

## **Приложение к рабочей программе дисциплины Физика**

Специальность – 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок  
Специализация – Эксплуатация главной судовой двигательной установки  
Учебный план 2023 года разработки

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

#### **1 Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине**

ФОС по учебной дисциплине – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов обучения, а также уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Задачи ФОС:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС ВО и *Конвенции ПДНВ-78 с поправками*;
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение в образовательный процесс университета инновационных методов обучения.

#### **2 Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний**

##### **2.1 Общие сведения о ФОС**

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных в рабочей программе дескрипторов компетенции, установленных ОПОП и *Международной конвенцией ПДНВ-78 с поправками*. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой, наблюдение за действиями в смоделированных условиях, применение активных методов обучения, экспресс-тестирование, программированные тесты.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из устных, письменных заданий, тестов, шкалы оценивания (экспресс опрос на лекциях по текущей теме, самостоятельное решение задач и объяснение их решения, защита отчетов по лабораторным работам), ФОС для проведения промежуточной аттестации (экзамен и зачет с оценкой), состоящий из вопросов, требующих письменного ответа, и других контрольно-измерительных материалов, описывающих показатели, критерии и шкалу оценивания.

**Применяемые методы оценки полученных знаний по разделам (темам) дисциплины**

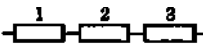
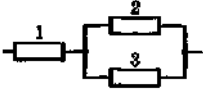
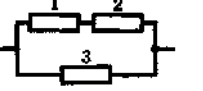
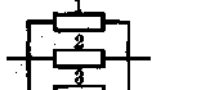
Тема	Текущая аттестация (количество заданий, работ)				Промежуточная аттестация
	Задания для самоподготовки обучающихся	Экспресс-опрос на лекциях по текущей теме	Защита отчетов по лабораторным работам	Самостоятельное решение задач и объяснение их решения	
Тема 1. Основные понятия механики. Кинематика Криволинейное движение. Кинематика движения по окружности	+	+	+	+	экзамен
Тема 2. Динамика	+	+	+	+	экзамен
Тема 3. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон движения центра масс Работа, мощность, энергия. Закон сохранения полной механической энергии	+	+	+	+	экзамен
Тема 4. Динамика вращательного движения твердого тела. Статика. Условия равновесия	+	+	+	+	экзамен
Тема 5. Механические колебания. Волны	+	+	+	+	экзамен
Тема 6. Механика жидкостей и газов	+	+	+	+	экзамен
Тема 7. Идеальный газ. Законы идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Первый закон термодинамики	+	+	+	+	экзамен
Тема 8. Теплостойкость. Политропные процессы. Работа. Энтропия. Второй и третий законы термодинамики. Тепловые машины. Основы статистической термодинамики и молекулярной физики	+	+	+	+	экзамен
Тема 9. Основы электростатики. Основы теории поля. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 10. Постоянный электрический ток. Электрический ток в различных средах	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 11. Магнитное поле и его свойства. Магнитное поле в веществе	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 12. Явление электромагнитной индукции	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 13. Система уравнений Максвелла. Электромагнитные колебания и волны	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 14. Переменный ток	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 15. Оптика. Основные законы геометрической оптики. Фотометрия	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 16. Волновая оптика	+	+	+	+	зачет с оценкой
Тема 17. Элементы квантовой и атомной физики. Корпускулярно-волновой дуализм. Элементы физики контактных явлений	+	+	+	+	зачет с оценкой

Тема 18. Элементы физики атомного ядра	+	+	+	+	зачет с оценкой
--	---	---	---	---	-----------------

## 2.2 Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

### Входной контроль (тестирование)

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины.

Вопрос		Ответ
Установить соответствие между физическими величинами и их определениями:		
1 Ускорение –	<b>А</b> это физическая величина, характеризующая путь, пройденный телом в единицу времени; <b>Б</b> это физическая величина, численно равная произведению массы тела на его скорость; <b>В</b> это физическая величина, характеризующая изменение скорости в единицу времени; <b>Г</b> это физическая величина, которая является количественной мерой всех форм движения и взаимодействия тел	<b>1-В</b> <b>2-А</b> <b>3-Г</b> <b>4-Б</b>
2 Скорость –		
3 Энергия –		
4 Импульс –		
Установите соответствие между законом или формулой и физической величиной:		
1 $\frac{mV^2}{2}$	<b>А</b> Скорость при равноускоренном движении; <b>Б</b> Второй закон Ньютона; <b>В</b> Кинетическая энергия; <b>Г</b> Закон всемирного тяготения	<b>1-В</b> <b>2-Г</b> <b>3-А</b> <b>4-Б</b>
2 $F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$		
3 $V = V_0 \pm at$		
4 $\vec{F} = m\vec{a}$		
Установите соответствие между физическими объектами и их определениями:		
1 Гравитационное поле –	<b>А</b> это форма существования материи, которая возникает вокруг проводников с током; <b>Б</b> это форма существования материи, которая представляет собой совокупность электрического и магнитного полей, распространяющихся в пространстве; <b>В</b> это форма существования материи, которая обуславливает притяжение тел; <b>Г</b> это форма существования материи, которая возникает вокруг электрически заряженных тел	<b>1-В</b> <b>2-А</b> <b>3-Г</b> <b>4-Б</b>
2 Магнитное поле –		
3 Электрическое поле –		
4 Электромагнитное поле –		
Установите соответствие между единицами измерения и физическими величинами, которые измеряются в этих величинах:		
1 Ом·м;	<b>А</b> Удельная теплота сгорания топлива; <b>Б</b> Удельное сопротивление; <b>В</b> Удельная энергия связи ядра; <b>Г</b> Удельная теплоемкость	<b>1-Б</b> <b>2-Г</b> <b>3-А</b> <b>4-В</b>
2 Дж/кг·К;		
3 Дж/кг;		
4 МэВ/а.е.м.		
Установите соответствие уравнением, которое описывает электрическую схему. и электрической схемой:		
1 $U = U_1 + U_2 + U_3$ 2 $U = U_1 + U_2 = U_3$ 3 $U = U_1 + U_2$ 4 $U = U_1 = U_2 = U_3$	<b>А</b>  <b>Б</b>  <b>В</b>  <b>Г</b> 	<b>1-А</b> <b>2-В</b> <b>3-Б</b> <b>4-Г</b>
Установите соответствие между формулой и законом или физической величиной:		
1 $R = \rho \frac{l}{S}$	<b>А</b> Путь при равноускоренном движении; <b>Б</b> Второй закон Ньютона;	<b>1-В</b> <b>2-Г</b> <b>3-А</b>

2 $h\nu = E_k + A_{\text{вых}}$ 3 $S = V_0 t \pm \frac{at^2}{2}$ 4 $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$	В Сопротивление длинного проводника; Г Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;	4-Б
Установите соответствие между названием процесса и графиком процесса, который совершается над идеальным газом с постоянной массой:		
1 Изобарное расширение 2 Изохорное нагревание 3 Изохорное охлаждение 4 Изотермическое расширение	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>А</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Б</b></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>В</b></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Г</b></p> </div> </div>	1-А 2-В 3-Б 4-Г
Установите соответствие между физической величиной или законом и формулой, ее описывающим:		
1 Магнитная индукция 2 Магнитный поток 3 Сила Ампера 4 Сила Лоренца	А $qBV \sin \alpha$ Б $IBl \sin \alpha$ В $\frac{M}{IS}$ Г $BS \cos \alpha$	1-В 2-Г 3-Б 4-А
Установите соответствие между фундаментальными физическими константами и их значениями:		
1 Постоянная Больцмана 2 Постоянная Планка 3 Универсальная газовая постоянная 4 Число Авогадро	А $R = 8,31 \text{ Дж} / \text{кг} \cdot \text{К}$ Б $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ В $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$ Г $h = 6,63 \cdot 10^{-31} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	1-В 2-Г 3-А 4-Б
Установите соответствие между формулой, которая соответствует физическому явлению, и этим явлением:		
1 $\vec{E}q$ 2 $I^2 R \Delta t$ 3 $2\pi\sqrt{LC}$ 4 $\Delta mc^2$	А Электростатическое взаимодействие заряженных тел; Б Электромагнитные колебания; В Теплота, выделяющаяся при прохождении по проводнику электрического тока; Г Энергия, которую необходимо затратить, чтобы разбить ядро атома на составляющие его нуклоны	1-А 2-В 3-Б 4-Г

### Критерии оценивания:

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Уровень знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины, определяется по набранным баллам. При оценке 75 % и более правильных ответов уровень знаний обучающихся считается *достаточным* (оценка – зачтено). При оценке, меньшей 75 % правильных ответов уровень знаний обучающихся считается *недостаточным* (оценка – незачтено).

Время прохождения теста – 5 минут (при выполнении 5 заданий) и 10 минут (при выполнении 10 заданий).

## Экспресс опрос на лекциях по текущей теме

### Тема 1. Основные понятия механики. Кинематика Криволинейное движение. Кинематика движения по окружности

#### Лекция 1. Основные понятия механики. Кинематика

Контрольный вопрос
1. Назовите основные единицы измерения в Системе интернациональной измерения физических величин. Дайте определения их эталонов
2. Какие два способа описания механического движения в декартовой системе координат существуют? В чем они заключаются? Как связаны между собой соотношением координатный и векторный способы описания механического движения?
3. Какое движение называется равномерным? Приведите примеры равномерного движения. Запишите системы уравнений, описывающих равномерное движение в векторном, координатном и скалярном видах
4. Дайте определение средней и мгновенной скорости
5. Какое движение называется равноускоренным? Приведите примеры равноускоренного движения. Запишите системы уравнений, описывающих равноускоренное движение в векторном и координатном видах
6. Дайте определение среднего и мгновенного ускорения

#### Лекция 2. Свободное падение. Криволинейное движение. Система кинематических уравнений, описывающих движение тела, брошенного под углом к горизонту

Контрольный вопрос
1. Запишите систему кинематических уравнений, описывающих свободное падение
2. Запишите систему кинематических уравнений, описывающих движение тела, брошенного под углом к горизонту

#### Лекция 3. Кинематика движения по окружности. Вращательное движение. Угловые величины. Взаимосвязь между линейными и угловыми величинами. Система кинематических уравнений, описывающих равнопеременное движение по окружности

Контрольный вопрос
1. Какие физические величины называются: периодом вращения? частотой вращения? Какая между ними существует взаимосвязь? Как они связаны с угловой скоростью?
2. Запишите систему кинематических уравнений, описывающих вращательное движение

### Тема 2. Динамика

#### Лекция 4. Основные понятия динамики. Законы Ньютона

Контрольный вопрос
1. Что изучает динамика? Охарактеризуйте основные понятия динамики
2. Сформулируйте три закона Ньютона. Укажите условия, при которых они выполняются?

#### Лекция 5. Виды сил в природе. Сила всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Сила упругости. Закон Гука при деформациях растяжения (сжатия), сдвига, кручения. Силы реакции. Силы трения. Принцип относительности Галилея. Закон сложения скоростей

Контрольный вопрос
1. Сформулируйте закон всемирного тяготения? Как определяется ускорение свободного падения на поверхности любой планеты?
2. Как связаны между собой законы Гука для различных видов деформаций?
3. Дайте определение силы тяжести и веса тела
4. В чем заключается отличие сил реакции от других видов сил в природе?
5. При каких условиях возникает сила трения качения? Приведите примеры
6. При каких условиях возникает сила трения покоя? Приведите примеры
7. При каких условиях возникает сила трения скольжения? Приведите примеры
8. При каких условиях возникает сила вязкого трения? Приведите пример
9. В чем заключается принцип относительности Г. Галилея?

### **Тема 3. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон движения центра масс. Работа, мощность, энергия. Закон сохранения полной механической энергии**

Лекция 6. Механические системы. Импульс. Закон сохранения импульса. Однородность пространства. Центр масс. Закон движения центра масс. Уравнение движения тела переменной массы. Формула Циолковского

Контрольный вопрос
1. Какие системы называются механическими? Приведите примеры механических систем. При каких условиях выполняется замкнутость механической системы?
2. Какая физическая величина называется импульсом? Назовите единицы измерения импульса
3. Сформулируйте закон сохранения импульса. Какое свойство пространства приводит к закону сохранения импульса?
4. Какой физический смысл несет закон движения центра масс?

Лекция 7. Механическая работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести. Центральные силы

Контрольный вопрос
1. Какая физическая величина называется механической работой? В каких единицах измеряется механическая работа?
2. Какая физическая величина называется мощностью? В каких единицах измеряется мощность? На что расходуется мощность в механических устройствах?
3. Какая физическая величина называется энергией? В каких единицах измеряется?
4. Какая физическая величина называется кинетической энергией? Чему равна работа по изменению скорости тела?

Лекция 8. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Потенциальная энергия упругой деформации. Закон сохранения полной механической энергии

Контрольный вопрос
1. Какая физическая величина называется потенциальной энергией? Какие виды потенциальной энергии известны в механике? Как определяется работа при изменении потенциальной энергии тела?
2. Какая физическая величина называется полной механической энергией?
3. Сформулируйте закон сохранения полной механической энергии. Назовите условия выполнения этого закона

### **Тема 4. Динамика вращательного движения твердого тела. Статика. Условия равновесия**

Лекция 9. Момент силы. Момент импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения. Закон сохранения момента импульса

Контрольный вопрос
1. Какая физическая величина называется моментом силы? Какая физическая величина называется моментом импульса? Назовите их единицы измерения физических величин
2. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения. При каких условиях это уравнение выполняется?
3. Сформулируйте закон сохранения момента импульса. При каких условиях этот закон выполняется?

Лекция 10. Абсолютно твердое тело. Кинематика движения твердого тела. Момент импульса вращающегося твердого тела с закрепленной осью вращения. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения

Контрольный вопрос
1. Назовите кинематические условия, в которых действует физическая модель «абсолютно твердое тело»
2. Дайте определение момента импульса вращающегося твердого тела с закрепленной осью вращения
3. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения

Лекция 11. Момент инерции твердого тела. Примеры вычисления моментов инерции тел правильной геометрической формы. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Примеры использования теоремы Гюйгенса-Штейнера

Контрольный вопрос
1. Дайте определение момента инерции твердого тела
2. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера
3. Как и когда применяется теорему Гюйгенса-Штейнера?

Лекция 12. Кинетическая энергия вращательного движения. Работа при вращательном движении. Аналогия между поступательным и вращательным движением. Гироскоп и его свойства

Контрольный вопрос
1. Чему равна кинетическая энергия вращательного движения? Плоского движения? Вращательно-поступательного движения?
2. Как определяется работа при вращательном движении?
3. Какое механическое устройство называется кардановым подвесом?
4. Какое устройство называют гироскопом? Где и как используют гироскоп? Где Вы будете встречаться с гироскопом в своей будущей профессии?

Лекция 13. Статика. Центр тяжести тела. Условия равновесия. Теория рычага Архимеда

Контрольный вопрос
1. Какая точка твердого тела называется центром тяжести? Как определяется центр тяжести твердого тела? Как связаны между собой центр тяжести и центр масс твердого тела?
2. Какое состояние твердого тела называется равновесием? Сформулируйте два условия равновесия

## Тема 5. Механические колебания. Волны

Лекция 14. Уравнения малых колебаний. Свободные гармонические колебания. Пружинный осциллятор. Физический маятник. Математический маятник.

