуль 6 Подготовка к экзамену

### 4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.

#### Модуль 1. Механика

Тема 1. Введение. Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы. Роль модельных представлений в физике. Физические величины, их измерение, оценка точности и достоверности полученных результатов. Системы единиц физических величин.

Тема 2.Динамика материальной точки, тела. Понятия массы,, силы и импульса в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнения движения в классической механике. Релятивистское уравнение движения. Релятивистский импульс.

*Работа силы. Энергия. Законы сохранения импульса и энергии.* Работа сил, мощность. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек. Нормировка потенциальной энергии. Связь между работой и энергией. Замкнутые системы. Законы сохранения импульса и энергии.

Тема 3.Элементы механики сплошных сред. Виды деформаций. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга. Энергия упругих деформаций твердого тела.

Тема 4.Электрическое поле при наличии проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Потенциал проводника. Емкость единственного проводника. Конденсаторы и их емкость.

## Модуль 2. Электричество и Магнетизм

Тема 5.Электрическое поле при наличии диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Диполь, поле диполя. Диполь в электрическом поле. Поляризованность. Связанные заряды.

Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Электрическое смещение и диэлектрическая проницаемость. Преломление силовых линий на границе раздела диэлектриков.

Тема 6.Постоянный электрический ток. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Сила и плотность тока. Сторонние электродвижущие силы. ЕДС источника тока. Контактная разность потенциалов, термоэлектродвижущая сила, Эффект Пельтье и Томсона.

Тема 7.Стационарное магнитное поле, методы регистрации и измерения. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа–Био–Савара–Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока.

Закон Био–Савара. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в стационарном случае. Вихревой характер магнитного поля. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле. Поток вектора  $\vec{B}$ . Работа контура с током в магнитном поле.

Магнитное поле при наличии магнетиков. Поле элементарного тока. Магнитный момент элементарного тока. Прецессия орбитального магнитного момента во внешнем магнитном поле.

Тема 8. Магнетики. Диа – и парамагнетики. Механизмы намагничивания. Объемные и поверхностные молекулярные токи как модельные представления для сплошной среды. Напряженность магнитного поля.

Ферромагнетизм. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Домены. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания. Гиромагнитные эффекты. Соотношение между механическими и магнитными моментами атомов и электронов. Эффект Энштейна-де Гааза.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Явления само- и взаимной индукции. Экстракции замыкания и размыкания.

Тема 9. Свободные и затухающие электромагнитные колебания. Величины, характеризующие затухание колебаний. Добротность контура. Переменный ток. R, L и C в цепи переменного тока. Импеданс. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Резонансы в цепях переменного тока. Трансформация тока. Токи Фуко.

### Модуль 3. Молекулярная физика

Тема 10. Давления газа и его вычисление. Основное уравнение кинетической теории газов. Единицы измерения давления. Приборы для измерения давления. Первичные и вторичные манометры.

Температура как степень «нагретости» тела и мера средней кинетической энергии молекул. Единица измерения температуры. Шкала температур. Принцип построения шкалы температур. Термометрическое тело и термометрическая величина. Зависимость температурной шкалы от термометрического тела и термометрической величины. (шкалы Цельсия, Реомера, Форенгейта). Термодинамическая шкала температур. Международная практическая шкала температур. Нуль Кельвина. Термометры. Абсолютная термодинамическая шкала температур. Уравнения состояния идеального газа. Уравнения Клапейрона. Уравнения Менделеева-Клапейрона для произвольной массы идеального газа. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Число Лошмидта.

Тема 11. Первое начало термодинамики. Задачи термодинамики. Работа. Тепло. Внутренняя энергия. Физическое содержание первого начала. Функция состояния и полные дифференциалы.

Процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Процессы в идеальных газах. Изобарический процесс. Изохорический процесс. Изотермический процесс. Политропный процесс. Уравнение политропы.

Теплоемкость. Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при различных процессах. Расхождения теории теплоемкости идеального газа с экспериментом. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.

Второе начало термодинамики. Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Кельвина (Томсона). Эквивалентность формулировок Кельвина и Клаузиуса. Определение энтропии идеального газа. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Расчет измерений энтропии в процессах идеального газа.

Циклические процессы. Работа цикла. Условия совершения работы при циклическом процессе. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия. Холодильная машина. Неравенство Клаузиуса. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменения энтропии в необратимых процессах. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.

Тема 12. Структура жидкостей. Парная функция распределения молекул жидкости. Вычисление потенциальной энергии. Зависимость свойств жидкости от структуры молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Смектики. Нематики. Холестерики. Свойства и применение.

Твердые тела. Кристаллические и аморфные твердые тела. Симметрия твердых тел. Элементы симметрии. Точечные группы симметрии.

Кристаллическая решетка. Элементы симметрии решетки. Кристаллические классы и решетки Бравэ. Дефекты кристаллической решетки (точечные и линейные) и их влияние на механические свойства твердых тел.

Кристаллизация и плавление. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые диаграммы сплавов и твердых растворов.

#### Модуль 4. Оптика

Тема 13. Основные проблемы и направления в современной оптике.

Классическая электромагнитная теория света. Ограниченностъ классической теории. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света. Давление света. Опыты Лебедева.

Тема 14. Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности. Основные интерференционные схемы. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля). Интерференция в тонких пленках. Многолучевая интерференция. Явления дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его

интегральная запись и трактовка. Зоны Френеля. Дифракция на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.

Тема 15. Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Призменные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии. Поляризация света. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластины. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Циркуляция фазовая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение. Элементы кристаллооптики.

## Модуль 5. Оптика

Тема 16. Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея). Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Особенности распространения света в металлах. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния. Поляризация рассеянного света, его спектральный состав. Спонтанное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние, крыло линии Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.

Тема 17. Тепловое излучение. Излучательная и поглощающая способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ограничность классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка. Фотоэффект

Тема 18. Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней. Лазеры – устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора. Условие стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд). Продольные и поперечные моды.

Спектральный состав излучения лазеров. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов. Энергетические характеристики лазерных систем.

## 5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Допуск к экзамену осуществляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Активные инновационные методы обучения:

- неимитационные методы обучения;
- неигровые имитационные методы;
- игровые имитационные игры;
- неимитационные методы: проблемная лекция, лекция – визуализация, лекции с запланированными ошибками, лекции - пресс конференция, лекция – беседа, лекция – дискуссия;
- лекции с разбором конкретной ситуации, изложенной устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи.
- лекция консультация, при которой до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов, в том числе с привлечением квалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы.

Активные инновационные методы обучения:

- неимитационные методы обучения;
- неигровые имитационные методы;
- игровые имитационные игры;
- неимитационные методы: проблемная лекция, лекция – визуализация, лекции с запланированными ошибками, лекции - пресс конференция, лекция – беседа, лекция – дискуссия;
- лекции с разбором конкретной ситуации, изложенной устно или в виде краткого диафильма, видеозаписи.
- лекция консультация, при которой до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов, в том числе с привлечением квалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы.

Неигровые имитационные методы:

- кейс метод;
- контекстное обучение;

- тренинг;
- конкурс профессионального мастерства.

Игровые имитационные методы:

- деловые и ролевые игры;
- проектную методику;
- круглый стол;
- технология делового семинара;
- компьютерные симуляции.

В ходе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- разбор конкретных физических явлений, лежащих в основе функционирования электронных устройств;
- знакомство с устройством и принципами действия элементов микроэлектроники.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Тема для самостоятельного изучения	Вид и содержание самостоятельной работы	Форма контроля
Введение. Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы.	Предмет физики. Сочетание экспериментальных и теоретических методов в познании окружающей природы. Роль модельных представлений в физике. Физические величины, их измерение, оценка точности и достоверности полученных результатов. Системы единиц физических величин.	Устный опрос Тестирование
Динамика движения. Динамика поступательного движения. Энергия	Динамика материальной точки, тела. Понятия массы, , силы и импульса в механике Ньютона. Законы Ньютона. Уравнения движения в классической механике. Релятивистское уравнение движения. Релятивистский импульс.  Работа силы. Энергия. Законы сохранения импульса и энергии. Работа сил, мощность. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки и системы материальных точек. Нормировка потенциальной энергии. Связь между работой и энергией. Замкнутые системы. Законы сохранения импульса и энергии.	Устный опрос Тестирование
Динамика вращательного движения. Динамика сплошных сред.	Элементы механики сплошных сред. Виды деформаций. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга. Энергия упругих деформаций твердого тела.	Устный опрос Тестирование
Электрическое поле при	Электрическое поле при наличии	Устный опрос

наличии проводников	проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Зависимость поверхностной плотности зарядов от кривизны поверхности. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы и их емкость.	Тестирование
Электрическое поле при наличии диэлектриков	Электрическое поле при наличии диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектриков. Диполь, поле диполя. Диполь в электрическом поле. Поляризованность. Связанные заряды. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков. Электрическое смещение и диэлектрическая проницаемость. Преломление силовых линий на границе раздела диэлектриков.	Устный опрос Тестирование
Постоянный электрический ток	Постоянный электрический ток. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Сила и плотность тока. Сторонние электродвижущие силы. ЕДС источника тока. Контактная разность потенциалов, термоэлектродвижущая сила, Эффект Пельтье и Томсона.	Устный опрос Тестирование
Стационарное магнитное поле, методы регистрации и измерения.	Стационарное магнитное поле, методы регистрации и измерения. Закон взаимодействия элементов тока (закон Лапласа–Био–Савара–Ампера). Полевая трактовка закона взаимодействия элементов тока. Закон Био–Савара. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в стационарном случае. Вихревой характер магнитного поля. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле. Поток вектора $\vec{B}$ . Работа контура с током в магнитном поле. Магнитное поле при наличии магнетиков. Поле элементарного тока. Магнитный момент элементарного тока. Прецессия орбитального магнитного момента во внешнем магнитном поле.	Устный опрос Тестирование
Магнетики. Электромагнитная индукция	Магнетики. Диа – и парамагнетики. Механизмы намагничивания. Объемные и поверхностные молекулярные токи как модельные представления для сплошной среды. Напряженность магнитного поля. Ферромагнетизм. Зависимость ферромагнитных свойств от температуры. Домены. Границы между доменами. Механизмы перемагничивания. Гиromагнитные эффекты. Соотношение	Устный опрос Тестирование

	<p>между механическими и магнитными моментами атомов и электронов. Эффект Энштейна-де Гааза.</p> <p>Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Дифференциальная формулировка закона электромагнитной индукции Фарадея. Явления само- и взаимной индукции. Экстратоки замыкания и размыкания.</p>	
Колебания и волны. Переменный ток.	<p>Свободные и затухающие электромагнитные колебания. Величины, характеризующие затухание колебаний. Добротность контура. Переменный ток. <math>R</math>, <math>L</math> и <math>C</math> в цепи переменного тока. Импеданс. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для цепи переменного тока. Работа и мощность переменного тока. Резонансы в цепях переменного тока. Трансформация тока. Токи Фуко.</p>	Устный опрос Тестирование
Давления и температура.	<p>Давления газа и его вычисление. Основное уравнение кинетической теории газов. Единицы измерения давления. Приборы для измерения давления. Первичные и вторичные манометры.</p> <p>Температура как степень «нагретости» тела и мера средней кинетической энергии молекул. Единица измерения температуры. Шкала температур. Принцип построения шкалы температур. Термометрическое тело и термометрическая величина. Зависимость температурной шкалы от термометрического тела и термометрической величины. (шкалы Цельсия, Реомера, Форенгейта). Термодинамическая шкала температур. Международная практическая шкала температур. Нуль Кельвина. Термометры. Абсолютная термодинамическая шкала температур.</p> <p>Уравнения состояния идеального газа. Уравнения Клапейрона. Уравнения Менделеева-Клапейрона для произвольной массы идеального газа. Закон Дальтона. Закон Авогадро. Число Лошмидта.</p>	Устный опрос Тестирование
Термодинамика	<p><u>Первое начало термодинамики.</u> Задачи термодинамики. Работа. Тепло. Внутренняя энергия. Физическое содержание первого начала. Функция состояния и полные дифференциалы.</p> <p>Процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Процессы в идеальных газах.</p>	Устный опрос Тестирование