Контрольный вопрос
1. Какие колебания называются свободными гармоническими?
2. Что в физике называется гармоническим осциллятором? Как определяются периоды и собственные частоты колебаний пружинного, физического и математического маятников?

Лекция 15. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания. Примеры использования механических колебаний

Контрольный вопрос
1. Какие колебания называются затухающими? Как зависит амплитуда затухающих колебаний от коэффициента затухания?
2. Какие колебания называются вынужденными? Когда и при каких условиях мы встречаемся с явлением вынужденных колебаний? Какое явление называется резонансом?

Лекция 16. Волны. Характеристики волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции волн. Интерференция волн. Стоячие волны

Контрольный вопрос
1. Что называется волновым процессом? Чем волна отличается от колебания? Какую физическую природу имеют волны? Чем отличаются продольные и поперечные волны?
2. Какие волны называются гармоническими? Какие физические характеристики описывают волны? В чем заключается явление суперпозиции волн? Что называют волновым пакетом? Как определяется групповая скорость волн?
3. Какие волны называются когерентными? Как можно обеспечить когерентность волн?
4. Какое явление называется интерференцией волн? Где мы встречаемся с явлением интерференции механических волн?

Лекция 17. Звуковые волны. Эффект Доплера

Контрольный вопрос
1. Что изучает акустика? Какое явление называется звуком? ультразвуком? инфразвуком?
2. В чем заключается эффект Доплера? Какими уравнениями подтверждается эффект Доплера?

## Тема 6. Механика жидкостей и газов

### Лекция 18. Основы гидростатики

Контрольный вопрос
1. Что изучает гидростатика?
2. Что описывает уравнение неразрывности. Где мы у себя дома убеждаемся в правильности этого уравнения?
3. Какая физическая величина называется давлением? В каких единицах измеряется давление?
4. Какое давление называют гидростатическим? При каких обстоятельствах необходимо знать значение гидростатического условия?
5. Сформулируйте закон Архимеда
6. В чем заключается принцип действия гидравлического пресса?

### Лекция 19. Основы гидродинамики

Контрольный вопрос
1. Что изучает гидромеханика?
2. При каких условиях выполняется уравнение Бернулли? Какие следствия из закона Бернулли Вы знаете?
3. Чем характеризуются реальные жидкости? Дайте определение вязкости. Чему равна сила внутреннего трения?
4. Дайте определение режимов течения жидкостей. Что характеризует число Рейнольдса? При конструировании каких устройств, приборов и т.п. необходимо учитывать число Рейнольдса?
5. Какая сила называется силой лобового сопротивления? Какая сила называется подъемной силой? Как она направлена? При каких условиях возникает подъемная сила? Как это явление используется в технике?

## Тема 7. Идеальный газ. Законы идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

### Первый закон термодинамики

Лекция 20. Предмет и основные понятия термодинамики и молекулярной физики. Идеальный газ. Термодинамические параметры газа. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Газовые законы. Закон Дальтона

Контрольный вопрос
1. Что изучает термодинамика и молекулярная физика? Как метод физического моделирования проявляется в термодинамике и молекулярной физике? Какие физические модели используются в термодинамике?
2. Какая термодинамическая система называется замкнутой? Какую физическую модель в термодинамике называют телом?
3. Какое состояние термодинамической системы называется равновесным?
4. Какая физическая модель газа называется «идеальным газом»? При каких условиях идеальный газ подчиняется законам идеального газа?
5. Какими термодинамическими параметрами описывается газ? Какое уравнение связывает между собой основные термодинамические параметры газа
6. Проанализируйте калорическое и термическое уравнения состояния идеального газа. Как через другие термодинамические параметры можно записать Уравнение Менделеева?
7. Как графически изображаются изопроцессы?
8. Сформулируйте газовые законы. Приведите примеры их использования в технике
9. Какое давление называется парциальным? Сформулируйте закон Дальтона. Приведите примеры его использования в технике

Лекция 21. Реальные газы. Учет собственного объема молекул. Учет взаимодействия молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса и изотермы реального газа. Примеры использования уравнения Ван-дер-Ваальса

Контрольный вопрос
1. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
2. Запишите уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса. Чем оно отличается от уравнения Менделеева-Клапейрона?
3. Приведите примеры использования уравнения Ван-дер-Ваальса



Лекция 22. Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Теплопередача. Количество теплоты. Энтропия

Контрольный вопрос
1. Дайте определение внутренней энергии.
2. Как может быть изменена внутренняя энергия?
3. Что характеризует число степеней свободы?
4. Как определяется работа в термодинамике?
5. Какой физический процесс называется теплопередачей? Какие способы теплопередачи Вы знаете? Какую физическую величину называют количеством теплоты? В каких единицах измеряется количество теплоты?

Лекция 23. Первый закон термодинамики. Первый закон термодинамики для различных процессов

Контрольный вопрос
1. Сформулируйте первый закон термодинамики. Какой фундаментальный смысл несет этот закон?
2. Как первый закон термодинамики формулируется для различных изопроцессов?
3. Какой изопроцесс называется адиабатным? Где, в каких механизмах нашел применение адиабатный процесс?

**Тема 8. Теплоемкость. Политропные процессы. Работа. Энтропия. Второй и третий законы термодинамики. Тепловые машины**

Лекция 24. Определение теплоемкости. Изохорная и изобарная теплоемкости. Политропные процессы. Работа при различных изопроцессах

Контрольный вопрос
1. Какую физическую величину называют теплоемкостью? Какие виды теплоемкости применяются для практических расчетов? Какие способы подвода тепла к газообразному телу существуют? Чем они отличаются? Как они называются? Как отличаются удельные теплоемкости тел при изохорном и изобарном процессах? Как отличаются молярные теплоемкости тел при изохорном и изобарном процессах?
2. Что устанавливает соотношение Майера? В чем заключается физический смысл универсальной газовой постоянной?
3. Какие процессы называются политропными? Приведите примеры политропных процессов в окружающем нас мире

Лекция 25. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики. Тепловые машины и их КПД. Теорема Карно. КПД идеальной тепловой машины

Контрольный вопрос
1. Какую физическую величину называют энтропией? В каких единицах измеряется энтропия? Какую физическую величину называют термодинамической энтропией? Чему равно изменение энтропии?
2. Какие процессы называются необратимыми? Приведите примеры необратимых процессов. Какие процессы называются обратимыми? Приведите примеры обратимых процессов
3. Сформулируйте второй закон термодинамики. В чем заключается его фундаментальный смысл?
4. Сформулируйте третий закон термодинамики. В чем заключается его фундаментальный смысл?
5. Что представляет собой тепловая машина? Перечислите основные элементы любой тепловой машины периодического действия и назовите их назначение. Как определяется КПД тепловой машины?
6. Из каких процессов состоит цикл Карно? Как определяется КПД цикла Карно? Почему диаграммы протекания цикла Карно удобно представлять в координатах (T, S)?

Лекция 26. Основы молекулярной физики. Основное уравнение МКТ. Число степеней свободы молекул. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкости идеальных газов и кристаллов с точки зрения теоремы о равномерном распределении

Контрольный вопрос
1. Запишите основное уравнение МКТ
2. Что устанавливает теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы?
3. В чем заключается закон Дюлонга-Пти?
4. Чему равна полная внутренняя энергия идеального газа? Атомов кристаллов? Как определяются молярные изохорная и изобарная теплоемкости через степени свободы?

Лекция 27. Распределение молекул по скоростям. Распределение Максвелла. Барометрическая формула. Распределение молекул по потенциальным энергиям. Статистический вес (термодинамическая вероятность). Энтропия. Второй и третий законы термодинамики с точки зрения МКТ. Явления переноса. Явления смачивания, несмачивания и супергидрофобности

Контрольный вопрос
1. В чем заключается фундаментальный смысл барометрической формулы?
2. Какие явления в физике называются явлениями переноса? Какие явления переноса Вы знаете? Какими величинами описываются явления переноса? Какие законы описывают явления переноса?

## Тема 9. Основы электростатики. Основы теории поля. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле

Лекция 28. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Плотность электрического заряда. Работа электрического поля по перемещению заряда. Потенциал электрического поля. Взаимосвязь между напряженностью и напряжением электрического поля. Потенциальная энергия системы зарядов

Контрольный вопрос
1. Что представляет собой заряд? Какой заряд называют элементарным? Какое явление называют электризацией? Электростатической индукцией?
2. В чем заключается закон сохранения электрического заряда?
3. Что устанавливает закон Кулона? Запишите формулу, описывающую закон Кулона в скалярном и векторном виде
4. Какую форму существования материи называют электрическим полем? Какими характеристиками обладает электрическое поле?
5. Какая физическая величина называется напряженностью электрического поля? Как она определяется математически? В каких единицах измеряется? Чему равна напряженность поля точечного заряда? Плоскости? Двух плоскостей? Нити? Пустого шара?
6. Какая физическая величина называется потенциалом электрического поля? Как он определяется математически? В каких единицах измеряется? Чему равен потенциал поля точечного заряда? Шара?
7. Как направлены силовые линии напряженности?
8. В чем заключается физический смысл принципа суперпозиции электрических полей? Чем отличаются уравнения, описывающие принцип суперпозиции электрических полей для напряженности и для потенциала?
9. Какую физическую величину называют линейной плотностью заряда? поверхностной плотностью заряда? объемной плотностью заряда?
10. Как определяется работа электрического поля по перемещению заряда?
11. Как взаимосвязаны между собой напряженность и напряжение электрического поля?
12. Как определяется потенциальная энергия электрического поля? Как определяется потенциальная энергия системы зарядов?

## Лекция 29. Основы теории поля

Контрольный вопрос
1. Какой объект в физике называют полем? Скалярным полем? Векторным полем? Какие математические операции описывают свойства скалярных и векторных полей?
2. Что характеризует градиент? Как вычисляется градиент функции? Для связи каких физических величин используется градиент в механике? В электростатике?
3. Что характеризует поток векторного поля? Как вычисляется поток векторного поля?
4. Что характеризует дивергенция? Как вычисляется дивергенция?
5. Что характеризует циркуляция векторного поля? Как вычисляется циркуляция векторного поля? Что устанавливает циркуляция вектора напряженности электростатического поля?
6. Что характеризует ротор векторного поля? Как вычисляется ротор векторного поля?
7. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса. Для каких действий и с какой целью используется теорема Остроградского-Гаусса?
8. Сформулируйте теорему Стокса. Для каких действий и с какой целью используется теорема Стокса?
9. Чему равен оператор Гамильтона? Как оператор Гамильтона связан с градиентом функции? С дивергенцией векторного поля? С ротором векторного поля?
10. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса для электростатического поля. Какую характеристику электростатического поля устанавливает теорема Остроградского-Гаусса?

## Лекция 30. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле

Контрольный вопрос
1. Какое физическое явление называется электростатической индукцией? Где применяется электростатическая индукция?
2. Какие вещества называются проводниками? Какими свойствами обладают проводники? Наличие каких частиц обуславливают проводящие свойства?
3. Какие вещества называются диэлектриками? Как строение молекул и атомов вещества влияет на свойства диэлектриков?
4. Какая физическая характеристика среды называется диэлектрической проницаемостью?
5. Какое физическое явление называется электроемкостью? Как вычисляется электроемкость проводника? В каких единицах измеряется? Как вычисляется электроемкость сферы или шара?
6. Какие устройства называются конденсаторами? Как вычисляется электроемкость конденсатора? Сформулируйте законы последовательного, параллельного и смешанного соединения конденсаторов
7. Что описывает вектор поляризации? Как определяется вектор поляризации? Сформулируйте теорему Гаусса для вектора поляризации
8. Что описывает вектор электрической индукции? Сформулируйте теорему Гаусса для вектора электрической индукции
9. Как связаны между собой диэлектрическая проницаемость и диэлектрическая восприимчивость?

## Тема 10. Постоянный электрический ток. Электрический ток в различных средах

Лекция 31. Электрический ток. Сила тока. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление. Закон Ома в дифференциальной форме. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Законы последовательного и параллельного соединения проводников. Правила Кирхгофа для разветвленных цепей. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца

Контрольный вопрос
1. Какое физическое явление называется электрическим током? Какая физическая величина называется силой тока? В каких единицах измеряется сила тока?
2. Какая физическая величина называется плотностью тока? В каких единицах измеряется плотность тока?
3. Что описывает уравнение неразрывности?
4. Сформулируйте закон Ома для участка цепи
5. Какая физическая характеристика называется сопротивлением? В каких единицах измеряется?
6. Сформулируйте закон Ома в дифференциальной форме
7. Какие силы называют сторонними? Приведите примеры сторонних сил. Что характеризует ЭДС? В каких единицах измеряется ЭДС? Сформулируйте закон Ома для неоднородного участка цепи
8. Сформулируйте законы последовательного и параллельного соединения проводников
9. Сформулируйте правила Кирхгофа для разветвленных цепей
10. Как вычисляют работу и мощность тока? В каких единицах измеряются работа и мощность тока? Сформулируйте закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме

## Лекция 32. Электрический ток в различных средах

Контрольный вопрос
1. Назовите условия существования электрического тока в любой среде
2. Охарактеризуйте проводники первого, второго и третьего рода
3. Какой опыт подтверждает классическую электронную теорию проводимости металлов?
4. Сформулируйте основные законы электрического тока в классической электронной теории проводимости металлов?
5. Какую величину называют работой выхода электрона из металла в вакуум? Чему равна работа выхода? Какое явление называется электронной эмиссией? Какое явление называется термоэлектронной эмиссией? Где применяется термоэлектронная эмиссия?
6. Какое явление называется фотоэлектронной эмиссией? Где применяется фотоэлектронная эмиссия? Какое явление называется вторичной электронной эмиссией? Где применяется вторичная электронная эмиссия? Какое явление называется автоэлектронной эмиссией? Где применяется автоэлектронная эмиссия?
7. Какие частицы проводят электрический ток в газах? Какую величину называют энергией ионизации? Какое явление называется газовым разрядом?
8. Какое состояние вещества называется плазмой? Охарактеризуйте свойства плазмы?
9. Какие вещества называются полупроводниками? Какие частицы проводят электрический ток в полупроводниках? Какие примеси увеличивают концентрацию свободных заряженных частиц в

полупроводниках?
10. Какие вещества называются электролитами? Какой процесс называется электролитической диссоциацией? Электролизом? Обоснуйте механизмы протекания этих процессов. В чем заключается классическая теория электролитической диссоциации? Сформулируйте закон Фарадея
11. Приведите примеры вредного для деятельности человека проявления электролиза
12. Что такое вакуум? Каковы условия протекания электрического тока в вакууме?

### Тема 11. Магнитное поле и его свойства. Магнитное поле в веществе

Лекция 33. Магнитное взаимодействие тока. Магнитная индукция. Магнитный момент поля. Магнитная проницаемость среды. Принцип суперпозиции для магнитного поля. Закон Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле в центре кругового тока. Взаимодействие параллельных токов. Магнитное поле движущегося заряда. Эффект Холла. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля. Циркуляция вектора магнитной индукции  $\vec{B}$  для магнитного поля в вакууме

Контрольный вопрос
1. Назовите условия существования магнитного поля
2. Какая физическая величина называется магнитной индукцией? Как определяется направление вектора магнитной индукции?
3. Чему равен момент сил, действующих на контур с током со стороны магнитного поля?
4. Что характеризует магнитная проницаемость среды?
5. В чем заключается принцип суперпозиции для магнитного поля?
6. Сформулируйте закон Ампера. Как определяется направление силы Ампера?
7. Сформулируйте закон Био-Савара-Лапласа?
8. Сформулируйте закон Лоренца. Как определяется направление силы Лоренца?
9. В чем заключается эффект Холла?
10. Какая физическая величина называется потоком вектора магнитной индукции? Как определяется поток вектора магнитной индукции?
11. Сформулируйте теорему Остроградского – Гаусса для магнитного поля
12. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора магнитной индукции для магнитного поля в вакууме
13. Как определяется работа по перемещению проводника с током и контура с током в магнитном поле?

Лекция 34. Поток и дивергенция магнитного поля. Основные уравнения магнитостатики. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Диа- и парамагнетики. Намагниченность. Обобщение закона полного тока. Природа ферромагнетизма. Работа по намагничиванию. Кривая гистерезиса. Температура Кюри

Контрольный вопрос
1. По каким признакам различают диа-, пара- и ферромагнетики?
2. Сформулируйте закон полного тока в дифференциальной форме
3. Сформулируйте теорему Гаусса для магнитного поля
4. Объясните кривую гистерезиса для ферромагнетиков

### Тема 12. Явление электромагнитной индукции

Лекция 35. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Самоиндукция. Индуктивность

Контрольный вопрос
1. В чем заключается явление электромагнитной индукции? Сформулируйте закон Фарадея
2. В чем заключается правило Ленца?
3. В чем заключается явление самоиндукции? Какую величину называют индуктивностью? Какую роль выполняет индуктивность в электромагнитных процессах? В каких единицах измеряется индуктивность?
4. Чему равна ЭДС самоиндукции? Как направлена ЭДС самоиндукции?

Лекция 36. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля. Токи смещения. Обобщение закона полного тока для переменных полей

Контрольный вопрос
1. Как определяется работа, которая идет на увеличение энергии контура с током?
2. Как определяется энергия магнитного поля?
3. Что характеризует объемная плотность энергии? Чему равна объемная плотность энергии электромагнитного поля?
4. Как определяется вектор электрического смещения?
5. Какой физический факт отражает закон полного тока?

**Тема 13. Система уравнений Максвелла. Электромагнитные колебания и волны**

Лекция 37. Система уравнений Максвелла. Колебательный контур. Получение электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн

Контрольный вопрос
1. Запишите систему уравнений Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Что утверждает каждое из этих уравнений?
2. Запишите материальные уравнения. В чем заключается физический смысл этих уравнений?
3. Что называется колебательным контуром? Начертите схему колебательного контура
4. Какими свойствами обладают электромагнитные волны?
5. Как определяется энергия электромагнитных волн?
6. В чем заключается физический смысл вектора Умова-Пойнтинга?

**Тема 14. Переменный ток**

Лекция 38. Переменный ток. Активное, индуктивное, емкостное и полное сопротивление цепи переменного тока. Закон Ома для переменного тока. Разности фаз между током и напряжением в цепях переменного тока. Действующее и эффективное значение силы тока и напряжения

Контрольный вопрос
1. Какой ток называется переменным? Сформулируйте закон Ома для переменного тока
2. Чем отличаются действующие и эффективные значения силы тока и напряжения?
3. Как определяется мощность, выделяемая в цепи переменного тока? Как определяется коэффициент мощности?

Лекция 39. Активная, реактивная и полная мощность. Трансформатор. Передача электроэнергии на расстояние

Контрольный вопрос
1. Чем отличаются повышающий и понижающий трансформатор? Что характеризует коэффициент трансформации?
2. Какие физические явления и законы лежат в основе передачи электроэнергии на расстояние?

**Тема 15. Оптика. Основные законы геометрической оптики. Фотометрия**

Лекция 40. Свет как электромагнитная волна. Закон прямолинейного распространения света. Закон независимости световых лучей. Закон обратимости световых лучей. Закон отражения света. Закон преломления света. Явление полного внутреннего отражения. Принцип Ферма. Линзы. Ход лучей в линзах. Зеркала. Ход лучей в зеркалах

Контрольный вопрос
1. Что изучает оптика? Какие два подхода к изучению оптических явлений рассматриваются в оптике?
2. Что представляет собой свет? Какая энергетическая характеристика света является в оптике основной?
3. Что характеризует интенсивность света? Чему равна интенсивность электромагнитной волны?
4. Что устанавливает показатель преломления? Что характеризуют абсолютный и относительный показатели преломления?

5. Сформулируйте закон прямолинейного распространения света, закон обратимости световых лучей, закон отражения света, закон преломления света
6. Как в современном производстве и технологиях используются законы геометрической оптики?
7. Запишите формулу тонкой линзы? Как эта формула записывается для рассеивающей линзы?
8. Какие виды зеркал Вы знаете? Какими величинами характеризуются зеркала? Изобразите ход лучей в зеркалах. Объясните свой чертеж

### Лекция 41. Фотометрия

Контрольный вопрос
1. Какие виды физических величин используются в фотометрии? Что они характеризуют?
2. Какая физическая величина называется потоком излучения? В каких величинах измеряется поток излучения?
3. Какая физическая величина называется спектральной плотностью?
4. Какая особенность человеческого глаза характеризуется спектральной чувствительностью глаза? Что характеризует относительная спектральная чувствительность глаза?
5. Какая физическая величина называется энергетической светимостью? В каких величинах измеряется энергетическая светимость?
6. Какая физическая величина называется энергетической силой света? В каких величинах измеряется энергетическая сила света?
7. Какая физическая величина называется энергетической яркостью? В каких величинах измеряется энергетическая яркость?
8. Какая физическая величина называется силой света? В каких величинах измеряется сила света?
9. Какая физическая величина называется световым потоком? В каких величинах измеряется световой поток?
10. Какая физическая величина называется освещенностью? В каких величинах измеряется освещенность? Вывести формулу освещенности, создаваемой точечным источником.
11. Какая физическая величина называется светимостью? В каких величинах измеряется светимость?
12. Какая физическая величина называется яркостью? В каких величинах измеряется яркость?

### Тема 16. Волновая оптика

Лекция 42. Предмет волновой оптики. Метод векторных диаграмм. Оптическая разность хода. Примеры двухлучевой интерференции. Двухлучевая интерференция по схеме Юнга. Интерференция на тонких пленках. Полосы равной толщины и равного наклона. Кольца Ньютона. Многолучевая интерференция. Временная и пространственная когерентность волн. Время, радиус и объем когерентности. Метод зон Френеля

Контрольный вопрос
1. Какие волны называются когерентными? некогерентными? Назовите условия максимумов и минимумов интерференции. Как при этом изменяется интенсивность электромагнитной волны?
2. В чем заключается принцип Гюйгенса? принцип Гюйгенса-Френеля?
3. Какое явление называют интерференцией света? дифракцией света? назовите условия их появления

Лекция 43. Дифракция на простых экранах. Дифракция Фраунгофера на щели. Дифракционная решетка и ее характеристики. Поляризация света. Поляризация света при отражении от поверхности диэлектрика. Двойное лучепреломление

Контрольный вопрос
1. В чем различие дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера?
2. Какое устройство называется дифракционной решеткой? Чему равен период дифракционной решетки? Сформулируйте условия максимума и минимума дифракционной решетки? Что характеризуют угловая и линейная дисперсия, разрешающая способность дифракционной решетки? В чем заключается критерий Рэлея?
3. Какое явление называют поляризацией света? Какой свет называют линейно поляризованным? эллиптически поляризованным? правополяризованным? левополяризованным? естественно поляризованным? Какие устройства называют поляризаторами? Сформулируйте закон Брюстера, закон Малюса
4. В чем заключается явление двойного лучепреломления? Какие вещества называются оптически активными? В чем заключается явление поворота плоскости поляризации? В чем заключается эффект Фарадея?

## Тема 17. Элементы квантовой и атомной физики. Корпускулярно-волновой дуализм. Элементы физики контактных явлений

Лекция 44. Тепловое излучение и его характеристики. Законы теплового излучения. Объяснение законов теплового излучения. Квантовые постулаты Бора

Контрольный вопрос
1. Какой процесс называется тепловым излучением? Какие виды теплового излучения Вы знаете?
2. Что характеризует поглотательная способность?
3. Какая физическая модель называется абсолютно черным телом?
4. Сформулируйте закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон смещения Вина, второй закон Вина. В чем заключается физический смысл законов теплового излучения?
5. Сформулируйте квантовые постулаты Бора. Что они устанавливают?

Лекция 45. Рентгеновское излучение. Внешний фотоэффект. Фотоны. Масса и импульс фотона. Эффект Комптона. Опыт Резерфорда

Контрольный вопрос
1. Какое излучение называют рентгеновским? Как и где это излучение применяется?
2. Какое явление называют внешним фотоэффектом? Сформулируйте законы фотоэффекта.
3. Как определяются масса и импульс фотонов?
4. В чем заключается эффект Комптона?

Лекция 46. Правило квантования. Скорость электрона на стационарных орбитах и их радиусы. Корпускулярно-волновой дуализм. Волна де Бройля. Соотношение неопределенностей. Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее смысл и свойства. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме. Туннельный эффект. Атом водорода в квантовой механике. Спектры щелочных металлов. Спектральный анализ. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Элементы физики контактных явлений. Понятие о зонной теории твердых тел

Контрольный вопрос
1. В чем заключается правило квантования?
2. В чем заключается корпускулярно-волновой дуализм света?
3. Чему равна длина волны де Бройля? Что описывает формула Вульфа-Брегга?
4. Что выражают соотношения неопределенностей?
5. Что описывает уравнение Шредингера? Чему равна вероятность обнаружить частицу в конечном объеме пространства?
6. В чем заключается квантовое явление – туннелирование?
7. Какие положения квантовой механики объясняют образование различных спектров?
8. В чем заключается принцип Паули?

## Тема 18. Элементы физики атомного ядра

Лекция 47. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Изотопы и изобары. Дефект массы и энергия связи ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Активность нуклида. Правила смещения

Контрольный вопрос
1. Из каких частиц состоит ядро? Как они называются? Назовите их характеристики. Что характеризует массовое число? Заряд ядра? Какие ядра называются изотопами и изобарами? Приведите примеры.
2. Какая энергия называется энергией связи ядра? Что характеризует дефект масс? Чему они равны? Что характеризует удельная энергия связи? От чего зависит удельная энергия связи?
3. Какое излучение называется радиоактивным? Какое явление называется радиоактивностью? Какие бывают виды радиоактивности и радиоактивного излучения? Какими свойствами обладают $\alpha$ -, $\beta$ - и $\gamma$ -излучения? Приведите примеры
4. Запишите закон радиоактивного распада. Что устанавливает этот закон? Что устанавливает период полураспада? Как определяется среднее время жизни радиоактивного ядра?
5. Как определяется активность нуклида?
6. Что устанавливают правила смещения? Запишите их

Лекция 48. Ядерные реакции и их основные типы. Позитрон.  $\beta$ -распад. Электронный захват. Реакция деления ядра. Ядерная энергетика. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций. Элементарные частицы и их свойства

Контрольный вопрос	
1.	Какие превращения называются ядерными реакциями? Приведите примеры. Что характеризует эффективное сечение? В каких единицах измеряется эффективное сечение?
2.	Какие ядерные реакции называются экзотермическими и эндотермическими? Приведите примеры
3.	Какой вид излучения называется космическим? Первичным? Вторичным?

**Критерии оценивания:** (экспресс опрос на лекциях по текущей теме)

Оценивание текущего экспресс опроса осуществляется по шкале оценивания – зачтено/незачтено.

Количество попыток прохождения опроса и время на его прохождение – неограниченно.

Критерии оценивания при текущем контроле (экспресс опрос на лекциях по текущей теме):

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
<b>Зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>- обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;</li> <li>- излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка</li> </ul>
<b>Не зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса;</li> <li>- допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл;</li> <li>- беспорядочно и неуверенно излагает материал</li> </ul>

**Самостоятельное решение задач и объяснение их решения**

**Тема 1. Основные понятия механики. Кинематика Криволинейное движение. Кинематика движения по окружности**

Практическое занятие № 1. Кинематика равномерного движения. Средняя и мгновенная скорость. Графики равномерного движения. Кинематика равноускоренного движения. Среднее и мгновенное ускорение. Графики равноускоренного движения. Кинематика свободного падения

Контрольный вопрос	
1.	Расстояние 284 км от Ялты до Керчи автобус проехал за 4 ч 40 мин. Определить среднюю скорость автобуса
2.	Автомобиль первую половину времени движения из пункта А в пункт В проехал со скоростью 72 км/ч, а вторую половину времени – со скоростью 54 км/ч. Определить среднюю скорость на всем пути
3.	При наборе высоты скорость самолета Ту-134 изменяется от 250 км/ч до 700 км/ч за 20 минут. С каким ускорением летит самолет?
4.	С каким ускорением будет двигаться автомобиль при торможении, если на пути 50 м его скорость изменилась от 72 км/ч до 54 км/ч?
5.	С какой высоты падало тело, если оно упало на землю через 5 секунд от начала движения?
6.	С какой высоты падает тело, если за последнюю секунду свободного падения тело пролетело $\frac{2}{3}$ своего пути?
7.	Зависимость пройденного телом пути от времени задается уравнением $S = A + Bt - Ct^2 - Dt^3$ , где $A = 3$ м, $B = 3$ м/с, $C = 4$ м/с <sup>2</sup> , $D = -1$ м/с <sup>3</sup> . Определить среднюю скорость и среднее ускорение тела в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с
8.	По самостоятельно составленному графику зависимости ускорения $a(t)$ от времени построить график зависимости координаты $x(t)$ от времени, если начальные значения $V_0$ и $x_0$ заданы: $V_0 = 0$ , $x_0 = 0$



**Практическое занятие № 2. Движение тел, брошенных под углом к горизонту. Кинематика вращательного движения. Взаимосвязь между линейными и угловыми величинами**