	<p>Изобарический процесс. Изохорический процесс. Изотермический процесс. Политропный процесс. Уравнение политропы.</p> <p>Теплоемкость. Внутренняя энергия как функция состояния. Теплоемкость при различных процессах. Расхождения теории теплоемкости идеального газа с экспериментом. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.</p> <p><u>Второе начало термодинамики.</u></p> <p>Формулировки второго начала термодинамики Клаузиуса и Кельвина (Томсона). Эквивалентность формулировок Кельвина и Клаузиуса. Определение энтропии идеального газа. Физический смысл энтропии. Формула Больцмана. Расчет измерений энтропии в процессах идеального газа.</p> <p>Циклические процессы. Работа цикла. Условия совершения работы при циклическом процессе. Цикл Карно. Коэффициент полезного действия. Холодильная машина. Неравенство Клаузиуса. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Статистический характер второго начала термодинамики. Изменения энтропии в необратимых процессах. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.</p>
Жидкость. Твердые тела.	<p>Структура жидкостей. Парная функция распределения молекул жидкости. Вычисление потенциальной энергии. Зависимость свойств жидкости от структуры молекул. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Смектики. Нематики. Холестерики. Свойства и применение.</p> <p><u>Твердые тела.</u> Кристаллические и аморфные твердые тела. Симметрия твердых тел. Элементы симметрии. Точечные группы симметрии.</p> <p>Кристаллическая решетка. Элементы симметрии решетки. Кристаллические классы и решетки Бравэ. Дефекты кристаллической решетки (точечные и линейные) и их влияние на механические свойства твердых тел.</p> <p><u>Кристаллизация и плавление.</u> Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества.</p>

	Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода. Фазовые диаграммы сплавов и твердых растворов.	
Основные проблемы и направления в современной оптике.	Основные проблемы и направления в современной оптике. Классическая электромагнитная теория света. Ограничность классической теории. Корпускулярно-волновой дуализм. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света. Давление света. Опыты Лебедева.	Устный опрос Тестирование
Интерференция монохроматических волн. Явление дифракции	Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности. Основные интерференционные схемы. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля). Интерференция в тонких пленках. Многолучевая интерференция. Явления дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка. Зоны Френеля. Дифракция на простейших препродах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.	Устный опрос Тестирование
Спектральный анализ в оптике. Поляризация света.	Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров. Призменные, дифракционные и интерференционные спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии. Поляризация света. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластины. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Циркуляция фазовая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике.	Устный опрос Тестирование

	Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение. Элементы кристаллооптики.	
Дисперсия света.	Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор. Классическая электронная теория дисперсии. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Рэлея). Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления. Дисперсионное расплывание волновых пакетов. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра. Особенности распространения света в металлах. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния. Поляризация рассеянного света, его спектральный состав. Спонтанное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние, крыло линии Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.	Устный опрос Тестирование
Тепловое излучение	Тепловое излучение. Излучательная и поглощающая способности вещества и их соотношение. Модель абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Ограничность классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка. Фотоэффект	Устный опрос Тестирование
Многоуровневые системы	Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней. Лазеры – устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора. Условие стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд). Продольные и поперечные моды. Спектральный состав излучения лазеров. Синхронизация мод, генерация сверхкоротких импульсов. Энергетические характеристики лазерных систем.	Устный опрос Тестирование

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

#### **Раздел 1. Механика**

1. В чем заключаются координатный и векторный способы описания движения? Как связаны координатный и векторный между собой эти способы описания движения?
2. Что входит в понятие система отсчета?
3. Что называется вектором перемещения точки  $\Delta\vec{r}$ ? Каково его направление?
4. Что называется средней и мгновенной скоростями изменения координаты точки  $(v_{xcp}, v_x)$ ?
5. Колесо вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс. Обладает ли любая точка на ободе нормальным, тангенциальным ускорением, меняются ли со временем модули этих ускорений, если при этом колесо вращается
  1. а) с постоянной угловой скоростью ( $\omega = cons$ ) $t$ ;
  2. б) с постоянным угловым ускорением ( $\varepsilon = cons$ ) $t$ .
6. Какие системы отсчета называются инерциальными? Перечислите инварианты в преобразованиях Галилея
7. Почему первый закон Ньютона является самостоятельным, хотя на первый взгляд он следует из второго закона Ньютона? Что такое сила? Каковы следствия действия силы? Как измерить силу? Как суммируются силы? Что такое масса? Как измерить массу? В чем заключается свойство аддитивности массы?
8. Что называется импульсом материальной точки. Сформулируйте основной закон динамики для материальной точки и для системы материальных точек. Как записать уравнение вращения тела в дифференциальном и интегральном видах?
9. Сформулируйте III закон Ньютона в форме равенства действия и противодействия.
10. Почему принцип относительности является постулатом?
11. Сформулируйте основной закон динамики для вращательного движения. Чему равна кинетическая энергия вращающегося тела?
12. Что называется моментом импульса материальной точки? Какова его величина и направление? Что называется импульсом материальной точки?
13. Сформулируйте II закон Ньютона в импульсной форме для системы тел.
14. Что называется импульсом силы? Какова связь между импульсом силы и изменением импульса тела, на которое она действует? Рассмотрите 2 случая:

сила неизменна; сила меняется со временем. Сформулируйте закон сохранения импульса системы тел.

15. Что называется работой силы? Груз подвешен к нерастяжимой нити и оттянут в сторону от положения равновесия на угла. Какие силы действуют на груз?

16. Какие силы называются консервативными? Неконсервативными? Приведите примеры.

17. Что называется кинетической энергией тела? Как связаны между собой изменение кинетической энергии и работа сил?

18. Что называется потенциальной энергией системы тел? Какова связь изменения потенциальной энергии системы с работой сил? Что означает нормировка потенциальной энергии?

19. Какие причины могут вызвать изменение полной механической энергии системы? Сформулируйте закон сохранения механической энергии.

20. Сформулируйте основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела (уравнение моментов). Сформулируйте закон сохранения момента импульса.

63. Составьте сравнительную таблицу величин и законов для поступательного и вращательного движений.

21. Сформулируйте закон Архимеда и условия плавания тел. Сформулируйте закон Паскаля для жидкостей? Сформулируйте уравнение неразрывности течения жидкости через трубку тока?

22. Какие параметры относятся к инвариантам в преобразованиях Галилея?

23. Как зависит продольная длина движущегося тела от скорости его движения при скоростях близких к скорости света?

24. Что называется деформацией тела? Сформулируйте закон Гука для деформации растяжения-сжатия.

25. В чем заключается содержание о полевой трактовке взаимодействия тел?

26. Как называется воображаемая точка приложения результирующей всех внешних сил действующих на тело при любом его положении в пространстве.

27. Как называется физическая величина, равная скорости совершения работы?

28. Сформулируйте условие равновесия тела имеющего ось вращения

29. В уравнениях движения масса определяет инертность тела. Каково физическое содержание момента инерции во вращательном движении?

30. Как называется физическая величина равная производной момента импульса по времени?

31. Как зависит скорость течения жидкости (газа) от сечения трубы тока?

32. Как в уравнении Бернулли определяется связь между скоростью течения жидкости в трубке тока с разностью давления на концах трубки тока?

33. Что выступает критерием определяющий характер течения жидкости в трубке тока?

34. Число Рейнольдса определяется отношением кинетической энергии текущей жидкости к энергии теряемой на преодоление сил вязкого трения. Каково математическая форма этой связи?

35. Для чего нужно придать движущимся телам обтекаемую форму?

36. Каков математический вид силы Стокса для жидкого трения?

37. Через какой коэффициент связаны между собой модуль Юнга и модуль сдвига?

### Примеры тестовых заданий для контроля знаний

#### Тема. Кинематика поступательного и вращательного движений.

1. Какое движение называется механическим движением?  
2. Что отражает символическая формула  $[L^\alpha M^\beta T^\gamma \dot{d}a \ddot{a}^\phi]$ , известная как

формула размерности?

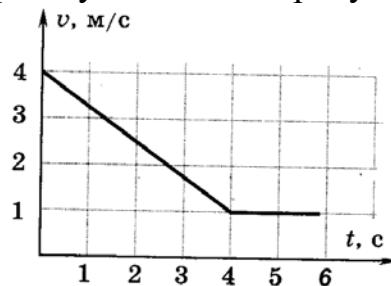
3. Для однозначного определения движения тела (точки) необходимо задать систему отсчета. В систему отсчета входят.....?

1. Мгновенная скорость тела определяется выражением  $\vec{v}_{\text{мн}} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ .

Как направлен при этом вектор скорости.

2. При криволинейном движении вектор полного ускорения состоит из векторной суммы тангенциальной и нормальной составляющих ускорения, которые характеризуют изменение.....

3. График движения «скорость – время» содержит информацию о пути, пройденном телом за определенное время, а площадь под графиком движения равна пути, пройденному телом за это время. Найдите по графику путь, пройденный телом за время указанное на рисунке



4. В таблице приведены результаты измерений перемещения тележки в разные моменты времени. Согласно графику (график строить на бумаге) по этим результатам скорость движения тележки

t, с	0	1	2	3	4	5
x, см	0	19	36	52	67	80

5. Если за промежуток времени  $\Delta t$  тело повернулось вокруг оси вращения на элементарный угол  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ , то отношение этого угла поворота к времени поворота.....

6. Вектор углового ускорения, как и вектор угловой скорости, приложен к оси вращения, а по направлению совпадает с направлением ....

7. Траектория тела движущегося с постоянной скоростью  $v$  совпадает с

раскручивающейся спиралью. Как меняется полное ускорение на такой траектории движения

8. Материальная точка  $M$  движется по окружности с линейной скоростью  $v$ . На рисунке 1 показан график зависимости проекции этой скорости от времени. Каково направление вектора полного ускорения на рисунке 2?

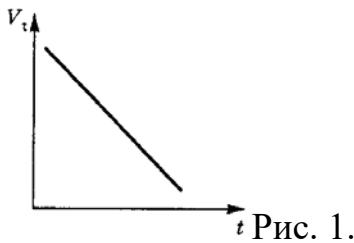


Рис. 1.

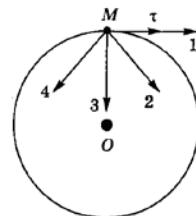


Рис.2

### Тема. Инерциальная система отсчета. Преобразования Галилея и Лоренца.

1. Система отсчета называют инерциальной, если:.....
2. В чем заключается содержание принципа относительности Галилея.....
3. В основе специальной теории относительности (СТО) лежат следующие формальные допущения (постулаты)....
4. Причинно – следственная связь между двумя событиями, вытекающая

из интервала  $dS^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 = (dS^1)^2 = \text{inv}$  (инвариант в преобразованиях Лоренца) имеет место при....

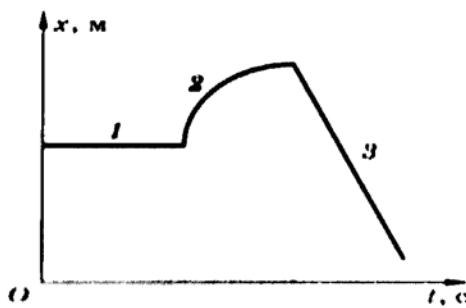
5. Мимо лабораторной системы отсчета пролетела ракета со скоростью  $v=0.8c$ . Вам показалось, что ее длина 60 м. Какова была реальная длина ракеты?

### Тема. Динамика поступательного движения. Сила. Законы Ньютона.

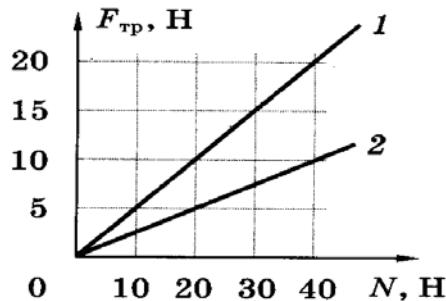
#### Импульс. Природа сил.

1. Количественно взаимодействия тел характеризуют силами взаимодействия, подчиняющиеся закону парности взаимодействия. Каково содержание этого закона?
2. Тело движется прямолинейно, согласно графику зависимости  $x(t)$ .

Какой из участков иллюстрирует первый закон Ньютона



3. Некоторая физическая величина задана ее размерностью  $[L^1 M^1 T^{-1}]$ . Восстановите по размерности формулу.
4. Тело массой 2 кг движется со скоростью 5 м/с из точки 1 в точку 2 по окружности. Точки 1 и 2 лежат на противоположных сторонах диаметра. Изменение импульса тела при этом равно...
5. В основе закона Всемирного тяготения лежит принцип суперпозиции гравитационных полей, который гласит:
6. Скалярной характеристикой поля тяготения служит потенциал  $\Delta\varphi$  поля тяготения  $\Delta\varphi = -E_{\text{тж}} \Delta x$ . В каких единицах измеряется потенциал поля тяготения?
7. Сила, с которой тело действует на опору или подвес удерживающую тело от его свободного падения (вес тела), проявляется как следствие действия.....
8. Для вычисления сил сухого трения покоя используют формулу Амонтона, где коэффициент трения  $\mu$  зависит от...
9. На рисунке представлены графики зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$  скольжения от модуля силы нормального давления  $N$ . Каково соотношение коэффициентов трения?



10. Для сферического тела, движущегося в жидкостях и газах, сила вязкого трения определяют по формуле Стокса. Как зависит эта сила от вязкости жидкости и радиуса тела  $r$ ?