Контрольный вопрос
1. Мяч бросили со скоростью $V_0 = 10 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Сколько времени $t$ мяч будет находиться в воздухе? На какую высоту $h$ мяч поднимется? На каком расстоянии $S$ от места бросания мяч упадет?
2. Тело, брошенное горизонтально, упало на землю через $t = 2 \text{ с}$ на расстоянии $S = 45 \text{ м}$ от места бросания. С какой высоты $h$ кинули тело? Определить начальную $V_0$ и конечную $V$ скорости тела. Какой угол $\phi$ составляет траектория тела с горизонтом в точке падения?
3. С башни высотой $h = 25 \text{ м}$ горизонтально брошен камень со скоростью $V_0 = 15 \text{ м/с}$ . Найти: 1) сколько времени $t$ мяч будет находиться в воздухе? 2) На каком расстоянии $S$ от основания башни мяч упадет? 3) С какой скоростью $V$ он упадет? 4) Какой угол $\phi$ составляет траектория камня с горизонтом в точке падения?
4. Камень брошен горизонтально со скоростью $V_0 = 15 \text{ м/с}$ . найти нормальное и тангенциальное ускорение камня через $t = 1 \text{ с}$ после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.
5. Тело брошено со скоростью $V_0 = 10 \text{ м/с}$ под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Найти радиус $R$ кривизны траектории тела через $t = 1 \text{ с}$ после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.
6. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости $\omega = 20 \text{ рад/с}$ через $N = 10 \text{ об}$ после начала вращения. Найти угловое ускорение $\varepsilon$ колеса.
7. Колесо радиусом $R = 10 \text{ см}$ вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 3,14 \text{ рад/с}$ . Найти для точек на ободе колеса к концу первой секунды после начала движения: 1) угловую скорость, 2) линейную скорость, 3) тангенциальное ускорение, 4) нормальное ускорение, 5) полное ускорение, 6) угол, составляемый направлением полного ускорения с радиусом колеса

**Тема 2. Динамика.**

**Практическое занятие №3, 4. Динамика поступательного движения материальной точки**

Контрольный вопрос
1. Тело движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F$ , направленной под углом $\alpha$ к горизонту. Найти ускорение $a$ тела, если на него действует сила $F$ , а коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu$ . При каком значении силы $F$ движение будет равномерным?
2. Определить ускорение $a$ тела, соскальзывающего с наклонной плоскости, если угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$ , а коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu = 0,3$
3. На горизонтальной плоскости находятся связанные невесомой и однородной нитью два тела, масса которых $m_1$ и $m_2$ . К телу массой $m_2$ приложена сила $F$ , направленная под углом $\alpha$ к горизонту. Коэффициент трения между грузами и плоскостью равен $\mu$ . Определить натяжение нити $T$
4. Какой угол $\alpha$ с горизонтом составляет поверхность бензина в баке автомобиля, движущегося горизонтально с постоянным ускорением $a = 2,44 \text{ м/с}^2$ ?
5. Два груза массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 1 \text{ кг}$ соединены нитью и перекинута через блок, который не вращается (рис. 3.5). Найти: ускорение $a$ , с которым движутся грузы, и натяжения $T_1$ и $T_2$ нитей, к которым подвешены гири. Трением нити о блок пренебречь

**Тема 3. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Закон движения центра масс Работа, мощность, энергия. Закон сохранения полной механической энергии**

**Практическое занятие № 4. Закон сохранения импульса**

Контрольный вопрос
1. Шарик массой $m = 100 \text{ г}$ , движущийся со скоростью $V = 1 \text{ м/с}$ , упруго ударяется о вертикальную плоскость. Определить изменение импульса $\Delta P$ шарика, если направление вектора скорости составляет с плоскостью угол $\alpha$ , равный: 1) $90^\circ$ , 2) $60^\circ$ , 3) $30^\circ$
2. На спокойной воде пруда перпендикулярно берегу и носом к нему стоит лодка массой $M$ и длиной $L$ . На корме стоит человек массой $m$ . На какое расстояние $S$ удалится лодка от берега, если человек перейдет с кормы на нос лодки?
3. Ледокол массой $m = 6000 \text{ т}$ , идущий с выключенным двигателем со скоростью $V_1 = 8 \text{ м/с}$ , наталкивается на неподвижную льдину и движет её впереди себя. Скорость ледокола уменьшилась при этом до $V_2 = 3 \text{ м/с}$ . Определить массу $M$ льдины

**Практическое занятие № 6, 7. Работа. Мощность. Энергия. Закон сохранения энергии**

Контрольный вопрос
1. Шар массой $m_1 = 4 \text{ кг}$ движется со скоростью $V_1 = 5 \text{ м/с}$ и сталкивается с шаром массой $m_2 = 6 \text{ кг}$ , который движется в том же направлении со скоростью $V_2 = 2 \text{ м/с}$ . Определить скорости шаров после удара. Удар

считать абсолютно упругим, прямым, центральным
2. Шарик массой $m$ , подвешенный на нити, отклонен от положения равновесия на угол $90^\circ$ и отпущен. Какова должна быть прочность нити $N$ , чтобы шарик при движении не оборвал ее?
3. Найти работу, которую надо совершить, чтобы сжать пружину на $20\text{ см}$ , если известно, что сила пропорциональна сжатию пружины, и что для сжатия пружины на $1\text{ см}$ необходима сила в $29,4\text{ Н}$ .
4. Найти численное значение первой космической скорости, т.е. такой скорости, которую надо сообщить телу у поверхности Земли, чтобы оно начало двигаться вокруг Земли по круговой орбите в качестве ее спутника

#### Тема 4. Динамика вращательного движения твердого тела. Статика. Условия равновесия

Практическое занятие № 8, 9, 10. Динамика вращательного движения твердого тела. Момент инерции и теорема Штейнера. Уравнение моментов. Кинетическая энергия твердого тела. Условия равновесия

Контрольный вопрос
1. Каков период $T$ обращения искусственного спутника Земли по круговой орбите на высоте $h = 7000\text{ км}$ от поверхности Земли? Принять радиус Земли равным $R = 6370\text{ км}$ , а массу Земли $M = 5,98 \cdot 10^{24}\text{ кг}$
2. К ободу однородного диска радиусом $R = 0,2\text{ м}$ приложена постоянная касательная сила $F = 98,1\text{ Н}$ . При вращении на диск действует момент сил трения $M = 4,9\text{ Н}\cdot\text{м}$ . Найти массу $m$ диска, если известно, что он вращается с постоянным угловым ускорением $\varepsilon = 10\text{ рад/с}^2$
3. Два груза массами $m_1 = 2\text{ кг}$ и $m_2 = 1\text{ кг}$ соединены нитью и перекинута через блок, массой $M = 1\text{ кг}$ (рис. 6.1). Найти: ускорение $a$ , с которым движутся грузы, и натяжения $T_1$ и $T_2$ нитей. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь
4. Горизонтальная платформа массой $M = 100\text{ кг}$ вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, делая $n_1 = 10\text{ об/мин}$ . Человек массой $m = 60\text{ кг}$ стоит при этом на краю платформы. С какой скоростью $\omega_2$ начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Определить работу $A$ по изменению угловой скорости платформы. Считать платформу круглым однородным диском с радиусом $R_1\text{ м}$ , а человека – точечной массой
5. Тело движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F$ , направленной под углом $\alpha$ к горизонту. Коэффициент трения между телом и плоскостью равен $\mu$ . При каком значении силы $F$ движение будет равномерным?
6. Определить положение центра тяжести однородной круглой пластины радиусом $R = 0,5\text{ м}$ , в которой вырезано квадратное отверстие со стороной $a = R/2$
7. На барабан массой $M = 9\text{ кг}$ намотан шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2\text{ кг}$ . Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром. Трением пренебречь
8. Диск массой $m = 2\text{ кг}$ катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью $V = 4\text{ м/с}$ . Найти кинетическую энергию диска
9. Найти линейное ускорение движения центров тяжести 1) шара, 2) диска, 3) обруча, скатывающихся без скольжения с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Начальная скорость всех тел $V_0 = 0$ . Сравнить найденные ускорения с ускорением тела, соскальзывающего с этой наклонной плоскости при отсутствии трения
10. Какой наименьшей длины $L$ надо взять нить, к которой подвешен однородный шарик диаметром $D = 4\text{ см}$ , чтобы при определении периода малых колебаний шарика рассматривать его как математический маятник? Ошибка при таком допущении не должна превышать $1\%$

#### Тема 5. Механические колебания. Волны

Практическое занятие № 11, 12. Механические колебания. Уравнения малых колебаний. Пружинный осциллятор. Физический маятник. Математический маятник. Характеристики волны. Звуковые волны

Контрольный вопрос
1. Однородный шарик подвешен на нити, длина которой равна радиусу шарика. Во сколько раз период малых колебаний этого маятника больше периода математического маятника с таким же расстоянием от точки подвеса до центра тяжести?
2. Материальная точка с массой $0,01\text{ кг}$ совершает гармонические колебания с периодом $2\text{ с}$ . Полная энергия колеблющейся точки равна $10^{-4}\text{ Дж}$ . Найти амплитуду колебаний; написать уравнение колебаний; найти наибольшее значение силы, действующей на точку
3. Физический маятник представляет собой стержень длиной $l = 50\text{ см}$ и массой $m = 270\text{ г}$ с прикрепленным к одному из его концов диском радиусом $R = 10\text{ см}$ и массой $M = 500\text{ г}$ . Определить момент инерции маятника;

расстояние от центра масс до точки подвеса; период малых колебаний маятника	
4. Складываются два колебания одинакового направления, выражаемые уравнениями $x_1 = \cos \pi(t + \frac{1}{6})$ (см) и $x_2 = 2 \cos \pi(t + \frac{1}{2})$ (см). Найти амплитуду $A$ и начальную фазу $\varphi$ результирующего колебания, написать уравнение результирующего колебания	
5. Уравнение затухающего колебания системы имеет вид: $x = 0,3e^{-0,002t} \cos \pi t$ (м). Масса системы 0,5 кг. Определить собственную частоту колебаний, коэффициент затуханий, коэффициент сопротивления, логарифмический декремент. Подсчитать амплитуду колебаний в момент времени $t = 20$ с	
6. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 15 м/с. Колебания источника задаются уравнением $y = 10^{-3} \sin 10^2 t$ . Определить длину волны; смещение и скорость точки, отстоящей от источника волн на расстоянии $x = 45$ м, в момент времени $t = 5$ с; разность фаз колебаний двух точек, отстоящих от источника волн на расстоянии $x_1 = 15$ м и $x_2 = 25$ м	
7. На шоссе сближаются две автомашины со скоростями $V_1 = 30$ м/с и $V_2 = 20$ м/с. Первая из них подает звуковой сигнал частотой $\nu_1 = 600$ Гц. Найти кажущуюся частоту $\nu_2$ звука, воспринимаемого водителем второй автомашины, в дух случаях 1) до встречи; 2) после встречи	

## Тема 6. Механика жидкостей и газов

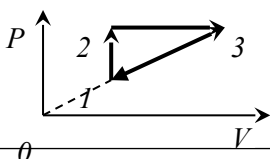
Практическое занятие № 13, 14. Уравнение неразрывности. Гидростатическое давление. Закон Архимеда. Гидравлический пресс. Уравнение Бернулли

Контрольный вопрос	
1. Однородный шарик подвешен на нити, длина которой равна радиусу шарика. Во сколько раз период малых колебаний этого маятника больше периода математического маятника с таким же расстоянием от точки подвеса до центра тяжести?	
2. Материальная точка с массой 0,01 кг совершает гармонические колебания с периодом 2 с. Полная энергия колеблющейся точки равна $10^{-4}$ Дж. Найти амплитуду колебаний; написать уравнение колебаний; найти наибольшее значение силы, действующей на точку	
3. Физический маятник представляет собой стержень длиной $l = 50$ см и массой $m = 270$ г с прикрепленным к одному из его концов диском радиусом $R = 10$ см и массой $M = 500$ г. Определить момент инерции маятника; расстояние от центра масс до точки подвеса; период малых колебаний маятника	
4. Складываются два колебания одинакового направления, выражаемые уравнениями $x_1 = \cos \pi(t + \frac{1}{6})$ (см) и $x_2 = 2 \cos \pi(t + \frac{1}{2})$ (см). Найти амплитуду $A$ и начальную фазу $\varphi$ результирующего колебания, написать уравнение результирующего колебания	
5. Уравнение затухающего колебания системы имеет вид: $x = 0,3e^{-0,002t} \cos \pi t$ (м). Масса системы 0,5 кг. Определить собственную частоту колебаний, коэффициент затуханий, коэффициент сопротивления, логарифмический декремент. Подсчитать амплитуду колебаний в момент времени $t = 20$ с	
6. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 15 м/с. Колебания источника задаются уравнением $y = 10^{-3} \sin 10^2 t$ . Определить длину волны; смещение и скорость точки, отстоящей от источника волн на расстоянии $x = 45$ м, в момент времени $t = 5$ с; разность фаз колебаний двух точек, отстоящих от источника волн на расстоянии $x_1 = 15$ м и $x_2 = 25$ м	
7. На шоссе сближаются две автомашины со скоростями $V_1 = 30$ м/с и $V_2 = 20$ м/с. Первая из них подает звуковой сигнал частотой $\nu_1 = 600$ Гц. Найти кажущуюся частоту $\nu_2$ звука, воспринимаемого водителем второй автомашины, в дух случаях 1) до встречи; 2) после встречи	

## Тема 7. Идеальный газ. Законы идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Первый закон термодинамики

Практическое занятие № 15. Уравнения состояния идеального газа. Изопроцессы. Газовые законы. Закон Дальтона

Контрольный вопрос	
1. Приняв молекулы воды диаметром $d = 2,7 \cdot 10^{-10}$ м, найти, какая часть всего пространства, занятого водой, приходится на долю самих молекул и какая на долю промежутков между ними	
2. Рентгеноструктурный анализ дает возможность измерить расстояние между частицами в кристаллической структуре с высокой степенью точности. Как определить число Авогадро $N_A$ , если известны расстояние $l$ между центрами атомов, расположенных в узлах куба, плотность $\rho$ вещества и молярная масса $\mu$ ?	
3. Используя значение атомной единицы массы, вычислить в килограммах массу атома ксенона	

4. Сколько частиц находится в 2 г азота, если степень его диссоциации $\alpha = 0,05$ ?	
5. Газ сжат изотермически от объема $V_1 = 8$ л до объема $V_2 = 6$ л. Давление при этом возросло на $\Delta P = 4$ кПа = 30 мм рт. ст. Каким было первоначальное давление $P_1$ ?	
6. Какое количество кислорода выпустили из баллона емкостью 10 л, если при этом показания манометра на баллоне изменились от 14,0 до 6,0 атм, а температура понизилась от $t_1 = 27^\circ\text{C}$ до $t_2 = 7^\circ\text{C}$ ?	
7. Найти молярную массу воздуха, считая, что он состоит по массе из одной части кислорода и трех частей азота ( $m_1:m_2 = 1:3$ )	
8. На рисунке дан график изменения состояния идеального газа в координатах $(P, V)$ . Представить этот процесс в координатах $(P, T)$ и $(V, T)$	
	
9. Два сосуда одинакового объема содержат воздух, один при температуре $T_1$ и давлении $P_1$ , другой при температуре $T_2$ и давлении $P_2$ . Сосуды соединили. После выравнивания давлений и температур воздух нагрели до температуры $T$ . Какое установится давление после нагревания?	
10. В комнате объемом $V = 120$ м <sup>3</sup> при температуре $t = 15^\circ\text{C}$ относительная влажность воздуха составляет $\varphi = 60\%$ . Определить массу водяных паров в воздухе комнаты. Давление насыщенного водяного пара при $t = 15^\circ\text{C}$ равно $P_0 = 12,79$ мм рт. ст.	
11. Найти добавочное давление внутри мыльного пузыря диаметром $d = 10$ см. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть этот пузырь?	
12. Во сколько раз плотность насыщенных водяных паров при температуре $16^\circ\text{C}$ меньше плотности воды?	
13. В закрытом сосуде при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ находится влажный воздух с относительной влажностью 80 %. На сколько градусов надо понизить температуру стенок сосуда, чтобы на них начала выпадать роса? Удельная теплота парообразования воды при $20^\circ\text{C}$ равна 600 кал/г. Водяной пар рассматривать как идеальный газ	
14. В сосуде вместимостью $V = 0,3$ л находится 1 моль углекислого газа при температуре 300 К. Определите давление газа по уравнению Ван-дер-Ваальса	
15. Приняв молекулы воды за шарики диаметром $d = 2,7 \cdot 10^{-10}$ м, найти, какая часть всего пространства, занятого водой, приходится на долю самих молекул и какая на долю промежутков между ними	
16. В очень прочном закрытом стальном баллоне заключена вода, занимающая при комнатной температуре половину объема баллона. Найти давление (в технических атмосферах) и плотность водяных паров при повышении температуры до $t = 400^\circ\text{C}$	
17. Определить давление 280 г азота, находящегося при температуре $27^\circ\text{C}$ в сосуде, объем которого равен: 1) $V = 1,00$ м <sup>3</sup> ; 2) $V = 0,50$ л	

## Практическое занятие № 16. Первый закон термодинамики. Тепловые машины и их КПД. Машина Карно

Контрольный вопрос
1. Кислород массой $m = 2$ кг занимает объем $V_1 = 1$ м <sup>3</sup> и находится под давлением $P_1 = 0,2$ МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема $V_2 = 3$ м <sup>3</sup> , а затем при постоянном объеме до давления $P_3 = 0,5$ МПа. Найти изменение $\Delta U$ внутренней энергии газа, совершенную им работу $A$ и теплоту $Q$ , переданную газу. Построить график процесса
2. В цилиндре под поршнем находится водород массой $m = 0,02$ кг при температуре $T_1 = 300$ К. Водород сначала расширился адиабатно, увеличив свой объем в $n_1 = 5$ раз, а затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в $n_2 = 5$ раз. Найти температуру в конце адиабатного расширения и работу, совершаемую газом при этих процессах. Изобразить процесс графически
3. 10 г кислорода находятся под давлением 3 бар при температуре $10^\circ\text{C}$ . После нагревания при постоянном давлении газ занял объем 10 л. Найти: 1) количество тепла, полученного газом; 2) энергию теплового движения газа до и после нагревания
4. В закрытом сосуде объемом 10 л находится воздух при давлении $10^5$ Па. Какое количество тепла надо сообщить воздуху, чтобы повысит давление до $5 \cdot 10^5$ Па?
5. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме $c_v$ и при постоянном давлении $c_p$ неона и водорода, принимая эти газы за идеальные
6. Вычислить удельные теплоемкости $c_v$ и $c_p$ смеси неона и водорода, если массовые доли неона и водорода составляют $\omega_1 = 80\%$ и $\omega_2 = 20\%$ . Значения удельных теплоемкостей газов взять из предыдущей задачи
7. Чему равна степень диссоциации кислорода, если удельная теплоемкость его при постоянном давлении равна $1050$ Дж/кг·К?
8. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура теплоотдатчика $T_1 = 500$ К. Определить термический КПД цикла и температуру $T_2$ теплоприемника машины, если за счет каждого килоджоуля

## Тема 8. Теплоемкость. Политропные процессы. Работа. Энтропия. Второй и третий законы термодинамики. Тепловые машины. Основы статистической термодинамики и молекулярной физики

Практическое занятие № 11. Основное уравнение МКТ. Распределение Максвелла по скоростям. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул

Контрольный вопрос
1. В калориметр налито $m_1 = 2 \text{ кг}$ воды, имеющей температуру $t_1 = +5^\circ\text{C}$ , и положен кусок льда массой $m_2 = 5 \text{ кг}$ при температуре $t_2 = -40^\circ\text{C}$ . Определить температуру $\theta$ и объем $V$ содержимого калориметра после установления теплового равновесия. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь. Удельная теплота плавления льда $r = 0,33 \text{ МДж/кг}$ . Удельные теплоемкости воды $c_1 = 4,2 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ , льда $c_2 = 2,1 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$ .
2. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема 10 л при температуре $80^\circ\text{C}$ к объему 40 л при температуре $300^\circ\text{C}$ .
3. Найти изменение энтропии при превращении 10 г льда при $-20^\circ\text{C}$ в пар при $100^\circ\text{C}$ . Удельная теплоемкость льда $c_1 = 2100 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ . Удельная теплоемкость воды $c_2 = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ . Удельная теплота плавления льда: $\lambda = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ . Удельная теплота парообразования воды: $r = 2,26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ .
4. Карбюраторный двигатель автомобиля потребляет минимально 265 г бензина на 1 л.с./час. Найти потери на трение, теплопроводность и пр. Коэффициент сжатия 6,2; теплотворная способность $4,6 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ . Показатель политропы равен 1,2.
5. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях равна 461 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г этого газа?
6. Какая часть молекул кислорода при $0^\circ\text{C}$ обладает скоростью от 100 м/с до 110 м/с?
7. Высотная космическая станция на горе Алагез в Армении расположена на высоте 3250 м над уровнем моря. Найти давление воздуха на этой высоте. Температуру воздуха считать постоянной и равной $5^\circ\text{C}$ . Молярную массу воздуха принять равной $29 \text{ кг/моль}$ . Давление воздуха на уровне моря равно 760 мм рт.ст.
8. Найти число столкновений $Z$ , которые происходят в течение секунды между всеми молекулами, находящимися в объеме $v = 1,0 \text{ мм}^3$ водорода при нормальных условиях. Принять эффективный диаметр молекулы водорода равным $\sigma = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ .
9. Найти плотность газа, если молекула за время 1 с испытывает столкновений при температуре $T = 40^\circ\text{C}$ .
10. Определить во сколько раз отличаются коэффициенты динамической вязкости аргона и гелия, если оба газа находятся при одинаковых температуре и давлении. Эффективные диаметры молекул этих газов известны.
11. Углекислый газ $\text{CO}_2$ и азот $\text{N}_2$ находятся в одинаковых условиях. Определить отношение коэффициентов диффузии, коэффициентов динамической вязкости и коэффициентов теплопроводности, считая эффективные диаметры молекул одинаковыми.

## Тема 9. Основы электростатики Основы теории поля. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле

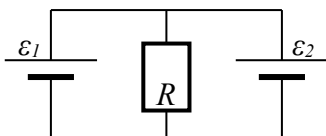
Практическое занятие № 19, 20. Закон Кулона. Движение и равновесие зарядов. Расчет напряженности полей. Расчет энергии и работы. Расчет потенциала для распределений зарядов. Расчет электроемкости конденсаторов различной формы и батарей конденсаторов, энергии заряженных проводников и конденсаторов

Контрольный вопрос
1. Определить силу взаимодействия двух точечных зарядов равных $3 \text{ мкКл}$ и $6 \text{ мкКл}$ , отстоящих друг от друга на расстояние 3 см в керосине. Диэлектрическая проницаемость керосина: $\epsilon = 2$
2. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 20 \text{ нКл/м}^2$ и $\sigma_2 = -40 \text{ нКл/м}^2$ . Определить силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь $S$ , равную $0,5 \text{ м}^2$
3. Тонкий стержень длиной $l = 8 \text{ см}$ несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,1 \text{ мкКл}$ . Определить потенциал $\phi$ электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 15 \text{ см}$ от ближайшего его конца
4. Два одинаковых маленьких шарика подвешены на невесомых нитях длиной $l = 12 \text{ см}$ каждая в одной точке. Когда им сообщили одинаковые заряды $Q = 4 \text{ нКл}$ , шарики разошлись на угол $\alpha = 20^\circ$ . Найти силу натяжения каждой нити, если между шариками находится некоторая среда $\epsilon = 7,8$
5. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10 \text{ нКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов $U$ двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая

удалена от нее на расстояние $r = 10 \text{ см}$
6. На расстоянии $r_1 = 4 \text{ см}$ от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд $q = 0,66 \text{ нКл}$ . Под действием поля заряд приближается к нити до расстояния $r_2 = 2 \text{ см}$ ; при этом совершается работа $A = 5 \text{ мкДж}$ . Найти линейную плотность заряда $\tau$ на нити
7. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком. Расстояние между пластинами $d = 2 \text{ мм}$ . На пластины конденсатора подана разность потенциалов $U_1 = 0,6 \text{ кВ}$ . Если, отключив источник напряжения, вынуть диэлектрик из конденсатора, разность потенциалов на пластинах конденсатора возрастает до $U_2 = 1,8 \text{ кВ}$ . Найти поверхностную плотность связанных зарядов $\sigma_{\text{св}}$ на диэлектрике и диэлектрическую восприимчивость $\chi$ диэлектрика

## Тема 10. Постоянный электрический ток. Электрический ток в различных средах

Практическое занятие № 21, 22. Расчеты сопротивления, батарей сопротивлений, токов и напряжений в однородных цепях. Расчеты работы, мощности и теплового действия тока. Расчет неоднородных участков цепи. Расчеты токов, напряжений, работы, мощности и теплового действия в замкнутых цепях, к.п.д. замкнутой цепи. Расчет разветвленных цепей. Правила Кирхгофа

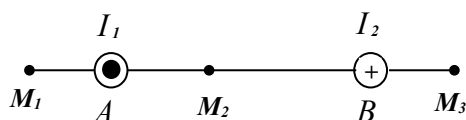
Контрольный вопрос		
1. Сколько электронов проходит за $1 \text{ с}$ через сечение проводника диаметром $0,5 \text{ мм}$ медного проводника длиной $20 \text{ м}$ при напряжении на его концах $12 \text{ В}$ ? Удельное сопротивление меди: $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .		
2. ЭДС батареи $10 \text{ В}$ . При силе тока $0,4 \text{ А}$ . КПД батареи равен $0,8$ . Определить ее внутреннее сопротивление		
3. Сила тока в цепи изменяется со временем по закону $I = 5e^{-0,05t}$ . Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 8 \text{ Ом}$ за время, в течение которого ток уменьшится в $e^2$ раз		
4. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента $\varepsilon = 1,2 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление $r = 0,2 \text{ Ом}$ . Полеченная батарея замкнута на внешнее сопротивление $R = 1,5 \text{ Ом}$ . Найти силу тока $I$ во внешней цепи		
5. При подключении резистора к батарее гальванических элементов сила тока в цепи равна $I_1 = 2 \text{ А}$ , напряжение на резисторе $U_1 = 3 \text{ В}$ , мощность тока во внешней цепи $P_1 = 6 \text{ Вт}$ . При подключении к этой же батарее другого резистора сила тока в цепи стала равной $I_2 = 4 \text{ А}$ , напряжение – $U_2^*$ , мощность тока – $P_2 = 0 \text{ Вт}$ . Определите ЭДС и внутреннее сопротивление батареи		
6. По проводнику сопротивлением $R = 3 \text{ Ом}$ течет равномерно от нуля возрастающий ток. При этом за время $\tau = 8 \text{ с}$ в проводнике выделяется $200 \text{ Дж}$ тепла. Определить заряд $q$ , прошедший по проводнику		
7. В цехе установлено семь моторов, включенных параллельно в сеть с напряжением $120 \text{ В}$ . Каждый мотор потребляет мощность $1,2 \text{ кВт}$ . Определить: 1) ток, потребляемый каждым мотором; 2) ток в сети; 3) напряжение на зажимах динамо-машины, которые отстоят от цеха на расстоянии $125 \text{ м}$ . Провода медные сечением $25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ . Определить потерю мощности в проводах		
8. При получении алюминия электролизом раствора $Al_2O_3$ в расплавленном криолите проходит ток в $1 \text{ кА}$ при разности потенциалов $8 \text{ В}$ . За какое время выделится $500 \text{ кг}$ алюминия? Какая электрическая энергия при этом будет затрачена?		
9. Внутреннее сопротивление этих элементов соответственно равны $1$ и $2 \text{ Ом}$ . Чему равно внешнее сопротивление $R$ , если ток $I_1$ , текущий через $\varepsilon_1$ равен $1 \text{ А}$ ? Найти силу тока $I_2$ , идущего через сопротивление $R$ . Определить мощность тока, выделяемую каждым элементом цепи.		элементов соответственно равны $1$ и $2 \text{ Ом}$ . Чему равно внешнее сопротивление $R$ , если ток $I_1$ , текущий идущего через $\varepsilon_2$ . Найти силу тока $I_2$ . Определить мощность тока, выделяемую каждым элементом цепи.

## Тема 11. Магнитное поле и его свойства. Магнитное поле в веществе

Практическое занятие № 23, 24. Расчеты магнитных полей токов различной формы. Применение теоремы Био-Савара-Лапласа и закона полного тока. Расчет движения зарядов в магнитном поле. Равновесие и движение токов в магнитном поле

Контрольный вопрос	
1. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого отрезком прямого провода, в точке, равноудаленной от концов отрезка и находящиеся на расстоянии $a = 20 \text{ см}$ от его середины. Сила тока в проводе $I = 30 \text{ А}$ , длина его $L = 10 \text{ см}$	
2. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $B = 10 \text{ мТл}$ по винтовой линии радиусом $R = 1 \text{ см}$ и шагом $h = 6 \text{ см}$ . С какой скоростью и под каким углом к направлению силовых линий электрон влетел в магнитное поле?	
3. Проводник имеет форму бесконечно длинного цилиндра с внутренним радиусом $R_1 = 7,5 \text{ см}$ и внешним $R_2 = 10 \text{ см}$ . Текущий по проводнику ток силой $I = 1 \text{ А}$ равномерно распределен по сечению. Определить индукцию магнитного поля на расстоянии $r = 12,5 \text{ см}$ от оси проводника	

4. На рисунке изображено сечение двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с током в плоскости чертежа. Расстояние  $AB$  между проводниками равно 10 см,  $I_1 = 20$  А,  $I_2 = 30$  А. Найти напряженность магнитного поля, вызванного токами  $I_1$  и  $I_2$  в точках  $M_1$ ,  $M_2$  и  $M_3$ . Расстояние  $M_1A = 2$  см,  $AM_2 = 4$  см,  $BM_3 = 3$  см



## Тема 12. Явление электромагнитной индукции

Практическое занятие № 25, 26. Расчет магнитного потока и электромагнитной индукции.