**Тема. Твердое тело. Центр масс. Реактивная сила. Движение тела с переменной массой. Характеристические скорости.**

**Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.**

1. Теорема движения центра масс гласит: центр масс тела движется как материальная точка, если....

2. Если тело при своем движении за единицу времени теряет или приобретает массу равную  $\mu$  (движение тела с переменной массой), то уравнение его движения в замкнутой системе имеет вид .....

3. Минимальная скорость  $v_1$ , необходимая телу, чтобы он стал искусственным спутником Земли (первая космическая скорость) равна примерно 8 км/с. Исходя из какого равенства получена эта величина?

4. Минимальная скорость  $v_1$ , необходимая телу, чтобы он стал искусственным спутником Земли (первая космическая скорость) равна примерно 11.3 км/с. Исходя из какого равенства получена эта величина?

5. Законы полета спутников вокруг Земли, такие же как и законы движения планет вокруг Солнца (Законы Кеплера), которые гласят:

6. При движении тела во вращающейся системе отсчета на тело кроме центробежной силы действует, добавочная сила (Кориолисова сила).

7. Укажите правильное направление для силы Кориолиса.

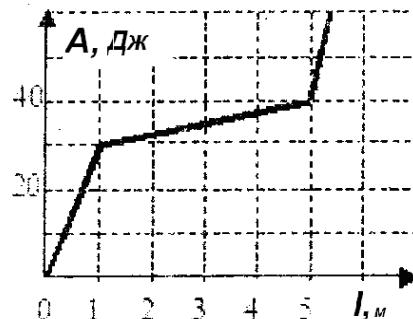
8. Какие факторы обуславливают возникновение кориолисовой силы.

### **Тема. Работа и энергия. Законы сохранения импульса и энергии.**

В каком соотношении изменению кинетической энергии тела соответствует совершенная работа

Потенциальная энергия в точке будет однозначно определена только в том случае, если задан....

Ящик скользит по горизонтальной поверхности. На рисунке приведен график зависимости модуля работы сил трения от пройденного пути. Какой участок был наиболее скользким?



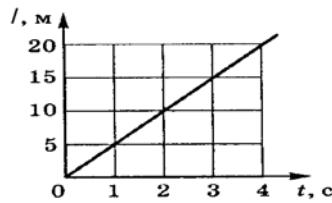
При столкновении тела деформируются, в результате которого происходит...

Какая часть кинетической энергии при неупругих столкновениях переходит во внутреннюю энергию  $\Delta W$ ...

При соударениях уменьшение механической энергии характеризуется коэффициентом восстановления который в реальных условиях меняется в пределах.....

В релятивистском случае полная энергия тела определяется массой и ... правильное выражение для кинетической энергии №нет

Зависимость перемещения тела массой 4 кг от времени представлена на рисунке. Кинетическая энергия тела в момент времени  $t=3$  с равна



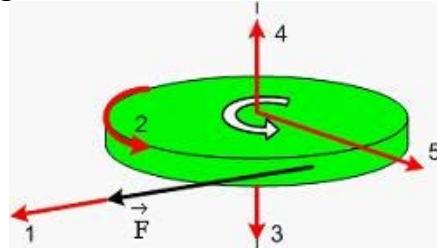
Соотношение  $E^2 - (pc)^2 = m^2 c^4$  – одно из основных соотношений в релятивистской механике, которое связывает....

### Тема. Динамика вращательного движения.

Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент силы. Момент инерции. Момент силы – скорость изменения момента импульса.

Уравнения моментов для материальной точки или тела не является независимым законом движения. Это следует...

Колесо вращается так, как показано на рисунке белой стрелкой. К ободу колеса приложена сила, направленная по касательной. Правильно изображает момент силы к колесу вектор



Полный момент импульса не изменится, если равнодействующая всех внешних моментов сил.....

какой физический параметр в динамике вращательного движения описывает распределение массы тела относительно оси вращения?

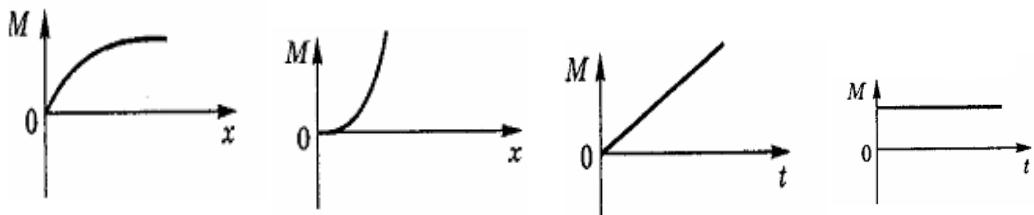
Если момент инерции тела увеличить в 2 раза и скорость его вращения увеличить в 2 раза, то момент импульса тела

Какой из параметров, описывающие вращательное движение, не зависит от времени

Из основного уравнения движения динамики вращательного движения вытекает **правило равновесия вращающегося тела**, которое гласит...

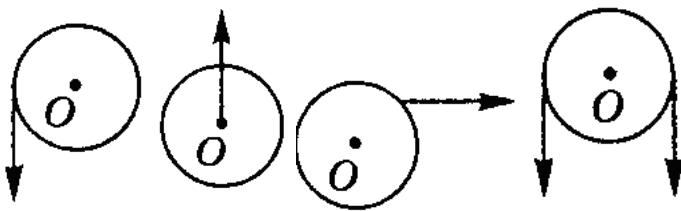
Человек сидит в центре вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси карусели и держит в руках длинный шест за его середину. Изменится ли частота вращения карусели, если он возьмется за один из концов вытянутой шести.

Момент импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону  $L = at^2$ . Укажите на график, правильно отражающий зависимость от времени величины момента сил, действующих на тело.



1.2.3.4.

На рисунке к диску, который может свободно вращаться вокруг оси, проходящей через точку  $O$ , прикладывают одинаковые по величине силы. Момент сил будет максимальным в положении



1.2.3.4.

Вращение тела вокруг свободных осей вращения будет устойчивое, если тело вращается вокруг.....

Аксиально – симметричное тело называется гироскопом, если оно приведено в быстрое вращение вокруг.....

Для гироскопа характерен гироскопический эффект, обусловленный силами Кориолиса. Каково содержание этого эффекта

Гироскопические силы способствуют изменению величину момента инерции вращающегося тела.

Если ось вращения гироскопа описывает коническое движение вокруг одной из осей вращения, то такое движение называют .....

### Тема .Деформация тел. Закон Гука. Энергия деформации.

Изменение формы тела под действием внешних сил называют деформацией. В каких случаях деформация будет упругой.

Напряжением называют нормальным, если силы, действующие на поверхность вызывают деформацию.....

Если после снятия напряжения деформация не исчезает, то такую деформацию называют.....

Закон Гука для сдвига связан с модулем....

Учитывая связь между модулем Юнга и модулем сдвига вычислите чему равен модуль сдвига материала, если его модуль Юнга равен  $10^{11}$  Па, а коэффициент Пуассона  $\mu = 0.34$ .

Модули Юнга и сдвига характеризуют упругие свойства деформируемых сред. Для каких сред справедливы: 1)  $E \neq 0, N = 0$ ; 2)  $E \neq 0, N \neq 0$ .

Как зависит угол закручивания при деформации кручения стержня от радиуса деформируемого стержня.....

Плотность энергии упругой деформации пропорционально зависит

## Тема. Основы аэро-гидромеханики

Напряжение, действующее на жидкость или газ называют давлением. В системе СИ давление измеряется в паскалях, в системе СГС в единицах мм.рт. ст. Каково соответствие между паскалем (Па) и мм. рт. ст.

На поверхность любого выделенного объема жидкости действует сила давления направленная ....

Течение жидкости называют установившейся, если через любой сечение трубы тока за единицу времени проходит ....

Из уравнения неразрывности струи  $S \cdot v = \text{const}$  для установившегося течения жидкости или газа справедливо утверждение: несжимаемая жидкость (газ) в сужающейся трубке ....

Закон сохранения плотности энергии для стационарного течения жидкостей (газов) – уравнение Бернулли  $P + \rho gh + \frac{\rho g^2}{2} = \text{const}$

утверждает: течение жидкости в трубке тока возможно только ....

Динамическое давление (напор) в жидкостях и газах растет пропорционально...

В формулу для сил вязкого трения  $F = 6\pi R \mu v$  (сила Стокса) входит коэффициент вязкости. Какова его размерность в системе СИ.

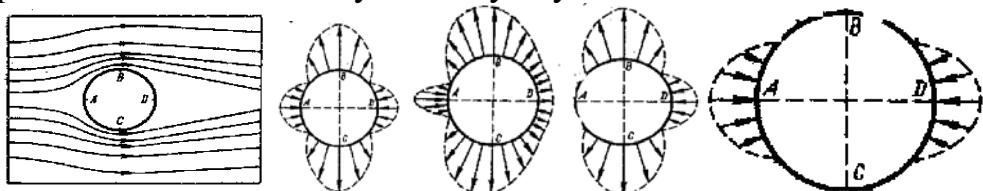
Отношение кинетической энергии текущей жидкости к потерям энергии на преодоление сопротивления определяют ...

При ламинарном течении жидкости в трубке тока наблюдается слоистое течение, где скорость от слоя к слою меняется по какому закону?

Силы вязкого трения нарушают распределение давления на переднюю и заднюю части обтекаемого тела. При этом за телом возникают ...., в результате повышается ....

При обтекании идеальной жидкостью вращающегося симметричного тела возникает «подъемная сила» (эффект Магнуса). Направление подъемной силы при этом зависит от ...

На рисунке приведена картина обтекания неподвижного симметричного тела реальной жидкостью. Укажите, какая из приведенных ниже розеток сил соответствует этому случаю



1.2.3.4.

Жидкость течет по трубе Для скоростей течения жидкости справедливо соотношение

1. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Напряжённость поля точечного заряда. Принцип суперпозиции.
  2. Работа по перемещению точечного заряда в поле другого точечного заряда. Потенциальный характер электростатического поля. Циркуляция вектора  $E$ , её физический смысл. Потенциал электростатического поля. Потенциал поля точечного заряда.
  3. Напряжённость  $E$  как градиент потенциала. Линии напряжённости. Эквипотенциальные поверхности. Поток линий напряжённости. Теорема Гаусса.
  4. Электрический диполь. Дипольный момент. Электрическое поле диполя. Диполь в электрическом поле. Энергия диполя.
  5. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика. Вектор поляризованности  $P$ . Вектор электрической индукции  $D$ .
  6. Границные условия для  $E$  и  $D$ .
  7. Проводники в электрическом поле: а) условие равновесия зарядов на проводнике; б) напряженность вблизи поверхности проводника.
  8. Электроёмкость уединённого проводника. Электроёмкость уединённого шара.
  9. Конденсаторы. Электроёмкость плоского конденсатора, цилиндрического конденсатора, сферического конденсатора.
  10. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Объёмная плотность энергии.
- Постоянный электрический ток
1. Закон Ома для участка цепи. Дифференциальная форма записи.
  2. Сопротивление проводников. Удельное сопротивление. Зависимость сопротивления от температуры. Последовательное и параллельное соединение проводников.
  3. Электродвижущая сила. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для полной цепи.
  4. Закон Джоуля-Ленца. Дифференциальная форма.
  5. Правила Кирхгофа.
  6. Ток замыкания цепи постоянного тока с конденсатором. Ток размыкания.
- Раздел 3. Магнитное поле**
1. Индукция магнитного поля. Единица измерения. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера. Сила Ампера. Сила Лоренца.
  2. Применение закона Био-Савара-Лапласа к расчёту индукции магнитного поля прямого тока, кругового тока.
  3. Магнитное взаимодействие параллельных токов. Сила тока 1 А.
  4. Магнитный момент контура с током. Контур с током в магнитном поле: а) поле однородное; б) поле неоднородное. Вектор магнитной индукции  $B$ .
  5. Закон полного тока. Теорема о циркуляции вектора  $B$ . Применение теоремы о циркуляции к расчёту поля: прямого тока, на оси длинного соленоида, на оси тороида.

6. Работа по перемещению проводника/контура с током в магнитном поле. Поток вектора  $\mathbf{B}$ . Явление электромагнитной индукции. Величина ЭДС индукции  $E_i$ . Закон Фарадея. Правило Ленца. Природа возникновения  $E_i$ . Уравнение Максвелла.
7. Индуктивность. Единица измерения. Индуктивность соленоида. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность. Энергия магнитного поля.
8. Установление тока в контуре, исчезновение тока.
9. Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности. Напряжённость магнитного поля  $\mathbf{H}$ . Теорема о циркуляции вектора напряжённости.
10. Виды магнетиков. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики.
11. Условия на границе двух магнетиков.
12. Ток смещения. Плотность тока смещения. Магнитное поле тока смещения. Уравнения Максвелла.