Расчет индуктивности проводников, процессов самоиндукции и энергии магнитного поля

Контрольный вопрос
1. Катушка имеет 10000 витков площадью $100 \text{ см}^2$ , вращается с частотой 3600 об/мин в магнитном поле напряженностью 4,1 А/м. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна силовым линиям поля. Определить максимальную ЭДС индукции в рамке
2. Проволочный виток радиусом $r = 4 \text{ см}$ , имеющий сопротивление $R = 0,01 \text{ Ом}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,04 \text{ Тл}$ . Плоскость рамки составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции поля. Какое количество электричества $Q$ протечет по витку, если магнитное поле исчезает?
3. Обмотка соленоида состоит из $N$ витков медной проволоки, поперечное сечение которой $S = 1 \text{ мм}^2$ . Длина соленоида $l = 25 \text{ см}$ ; его сопротивление $R = 0,2 \text{ Ом}$ . Найти индуктивность $L$ соленоида. Удельное сопротивление меди: $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$

## Тема 13. Система уравнений Максвелла. Электромагнитные колебания и волны

Практическое занятие № 27. Расчет колебательного контура. Формула Томсона

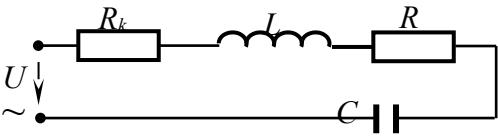
Контрольный вопрос
1. Из системы уравнений Максвелла получить уравнения непрерывности токов и закон сохранения заряда
2. Доказать, что сумма токов проводимости и тока смещения, сцепленных с контуром, действительно непрерывна и, следовательно, полный ток, сцепленный с любым контуром, не зависит от выбора поверхности, натянутой на этот контур
3. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 888 \text{ нФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 2 \text{ мГн}$ . На какую длину волны $\lambda$ настроен контур?
4. Катушка с индуктивностью $L = 30 \text{ мкГн}$ присоединена к плоскому конденсатору с площадью пластин $S = 0,01 \text{ м}^2$ и расстоянием между ними $d = 0,1 \text{ мм}$ . Найти диэлектрическую проницаемость $\epsilon$ среды, заполняющей пространство между пластинами, если контур настроен на длину волны $\lambda = 750 \text{ м}$ .
5. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 405 \text{ нФ}$ , катушки с индуктивностью $L = 10 \text{ мГн}$ и сопротивления $R = 2 \text{ Ом}$ . Во сколько раз уменьшится разность потенциалов на обкладках конденсатора за один период колебаний?
6. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 0,2 \text{ мкФ}$ и катушки с индуктивностью $L = 5,07 \text{ мГн}$ . При каком логарифмическом декременте затухания $N$ разность потенциалов на обкладках конденсатора за время $t = 1 \text{ мс}$ уменьшится в три раза? Каково при этом сопротивление $R$ контура?
7. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $22,2 \text{ нФ}$ и катушки, намотанной из медной проволоки диаметром 0,5 мм. Длина катушки 20 см. Найти добротность колебательного контура
8. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 405 \text{ нФ}$ , катушки с индуктивностью $L = 10 \text{ мГн}$ и сопротивления $R = 2 \text{ Ом}$ . Во сколько раз уменьшится разность потенциалов на обкладках конденсатора за один период колебаний?
9. Уравнение изменения со временем тока в колебательном контуре имеет вид $I = 0,02 \sin 400\pi t$ . Индуктивность контура $L = 1 \text{ Гн}$ . Найти период $T$ колебаний, емкость $C$ контура, максимальную $W_m$ магнитного поля и максимальную энергию $W_{эл}$ электрического поля

## Тема 14. Переменный ток

Практическое занятие № 28. Расчеты цепей переменного тока. Резонанс напряжений.

Резонанс токов. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Трансформатор

Контрольный вопрос

а) В колебательный контур включен последовательно источник переменной ЭДС $\varepsilon = \varepsilon_{\max} \cos \omega t$ , где $\varepsilon_{\max} = 197 \text{ В}$ , $\omega = 4 \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ , $C = 0,2 \text{ мкФ}$ , $R_1 = R_2 = 100 \text{ Ом}$ , $L_1 = L_2 = L = 0,1 \text{ Гн}$ . Найти: максимальный заряд, который проходит через конденсатор $q_m$ , амплитудное значение силы тока в контуре $i_m$ , начальную фазу напряжения в контуре $\varphi$ , сдвиг фаз между током и напряжением в контуре $\varphi$ .
б) Цепь из последовательно соединенных конденсатора емкости $C$ , сопротивления $R$ и катушки с индуктивностью $L$ подключена к генератору синусоидального напряжения, частота которого меняется при постоянной амплитуде. Найти частоту, при которой амплитуда напряжения на катушке максимальна
в) Первичная обмотка понижающего трансформатора с коэффициентом трансформации $k = 8$ включена в сеть с напряжением $U_1 = 220 \text{ В}$ . Сопротивление вторичной обмотки $r = 2 \text{ Ом}$ , ток во вторичной обмотке трансформатора $I = 3 \text{ А}$ . Определить напряжение $U_2$ на зажимах вторичной обмотки. Потерями в первичной обмотке пренебречь
г) Первичная обмотка силового трансформатора для питания накала радиоприемника имеет $n_1 = 12000$ витков и включена в цепь с напряжением $U_1 = 120 \text{ В}$ . Какое количество витков $n_2$ должна иметь вторичная обмотка, если ее сопротивление $r = 0,5 \text{ Ом}$ , а напряжение накала $U_2 = 3,5 \text{ В}$ при силе тока $I = 1 \text{ А}$ ?
е) В цепь переменного тока напряжением $220 \text{ В}$ и частотой $50 \text{ Гц}$ включены последовательно емкость $35,4 \text{ мкФ}$ , активное сопротивление $100 \text{ Ом}$ и индуктивностью $0,7 \text{ Гн}$ . Найти мощность потребляемую контуром
ф) Неразветвленная цепь переменного тока содержит катушку с активным сопротивлением $R_k = 3 \text{ Ом}$ и <div style="text-align: center;">  </div> индуктивным $X_L = 12 \text{ Ом}$ , активное сопротивление $R = 5 \text{ Ом}$ , конденсатор с емкостным сопротивлением $X_C = 6 \text{ Ом}$ . К цепи приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$ (действующее значение). Определить: 1) полное сопротивление цепи; 2) ток; 3) коэффициент мощности; 4) активную, реактивную и полную мощности; 5) напряжение на каждом сопротивлении.

## Тема 15. Оптика. Основные законы геометрической оптики. Фотометрия

Практическое занятие № 29. Преломление света на границе раздела сред. Полное внутреннее отражение. Построение изображений в линзах и зеркалах, расчет характеристик изображений

Контрольный вопрос
1. Вывести формулу тонкой линзы
2. На стеклянную призму с преломляющим углом $\theta = 50^\circ$ падает под углом $\alpha_i = 30^\circ$ луч света. Определить угол отклонения $\sigma$ луча призмой, если показатель преломления $n$ стекла равен $1,56$
3. Проектор ближнего освещения дает пучок света в виде усеченного конуса с углом раствора $2\theta = 40^\circ$ . Световой поток $\Phi$ прожектора равен $80 \text{ клм}$ . Допуская, что световой поток распределен внутри конуса равномерно, определить силу света $I$ прожектора
4. Люминесцентная цилиндрическая лампа диаметром $d = 2,5 \text{ см}$ и длиной $l = 40 \text{ см}$ создает на расстоянии $r = 5 \text{ м}$ в направлении, перпендикулярном оси лампы, освещенность $E_v = 2 \text{ лк}$ . Принимая лампу за косинусный излучатель, определить: 1) силу света $I$ в данном направлении; 2) яркость $L$ ; 3) светимость $M$ лампы

## Тема 16. Волновая оптика

Практическое занятие № 30. Расчеты двулучевой интерференции Расчет дифракционных картин на круглых экранах методом зон Френеля, при дифракции на щели и дифракционной решетке. Расчет поляризационных явлений, закон Малюса

Контрольный вопрос
1. На толстую стеклянную пластинку, покрытую очень тонкой пленкой, с показателем преломления $n_2 = 1,4$ , падает нормально параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ ). Отраженный свет максимально ослаблен вследствие интерференции. Определить толщину $d$ пленки
2. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ . В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной $l = 1 \text{ см}$ наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол $\theta$ клина
3. На диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1 \text{ мм}$ падает нормально параллельный пучок света длиной волны $\lambda = 0,05 \text{ мкм}$ . На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Определить максимальное расстояние $b_{\max}$ от центра отверстия до экрана, при котором в центре дифракционной картины еще будет



наблюдаться темное пятно
4. На щель шириной $a = 0,1$ мм нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника ( $\lambda = 0,6$ мкм). Определить ширину $l$ центрального максимума в дифракционной картине, проецируемой с помощью линзы, находящейся непосредственно за щелью, на экран, отстоящий от линзы на расстоянии $L = 1$ м
5. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны $\lambda = 0,5$ мкм. Помещенная вблизи решетки линза проецирует дифракционную картину на плоский экран, удаленный от линзы на $L = 1$ м. Расстояние $l$ между двумя максимумами интенсивности первого порядка, наблюдаемыми на экране, равно 20,2 см. Определить: 1) постоянную $d$ дифракционной решетки; 2) число $n$ штрихов на 1 см; 3) число максимумов, которое при этом дает дифракционная решетка; 4) максимальный угол $\varphi_{\max}$ отклонения лучей, соответствующих последнему дифракционному максимуму
6. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины пучок света составляет угол $\varphi = 97^\circ$ с падающим пучком. Определить показатель преломления $n$ жидкости, если отраженный свет полностью поляризован
7. Два николя (поляризатора) $N_1$ и $N_2$ расположены так, что угол $\alpha$ между их плоскостями пропускания равен $60^\circ$ . Определить: 1) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через один николь ( $N_1$ ); 2) во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении через оба николя? При прохождении каждого из николей потери на отражение и поглощение света составляют 5%
8. Пучок частично-поляризованного света рассматривается через николь. Первоначально николь установлен так, что его плоскость пропускания параллельна плоскости колебаний линейно-поляризованного света. При повороте николя на угол $\varphi = 60^\circ$ интенсивность пропускаемого им света уменьшилась в $k = 2$ раза. Определить отношение $I_c/I_n$ интенсивностей естественного и линейно-поляризованного света, составляющих данный частично-поляризованный свет, а также степень поляризации $P$ пучка света
9. Источник монохроматического света с длиной волны $\lambda_0 = 600$ нм движется по направлению к наблюдателю со скоростью $V = 0,1 c$ ( $c$ – скорость распространения электромагнитных волн). Определить длину волны $\lambda$ излучения, которую зарегистрирует спектральный прибор наблюдателя

## Тема 17. Элементы квантовой и атомной физики. Корпускулярно-волновой дуализм.

### Элементы физики контактных явлений

Практическое занятие № 31. Законы теплового излучения. Расчет свойств квантов (фотонов). Фотоэффект, тормозное рентгеновское излучение и эффект Комптона. Водородоподобный атом

Контрольный вопрос
1. Исследование спектра излучения Солнца показывает, что максимум спектральной плотности энергетической светимости соответствует длине волны $\lambda = 500$ нм. Принимая Солнце за черное тело, определить: 1) энергетическую светимость $R$ Солнца; 2) поток энергии $\Phi_e$ , излучаемый Солнцем; 3) массу электромагнитных волн (всех длин), излучаемых Солнцем за 1 с
2. Длина волны $\lambda_m$ , на которую приходится максимум энергии в спектре излучения черного тела, равна 0,58 мкм. Определить максимальную спектральную плотность энергетической светимости $(r_{\lambda,T})_{\max}$ , рассчитанную на интервал длин волн $\Delta\lambda = 1$ нм, вблизи $\lambda_m$ .
3. Определить максимальную скорость $V_{\max}$ фотоэлектронов, вырываемых с поверхности серебра: 1) ультрафиолетовым излучением с длиной волны $\lambda_1 = 0,155$ мкм; 2) $\gamma$ -излучением с длиной волны $\lambda_2 = 2,47$ нм
4. Определить красную границу $\lambda_0$ фотоэффекта для цезия, если при облучении его поверхности фиолетовым светом длиной волны $\lambda = 400$ нм максимальная скорость $V_{\max}$ фотоэлектронов равна 0,65 Мм/с
5. Пучок монохроматического света с длиной волны $\lambda = 663$ нм падает нормально на зеркальную плоскую поверхность. Поток энергии $\Phi_e = 0,6$ Вт. Определить силу $F$ давления, испытываемую этой поверхностью, а также число $N$ фотонов, падающих на нее за время $t = 5$ с
6. Параллельный пучок света длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на зачерненную поверхность, производя давление $p = 10$ мкПа. Определить: 1) концентрацию $n$ фотонов в пучке, 2) число $n_1$ фотонов, падающих на поверхность площадью $1$ м <sup>2</sup> за время $1$ с
7. В результате эффекта Комптона фотон при соударении с электроном был рассеян на угол $\theta = 90^\circ$ . Энергия $\varepsilon'$ рассеянного фотона равна 0,4 МэВ. Определить энергию $\varepsilon$ фотона до рассеяния
8. Фотон с энергией $\varepsilon = 0,75$ МэВ рассеялся на свободном электроне под углом $\theta = 60^\circ$ . Принимая, что кинетическая энергия и импульс электрона до соударения с фотоном были пренебрежимо малы, определить: 1) энергию $\varepsilon'$ рассеянного фотона; 2) кинетическую энергию $T$ электрона отдачи; 3) направление его движения
9. Вычислить радиус первой орбиты атома водорода (Боровский радиус) и скорость электрона на этой орбите
10. Определить энергию $\varepsilon$ фотона, соответствующего второй линии в первой инфракрасной серии (серии Пашена) атома водорода
11. Определить длину волны $\lambda_{Ka}$ и энергию $\varepsilon_{Ka}$ фотона $K_\alpha$ -линии рентгеновского спектра, излучаемого вольфрамом

при бомбардировке его быстрыми электронами
12. Электрон, начальной скоростью которого можно пренебречь, прошел ускоряющую разность потенциалов $U$ . Найти длину волны де Бройля $\lambda$ для двух случаев: 1) $U_1 = 51 \text{ В}$ , 2) $U_2 = 510 \text{ кВ}$
13. Используя соотношение неопределенностей энергии и времени, определить естественную ширину $\Delta\lambda$ спектральной линии излучения атома при переходе его из возбужденного состояния в основное. Среднее время $\tau$ жизни атома в возбужденном состоянии принять равным $10^{-8} \text{ с}$ , а длину волны $\lambda$ излучения, равной $600 \text{ нм}$
14. В бесконечно глубоком одномерном прямоугольном потенциальном ящике шириной $l$ находится электрон. Вычислить вероятность того, что электрон в возбужденном состоянии ( $n = 2$ ) будет обнаружен в средней трети ящика

## Тема 18. Элементы физики атомного ядра

Практическое занятие № 32. Расчет энергии связи ядер, энергетического выхода ядерных реакций, процессов ядерной энергетики

Контрольный вопрос
1. Водород ( ${}^1_1\text{H}$ ) обогащен дейтерием ( ${}^2_1\text{H}$ ). Определить массовые доли $\omega_1$ водорода и $\omega_2$ дейтерия, если относительная атомная масса $M$ такой смеси оказалась равной 1,122
2. Определить отношение сечений $\sigma_1/\sigma_2$ ядер висмута ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ и алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$
3. Ядро нептуния ${}^{234}_{93}\text{Np}$ захватило электрон из $K$ -оболочки атома ( $K$ -захват) и испустило $\alpha$ -частицу. Ядро какого элемента получилось в результате этих превращений?
4. Определить начальную активность $A_0$ радиоактивного магния ${}^{27}_{12}\text{Mg}$ массой $m = 0,2 \text{ мг}$ , а также активность $A$ по истечении времени $t = 1 \text{ ч}$ . Предполагается, что все атомы изотопа радиоактивны
5. При определении периода полураспада $T_{1/2}$ короткоживущего радиоактивного изотопа использован счетчик импульсов. За время $\Delta t = 1 \text{ мин}$ в начале наблюдения ( $t = 0$ ) было насчитано $\Delta n_1 = 250$ импульсов, а по истечении времени $t = 1 \text{ ч}$ за то же время – $\Delta n_2 = 92$ импульса. Определить постоянную радиоактивного распада $\lambda$ и период полураспада $T_{1/2}$ изотопа
6. Точечный радиоактивный источник ${}^{60}_{27}\text{Co}$ находится в центре свинцового сферического контейнера с толщиной стенок $x = 1 \text{ см}$ и наружным радиусом $R = 20 \text{ см}$ . Определить максимальную активность $A_{\max}$ источника, который можно хранить в контейнере, если допустимая плотность потока $J_{\text{дон}}$ $\gamma$ -фотонов на выходе из контейнера равна $8 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1} \cdot \text{м}^2$ . Принять, что при каждом акте распада ядра ${}^{60}_{27}\text{Co}$ испускается $n = 2$ $\gamma$ -фотона, средняя энергия которых $\varepsilon = 1,25 \text{ МэВ}$
7. Определить удельную энергию связи ядра ${}^7_3\text{Li}$
8. Определить энергию $E$ , которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра ${}^{23}_{11}\text{Na}$
9. Найти энергию реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^6_3\text{Li}$ , если известно, что кинетические энергии протона $T_H = 5,45 \text{ МэВ}$ , ядра гелия $T_{\text{He}} = 4 \text{ МэВ}$ и что ядро гелия вылетело под углом $90^\circ$ к направлению движения протона, а ядро-мишень ${}^9_4\text{Be}$ – неподвижно
10. Радиоактивное ядро магния ${}^{23}_{12}\text{Mg}$ выбросило позитрон и нейтрино. Определить энергию $Q$ этого $\beta^+$ -распада ядра

### Критерии оценивания (самостоятельное решение задач и объяснение их решения):

Оценивание текущего контроля по самостоятельной работе на практических занятиях осуществляется по номинальной шкале – зачтено/незачтено. Общая оценка каждого ответа осуществляется в отношении полноты объяснения теории, метода и способа решения задачи к общему содержанию решения задачи (выражается в процентах).

За ответ ставится оценка «зачтено» при общей оценке 75%.

Количество попыток и время на объяснения хода решения задач – неограниченно.

Критерии оценивания при текущем контроле (самостоятельное решение задач и объяснение их решения):

– правильность решения задачи на основе физических законов и методов математического анализа;

– знает и понимает законы физики и умеет их использовать при решении задач и объяснении их решения, в том числе связанных с профессиональной деятельностью;

– языковое оформление ответа.

### Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
<b>Зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание ответа в целом соответствует решению задачи;</li> <li>- обнаруживает владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов;</li> <li>- демонстрирует умение аргументировано излагать собственную точку зрения;</li> <li>- объяснение решения задачи сопровождается адекватными иллюстрациями (схемами, чертежами), необходимыми для решения;</li> <li>- работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений</li> </ul>
<b>Не зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- если содержание ответа не соответствует теме задачи или соответствует ему в очень малой степени;</li> <li>- допускает ошибки в использовании терминологии,</li> <li>- пояснение излагается беспорядочно и неуверенно;</li> <li>- отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции;</li> <li>- работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений</li> </ul>

### Защита отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа 1. Обработка результатов и определение погрешностей физических измерений

Контрольные вопросы
1. Объясните, чем отличаются прямые методы измерения от косвенных?
2. Случайные погрешности и их оценка. Доверительный интервал
3. Как изменится ширина доверительного интервала, если при одном и том же числе измерений $n = 5$ требование к надёжности повысить с 0,95 до 0,98?
4. Как изменится ширина доверительного интервала, если при заданной надёжности 0,95 повысить число измерений с 3 до 5? с 3 до 10? с 10 до 60?
5. Систематические погрешности и их оценка. Приборная погрешность. Класс точности
6. На установке возможны две электрические схемы включения амперметра и вольтметра. Какова систематическая погрешность измерения удельного сопротивления для каждой из схем?
7. Обработка результатов косвенных измерений
8. Имеется цилиндр радиусом $R$ и длиной $\ell$ . При измерении штангенциркулем оказалось, что $R = 55,3$ мм, $\ell = 63,5$ мм. Оцените относительную погрешность измерений объёма цилиндра

### Лабораторная работа 2. Изучение законов равноускоренного движения на машине

#### Атвуда

Контрольные вопросы
1. Какое движение называется равноускоренным? Приведите примеры равноускоренного движения
2. Дайте определение среднего и мгновенного ускорения
3. Запишите системы уравнений, описывающих равноускоренное движение в векторном и координатном видах. Получите из нее зависимости: 1) между скоростью, ускорением и пройденным путем при равноускоренном и равнозамедленном движении; 2) между начальной и конечной скоростью, временем движения и пройденным путем при равноускоренном и равнозамедленном движении
4. Обоснуйте принцип работы машины Атвуда и выведите расчетную формулу
5. Две гири массами 2 кг и 1 кг соединены нитью и перекинута через невесомый неподвижный блок. Найдите ускорение грузов во время движения. Трением нити о блок и весом нити пренебречь
6. По самостоятельно составленному графику зависимости ускорения $a(t)$ от времени построить графики зависимости скорости $V(t)$ и координаты $X(t)$ от времени. Принять, что начальные значения скорости $V_0 = 0$ и координаты $X_0 = 0$ – заданы

Лабораторная работа 3. Определение коэффициента трения качения методом наклонного маятника

Контрольные вопросы
1. Дайте определение силы реакции опоры
2. Дайте определение силы трения, силы трения качения, силы трения скольжения
3. Сформулируйте закон Амонтона-Кулона. Чем коэффициент трения качения отличается от коэффициента

трения скольжения?
4. Получите формулу для определения коэффициента трения качения методом наклонного маятника
5. Как влияет длина, толщина и материал нити на результаты опыта?

#### Лабораторная работа 4. Проверка закона сохранения импульса

Контрольные вопросы
1. Какая физическая величина называется импульсом? Назовите единицы измерения импульса
2. Сформулируйте закон сохранения импульса. Как этот закон можно вывести из II закона Ньютона?
3. Какая физическая величина называется энергией? В каких единицах измеряется энергия?
4. Какая физическая величина называется кинетической энергией? Чему равна работа по изменению скорости тела?
5. Какая физическая величина называется потенциальной энергией? Какие виды потенциальной энергии известны в механике?
6. Какая физическая величина называется полной механической энергией?
7. Выведите закон сохранения полной механической энергии. Назовите условия выполнения этого закона
8. Выведите расчетную формулу. По которой Вы рассчитывали коэффициент трения качения?
9. Решить и объяснить задачу. Два груза массами 10 кг и 15 кг подвешены на нитях длиной 2 м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонён на угол 60° и отпущен. На какую высоту поднимутся оба груза после удара? Удар считать неупругим. Какое количество тепла при этом выделяется?
10. Решить и объяснить задачу. Два груза массами 10 кг и 15 кг подвешены на нитях длиной 2 м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонён на угол 60° и отпущен. На какую высоту поднимутся грузы после упругого центрального удара

#### Лабораторная работа 5. Проверка основного закона вращательного движения на маятнике Обербека

Контрольные вопросы
1. Угловая скорость и угловое ускорение
2. Момент силы, момент импульса, момент инерции
3. Уравнение моментов
4. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела вокруг с закрепленной осью вращения
5. Вычисление моментов инерции простейших тел – материальной точки, обруча, диска, стержня, шара

#### Лабораторная работа 6. Проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера при помощи физического маятника

Контрольные вопросы
1. Какая физическая величина называется моментом инерции?
2. Выведите формулы для определения момента инерции правильной геометрической формы (диск, цилиндр, шар, обруч)
3. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера
4. Какую физическую модель называют физическим маятником?
5. Выведите формулу периода колебаний физического маятника
6. Обоснуйте метод проверки теоремы Гюйгенса-Штейнера при помощи физического маятника

#### Лабораторная работа 7. Маятник Максвелла

Контрольные вопросы
1. Определить возможные источники погрешности измерения
2. Вывести расчетную формулу
3. Сформулируйте закон сохранения энергии для случаев: 1) сохранения механической энергии, 2) перехода механической энергии в немеханические виды энергии
4. Как определяется кинетическая энергия при: 1) поступательном движении? 2) вращательном движении? 3) вращательно-поступательном движении?
5. Как формулируется теорема об изменении кинетической энергии при поступательном движении и вращательном движении?

## Лабораторная работа 8. Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса

Контрольные вопросы
1. Явления переноса. Законы Фурье, Фика, Ньютона
2. Уравнение движения шарика в жидкости (второй закон Ньютона) и его решение для скорости $v(t)$
3. Вывести расчетную формулу для определения коэффициента вязкости
4. Почему верхнее кольцо устанавливается на некотором расстоянии от верхнего края жидкости?
5. Как зависит вязкость жидкостей и газов от температуры?
6. Чем отличается ламинарный и турбулентный режимы обтекания шарика? Какой режим обтекания необходимо обеспечить для определения коэффициента вязкости и почему?

## Лабораторная работа 9. Изучение поверхностного натяжения жидкостей

Контрольные вопросы
1. Чем отличается структура жидкостей от структуры кристаллов и газов?
2. Физическая природа поверхностного натяжения.
3. Физический смысл коэффициента поверхностного натяжения.
4. Что определяет формула Лапласа?
5. Какие значения краевого угла возможны для капли на поверхности твердого тела?
6. Получить формулу для высоты поднятия жидкости по капилляру?
7. Почему коэффициент поверхностного натяжения зависит от температуры?
8. Почему коэффициент поверхностного натяжения зависит от растворенных в жидкости веществ?
9. Какие вещества называются поверхностно-активными? Как они влияют на коэффициент поверхностного натяжения?

## Лабораторная работа 10. Определение отношения теплоемкости газа при постоянном давлении к его теплоемкости при постоянном объеме

Контрольные вопросы
1. Какой физический смысл имеет внутренняя энергия? Основные формы изменения внутренней энергии
2. Первое начало термодинамики и его физический смысл?
3. Теплоемкость. Почему теплоемкости газа зависят от способов и условий нагревания? Почему $C_p$ больше $C_v$ ?
4. Какой процесс называется адиабатическим? Получите уравнение Пуассона из выражения (17) в координатах $(P, T)$ , $(V, T)$
5. Чему должны быть равны значения коэффициента Пуассона для одно-, двух-, трех- и многоатомных газов?
6. Каким должно быть значение коэффициента Пуассона для воздуха? По каким причинам экспериментальное значение может отличаться от теоретического?

## Лабораторная работа 11. Определение емкости конденсатора по кривой разряда

Контрольные вопросы
1. Что называется электроемкостью проводника, емкостью конденсатора?
2. Выведите формулы для емкостей плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов
3. Энергия системы зарядов, энергия заряженного конденсатора, энергия электростатического поля
4. Составьте и решите дифференциальное уравнение, описывающее зарядку и разряд конденсатора
5. Физический смысл постоянной времени RC-цепи
6. Обоснуйте экспериментальный метод определения емкости конденсатора по кривой разряда
7. Почему не следует измерять начальное значение разрядного тока

## Лабораторная работа 12. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли

Контрольные вопросы
1. Что называется индукцией, напряженностью магнитного поля?
2. Какие поля называются вихревыми?
3. Как связаны индукция, напряженность и намагниченность в веществе?
4. Напишите закон Био-Савара-Лапласа. Его назначение.

5. Охарактеризуйте магнитное поле Земли.
6. Какая составляющая магнитного поля Земли – вертикальная или горизонтальная – вращает картушку магнитного компаса?
7. На каких широтах и почему эффективнее работает магнитный компас?

### Лабораторная работа 13. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона

Контрольные вопросы
1. Что называется удельным зарядом частицы?
2. Что такое сила Лоренца? Как определить ее величину и направление? Рассчитайте параметры траектории заряженной частицы влетающей, в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям, под углом к силовым линиям
3. Как будет двигаться частица, если параллельно магнитному полю приложить однородное электрическое поле?
4. Рассмотрите направление сил, действующих на электрон в произвольной точке внутри вакуумного диода, помещенного в аксиальном магнитном поле. Получите уравнение для определения траектории электрона в этом случае
5. Что такое критическая индукция, критический ток?
6. Нарисуйте траектории движения электрона в вакуумном диоде установки при $I_c = 0$ , $I_c < I_{кр}$ , $I_c = I_{кр}$ , $I_c > I_{кр}$ .
7. Что называется сбросовой характеристикой магнетрона? Почему при $I_c = I_{кр}$ анодный ток не обращается в нуль? Как практически определить $I_{кр}$ ?
8. Сформулируйте теорему о циркуляции вектора напряженности магнитного поля (закон полного тока)?
9. Выведите формулу для напряженности магнитного поля длинного соленоида

### Лабораторная работа 14. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре

Контрольные вопросы
1. Как возникают колебания в колебательном контуре?
2. Выведите и решите уравнения свободных незатухающих и затухающих колебаний в колебательном контуре
3. Как зависит период затухающих колебаний от сопротивления контура? Что такое критическое сопротивление?
4. Как изменяется со временем напряжение на конденсаторе, сила тока в контуре, энергия электрического и магнитного полей?
5. Что такое постоянная времени затухания и логарифмический декремент затухания? Чему равен логарифмический декремент затухания колебательного контура?
6. Что называется добротностью? Ее физический смысл
7. Принцип работы релаксационного генератора на газоразрядной лампе
8. Выведите формулу для периода колебаний релаксационного генератора
9. Принцип получения затухавших колебаний на экране осциллографа в данной работе
10. Как измерить период колебаний с помощью осциллографа?
11. Почему колебания в контуре установки являются затухающими даже при $R = 0$ ?
12. Получите формулы для определения $L$ , $C$ , $R$ по экспериментальным данным

### Лабораторная работа 15. Исследование вынужденных колебаний в колебательном контуре

Контрольные вопросы
1. Какие колебания называются вынужденными?
2. Выведите формулу вынужденных колебаний в последовательном контуре.
3. Запишите решение уравнения вынужденных колебаний. Как зависит сила тока в контуре, напряжение на конденсаторе, сдвиг фаз $\varphi$ от частоты внешней э.д.с.?
4. Что называется резонансом? Изобразите резонансные кривые для силы тока и напряжение на конденсаторе. Изобразите зависимость сдвига фаз $\varphi$ от частоты внешней э.д.с.
5. Как зависит частота резонанса для напряжения на конденсаторе от затухания в контуре?
6. Почему в реальном контуре при резонансе напряжений $U_{L0} \neq U_{C0}$ ?
7. Что называется добротностью? Приведите несколько практических способов измерения добротности. Обоснуйте способ вычисления добротности по резонансной кривой.
8. Обоснуйте способ измерения сдвига фаз с помощью осциллографа.