### Вопросы коллоквиумов

1. Два рода электричества. Закон Кулона, его экспериментальная проверка и представление в различных системах.
2. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции.
3. Вектор электрического смещения в вакууме. Поток вектора смещения. Теорема Гаусса, ее интегральное и дифференциальное представление.
4. Расчет полей с использованием теоремы Остроградского – Гаусса для зарядов, распределенных по объему, поверхности и вдоль нити.
5. Потенциальность электростатического поля. Математический критерий потенциальности поля. Потенциал, разность потенциалов.
6. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии; их ортогональность. Связь  $\bar{E}$  и  $\varphi$ .
7. Расчет электрического поля по заданной напряженности или напряжения.
8. Проводники в электрическом поле. Потенциал проводника. Электроемкость проводника. Потенциальные и емкостные коэффициенты.
9. Конденсаторы. Емкость конденсатора. Емкость простых конденсаторов. Соединение конденсаторов.
10. Собственная, взаимная и полная энергия системы зарядов.
11. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
12. Диполь. Поле диполя. Диполь в электростатическом поле. Энергия диполя в электрическом поле.
13. Диэлектрики в электрическом поле. Вектор поляризации, его связь с поверхностной плотностью связанных зарядов.
14. Циркуляция вектора поляризации и связанные заряды - их связь (в интегральной и дифференциальной формах).
15. Векторы напряженности и смещения в диэлектриках. Их связь в диэлектриках.

16. Изотропные диэлектрики. Поляризуемость молекул. Электронная теория поляризации неполярных диэлектриков.
17. Электронная теория поляризации полярных диэлектриков; зависимость их диэлектрической проницаемости от температуры.
18. Преломление линий  $\vec{E}$  и  $\vec{D}$  на границе раздела двух диэлектриков.
19. Постоянный электрический ток: линия и трубка тока. Уравнение стационарности и непрерывности.
20. Плотность тока, сила тока. Зависимость плотности тока от заряда, скорости и концентрации носителей .
21. Закон Ома (в интегральной и дифференциальной формах). Сопротивление проводников и его зависимость от температуры. Сверхпроводимость.
22. Закон Джоуля – Ленца ( в интегральной и дифференциальной формах). Плотность мощности.
23. Замкнутая цепь. Источник тока. ЭДС источник тока. Закон Ома для участка неоднородной цепи.
24. ЭДС источника и напряжение на полюсах источника. ЭДС источника и скачки потенциалов на полюсах источника.
25. Разветвленные цепи. Первое правило Кирхгоффа, его обоснование и практическое применение.
26. Разветвленные цепи. Второе правило Кирхгоффа, его обоснование и практическое применение.
27. Электронный характер проводимости металлов. Опыты Милликена, Толмена и Стюарта.
28. Классическая электронная теория и объяснение ею закона Ома и Джоуля – Ленца.
29. Затруднения классической электронной теории и элементы зонной (квантовой) теории.
30. Природа энергетических зон в твердом теле и их связь с дискретными энергетическими уровнями электронов в атоме.
31. Объяснение свойств металлов, полупроводников и диэлектриков на основе зонных представлений.
32. Собственные полупроводники: объяснение их электропроводности на основе зонных представлений.
33. Примесные полупроводники: объяснение их электропроводности на основе зонных представлений.
34. Контактная разность потенциалов, термо ЭДС. Термопара, термобатареи.
35. Контакт металла и полупроводника, р – п переход. Выпрямляющее действие контакта.
36. Электрический ток в вакууме. Термоэмиссия. Законы Богуславского – Ленгмюра и Ричардсона – Дэшмэна.
37. Электропроводность жидкостей, электролитическая диссоциация. Коэффициент диссоциации. Закон Освальда.

38. Электропроводность жидкостей, ее зависимость от концентрации и подвижности носителей. Электролиз. Законы Фарадея.
39. Электропроводность газов. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Ионизация и рекомбинация. Электропроводность газов при малых токах.
- 40.** Переход несамостоятельного разряда в самостоятельный. Условие перехода. Типы самостоятельных разрядов и их особенности.
41. Стационарное магнитное поле; методы регистрации и измерения.
- 42.** Вектор магнитной индукции: его определение и единицы измерения.
- 43.** Магнитное поле элемента тока. Закон Био-Савара-Лапласа – как теоретическое обобщение экспериментальных исследований.
- 44.** Системы единиц CGSE, CGSM и СИ. Единицы измерения электромагнитных величин в этих системах.
- 45.** Магнитное напряжение. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах.
- 46.** Магнитное поле контура с током. Магнитный момент контура с током.
- 47.** Магнитное поле движущихся зарядов; его величина и направление.
- 48.** Действие магнитного поля на элемент тока. Закон Ампера. Правило левой руки.
- 49.** Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца, его ортогональность движению зарядов.
- 50.** Действие магнитного поля на контур с током. Вращающий момент рамки в поле.
- 51.** Магнетики. Вектор намагничивания, его связь с линейной плотностью поверхностных токов.
- 52.** Вектор напряженности магнитного поля в магнетике. Его связь с напряженностью поля без магнетика.
- 53.** Вектор индукции магнитного поля в магнетике, его связь с намагничиваемостью и напряженностью магнитного поля.
- 54.** Изотропные магнетики: связь их намагничинности с напряженностью поля.
- 55.** Изотропные магнетики: их магнитная проницаемость и восприимчивость.
- 56.** Молекулярные токи, природа молекулярных токов. Магнитный момент электрона в атоме, его прецессия во внешнем магнитном поле.
- 57.** Диамагнетики. Природа диамагнетизма. Свойства диамагнетиков.
- 58.** Парамагнетики. Природа парамагнетизма. Свойства парамагнетиков. Зависимость их магнитной восприимчивости от температуры.
- 59.** Ферромагнетизм. Природа ферромагнетизма. Спонтанное намагничивание и домены. Гистерезисные явления.
- 60.** Законы магнетизма при наличии магнетиков.
- 61.** Преломление линий  $\vec{B}$  и  $\vec{H}$  на границе раздела двух магнетиков. Непрерывность линий напряженности на границе раздела магнетиков.
- 62.** Поток индукции магнитного поля. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля (в интегральной и дифференциальной формах).

- 63.** Работа проводника с током и контура с током в магнитном поле. Источник этой работы.
- 64.** Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС индукции.
- 65.** ЭДС индукции и источники сторонних сил. Первое основное положение теории Максвелла. Вихревое электрическое поле.
- 66.** Явление самоиндукции. Индуктивность контура и методы ее расчета.
- 67.** ЭДС самоиндукции, ее проявления (экстратоки замыкания и размыкания).
- 68.** Взаимная индукция и взаимная индуктивность. ЭДС взаимной индукции. Взаимная индуктивность – как алгебраическая величина.
- 69.** Собственная и взаимная энергия токов. Полная энергия токов.
- 70.** Энергия и плотность энергии магнитного поля. Связь сил и энергии магнитного поля.
- 71.** Вихревое электрическое поле, вихревые токи. Токи Фуко. Скин – эффект.
- 72.** Токи смещения. Плотность полного тока. Второе основное положение теории Максвелла.
- 73.** Уравнения Максвелла в интегральной форме и их физический смысл.
- 74.** Уравнения Максвелла в дифференциальной форме и их физический смысл.
- 75.** Материальные уравнения Максвелла.
- 76.** Уравнения Максвелла. Симметрия и линейность уравнений Максвелла.
- 77.** Относительность электромагнитных полей. Формулы преобразования полей (нерелятивистский случай).
- 78.** Собственные и затухающие электромагнитные колебания. Собственная частота. Частота затухающих колебаний.
- 79.** Величины, характеризующие затухание. Добротность контура и декремент затухания.
- 80.** Вынужденные электромагнитные колебания. Математическое описание и практическая реализация.
- 81.** Переменный ток. Закон Ома для цепи переменного тока. Амплитудная и фазовая резонансные кривые.
- 82.** R, L и С в цепи переменного тока. Резонансы в цепях переменного тока.
- 83.** Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Коэффициент мощности переменного тока.
- 84.** Получение и передача переменного тока. Трансформация и коэффициент трансформации переменного тока.

**Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения промежуточных и итоговых аттестаций.**

**Образец для теста.**

- 1.** Как распределен заряд в пределах элементарных частиц.

- 1) равномерно; 2) неравномерно; 3) невозможно определить; 4) неравномерно по поверхности; 5) неравномерно по объему.

2. Как связано напряженность с потенциалом?

1)  $-\vec{E} = \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \vec{k} \right)$ ; 2)  $E = \text{grad } \varphi$ ; 3)  $\vec{E} = \text{grad } \varphi$ ; 4)  $E = \frac{\partial \varphi}{\partial n}$ ; 5)  $E = -\text{grad } \varphi$

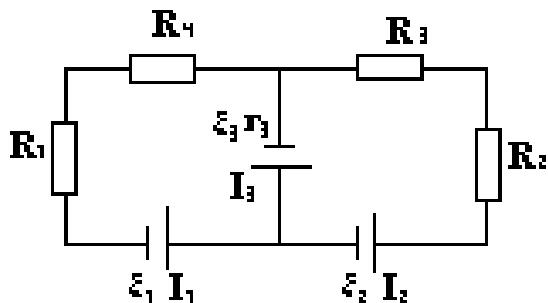
3. Шар радиуса  $R = 0,5\text{м}$  имеет такую же емкость, что и плоский конденсатор с площадью обкладок  $S = 630 \text{ см}^2$ . Определить расстояние между обкладками  $d$  этого конденсатора, если между обкладками находится та же среда, что и вокруг шара.

- 1) 1 см; 2) 2,5 см; 3) 30 см; 4)  $\pi$  см; 5) 5 см.

4. Как связаны между собой диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$ , концентрация молекул  $n$  и их поляризуемость  $\alpha$ ?

1)  $\alpha = \frac{\epsilon}{n}$ ; 2)  $n = \alpha \epsilon$ ; 3)  $\epsilon = \alpha n + 1$ ; 4)  $\frac{1 + \alpha}{n} = \epsilon$ ; 5)  $\frac{1 - \alpha}{n} = \epsilon$

5. Имеется разветвленная цепь с параметрами, указанными на рисунке. Напишите уравнения Кирхгоффа для этой цепи



( через  $I_1$ ,  $I_2$  и  $I_3$  обозначены токи, текущие через соответствующие источники)

1.  $I_1 + I_3 = I_2$

2.  $I_1 + I_3 + I_2 = 0$

$I_2 (R_2 + R_3) + I_3 r_3 = -\epsilon_2 - \epsilon_3$

$I_1 (R_1 + R_4) - I_3 r_3 = \epsilon_3 - \epsilon_1$

$I_1 (R_1 + R_4) + I_2 (R_2 + R_3) = -(\epsilon_1 + \epsilon_3) I_2 (R_2 + R_3) - I_3 r_3 = \epsilon_2 + \epsilon_3$

3.  $I_1 - I_3 - I_2 = 0$

систем

$I_1 (R_1 + R_4) + I_3 r_3 = \epsilon_3 - \epsilon_1$ .

$I_2 (R_2 + R_3) - I_2 r_2 = -\epsilon_2 - \epsilon_3$

4. Ни одна из приведенных

неверна

5. Все верны

6. Катушка длиной 30 см состоит из 1000 витков. Найти напряженность магнитного поля внутри катушки, если ток в ней 2А. Диаметр катушки считать малым по сравнению с ее длиной.

1)  $3,14 \cdot 10^{-2} \frac{A}{M}$ ; 2)  $6,6 \cdot 10^{-1} \frac{A}{M}$ ; 3)  $8,3 \frac{A}{M}$ ; 4)  $2,31 \cdot 10^2 \frac{A}{M}$ ; 5)  $6,67 \cdot 10^3 \frac{A}{M}$ .

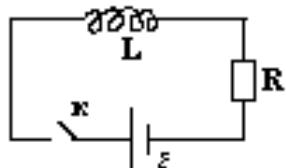
7. Заряд  $q$  движется со скоростью  $\vec{v}$  и влетает в магнитное поле индукции  $\vec{B}$ . Чему равна элементарная работа силы Лоренца ( $f_L$ ).

1)  $f_L v \cos(\vec{v}, \vec{B}) dt$ ; 2)  $(\vec{v}, \vec{B}) dt$ ; 3)  $dA = 0$ ; 4)

$$q v B \sin(\vec{v}, \vec{B}) v dt \cos(\vec{v}, \vec{B}).$$

5) соответствует всем.

8. Укажите закон нарастания тока в цепи, содержащей индуктивность при подключении ее в цепь постоянного ЭДС (см. рис.)



1)  $I = \frac{\epsilon}{R}$ ; 2)  $I = \frac{\epsilon}{R} \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)$ ; 3)  $I = \frac{\epsilon}{R} \exp\left(-\frac{L}{R}t\right)$ ;

4)  $I = \frac{\epsilon}{R} \left(1 - e^{\frac{L}{R}t}\right)$ ;

5)  $I = \frac{\epsilon}{R} \left[1 - \exp\left(-\frac{R}{L}t\right)\right]$ .

9. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C = 888$  пФ и катушки с индуктивностью  $L = 2$  м Гн. На какую длину волны  $\lambda$  настроен контур.

1) 1200 м; 2) 1500 м; 3) 2000 м; 4) 2500 м; 5) 3000 м.

10. По двум катушкам индуктивности 0,4 Гн и 0,5 Гн текут токи 1 А и 2 А соответственно. Определить взаимную индуктивность этих контуров, если полная магнитная энергия этих токов равна 1,4 Дж.

1) 1 Гн; 2) 2 Гн; 3)  $5 \cdot 10^{-1}$  Гн; 4)  $1 \cdot 10^{-2}$  Гн; 5)  $5 \cdot 10^{-2}$  Гн.

### Перечень вопросов к зачету по Электричеству и магнетизму

1. Закон Кулона, его экспериментальная проверка и дифференциальная трактовка.
2. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора. Теорема Остроградского – Гаусса.
3. Потенциальность электростатического поля. Математический критерий потенциальности поля. Скалярный потенциал, его нормировка.
4. Потенциал поля распределенных зарядов. Нахождение потенциала по заданной напряженности поля.
5. Поле на поверхности и внутри проводника. Влияние кривизны поверхности на характер распределения зарядов на поверхности. Металлический экран.

6. Потенциал проводника. Емкость уединенного проводника. Емкостные коэффициенты. Емкость конденсаторов, их соединение.
7. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Электростатическая теорема Гаусса при наличии диэлектриков.
8. Векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{D}$  в диэлектрике. Преломление линий  $\vec{E}$  и  $\vec{D}$  на границе раздела диэлектриков.
9. Собственная, взаимная и полная энергии электрических зарядов.
10. Объемная плотность энергии электрического поля. Выражение полной энергии через плотность энергии.
11. Силы в электрическом поле. Вычисление силы через выражение для энергии электростатического поля.
12. Диполь. Поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризованный диэлектрик как совокупность диполей.
13. Локальное поле в диэлектриках его отличие от внешнего. Линейные изотропные диэлектрики. Поляризуемость молекул.
14. Неполярные диэлектрики, связь диэлектрической проницаемости с поляризуемостью молекул (уравнение Клаузиуса – Мессоти).
15. Полярные диэлектрики. Связь диэлектрической проницаемости с температурой.
16. Электрическое поле при наличии электрического тока. Сила тока, плотность тока, их связь с подвижностью носителей.
17. Закон Ома для участка цепи и всей цепи (в интегральной и дифференциальной формах).
18. Работа тока. Закон Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
19. Линейные цепи. Правила Кирхгофа, их обоснование и применение.
20. Электропроводность металлов. Опыты Толмена - Стюарта. Классическая электронная теория.
21. Объяснения закона Ома и Джоуля Ленца классической электронной теорией. Удельная электропроводность. Недостатки классической электронной теории.
22. Элементы зонной теории проводимости. Металлы, полупроводники и диэлектрики. Уровень Ферми.
23. Собственные и примесные полупроводники. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры.
24. Контактная разность потенциалов, термо ЭДС. Термопара, термобатарея.
25. Электропроводность жидкостей. Коэффициент диссоциации и его зависимость от температуры. Закон Освальда. Закон Ома для электролитов.
26. Электропроводность газов. Несамостоятельные и самостоятельные газовые разряды. Ионизация и рекомбинация. Переход несамостоятельного разряда в самостоятельный.
27. Методы регистрации и измерения магнитного поля. Вектор индукции магнитного поля.

28. Расчет магнитного поля по заданным токам. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле движущихся зарядов.
29. Закон полного тока, его интегральное и дифференциальная формулировка.
30. Система единиц CGSE, CGSM и СИ. Единицы I, В и Н в этих системах.
31. Поток вектора индукции магнитного поля. Работа проводника и контура с током в магнитном поле.
32. Магнитный момент контура с током. Магнитное поле магнитного момента. Действие магнитного поля на контур с током.
33. Магнетики. Вектор намагничивания, связь его с поверхностными токами. Природа поверхностных токов.
34. Векторы  $\vec{B}$  и  $\vec{H}$  в магнетиках. Связь их с магнитной восприимчивостью и проницаемостью.
35. Преломление линий  $\vec{B}$  и  $\vec{H}$  на границе раздела магнетиков.
36. Магнитное поле в магнетиках. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма.
37. Основной закон электромагнитной индукции (интегральное и дифференциальное представление). Правило Ленца.
38. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность контура. Единицы индуктивности.
39. Экстратоки замыкания и размыкания, их использование.
40. Взаимная индукция, взаимная индуктивность. Взаимная энергия токов.
41. Собственная, взаимная и полная энергия токов. Плотность энергии магнитного поля.
42. Силы в магнитном поле. Вычисление силы из выражения для энергии магнитного поля.
43. Вихревое электрическое поле. Первое основное положение теории Максвелла. Вихревые токи. Токи Фуко. Скин – эффект.
44. Второе основное положение теории Максвелла. Токи смещения. Плотность полного тока.
45. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах, их физический смысл.
46. Собственные и затухающие электромагнитные колебания. Добротность контура.
47. Вынужденные электромагнитные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний.
48. Переменный ток. R, L и С в цепи переменного тока. Закон Ома в цепи переменного тока. Векторная диаграмма.
49. Мощность переменного тока. Коэффициент мощности. Эффективный ток.
50. Резонансные явления в цепях переменного тока. (Резонанс токов и напряжений).
51. Электромагнитные волны. Уравнение волны и волновое уравнение. Скорость распространения электромагнитных волн.
52. Свойства электромагнитных волн. Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитных волн. Вектор Пойтинга.

## Раздел 4. Молекулярная физика

1. Относительная масса атомов и молекул. Как можно найти абсолютную массу, зная относительную массу. Примеры. Количество вещества. Моль. Молярная масса, как ее определить для любого вещества.
2. Температура. Определение температуры. Единица измерения температуры. Что принимают за один градус температуры. Построение температурной шкалы. Термометрическое тело и явления, реперные точки. Термометр. Цельсия, Реомюра и Форингейта. Связь между температурой измеряемой этими термометрами.
3. Идеально – газовый термометр. Абсолютный ноль. Термодинамическая шкала температуры, шкала Кельвина. Единица измерения температуры по шкале Кельвина. Уравнение состояния идеального газа.
4. Распределение Больцмана. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Распределение Максвелла. Постановка Задачи. Формула распределения Максвелла. Характерные скорости распределения Максвелла.
5. Второе начало термодинамики. Определение Клаузиуса и Томсона. Объяснить на примерах. Теоретическое определение понятия энтропии.
6. Статическое определение понятия энтропии. Определении второго начала термодинамики на основе понятия энтропии «Тепловая смерть», вечный двигатель 2<sup>го</sup> рода. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа.
7. Зависимость изотермы перехода жидкость в пар от температуры. Критические параметры. Условие перехода жидкости в пар. Опалисценция. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Пересыщенный или перегретый пар. Переохлажденная жидкость. Эффект Джоуля – Томсона. Коэффициент эффекта Джоуля – Томсона. Инверсная температура.
8. Работа, совершаемая силами поверхностного натяжения. Силовой и энергетический смысл  $\sigma$ . Различия между поверхностным натяжением жидкости и растяжением резиновой поверхности. Форма поверхности жидкости. Примеры. Зависимость формы жидкости от действующих на нее сил.
9. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Почему поверхность жидкости давит на объем жидкости. Вывести формулу Лапласа. Делать выводы.
10. Капиллярные явления. Почему жидкость в капиллярах поднимается или опускается. Найти высоту поднятия или опускания жидкости в капиллярах. Примеры проявления капиллярных явлений в природе и в технике.
11. Испарение. Давление насыщенного пара над жидкостью. Что это такое, от чего оно зависит. Почему при испарении жидкость охлаждается, а при конденсации – нагревается.
12. Кипение. Почему температура кипения зависит от внешнего давления. Уравнение Клапейрона и Клаузиуса. Показать по какому закону зависит  $T$  кипения от  $P$ .

13. Кристаллизация и плавление кристаллических веществ. Монокристаллы и поликристаллы. Зависимость температуры плавления от давления для нормальных и аномальных веществ. Сублимация. Диаграмма сублимации.
14. Фазовые переходы второго рода. Полимерфизм углерода, олово. Отличительные особенности фазового перехода I и II рода.
15. Твердое тело. Кристаллические и аморфные ТТ. Почему кристаллическое ТТ имеет определенную  $T_{пл}$ , а аморфные тела не имеют. Аморфные тела относятся к ТТ и жидкости? Анизотропия свойств кристаллических тел. Почему они обладают анизотропией свойств.
16. Симметрия. Элементы симметрии. Примеры.
17. Диффузия. Плотность потока диффузии. Формула Фика. Коэффициент диффузии. Стационарная и нестационарная диффузия. Временное уравнение диффузии. Коэффициент диффузии. (зависимость  $\bar{\lambda}, \bar{v}$ ).
18. Теплопроводность. Плотность потока тепловой энергии. Вязкость. Поток импульса. Коэффициент вязкости. Сила трения. Уравнение Ньютона. Единица измерения коэффициента вязкости. Стационарная и нестационарная вязкость. Какие тела обладают вязкостью

### **Вопросы к коллоквиумам**

1. Массы и размеры атомов и молекул. Количество вещества. Молярная масса.
2. Молекулярно-кинетическое представление о строении вещества. Броуновское движение. Формула Смоуховского-Эйнштейна.
3. Агрегатное состояние вещества и его основные признаки.
4. Среднее значение дисперсной и непрерывно меняющейся случайной величины. Дисперсия. Функция распределения. Распределение Гаусса.
5. Столкновение молекул. Рассеяние. Эффективная площадь сечения рассеяния.
6. Средняя длина свободного пробега молекул и среднее число столкновений в единицу времени. Зависимость этих параметров от  $T$  и  $P$ .
7. Экспериментальное определение длины свободного пробега.
8. Давление газа на стенки сосуда. Основное кинетическое уравнение газов. Единицы и приборы для измерения давления.
9. Температура. Принципы построения шкалы температур. Термометрическое тело и явления. Реперная точка. Эмпирическая и термодинамическая шкалы температур.
10. Уравнение состояния идеального газа (ур. Менделеева-Клапейрона).
11. Законы и процессы идеального газов. Коэффициент сжимаемости. Работа при изопроцессах.
12. Барометрическая формула с учетом зависимости  $g$  от высоты. Неравновесность атмосферы Земли. Подъемная сила.
13. Распределение Больцмана и экспериментальное проверка распределение Больцмана.

14. Распределение Максвелла. Зависимость распределение Максвелла от температуры. Опытная проверка распределение Максвелла.
15. Средняя арифметическая, средняя квадратичная и наивероятнейшая скорости.
16. Распределение молекул по скоростям и атмосфера планет.
17. Первое начало термодинамики. Работа и внутренняя энергия.
18. Равновесные и неравновесные состояние и процессы. Обратимые и необратимые процессы.
19. Процессы в идеальных газах. Изохорический, изотермический, изобарический и политропный процессы. Уравнение политропы.
20. Теплоемкость идеального газа. Удельная и молекулярная теплоемкость. Зависимость теплоемкости от условия сообщения теплоты. Формула Майера.
21. Расхождения теплоемкости идеального газа с экспериментом на примере водорода.
22. Второе начало термодинамики. Определение Клаузиуса и Томсона. Энтропия как функция состояния и мера разупорядоченности. Формула Больцмана. «Тепловая смерть».
23. Циклические процессы. Работа при циклических процессах.
24. Условия необходимые для совершения непрерывной работы тепловых машин. Цикл Карно. КПД паровых машин и двигателей внутреннего сгорания. Условия повышения КПД.
25. Реальные газы. Сила взаимодействия в реальных газах.
26. Экспериментальные изотермы в реальных газах. Сжижение газов. Критическая точка. Свойства газов (пара) в критическом состоянии.
27. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Явный вид зависимости давление насыщенного пара от температуры. График этой зависимости.
28. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Учет сил притяжения и отталкивания между молекулами газа.
29. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Переохлажденный пар и перегретая жидкость. Метастабильное состояние. Критические параметры.
30. Эффект Джоуля-Томсона. Дифференциальный коэффициент эффекта Джоуля-Томсона. Температура инверсии. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса.
31. Методы получения низких температур и сжижения газов. Свойства вещества при температуре близкой к О К.
32. Поверхностное натяжения. Свободная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Примеры, демонстрирующие наличие силы поверхностного натяжения.
33. Влияние силы тяжести и второй среды на форму жидкости. Условия равновесия на границе двух жидкостей.
34. Условия равновесия на границе жидкость - твердое тело. Влияние смачиваемости на величину подъемной силы.
35. Давление над исправленной поверхностью жидкости.

36. Капиллярное явления. Форма уровня жидкости между двумя скрещенными пластинами. Силы сцепления между смачивающимися параллельными пластинами.
37. Испарения. Теплота испарения. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Условия выпадения дождя.
38. Кипения. Зависимость температуры кипения от давления. Перегретая жидкость. Пузырьковая камера. Перенасыщенный пар. Камера Вильсона.
39. Структура жидкости. Функция распределения. Жидкие кристаллы, их свойства и применения.
40. Жидкие растворы. Концентрация жидких растворов. Насыщенный раствор. Растворимость. Отличие свойств раствора от свойств компонентов.
41. Теплота растворения. Идеальный раствор. Упругость насыщенных паров над идеальным раствором. Законы Рауля и Генри. Газировка воды.
42. Зависимость растворимости от температуры. Диаграммы растворимости.
43. Кипения жидкости растворов. Диаграмма состояния бинарных смесей. Разделение компонентов раствора.
44. Осмотическое давление. Механизм его возникновения. Закономерности осмотического давления.
45. Твердые тела. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств и огранка кристаллических тел.
46. Симметрия кристаллов. Элементы симметрии. Примеры. Точечные группы симметрии.
47. Кристаллическая решетка. Примитивная решетка. Трансляционная симметрия. Пространственные группы. Кристаллические классы и решетки Бравэ.
48. Кристаллическая система координат. Обозначение атомных плоскостей и направлений. Индексы Миллера.
49. Кристаллизация и плавления. Кристаллизация и сублимация. Фазовые диаграммы. Аномальные вещества. Полиморфизм. Фазовые переходы первого и второго рода.
50. Твердые сплавы и твердые растворы, и их диаграммы.
51. Полимеры. Макромолекулы. Классификация макромолекул. Кристаллическая структура полимеров.
52. Диффузия в газах. Коэффициент диффузии. Единицы измерения потока и коэффициента диффузии. Зависимость коэффициента диффузии от  $T$  и  $P$ .
53. Нестационарная диффузия. Уравнение нестационарной диффузии ( $\Delta n(t)$ ). Постоянная времени процесса.
54. Стационарная диффузия. Величина коэффициента диффузии. Коэффициент взаимной диффузии.
55. Теплопроводность газов. Коэффициент теплопроводности. Стационарная и нестационарная теплопроводность.
56. Вязкость газов. Коэффициент вязкости. Формула Пуазейля.
57. Физические явления в разряженных газах. Понятие вакуума. Сосуд Дюара. Теплопередача, диффузия и трение при малых давлениях.

58. Особенности явления переноса в твердых телах и жидкостях. Коэффициент диффузии в твердых телах и жидкостях.

## Тема рефератов по молекулярной физике

- 1.Броуновское движение. Чего оно подтверждает. Формула Эйнштейна, эксперимент Перрена.
- 2.Относительная масса атомов и молекул. Как можно найти абсолютную массу, зная относительную массу. Примеры.
- 3.Количество вещества. Моль. Молярная масса, как ее определить для любого вещества.
- 4.Расчет среднего числа столкновений молекул в единице объема за единицу времени.
- 5.Расчет средней длины свободного пробега. Зависимость длины свободного пробега от давления и температуры.
- 6.Вывод основного уравнения кинетической теории газов. Чему равно численно давление газа на стенки сосуда.
- 7.Термопарный манометр. Принцип измерения давления.
- 8.Ионизационный манометр.
- 9.Жидкостной манометр.манометр Бурдона
- 10.Температура. Определение температуры. Единица измерения температуры
- 11.Что принимают за один градус температуры. Построение температурной шкалы. Термометрическое тело и явления, реперные точки.
- 12.Термометр. Цельсия, Реомюра и Форингейта. Связь между температурой измеряемой этими термометрами.
- 13.Идеально – газовый термометр. Абсолютный ноль. Термодинамическая шкала температуры, шкала Кельвина. Единица измерения температуры по шкале Кельвина.
- 14.Уравнение состояния идеального газа.
- 15.Законы Авогадро, Число Лошмита, Закон Дольтона.
- 16.Барометрическая формула без учета зависимости  $g(h)$ .
- 17.Распределение Больцмана. Экспериментальная проверка распределения Больцмана.
- 18.Распределение Максвелла. Постановка Задачи. Формула распределения Максвелла. Характерные скорости распределения Максвелла.
- 19.Второе начало термодинамики. Определение Клаузиуса и Томсона.  
Объяснить на примерах.
- 20.Теоретическое определение понятии энтропии.
- 21.Статическое определение понятии энтропии. Определении второго начала термодинамики на основе понятии энтропии «Тепловая смерть», вечный двигатель 2-го рода
- 22.Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа.
- 23.Циклические процессы. Работа, совершаемая при циклическом процессе. .
- 24.Цикл Карно
- 25.КПД цикла Карно ( вывод)

26. Теоремы Карно
27. Ионная связь, ковалентная связь.
28. Металлическая и молекулярная связь
29. Зависимость изотермы перехода жидкость в пар от температуры. Критические параметры. Условие перехода жидкости в пар. Опалисценция.
30. Фазовые диаграммы и уравнение Клайперона и Клаузиуса.
31. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Пересыщенный или перегретый пар. Переохлаждение жидкости.
32. Эффект Джоуля – Томсона. Коэффициент эффекта Джоуля – Томсона. Инверсная температура.
33. Метод получения низких температур (Метод Клода и Линде).
34. Свободная поверхностная энергия. Причины приобретения этой энергии. Плотность поверхностной энергии.
35. Поверхностное натяжение. Силы поверхностного натяжения. Образование устойчивой поверхности. Примеры, показывающие характеристику силы поверхностного натяжения.
36. Работа, совершаемая силами поверхностного натяжения. Силовой и энергетический смысл  $\sigma$ . Различия между поверхностным натяжением жидкости и растяжением резиновой поверхности.
37. Форма поверхности жидкости. Примеры. Зависимость формы жидкости от действующих на нее сил.
38. Смачиваемость. Значение смачиваемости ТТ-Ж. Краевой угол
39. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Почему поверхность жидкости давит на объем жидкости. Вывести формулу Лапласа. Делать выводы.
40. Капиллярные явления. Почему жидкость в капиллярах поднимается или опускается. Найти высоту поднятия или опускания жидкости в капиллярах. Примеры проявления капиллярных явлений в природе и в технике.
41. Примеры увеличения и уменьшения коэффициента поверхностного натяжения. Когда нужно уменьшать и увеличивать коэффициент поверхностного натяжения. Как зависит  $\sigma$  от Температуры. Когда  $\sigma=0$ .
42. Испарение. Давление насыщенного пара над жидкостью. Что это такое, от чего оно зависит. Почему при испарении жидкость охлаждается, а при конденсации – нагревается.
43. Давление насыщенных паров в близи искривленной поверхности жидкости. Почему они разные при разной кривизне. Что такое туман? Почему дождь не идет, хотя имеются густые облака. Как вызвать дождь? Связать все это с давлением насыщенных паров.
44. Кипение. Почему температура кипения зависит от внешнего давления. Уравнение Клапейрона и Клаузиуса. Показать по какому закону зависит  $T$  кипения от  $P$ .
45. Зависимость температуры плавления ТТ от давления. Фазовая диаграмма. Зависимость  $T_{пл}$  от  $P$  для нормальных и аномальных веществ. Показать из уравнения Клапейрона и Клаузиуса, что у аномальных веществ объем в жидком состоянии больше чем в твердом. Каким явлениям природы

приводит фазовая диаграмма аномальных веществ. Замерзание воды в водоемах.

46. Кристаллизация и плавление кристаллических веществ. Монокристаллы и поликристаллы. Зависимость температуры плавления от давления для нормальных и аномальных веществ. Сублимация. Диаграмма сублимации.

47. Координатная система в кристаллографии. Определение положения кристаллической плоскости и направления в кристаллическом пространстве. Индексы Миллера.

48. Тройная точка. Диаграммы тройной точки для нормальных и аномальных веществ. Почему твердый углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) не плавится, а переходит сразу в газообразное состояние. Как видно, что некоторые жидкости не превращаются в ТТ даже при близкой к  $T=0$  (Гелий II).

49. Фазовые переходы второго рода. Полимерфизм углерода, олово. Отличительные особенности фазового перехода I и II рода.

50. Твердое тело. Кристаллические и аморфные ТТ. Почему кристаллическое ТТ имеет определенную  $T_{\text{пл}}$ , а аморфные тела не имеют. Аморфные тела относятся к ТТ и жидкости? Анизотропия свойств кристаллических тел. Почему они обладают анизотропией свойств.

51. Кристаллическая структура ТТ. 14 решеток Бравэ.

52. Симметрия. Элементы симметрии. Примеры.

53. Диффузия. Плотность потока диффузии. Формула Фика. Коэффициент диффузии. Стационарная и нестационарная диффузия. Временное уравнение диффузии. Коэффициент диффузии. (зависимость  $\bar{\lambda}, \bar{v}$ ).

54. Теплопроводность. Плотность потока тепловой энергии.

55. Вязкость. Поток импульса. Коэффициент вязкости. Сила трения.

Уравнение Ньютона. Единица измерения коэффициента вязкости.

Стационарная и нестационарная вязкость. Какие тела обладают вязкостью

## **Раздел 5. Колебания. Волны.**

1. Гармонические колебания тела на пружине, математический и физический маятники. Электромагнитные колебания в LC-контуре. Дифференциальное уравнение колебаний. Амплитуда, фаза, начальная фаза, период, частота, угловая (циклическая) частота колебаний. Энергия колебаний.

2. Связанные колебания. Гармоники (осцилляторы) на примере любой системы двух связанных осцилляторов. Сложение однодиректорных колебаний близких частот. Биения.

3. Затухающие колебания: механические и электромагнитные в RLC-контуре. Дифференциальное уравнение. Амплитуда и период затухающих колебаний. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания, добротность. Энергия затухающих колебаний.

4. Вынужденные механические колебания. Резонанс.

5. Вынужденные колебания в RLC-контуре. Вывод дифференциального уравнения вынужденных колебаний. Его решение методом векторных диаграмм.

6. Импеданс. Резонанс в RLC-контуре. Резонансная частота. Рассмотреть резонансстока, заряда (напряжения) на ёмкости и ЭДС самоиндукции.
7. Волны. Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении. Скорость распространения упругих волн. Энергия, переносимая упругой волной.
9. Звуковые волны. Характеристики звука. Скорость звука. Эффект Доплера.
10. Стоячие волны. Узлы и пучности стоячей волны, их координаты. Стоячие волны в струнах, в стержнях.
11. Волновое уравнение для  $E$  и  $H$  в электромагнитной волне. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия, переносимая электромагнитной волной. Вектор плотности потока энергии.

### **Раздел 6. Оптика**

1. Отражение и преломление плоской волны от границы раздела двух диэлектриков. Полное внутреннее отражение. Коэффициенты отражения и пропускания. Фаза при отражении от более (менее) плотной среды.
2. Интерференция волн. Понятие когерентности. Связь между разностью фаз и оптической разностью хода. Условия максимума и минимума интенсивности при интерференции.
3. Получение когерентных источников света. Расчёт интерференционной картины от двух когерентных источников. Опыты Юнга.
4. Интерференция света в тонких пленках. Критерий наблюдаемости интерференционной картины в этом случае. Полосы равного наклона. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
5. Дифракция Френеля. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия, от круглого непрозрачного диска.
6. Дифракция Фраунгофера от одной щели. Границы применимости геометрической оптики, дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера.
7. Дифракционная решётка. Условия главных максимумов, минимумов, дополнительных минимумов. Ширина главных максимумов. Дифракционная решётка как спектральный прибор. Угловая и линейная дисперсии, разрешающая сила.
8. Поляризация волн. Естественный и поляризованный свет. Способы получения поляризованного света.
9. Двойное лучепреломление. Обыкновенная и необыкновенная волны, скорость распространения. Интерференция поляризованного света.
10. Поглощение света. Дисперсия. Фазовая и групповая скорость волн, их связь. Элементарная теория дисперсии.

### **Раздел 7. Основы квантовой физики**

1. Законы теплового излучения. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка.
2. Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма свойств вещества. Внешний фотоэффект и его законы. Фотон. Явление Комptonа.
3. Волны де-Броиля. Соотношение неопределённостей Гейзенберга.
4. Уравнение Шрёдингера. Волновая функция и её свойства.

5. Движение частиц в одномерной прямоугольной потенциальной яме; в трёхмерной потенциальной яме. Вырождение энергетических уровней.
6. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор.
7. Спектры испускания и поглощения атомарного водорода. Боровская модель атома водорода. Постулаты Бора.
8. Уравнение Шрёдингера для атома водорода. Полная волновая функция. Квантование энергии, момента импульса. Пространственное квантование эл.орбит. Квантовые числа электрона. Радиальное уравнение 1s-состояния атомаводорода.
9. Спин электрона. Орбитальный и спиновой магнитный момент электрона.
10. Атом. Опыты Резерфорда по рассеиванию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома.
11. Периодическая система Д.И. Менделеева и принцип Паули. Молекулярные спектры.

### **Вопросы коллоквиумов**

1. Классическая электромагнитная теория света. Классификация электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.
2. Источники света, их характеристики.
3. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение.
4. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках.
5. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света.
6. Давление света. Опыты Лебедева.
7. Модели оптического излучения. Волновые пучки и волновые пакеты. Монохроматические и квазимонохроматические волны, широкополосное излучение.
8. Фурье-анализ и Фурье-синтез волновых полей.
9. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.
10. Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности.
11. Основные интерференционные схемы. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля).
12. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерферометр Майкельсона.
13. Кольца Ньютона в отраженном и проходящем свете.
14. Временная когерентность, время и длина когерентности; спектральное и временное рассмотрение.
15. Взаимосвязь спектра и корреляционной функции. Понятие о Фурье-спектроскопии.

16. Пространственная когерентность. Интерферометр Юнга. Звездный интерферометр Майкельсона.
  17. Радиус и степень пространственной когерентности, их оценка для полей тепловых источников и лазеров.
  18. Методы повышения степени когерентности. Пространственные фильтры.
  19. Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Интерферометр Фабри-Перо. Формула Эйри. Пластиинка Люммера-Герке.
  20. Стоячие световые волны. Опыты Винера.
  21. Применение интерферометров в науке и технике: измерение малых смещений, рефрактометрия. Интерференционные фильтры и зеркала.
  22. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка.
  23. Зоны Френеля. Применение векторных диаграмм для анализа дифракционных картин.
  24. Зонные пластиинки.
  25. Дифракция на круглом отверстии и экране. Принцип Бабине. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина.
  26. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню.
  27. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Пространственное преобразование Фурье.
  28. Дифракционная картина в дальней зоне как Фурье-образ дифракционного объекта.
  29. Угловой спектр, связь его ширины с размерами отверстия. Дифракция Фраунгофера на щели, на прямоугольном и круглом отверстиях.
  30. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.
  31. Дифракция на акустических волнах. Акустооптические модуляторы.
  32. Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров.
  33. Спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии.
  34. Дифракция волновых пучков. Дифракционная теория формирования изображений.
  35. Роль дифракции в приборах формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе.
  36. Специальные методы наблюдения фазовых объектов: метод фазового контраста, метод темного поля.
- 
1. Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор.
  2. Классическая электронная теория дисперсии.
  3. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты.
  4. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Релея).
  5. Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления. Дисперсионное расплывание волновых пакетов.

6. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
7. Особенности распространения света в металлах. Критическая частота. Отражение света поверхностью металла.
8. Поляризация света. Линейно-, циркулярно- и эллиптически поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации. Поляризация естественного света.
9. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков. Законы отражения и преломления света.
10. Формулы Френеля.
11. Фазовые соотношения на границе раздела двух диэлектриков. Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера.
12. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.
13. Оптика анизотропных сред. Распространение световых волн в анизотропных средах: экспериментальные факты и элементы теории.
14. Уравнение волновых нормалей Френеля. Фазовая и лучевая скорости.
15. Одноосные и двухосные кристаллы. Двойное лучепреломление света.
16. Качественный анализ распространения света с помощью построения Гюйгенса.
17. Интерференция поляризованных волн. Поляризационные приборы, четвертьволновые и полуволновые пластинки.
18. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Понятие о гиротропных средах.
19. Естественная оптическая активность. Сахарометрия.
20. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим (эффекты Поккельса и Керра), магнитным (эффекты Фарадея и Коттона-Муттона) полями. Эффект Зеемана.
21. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния.
22. Поляризация рассеянного света, его спектральный состав.
23. Спонтанное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна и комбинационное рассеяние, крыло линии Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.
24. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Оценка времени затухания.
25. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Естественная ширина линии излучения.
26. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Понятие об однородном и неоднородном уширении. Ударное и доплеровское уширение спектральной линии.
27. Тепловое излучение. Излучательная и поглощательная способности вещества, их соотношение. Модель абсолютно черного тела.
28. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса.

29. Ограниченнность классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка.
30. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.
31. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики, интерпретация в рамках квантовых представлений.
32. Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней.
33. Методы создания инверсной заселенности в различных средах. Факторы, определяющие ширину линии усиления.
34. Лазеры - устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора. Условия стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд).

***Примеры тестовых заданий по оптике.***

1.1. Что произойдет, если направление одного из векторов плоской электромагнитной волны (например,  $\vec{E}$ ) изменить на обратное?

1. Направления остальных двух векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{k}$  останутся прежними.
2. Направление вектора  $\mathbf{k}$  изменится на обратное, а вектор  $\mathbf{B}$  не изменит своего направления.
3. Направление вектора  $\mathbf{B}$  изменится на обратное, а вектор  $\mathbf{k}$  не изменит своего направления.
4. Либо вектор  $\mathbf{B}$ , либо вектор  $\mathbf{k}$  изменит свое направление на обратное.
5. Направления векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{k}$  изменятся на обратное.

1.2. Какое из нижеперечисленных выражений соответствует лоренцевой форме линии излучения?

1.  $\varpi(\omega) \sim \exp\left[-\frac{mc^2}{2kT}\left(\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}\right)^2\right];$
2.  $\varpi(\omega) \sim \frac{\gamma / 2\pi}{(\omega - \omega_0)^2 + (\gamma / 2)^2};$
3.  $\varpi(\omega) \sim \frac{\gamma / 2\pi}{(\omega^2 - \omega_0^2)^2 + (\gamma / 2)^2};$
4.  $\varpi(\omega) \sim \exp\left[-\frac{2kT}{mc^2}\left(\frac{\omega_0}{\omega_0 - \omega}\right)^2\right];$

5. Лоренцевой форме линии излучения не соответствует ни одно из выражений 1-4.

1.3. Какое из ниже приведенных утверждений соответствует хроматической аберрации?

1. Лучи, пересекающие линзу вблизи ее краев, преломляются сильнее чем параксиальные ;
2. Аберрация, возникающая при отображении широкими пучками лучей внеосевых точек предмета;
3. Аберрация, возникающая при получении изображения плоского объекта, когда пучки составляют значительный угол с оптической осью;
4. Аберрация, связанная дисперсией света;
5. Искажение геометрической формы изображения протяженного предмета, устраниемого диафрагмой.

1.4. Какое из выражений определяет предельный угол полного внутреннего отражения для луча света, идущего из среды с показателем преломления  $n_1$  в среду с показателем преломления  $n_2$  ( $n_2 > n_1$ )?

1.  $\sin \alpha = n_1 / n_2$ ;
2.  $\sin \alpha = n_2 / n_1$ ;
3.  $\sin \alpha = 1 / n_1$ ;
4.  $\sin \alpha = 1 / n_2$ ;
5. Среди ответов 1-4 нет правильного.

1.5. Луч света падает под углом  $\alpha$  на плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной  $d$ . Каково смещение луча, вышедшего из пластины? Показатель преломления стекла  $n$ .

1.  $d \sin \alpha / n^2$ ;
2.  $d \cos \alpha / n$ ;
3.  $d \sin \alpha \left( 1 + \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$ ;
4.  $d \sin \alpha \left( 1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha}} \right)$ ;
5.  $d \cos \alpha \left( 1 - \frac{\cos \alpha}{\sqrt{n^2 - \cos^2 \alpha}} \right)$ ;

1.6. Параллельный пучок монохроматического света из вакуума падает под углом  $\alpha$  на прозрачную пластинку толщиной  $d$  и преломляется под углом  $\beta$  ( $\beta < \alpha$ ). Какое из нижеприведенных условий является условием минимума интерференционной картины в отраженном свете?

1.  $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta + \frac{\lambda}{2} = m\lambda$ ;
2.  $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = m\lambda$ ;
3.  $2 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} d \cos \beta - \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$ ;
4.  $2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} d \cos \beta + \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$ ;
5.  $2d \sqrt{\frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} - \sin^2 \alpha} - \frac{\lambda}{2} = (2m+1) \frac{\lambda}{2}$ .

1.7. Какая из приведенных формул является математическим выражением принципа Гюйгенса-Френеля?

1.  $E_p = \frac{E_1}{2} \pm \frac{E_i}{2}$ ;
2.  $E_p = \int_S f(\alpha) \frac{E e^{ikr}}{r} ds$ ;
3.  $dE_p = \int_S f(\alpha) \frac{E e^{ikr}}{r} ds$ ;

$$4. E_p = \int_S \frac{E e^{ikr}}{r} ds; \quad 5. dE = E \frac{e^{ikr}}{r} ds.$$

( $E_p$  - напряженность электрического поля волны в точке наблюдения).

1.8. В каком случае не происходит двулучепреломления в одноосном кристалле?

1. При наклонном падении лучей, когда оптическая ось перпендикулярна к поверхности кристалла;
2. При наклонном падении лучей, когда оптическая ось параллельна поверхности кристалла;
3. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось параллельна поверхности кристалла;
4. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось направлена под углом к поверхности кристалла;
5. При нормальном падении лучей, когда оптическая ось перпендикулярна к поверхности кристалла.

1.9. При какой плотности потока энергии возможна генерация света в двухуровневой системе, если

$$N_1 \sim \frac{N}{2} \frac{1}{1 + a/S}, \text{ где}$$

$a$  - постоянная,  $N$  - общее число атомов,  $N_1$  - число атомов в возбужденном состоянии.

1.  $S = a$ ; 2.  $S = 2a$ ; 3.  $S \rightarrow \infty$ ; 4. генерация света в такой системе невозможна;

5.  $S = 1/2 a$ .

1.10. Как изменится частота красной границы фотоэффекта, если шару радиуса  $R$  сообщить положительный заряд  $q$ ?

1. Увеличится на  $eq/(4\pi\epsilon_0 Rh)$ ;
2. Не изменится;
3. Уменьшится на  $eq/(4\pi\epsilon_0 Rh)$ ;
4. Увеличится на  $eq/(4\pi\epsilon_0 R^2 h)$ ;
5. Уменьшится на  $eq/(4\pi\epsilon_0 R^2 h)$ .

При прохождении света сквозь стекло наибольшая скорость у лучей

- |                 |                     |                   |                   |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 1) синего цвета | 2) оранжевого цвета | 3) зеленого цвета | 4) голубого цвета |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|

### Перечень вопросов к экзамену по оптике

1. Классическая электромагнитная теория света. Классификация электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.
2. Источники света, их характеристики.

3. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение.
4. Бегущие электромагнитные волны. Скорость света в однородных изотропных диэлектриках.
5. Плотность энергии и импульса электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Интенсивность света.
6. Давление света. Опыты Лебедева.
7. Модели оптического излучения. Волновые пучки и волновые пакеты. Монохроматические и квазимонохроматические волны, широкополосное излучение.
8. Фурье-анализ и Фурье-синтез волновых полей.
9. Спектральная плотность мощности. Соотношение между длительностью импульса и шириной спектра.
10. Интерференция монохроматических волн. Интерференция квазимонохроматического света. Функция видности.
11. Основные интерференционные схемы. Получение интерференционных картин делением волнового фронта (метод Юнга) и делением амплитуды (метод Френеля).
12. Полосы равной толщины и равного наклона. Интерферометр Майкельсона.
13. Кольца Ньютона в отраженном и проходящем свете.
14. Временная когерентность, время и длина когерентности; спектральное и временное рассмотрение.
15. Взаимосвязь спектра и корреляционной функции. Понятие о Фурье-спектроскопии.
16. Пространственная когерентность. Интерферометр Юнга. Звездный интерферометр Майкельсона.
17. Радиус и степень пространственной когерентности, их оценка для полей тепловых источников и лазеров.
18. Методы повышения степени когерентности. Пространственные фильтры.
19. Суперпозиция многих волн с равными амплитудами. Интерферометр Фабри-Перо. Формула Эйри. Пластиинка Люммера-Герке.
20. Стоячие световые волны. Опыты Винера.
21. Применение интерферометров в науке и технике: измерение малых смещений, рефрактометрия. Интерференционные фильтры и зеркала.
22. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля, его интегральная запись и трактовка.
23. Зоны Френеля. Применение векторных диаграмм для анализа дифракционных картин.
24. Зонные пластиинки.
25. Дифракция на круглом отверстии и экране. Принцип Бабине. Ближняя и дальняя зоны дифракции. Дифракционная длина.
25. Дифракция на краю полубесконечного экрана. Спираль Корню.
26. Приближение Френеля и приближение Фраунгофера. Пространственное преобразование Фурье.

27. Дифракционная картина в дальней зоне как Фурье-образ дифракционного объекта.
28. Угловой спектр, связь его ширины с размерами отверстия. Дифракция Фраунгофера на щели, на прямоугольном и круглом отверстиях.
29. Амплитудные и фазовые дифракционные решетки.
30. Дифракция на акустических волнах. Акустооптические модуляторы.
31. Спектральный анализ в оптике. Спектроскопия с пространственным разложением спектров.
32. Спектральные приборы и их основные характеристики: аппаратная функция, угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность, область дисперсии.
33. Дифракция волновых пучков. Дифракционная теория формирования изображений.
34. Роль дифракции в приборах формирующих изображение: линзе, телескопе, микроскопе.
35. Специальные методы наблюдения фазовых объектов: метод фазового контраста, метод темного поля.
36. Дисперсия света. Микроскопическая картина распространения света в веществе. Линейный оптический осциллятор.
37. Классическая электронная теория дисперсии.
38. Зависимости показателей преломления и поглощения от частоты.
39. Фазовая и групповая скорости, их соотношение (формула Релея).
40. Нормальная и аномальная дисперсия показателя преломления.  
Дисперсионное расплывание волновых пакетов.
41. Поглощение света. Закон Бугера-Ламберта-Бэра.
42. Особенности распространения света в металлах. Критическая частота.  
Отражение света поверхностью металла.
43. Поляризация света. Линейно-, циркулярно- и эллиптически поляризованный свет. Математическое описание состояния поляризации.  
Поляризация естественного света.
44. Оптические явления на границе раздела изотропных диэлектриков.  
Законы отражения и преломления света.
45. Формулы Френеля.
46. Фазовые соотношения на границе раздела двух диэлектриков.  
Поляризация отраженной и преломленной волн. Угол Брюстера.
47. Явление полного внутреннего отражения света и его применение.
48. Оптика анизотропных сред. Распространение световых волн в анизотропных средах: экспериментальные факты и элементы теории.
49. Уравнение волновых нормалей Френеля. Фазовая и лучевая скорости.
50. Одноосные и двухосные кристаллы. Двойное лучепреломление света.
51. Качественный анализ распространения света с помощью построения Гюйгенса.
52. Интерференция поляризованных волн. Поляризационные приборы, четвертьволновые и полуволновые пластинки.

51. Получение и анализ эллиптически поляризованного света. Понятие о гиротропных средах.
52. Естественная оптическая активность. Сахарометрия.
53. Анизотропия оптических свойств, индуцированная механической деформацией, электрическим (эффекты Покельса и Керра), магнитным (эффекты Фарадея и Коттона-Муттона) полями. Эффект Зеемана.
54. Рассеяние света. Молекулярное рассеяние света. Зависимость интенсивности рассеянного света от частоты света (формула Рэлея) и угловая диаграмма рассеяния.
55. Поляризация рассеянного света, его спектральный состав.
56. Спонтанное рассеяние Мандельштама-Бриллюена и комбинационное рассеяние, крыло линии Рэлея. Рассеяние света в мелкодисперсных и мутных средах.
57. Классическая модель затухающего дипольного осциллятора. Оценка времени затухания.
58. Лоренцева форма и ширина линии излучения. Естественная ширина линии излучения.
59. Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Понятие об однородном и неоднородном уширении. Ударное и доплеровское уширение спектральной линии.
60. Тепловое излучение. Излучательная и поглощающая способности вещества, их соотношение. Модель абсолютно черного тела.
61. Закон Стефана-Больцмана, формула смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса.
62. Ограниченностю классической теории излучения. Элементы квантового подхода. Формула Планка.
63. Модель двухуровневой системы. Взаимодействие двухуровневой системы с излучением: спонтанные и вынужденные переходы. Коэффициенты Эйнштейна.
64. Явление люминесценции: основные закономерности, спектральные и временные характеристики, интерпретация в рамках квантовых представлений.
65. Многоуровневые системы. Резонансное усиление света при инверсной заселенности энергетических уровней.
66. Методы создания инверсной заселенности в различных средах. Факторы, определяющие ширину линии усиления.
67. Лазеры - устройство и принцип работы. Роль оптического резонатора. Условия стационарной генерации (баланс фаз и баланс амплитуд).

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

## **Критерии оценок на курсовых экзаменах**

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами**.

**Критерии оценок** следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** – студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- **20-30 баллов** – студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- **10 баллов** – студент имеет лишь частичное представление о теме.

- **0 баллов** – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер.

Если в билете имеются задачи, они могут должны быть более четкими.

**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-балльную систему:**

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно

«66 - 85» баллов – хорошо

«86 - 100» баллов – отлично

«51 и выше» баллов – зачет

**Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающая из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

**Лекции - Текущий контроль** включает:

- посещение занятий 10 **бал.**
- активное участие на лекциях 15 **бал.**
- устный опрос, тестирование, коллоквиум 60 **бал.**
- и др. (доклады, рефераты) 15 **бал.**

**Практика (р/з) - Текущий контроль** включает:  
(от 51 и выше-зачет)

- посещение занятий 10 **бал.**
- активное участие на практических занятиях 15 **бал.**
- выполнение домашних работ 15 **бал.**
- выполнение самостоятельных работ 20 **бал.**
- Выполнение контрольных работ 40 **бал.**

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

**a) Основная литература**

- 1) Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3-х т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика /И.В. Савельев, - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2015. - 432 с.
- 2) Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3-х т.: учебник. Т.2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И.В.Савельев, - 10-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2015. - 496 с.
- 3) Савельев, И. В. Курс общей физики : в 3-х т. Т.3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И.В. Савельев, - 9-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2015. - 317 с.
- 4) Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учеб.пособие / И.В.Савельев, - 5-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2017. - 288 с.
- 5) Соппа М.С. Курс физики с примерами из интернет-экзамена (Колебания и волны. Электричество и магнетизм) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Соппа М.С.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016.— 81 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68776.html>.— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 01.06.2018)
- 6) Соппа М.С. Курс физики с примерами из интернет-экзамена (Механика. Молекулярная физика и термодинамика) [Электронный ресурс]: учебное

пособие/ Соппа М.С.— Электрон.текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2015.— 53 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/68777.html> .— ЭБС «IPRbooks»(дата обращения 01.06.2018)

### **Дополнительная литература**

- 1) Трофимова, Т. И. Курс физики : учеб.пособие для техн. вузов / Т.И.Трофимова. - Изд. 8-е, стер. - Москва : Высш. шк., 2014. - 541 с.
- 2) Детлаф, А. А. Курс физики : учеб.пособие для студентов втузов / А.А.Детлаф, Б. М. Яворский. - 5-е изд., стер. - Москва : Academia, 2015. - 719 с.
- 3) Курс физики : учеб.для вузов: [в 2 т.]. Т.2 / [В.В.Арсентьев и др.]; под ред. В.Н.Лозовского. - Изд. 5-е, стер. - СПб. : Лань, 2007. - 590 с.
- 4) Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики для втузов / Т.И. Трофимова, - 3-е изд. - Москва : ОНИКС 21 век: Мир и Образование, 2015. - 384 с.

### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

- 1) eLIBRARY.RU[Электронныйресурс]: электронная библиотека /Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 -. Режим доступа:  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>(дата обращения: 01.04.2017). - Яз. рус., англ.
- 2) Moodle [Электронныйресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/>(дата обращения: 22.03.2018).
- 3) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. - Махачкала, 2010 - Режим доступа:  
<http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).
- 4) ЭБСIPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке( доступ будет продлен)
- 5) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019года)
- 6) Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
- 7) Федеральный портал «Российское образование» [http://www.edu.ru/](http://www.edu.ru)
- 8) Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

- 9) Физика [Электронный ресурс]: реф. журн. ВИНИТИ. № 7 - 12, 2008 / Всерос. ин-т науч. и техн. информ. - М.: [Изд-во ВИНИТИ], 2008. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM). - 25698-00.
- 10) Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
- 11) Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
- 12) Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
- 13) Федеральный центр образовательного законодательства. <http://www.lexed.ru>
- 14) [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)
- 15) [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

### **Методические указания студентам**

В ходе курса будут проведены семинары и лабораторные работы, на которых студенты смогут изучить физические основы ЭВМ, сделать доклады по устройству и функционированию современной компьютерной техники и новейшим достижениям в указанной области, а также обсудить наиболее актуальные и перспективные направления развития. Для подготовки к семинарам необходимо пользоваться соответствующей учебно-научной литературой, имеющейся в библиотеке ДГУ, а также общедоступными Интернет-порталами, содержащими большое количество как научно-популярных, так и узкоспециализированных статей, посвященных различным аспектам компьютерной техники

Задания по самостоятельной работе могут быть оформлены в виде:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы, проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях;
- работа с нормативными документами и законодательной базой;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору;
- написание рефератов;
- работа с тестами и вопросами для самопроверки;
- обработка статистических данных, нормативных материалов;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

### **Методические рекомендации преподавателю**

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.
2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.
3. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Задания для самостоятельной работы желательно составлять из обязательной и факультативной частей.
4. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.
5. Вузовская лекция - главное звено дидактического цикла обучения. Её цель -формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:
  - изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
  - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
  - возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
  - опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
  - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов. Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.
6. Семинар проводится по узловым и наиболее сложным вопросам (темам, разделам) учебной программы. Он может быть построен как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого семинара - наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

*При подготовке классического семинара желательно придерживаться следующего алгоритма:*

- а) разработка учебно-методического материала:
  - формулировка темы, соответствующей программе и госстандарту;
  - определение дидактических, воспитывающих и формирующих целей занятия;
  - выбор методов, приемов и средств для проведения семинара;

- подбор литературы для преподавателя и студентов;
- при необходимости проведение консультаций для студентов;
- б) подготовка обучаемых и преподавателя: -составление плана семинара из 3-4 вопросов;
- предоставление студентам 4-5 дней для подготовки к семинару;
- предоставление рекомендаций о последовательности изучения литературы (учебники, учебные пособия, законы и постановления, руководства и положения, конспекты лекций, статьи, справочники, информационные сборники и бюллетени, статистические данные и др.);
- создание набора наглядных пособий.

Подводя итоги семинара, можно использовать следующие критерии (показатели) оценки ответов:

- полнота и конкретность ответа;
- последовательность и логика изложения;
- связь теоретических положений с практикой;
- обоснованность и доказательность излагаемых положений;
- наличие качественных и количественных показателей;
- наличие иллюстраций к ответам в виде исторических фактов, примеров и пр.;
- уровень культуры речи;
- использование наглядных пособий и т.п.

В конце семинара рекомендуется дать оценку всего семинарского занятия, обратившее внимание на следующие аспекты:

- качество подготовки;
- степень усвоения знаний;
- активность;
- положительные стороны в работе студентов;
- ценные и конструктивные предложения;
- недостатки в работе студентов;
- задачи и пути устранения недостатков.

После проведения первого семинарского курса, начинающему преподавателю целесообразно осуществить общий анализ проделанной работы, извлекая при этом полезные уроки.

**7.** При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15-20-й минутах, второй - на 30-35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

**8.** При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность - главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности.

Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

База данных библиотеки ДГУ, тематические базы данных [www.physics.vir.ru](http://www.physics.vir.ru), [ufn.ru/ru/articles/](http://ufn.ru/ru/articles/), РУБРИКОН, АРБИКОН, Научная электронная библиотека, Университетская информационная система РОССИЯ, Российская государственная библиотека и другие. Учебники, задачники и справочная литература по физике доступна на сайте <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>. Зарубежные электронные научные информационные ресурсы: TheEuropeanLibrary – доступ к ресурсам 48 Национальных библиотек Европы.

1. Программное обеспечение для лекций, средство просмотра изображений.
2. Программное обеспечение в компьютерный класс, средство просмотра изображений, интернет, e-mail

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для материально-технического обеспечения дисциплины требуется наличие проектора.

**Технические средства обучения и контроля, использование ЭВМ**

Использование материалов в Internet.

Использование презентаций

Активные методы обучения

компьютерное и мультимедийное оборудование, которое используется в ходе изложения лекционного материала;

пакет прикладных обучающих и контролирующих программ, используемых в ходе текущей работы, а также для промежуточного и итогового контроля; электронная библиотека курса и Интернет-ресурсы – для самостоятельной работы.

**Материальное обеспечение дисциплины**

Диски с презентациями. Ноутбук, видеопроектор.

Для проведений лекций необходима аудитория на 80 мест ауд4-16

Для проведения лабораторных работ необходимы лаборатории по оптике, электромагнетизму

**Лаборатория по оптике:**

Лазеры ИЛГН-105, монохроматор УМ-2, сахариметр, микроскопы, спектрофотометр, цифровые амперметры и вольтметры, поляризаторы, бипризма Френеля, дифракционные решетки, светофильтры, фотоэлементы и др.

Лаборатория по электромагнетизму:

Осциллографы, ВУП-22, амперметры, вольтметры, ваттметр, генераторы сигналов (ЗГ, Г5-15.... и др.)