### Лабораторная работа 16. Определение показателя преломления при помощи рефрактометра Аббе

Контрольные вопросы
1. Что устанавливает показатель преломления? Что характеризуют абсолютный и относительный показатели преломления?
2. Сформулируйте закон преломления света.
3. В чем заключается явление полного внутреннего отражения? Когда можно наблюдать данное явление? Как записывается закон преломления света для случая, когда луч переходит из более плотной среды в менее плотную?
4. Какой угол называют предельным? Как можно определить предельный угол для любых двух сред?
5. Объясните принцип работы рефрактометра Аббе. Как в рефрактометре происходит преломление лучей света?

### Лабораторная работа 17. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки

Контрольные вопросы
1. Какие волны называются когерентными? В чем заключается временная и пространственная когерентность?
2. Что такое интерференция? Условия наблюдения интерференции. Условия максимума и минимума интерференции
3. Что такое дифракция?
4. Дифракция Френеля
5. Дифракция Фраунгофера. Когда возникают дифракционные максимумы и минимумы
6. Что такое дифракционная решетка? Условия максимума и минимума дифракционной решетки
7. Объясните ход лучей через оптическую скамью в данной работе
8. Выведите расчетную формулу

### Лабораторная работа 18. Градуировка сахариметра и определение процентного содержания сахара в растворе

Контрольные вопросы
1. Какой свет называется поляризованным?
2. Какая световая волна называется плоскополяризованной? частично поляризованной?
3. Как определяется степень поляризации?
4. Закон Малюса
5. Закон Брюстера
6. В чем сущность явления вращения плоскости поляризации?
7. В чем заключается эффект Фарадея?
8. Назначение поляризаторов и анализатора в приборе
9. Почему окуляр сахариметра нужно фокусировать на бикварцевую пластину?

### Лабораторная работа 19. Градуировка спектроскопа. Определение длин волн излучения ртутной лампы

Контрольные вопросы
1. Дайте определение относительного к абсолютному показателю преломления
2. Поясните, при каких условиях можно наблюдать сплошной, линейчатый и полосатый спектры
3. Поясните происхождение серий в спектре излучения атома водорода
4. Поясните, в чем сходство и в чем различие спектров поглощения и излучения в атоме водорода
5. Понятие о спектральном анализе
6. Постулаты Бора
7. Устройство спектроскопа

#### Критерии оценивания (защита отчетов по лабораторным работам):

Оценивание отчетов по лабораторным работам осуществляется по номинальной шкале – зачтено/незачтено. Общая оценка каждого ответа осуществляется в отношении полноты объяснения теории, метода и способа выполнения лабораторной работы к общему содержанию вопроса (выражается в процентах).

За ответ ставится оценка «зачтено» при общей оценке 75%.

Количество попыток и время на защиту лабораторных работ – неограниченно.

Защита лабораторных работ осуществляется путем письменного или устного ответа на контрольные вопросы, которые даны к каждой работе.

**Критерии оценивания:**

- правильность хода выполнения работы;
- корректность полученных результатов;
- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- оформление отчета.

**Показатели и шкала оценивания (защита отчетов по лабораторным работам):**

Шкала оценивания	Показатели
<b>Зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий и в соответствии с руководствами по эксплуатации, установленными правилами и процедурами, обеспечивающими технику безопасности;</li><li>– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, самостоятельно объясняет наблюдаемые явления и принцип действия приборов и оборудования;</li><li>– излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка;</li><li>– в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления;</li><li>– правильно выполняет анализ ошибок</li></ul>
<b>Не зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся выполнил работу не полностью, некорректно или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;</li><li>– беспорядочно и неуверенно излагает материал</li></ul>

## 2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

### Письменный экзамен

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита (получение отметки «зачтено») по всем лабораторным работам и самостоятельно решенных задач, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Экзамен проводится в первом семестре изучения дисциплины.

Технология проведения экзамена – письменный ответ на вопросы билета. **Экзаменационный билет** состоит из двух теоретических вопросов, из приведенных ниже, и одной задачи, подобной из перечня для самостоятельного решения, в равной степени охватывающих весь материал.

Время прохождения письменного экзамена 90 минут.

### Перечень вопросов к экзамену

Контрольные вопросы
1. Предмет механики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, наблюдения, эксперимент, моделирование, теория. Материальная точка
2. Виды механического движения: поступательное, вращательное, вращательно-поступательное. Система отсчета. Путь. Перемещение. Траектория
3. Кинематика. Равномерное движение. Скорость – как физическая величина. Средняя и мгновенная скорость. Системы уравнений, описывающие равномерное движение. Графики равномерного движения
4. Равноускоренное движение. Ускорение – как физическая величина. Среднее и мгновенное ускорение. Системы уравнений, описывающие равноускоренное движение. Графики равноускоренного движения. Система уравнений, описывающая движение тела, брошенного под углом к горизонту
5. Вращательное движение. Угловые величины: угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение.



Взаимосвязь между линейными и угловыми величинами. Система уравнений, описывающая равноускоренное движение по окружности
6. Динамика. Сила – как физическая величина. Законы Ньютона. Масса – мера инертности тел. Виды сил в природе. Сила всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Невесомость. Сила упругости. Закон Гука. Закон Гука для деформации сжатия (растяжения), сдвига, кручения
7. Силы реакции: сила реакции опоры, сила натяжения нити. Виды сил трения: сила трения покоя, сила трения скольжения, сила трения качения, сила вязкого трения
8. Импульс – как физическая величина. Закон сохранения импульса. Центр масс. Закон движения центра масс
9. Механическая работа. Мощность. КПД
10. Энергия. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии
11. Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Потенциальная энергия упругой деформации
12. Закон сохранения механической энергии. Работа непотенциальных сил. Закон сохранения энергии
13. Абсолютно твердое тело. Кинематика движения абсолютно твердого тела. Момент силы. Момент импульса
14. Момент инерции твердого тела. Момент инерции материальной точки, диска, цилиндра, стержня, обруча, шара
15. Теорема Гюйгенса-Штейнера
16. Основное уравнение динамики вращательного движения
17. Закон сохранения момента импульса
18. Кинетическая энергия вращательного движения. Теорема об изменении кинетической энергии
19. Аналогия между поступательным и вращательным движением
20. Механика жидкости и газа. Кинематическое описание движения жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности. Гидростатическое давление. Закон Паскаля. Гидравлический пресс. Закон Архимеда
21. Уравнение Бернулли. Режимы течения жидкости. Число Рейнольдса. Подъемная сила
22. Механические колебания. Уравнение малых колебаний. Свободные гармонические колебания. Амплитуда, фаза, начальная фаза, циклическая частота, частота и период колебаний. Пружинный маятник, физический маятник, математический маятник и их периоды колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания
23. Продольные и поперечные волны. Характеристики волны: длина, частота, скорость распространения волны. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции волн. Интерференция волн. Стоячие волны. Звуковые волны
24. Эффект Доплера
25. Идеальный газ. Обобщенный газовый закон. Изопроцессы
26. Газовые законы. Уравнение состояния идеального газа
27. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа
28. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Теплопередача. Количество теплоты. Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам. Адиабатный процесс
29. Теплоемкость. Изохорная и изобарная теплоемкости. Соотношение Майера
30. Политропные процессы. Уравнение политропы. Уравнение адиабаты. Работа при различных изопроцессах. Энтропия
31. Обратимые и необратимые процессы. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики
32. Тепловые машины и их КПД. Цикл Карно. КПД идеальной тепловой машины
33. Молекулярно-кинетическая теория. Основное уравнение МКТ. Среднеквадратичная скорость. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы
34. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга-Пти
35. Явления переноса
36. Функция распределения молекул по скоростям и ее график. Наиболее вероятная скорость. Средняя арифметическая скорость
37. Барометрическая формула
38. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул

### Критерии оценивания:

На экзамене результирующая оценка выставляется по четырех балльной системе (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично).

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

#### Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
<b>Отлично</b>	Ставится при полном ответе на два вопроса и верном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные, в том числе из будущей профессиональной деятельности;</li> <li>– излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка</li> </ul>
<b>Хорошо</b>	Выставляется при неполном ответе на два вопроса и верном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого</li> </ul>
<b>Удовлетворительно</b>	Получает обучающийся при: 1) неполном ответе на два вопроса и неполном решении задачи; 2) неполном или неверном ответе на один из вопросов и неполном решении задачи; 3) неверных ответах на два вопроса и верном решении задачи; 4) верных ответах на два вопроса и неверном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:</li> <li>– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;</li> <li>– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;</li> <li>– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого</li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	Выставляется при неверных ответах на два вопроса и неверном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил,</li> <li>– искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал</li> </ul>

В процентном соотношении оценки (по четырёхбалльной системе) выставляются в следующих диапазонах:

«неудовлетворительно» - менее 75%

«удовлетворительно» - 76%-85%

«хорошо» - 86%-92%

«отлично» - 93%-100%

Оценки, которые выставляются на экзамене, кроме знаний, умений и навыков обучающихся учитывают степень сформированности у последних общепрофессиональной компетенции ОПК-2 – способность применять естественнонаучные и инженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности.

#### Зачет с оценкой

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита (получение отметки «зачтено») по всем лабораторным работам и самостоятельно решенных задач, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Зачет с оценкой проводится во втором семестре изучения дисциплины.

Технология проведения зачета с оценкой – письменный ответ на вопросы билета. **Билет**

состоит из двух теоретических вопросов, из приведенных ниже, и одной задачи, подобной из перечня для самостоятельного решения, в равной степени охватывающих весь материал.

Время прохождения зачета с оценкой 90 минут.

### Перечень вопросов к зачету с оценкой

Контрольные вопросы
1. Электрические заряды. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Вектор напряженности и принцип суперпозиции. Напряженность поля точечного заряда. Расчет электрических полей
2. Работа электрического поля по перемещению заряда. Энергия взаимодействия зарядов. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Расчет потенциала произвольного распределения зарядов
3. Напряжение и его связь с напряженностью. Градиент. Теорема Гаусса и ее приложения к расчету полей
4. Электроемкость проводников и конденсаторов. Конденсаторы различной формы
5. Электрический диполь. Типы диэлектриков. Вектор поляризации. Электрическое смещение. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Теорема Гаусса для электрического смещения
6. Последовательное, параллельное и произвольное соединение конденсаторов. Энергия заряженных проводников и конденсаторов. Энергия электростатического поля
7. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Связь силы и плотности тока с параметрами носителей. Уравнение непрерывности
8. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной формах
9. Сопротивление и его зависимость от размеров проводника. Зависимость сопротивления от температуры. Сверхпроводимость
10. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца
11. Последовательное и параллельное соединение сопротивлений
12. Электродвижущая сила. Законы Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Режим короткого замыкания замкнутой цепи. Напряжение и максимальная мощность на нагрузке. К.п.д. замкнутой цепи. Законы Кирхгофа
13. Магнитное поле, его источники, характеристики и основные свойства. Поле движущегося точечного заряда. Связь магнитного и электростатического полей. Теорема Био-Савара-Лапласа. Расчет полей для токов простой формы
14. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряда в магнитном поле. Расчет параметров спиральной траектории. Движение в неоднородном поле
15. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость и проницаемость вещества. Диа- пара- и ферромагнетики. Кривая намагниченности
16. Поток вектора магнитной индукции. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Явление самоиндукции. Индуктивность. Закон самоиндукции
17. Обобщение законов электростатики и магнитостатики. Ток смещения. Уравнения Максвелла и материальные уравнения. Электромагнитное поле
18. Переменный ток. Цепь переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс напряжений. Резонанс токов. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока
19. Генератор тока. Трансформатор. Передача электроэнергии на расстояние
20. Законы геометрической оптики. Абсолютный и относительный показатели преломления вещества. Их физический смысл. Явление полного внутреннего отражения света. Предельный угол полного внутреннего отражения
21. Свойства света как электромагнитных волн
22. Энергетические фотометрические величины
23. Световые фотометрические величины
24. Интерференция волн. Когерентные волны. Условия минимумов и максимумов
25. Метод векторных диаграмм. Зоны Френеля и соответствующие им векторные диаграммы
26. Опыт Юнга для двухлучевой интерференции. Интерференция на тонких пленках. Просветление оптики. Кольца Ньютона
27. Дифракция света. Принцип Гюйгенса. Принцип Гюйгенса-Френеля. Отражение волн от препятствия и огибание препятствий: зависимость от размеров препятствия. Зоны Френеля
28. Дифракция на щели. Условия минимумов и максимумов. Дифракционная решетка. Характеристики решетки: угловая дисперсия и разрешение
29. Поляризация света и ее типы. Поляризаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении от поверхности диэлектрика. Закон Брюстера
30. Тепловое излучение и его характеристики. Законы теплового излучения
31. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения
32. Внешний фотоэффект и его законы. Формула Эйнштейна для фотоэффекта. Работа выхода. Красная граница

фотоэффекта. Фотоны и их свойства
33. Модели атома Томсона и Резерфорда. Опыт Резерфорда. Противоречия планетарной модели. Постулаты Бора. Боровская модель водородоподобного атома. Спектр атома водорода
34. Корпускулярно-волновой дуализм света и вещества. Волны де Бройля. Дифракция электронов
35. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Решение уравнения Шредингера бесконечно глубокой потенциальной ямы
36. Квантовая теория атома водорода. Квантовые числа. Спин
37. Принцип Паули. Многоэлектронные атомы. Зонная теория проводимости
38. Строение ядер. Нуклоны. Ядерные силы и их свойства. Дефект массы. Энергия связи ядер. Удельная энергия связи
39. Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада
40. Ядерные реакции распада и синтеза. Энергетический выход реакции

### Критерии оценивания:

На зачете с оценкой результирующая оценка выставляется по четырех балльной системе (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично).

Билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи.

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

–

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
<b>Отлично</b>	Ставится при полном ответе на два вопроса и верном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;</li> <li>– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные, в том числе из будущей профессиональной деятельности;</li> <li>– излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка</li> </ul>
<b>Хорошо</b>	Выставляется при неполном ответе на два вопроса и верном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого</li> </ul>
<b>Удовлетворительно</b>	Получает обучающийся при: 1) неполном ответе на два вопроса и неполном решении задачи; 2) неполном или неверном ответе на один из вопросов и неполном решении задачи; 3) неверных ответах на два вопроса и верном решении задачи; 4) верных ответах на два вопроса и неверном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: <ul style="list-style-type: none"> <li>– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;</li> <li>– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;</li> <li>– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого</li> </ul> </li> </ul>
<b>Неудовлетворительно</b>	Выставляется при неверных ответах на два вопроса и неверном решении задачи при этом: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал</li> </ul>

В процентном соотношении оценки (по четырёхбалльной системе) выставляются в следующих диапазонах:

«неудовлетворительно» - менее 75%

«удовлетворительно» - 76%-85%

«хорошо» - 86%-92%

«отлично» - 93%-100%

Оценки, которые выставляются на зачете с оценкой, кроме знаний, умений и навыков обучающихся учитывают степень сформированности у последних общепрофессиональной компетенции ОПК-2 – способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности.