Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Институт передовых инженерных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Директор института передовых инженерных технологий
_____ И.Ю. Кольчурина
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Цифровой инжиниринг»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: fc9174b54ee9e52ecccebc4447325f87f55889f2
Владелец: Директор ИПИТ Кольчурина Ирина Юрьевна
Действителен: с 17 апреля 2024 г. по 11 июля 2025 г.
Дата и время: 10-04-2025 20:30:56 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение базовых знаний в области механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц.

Задачами учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся базовых знаний в области механики, молекулярной физики и термодинамики, электростатики и электромагнетизма, волновой и квантовой оптики, ядерной физики и элементарных частиц; физический смысл и математическое изображение основных физических законов;
– формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач;
– формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина опирается на базовые знания и компетенции, полученные в процессе получения предыдущего образования.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Проектная деятельность 6;
– Проектная деятельность 7;
– Проектная деятельность 8;
– Электротехника и электроника;
– Материаловедение;
– Основы механики;
– Математика;
– Проектная деятельность 2.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1 Применяет физико-математический аппарат, методы моделирования, математического анализа при решении прикладных общеинженерных задач	– знать: основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, возможности использования в практических приложениях; назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля. – уметь: анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений; указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации; использовать основные понятия, законы и модели

			физики, оперировать ими для решения прикладных задач.
		ОПК-3.2 Применяет основные законы и методы при решении практических задач	– знать: методы решения физических задач, соответствующих элементам профессиональной деятельности. – уметь: применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***1 семестр***	***2 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*72*	*144*
	зачетных единиц	***6***	*2*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Лабораторные работы, *академ. час.*	***16***	*0*	*16*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*	***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*	***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***91***	*22*	*69*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***45***	*18*	*27*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Физические основы механики (Кинематика материальной точки. Динамика материальной точки. Виды взаимодействий. Силы в механике. Работа и энергия. Динамика твердого тела. Законы сохранения в механике);

Раздел 2 Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика (Молекулярно-кинетическая теория (МКТ). Основы термодинамики);

Раздел 3 Электричество и магнетизм (Электрическое поле в вакууме. Постоянный электрический ток. Магнитное поле в вакууме. Электромагнитное поле);

Раздел 4 Механические и электромагнитные колебания и волны (Колебательные процессы (механические и электромагнитные колебания). Волновые процессы);

Раздел 5 Волновая оптика (Интерференция света. Дифракция света);

Раздел 6 Квантовая физика (Равновесное тепловое излучение. Фотоны. Фотоэффект).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Кинематика материальной точки 2. Динамика материальной точки. Виды взаимодей-ствий. Силы в механике 3. Работа и энергия 4. Динамика твердого тела 5. Законы сохранения в механике	6	

Раздел 2.	1. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) 2. Основы термодинамики	6	
Раздел 3.	1. Электрическое поле в вакууме 2. Постоянный электрический ток 3. Магнитное поле в вакууме 4. Электромагнитное поле	6	
Раздел 4.	1. Колебательные процессы (механические и электромагнитные колебания) 2. Волновые процессы	6	
Раздел 5.	1. Интерференция света. 2. Дифракция света	4	
Раздел 6.	1. Равновесное тепловое излучение 2. Фотоны. Фотоэффект	4	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Кинематика материальной точки 2. Динамика материальной точки. Виды взаимодействий. Силы в механике 3. Работа и энергия 4. Динамика твердого тела 5. Законы сохранения в механике	6	
Раздел 2.	1. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) 2. Основы термодинамики	6	
Раздел 3.	1. Электрическое поле в вакууме 2. Постоянный электрический ток 3. Магнитное поле в вакууме 4. Электромагнитное поле	6	
Раздел 4.	1. Колебательные процессы (механические и	6	

	электромагнитные колебания) 2. Волновые процессы		
Раздел 5.	1. Интерференция света. 2. Дифракция света	4	
Раздел 6.	1. Равновесное тепловое излучение 2. Фотоны. Фотоэффект	4	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Расчёт погрешностей результатов прямых и косвенных измерений. 2. Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда. 3. Изучение основного закона динамики поступательного движения. 4. Проверка основного закона динамики поступательного и вращательного движения с помощью маятника Обербека	8	
Раздел 2.	1. Определение момента инерции твёрдого тела. 2. Проверка закона сохранения энергии с помощью маятника Максвелла 3. Исследование упругого и неупругого соударения шаров. 4. Определение скорости полета пули и потери механической энергии	8	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к лабораторной работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	11	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	10	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования.	10	
Контроль	*Подготовка к экзамену (1 семестр)*	18	

Контроль	*Подготовка к экзамену (2 семестр)*	*27*	
Итого:		**136**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-3	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 4. Наблюдение за работой на практическом занятии; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 6. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 5.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на

		лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Раздел 6.	ОПК-3	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Наблюдение за работой на практическом занятии; 3. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 4. Тестовые задания
Экзамен (1 семестр).	ОПК-3	1. Экзамен на основе результатов тестирования
Экзамен (2 семестр).	ОПК-3	1. Экзамен на основе результатов тестирования

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 30 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются 15 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, выделяется 1-2 минуты).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 15 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
– 67 – 85 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
– 50 – 66 % – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
– менее 50% – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; оценка участия в работе на лекционном занятии; тестовые задания.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) или в процессе проведения лабораторных / практических занятий (семинаров) педагогическим работником проводится индивидуальный или

фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы) или по вопросам решения и порядку выполнения действий для решения заданий.

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО «Moodle») проводится по изученным разделам (темам) учебной

дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО «Moodle») проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведённых на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, не менее 25 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного

неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– введение верного утверждения или нужной формулы в пустое окно. В случае введения неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.2.3 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Подготовку к практическим работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Подготовку к лабораторным работам обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о выполнении лабораторной работы обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Защиту отчета о выполнении лабораторной работы обучающиеся осуществляют на лабораторном занятии по итогам выполнения заданий лабораторной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о выполнении лабораторной работы представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Система оценивания двухуровневая.

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; при ответе на вопросы излагает материал без серьезных ошибок; выделенное на ответ время использует рационально.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не рационально использует отведенное на ответ время; обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен (1 семестр); экзамен (2 семестр).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов тестирования.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (1, 2 семестр)

К сдаче экзамена обучающиеся допускаются при условии выполнения в полном объеме всех заданий в процессе тестирования и самостоятельной работы на практических занятиях, а также обучающиеся, которые выполнили и защитили более 60% практических / лабораторных заданий, запланированных программой дисциплины.

Экзамен проводится в форме бланкового или компьютерного тестирования, которое охватывает все изученные вопросы, составленные по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Тестирование (в бланковое или компьютерное) может проводиться посредством СУО «Moodle» в компьютерном классе вуза. Время, отводимое на выполнение теста, зависит от количества вопросов в тестовом задании: для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты. Прохождение промежуточной аттестации с помощью средств удаленного доступа запрещено.

Максимальное количество вопросов – 30. Максимальное количество баллов, полученное при прохождении итогового теста – 30.

При проведении промежуточного контроля в виде тестирования обучающемуся предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного

неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– введение верного утверждения или нужной формулы в пустое окно. В случае введения неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Таблица – Шкала оценивания результатов тестирования обучающегося по дисциплине «Физика»:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
87 до 100	«отлично»
от 68 до 86	«хорошо»
от 50 до 67	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Теория поля: учебное пособие / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. – Москва: Физматлит, 2006. – 536 с. – ISBN 5-9221-0056-4. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100564.html (дата обращения: 20.03.2025);

2 Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. Теория упругости: учебное пособие / Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. – Москва: Физматлит, 2007. – 264 с. – ISBN 978-5-9221-0122-6. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101226.html (дата обращения: 20.03.2025);

3 Черноуцан, А.И. Краткий курс физики.: учебное пособие/ А. И. Черноуцан. – Москва: Физматлит, 2002. – 320 с. – ISBN 5-9221-0292-3. –

URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102923.html (дата обращения: 20.03.2025);

4 Сивухин, Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. I. Механика: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – Москва: Физматлит, 2005. – 560 с. – ISBN 5-9221-0225-7. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922102257.html (дата обращения: 20.03.2025);

5 Леденев, А.Н. Физика. В 5 кн. Кн. 1. Механика. : учебное пособие /А. Н. Леденев. – Москва: Физматлит, 2005. – 240 с. – ISBN 5-9221-0461-6. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922104616.html (дата обращения: 20.03.2025).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения практических занятий;
- учебную аудиторию для проведения лабораторных работ;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

доцент кафедры Ионина Анна Валерьевна (кафедра менеджмента качества и инноваций).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании ученого совета Института.

Согласован:

К.т.н., доцент кафедры
Информационно-технических
и экономических дисциплин,
филиал КузГТУ в г. Новокузнецке



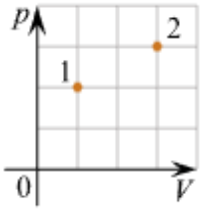
Е.В. Котова

Приложение

1. Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

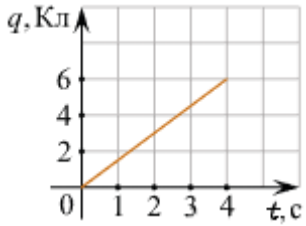
1. В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 150 К (см. рис.). *Ответ дайте в К.*



A) 250 B) 450

C) 325 D) 675

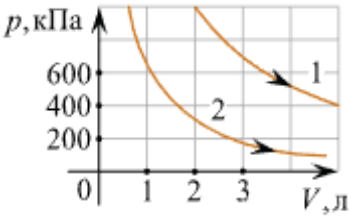
2. По проводнику течёт постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, возрастает с течением времени согласно графику. Какова сила тока в проводнике? (Ответ дайте в амперах.).



A) 0,6 B) 1,25

C) 1,5 D) 4

3. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите все верные утверждения о процессах, происходящих с газом.

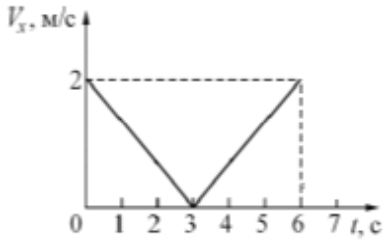


1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.

2) В процессе 2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
3) В процессе 1 давление уменьшается
4) Процесс 2 идет при более низкой температуре.
5) Процесс 1 идет при более низкой температуре.

A) только 1 B) 2, 4
C) 3, 4 D) только 5

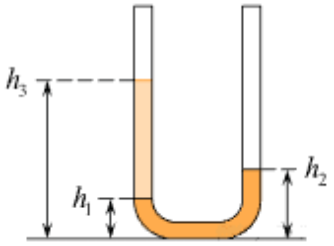
4. Материальная точка движется вдоль оси *OX*. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости V_x этой точки на ось *OX* от времени *t*. Согласно графику, материальная точка.



1) в момент времени t = 3 с изменила направление движения на противоположное
2) всё время имела положительную проекцию ускорения на ось *OX*
3) всё время двигалась в одном направлении
4) за всё время движения ни разу не останавливалась

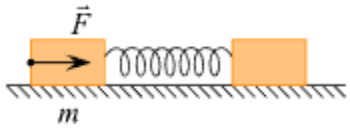
A) только 3 B) 1, 2 и 4
C) 1 и 4 D) 1 и 3

5. В U-образную трубку сначала наливают воду, а затем в одно из колен доливают поверх воды масло. Плотность масла 650 кг/м^3. Верхний уровень масла находится на высоте h_3 = 45 см от основания трубки, а граница между маслом и водой — на высоте h_1 = 9 см. На какой высоте h_2 находится верхний уровень воды в другом колене трубки? *Ответ дайте в сантиметрах.*



A) 28 B) 32,4
C) 39 D) 36,5

6. На гладкой горизонтальной поверхности лежат два бруска, соединённые лёгкой пружиной. К бруску массой m = 2 кг прикладывают постоянную силу, равную по модулю F = 6 Н и направленную горизонтально вдоль оси пружины (см. рис.). Определите модуль силы упругости пружины в момент, когда этот брусок движется с ускорением 1,5 м/с^2.



A) 3 B) 8

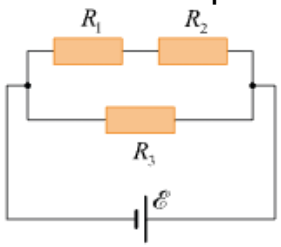
C) 5 D) 11

7. Парциальное давление водяного пара в воздухе при 20 °C равно 0,466 кПа, давление насыщенных водяных паров при этой температуре 2,33 кПа. Определите относительную влажность воздуха. *Ответ запишите в процентах*

A) 30 B) 50

C) 25 D) 20

8. Какая мощность выделяется в резисторе R_1, включённом в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке? (Ответ дать в ваттах.) R_1 = 4 Ом, R_2 = 1 Ом, R_3 = 5 Ом, ЭДС источника 5 В, внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.



A) 1 B) 5

C) 4 D) 3

9. Под действием одной силы F_1 тело движется с ускорением 7 м/с^2. Под действием другой силы F_2, направленной противоположно силе F_1, ускорение тела равно 3 м/с^2. С каким ускорением тело будет двигаться при одновременном действии сил F_1 и F_2? *Ответ дайте в метрах на секунду в квадрате*

A) 1 B) 5

C) 4 D) 7

10. В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль

кислорода. Температура газа равна 107 °C. Чему равно давление газа? Ответ округлите до целых и выразите в килопаскалях.

A) 375 B) 789

C) 246 D) 891

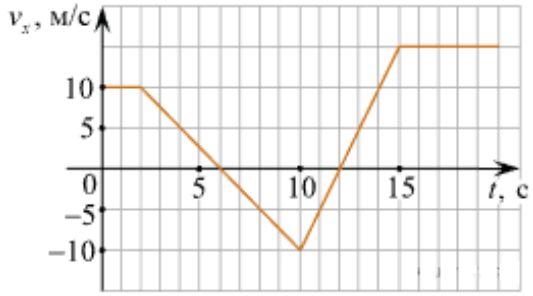
11. Один ученый проверяет закономерности колебания пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой – в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут.

1) разными, так как на корабле время течет медленнее
2) одинаковыми, если скорость корабля мала
3) одинаковыми при любой скорости корабля
4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

A) 0,5 B) 0,1

C) 2,5 D) 3

12. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела u_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 4 с до 10 с? Ответ выразите в метрах на секунду в квадрате



A) -2,5 B) -1,5

C) 1,5 D) 2

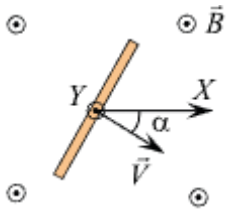
13. Идеальная тепловая машина с КПД 20% за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл? (Ответ дайте в джоулях).

A) 20 B) 85

C) 45 D) 10

14. Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление

которого совпадает с направлением вертикальной оси *Y* (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол 30° с горизонтальной осью *X*, как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 250 мВ, модуль индукции магнитного поля 0,1 Тл. Определите модуль скорости движения этого проводника. *Ответ дать в метрах в секунду.*



A) 0,5 B) 5

C) 1,5 D) 2

15. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

1) Центростремительное ускорение, действующая на материальную точку, всегда направлено касательно к траектории движения.

2) В идеальной тепловой машине КПД определяется температурой нагревателя и температурой холодильника.

3) В процессе электризации трением два тела приобретают разноимённые по знаку, но одинаковые по модулю заряды.

4) Явление радуги обусловлено исключительно особыми свойствами солнечного света, поэтому её можно наблюдать не только на Земле, но и на Луне, и на Марсе.

5) Фотоэффект в металлах вызывается исключительно видимым светом, явление не возникает при действии ультрафиолетового излучения.

A) 2, 4 и 5 B) 1, 2 и 4

C) 2 и 3 D) 1,2 и 5

2. Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

1 Устный опрос.

Перечень примерных вопросов для устного опроса:

Раздел 1. Физические основы механики

Тема 1.1. Кинематика материальной точки

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Характеристики механического движения: система отсчета, траектория, путь, радиус-вектор, перемещение.

2) Графики кинематических величин прямолинейного движения.

3) Криволинейное движение. Величины, характеризующие движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.

4) Поступательное и вращательное движение твердого тела.

5) Связь линейных и угловых кинематических характеристик.

Тема 1.2. Динамика материальной точки. Виды взаимодействий. Силы в механике

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Динамика поступательного движения.

2) Задание состояния частицы в классической механике.

3) Основная задача динамики. Законы Ньютона.

4) Понятия инерции и инертности тела. Масса частицы.

5) Силы в природе. Понятие силы и равнодействующей сил.

Тема 1.3. Работа и энергия.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Работа силы.

2) Механическая энергия и её виды.

3) Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии.

4) Потенциальная энергия. Полная механическая энергия.

5) Теорема об изменении полной механической энергии.

Тема 1.4. Динамика твёрдого тела.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Момент силы относительно точки и оси.

2) Момент инерции твердого тела относительно оси.

3) Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения твердого тел.

4) Уравнение движения твёрдого тела.

5) Уравнение равновесия твёрдого тела.

Тема 1.5. Законы сохранения в механике.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Импульс тела и силы. Закон сохранения импульса.

2) Закон сохранения механической энергии.

3) Центр масс системы

4) Закон сохранения момента импульса.

5) Момент импульса системы материальных точек.

Раздел 2. Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика

Тема 2.1. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ).

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Основные положения молекулярно-кинетической теории.

2) Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.

3) Распределения Максвелла и Больцмана.

4) Явления переноса.

5) Экспериментальное доказательство распределения молекул по скоростям.

Тема 2.2. Основы термодинамики.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Термодинамические параметры. Уравнение состояния идеального газа и Ван-дер-Ваальса.

2) I начало термодинамики.

3) Теплоемкость. Термодинамические процессы идеального газа.

4) Энтропия. Изменение энтропии идеального газа в различных процессах.

5) II начало термодинамики. Статистический смысл. Цикл Карно. КПД цикла.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

Тема 3.1. Электрическое поле в вакууме.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

2) Напряженность электрического поля. Вектор смещения. Принцип суперпозиции электрических полей.

3) Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса к расчету полей заряженных тел.

4) Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциал. Связь потенциала с напряженностью.

5) Эквипотенциальные поверхности. Проводники в электрическом поле.

Тема 3.2. Постоянный электрический ток.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Классическая теория электропроводности металлов. Сторонние электродвижущие силы.

2) Закон Ома в дифференциальной форме. Границы применимости закона Ома.

3) Разность потенциалов, сторонние электродвижущие силы, напряжение.

4) Закон Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.

5) Работа и мощность тока. Правила Кирхгофа.

Тема 3.3. Магнитное поле в вакууме.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Магнитное поле. Индукция магнитного поля.

2) Сила Лоренца. Закон Ампера. Магнитный поток.

3) Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.

4) Методы расчета магнитных полей.

5) Закон Био – Савара – Лапласа.

Тема 3.4. Электромагнитное поле.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Явление электромагнитной индукции.

2) Основной закон электромагнитной индукции.

3) Самоиндукция, индуктивность.

4) Ток смещения.

5) Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.

Раздел 4. Механические и электромагнитные колебания и волны

Тема 4.1. Колебательные процессы (механические и электромагнитные колебания).

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Гармонические колебания (механические и электромагнитные) и их характеристики.

2) Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.

3) Физический маятник. Электрический колебательный контур.

4) Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты.

5) Биения. Затухающие и вынужденные электромагнитные колебания, их уравнение и характеристики. Резонанс.

Тема 4.2. Волновые процессы.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Продольные и поперечные волны. Уравнение плоской волны.

2) Фазовая и групповая скорость.

3) Дисперсия скорости и эффект Доплера.

4) Электромагнитные волны и их свойства. Энергия электромагнитных волн.

5) Вектор Умова – Пойтинга. Световые волны. Поляризация света. Законы Малюса и Брюстера.

Раздел 5. Волновая оптика

Тема 5.1. Интерференция света.

Перечень вопросов для устного опроса:

1) Условия наблюдения интерференции.

2) Условия максимума и минимума интерференции.
3) Способы получения когерентных волн.
4) Интерференция света в тонких пленках.
5) Применения интерференции.

Тема 5.2. Дифракция света.

Перечень вопросов для устного опроса:
1) Принцип Гюйгенса - Френеля.
2) Метод зон Френеля.
3) Дифракция на круглом отверстии и диске.
4) Дифракция света на дифракционной решетке.
5) Применения дифракции.

Раздел 6. Квантовая физика

Тема 6.1. Равновесное тепловое излучение.

Перечень вопросов для устного опроса:
1) Волновые свойства частиц.
2) Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств частиц.
3) Фазовая и групповая скорости волн де Бройля.
4) Волновая функция и требования, предъявляемые к ней.
5) Уравнение Шредингера. Решение временного и стационарного уравнения Шредингера.

Тема 6.2. Фотоны. Фотоэффект.

Перечень вопросов для устного опроса:
1) Тепловое излучение и его характеристики.
2) Законы излучения абсолютно черного тела
3) Энергия и импульс световых квантов.
4) Формула Эйнштейна для фотоэффекта.
5) Эффект Комптона.

2 Тестирование по результатам освоения лекционного материала и самостоятельной работы

Компьютерное тестирование в СУО «Moodle» проводится для определения степени усвоения теоретического и лекционного материала, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся.

Перечень примерных вопросов для тестирования:

Раздел 1. Физические основы механики

Тест №1

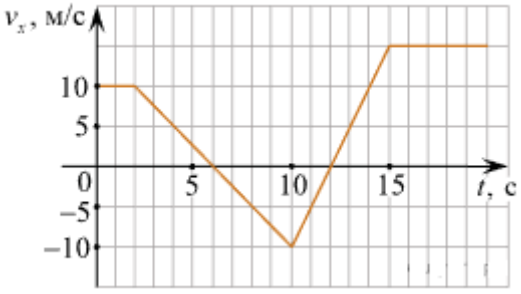
Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Векторная физическая величина, которая показывает, какое перемещение совершает тело за единицу времени определяет _____.

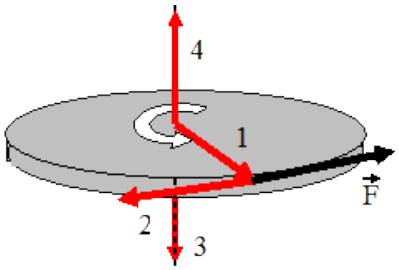
Вопрос 2. Вставьте пропущенное число:

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела υ_x от времени. Проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 6 с до 10 с равна _____.



Вопрос 3. Выберите один правильный ответ:

Диск равномерно вращается вокруг вертикальной оси в направлении, указанном на рисунке белой стрелкой. В некоторый момент времени к ободу диска была приложена сила, направленная по касательной.



При этом правильно изображает направление углового ускорения диска вектор _____.

а) 3,

б) 4,

в) 2,

г) 1.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Величина, показывающая на какой угол поворачивается тело за 1 с называется _____.

Вопрос 5. Выберите из выпадающего списка пропущенную цифру:

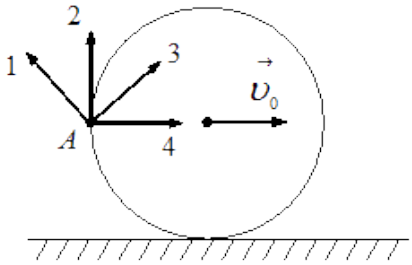
Частица из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиуса R = 2 м с угловой скоростью, модуль которой изменяется с течением времени по закону $\omega = 2t^2$. Отношение нормального ускорения к тангенциальному через 2 секунды равно _____.

а) 1,

б) 4,
в) 2,
г) 8.

Вопрос 6. Вставьте пропущенное число:

Диск катится равномерно по горизонтальной поверхности со скоростью $\vec{\upsilon}_0$ без проскальзывания. Вектор скорости точки А, лежащей на ободе диска, ориентирован в направлении _____.



Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Движение двух велосипедистов задано уравнениями $x_1 = 2t$ (м) и $x_2 = 100 – 8t$. Велосипедисты двигаются вдоль одной прямой. Координата x места встречи велосипедистов равна _____.

а) 40 м,
б) 20 м,
в) 15 м,
г) 0.

Вопрос 8. Установите соответствие между физическими величинами и формулами:

Тело, брошенное с горизонтальной поверхности со скоростью под углом к горизонту, поднимается над горизонтом на максимальную высоту h, а затем падает на расстоянии S от точки броска. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Физические величины	Формулы
1. Максимальная высота h над горизонтом	а) $\frac{v^2 sin2\alpha}{g}$
2. Расстояние S от точки броска до точки падения	б) $\frac{v^2 sin\alpha}{g}$
	в) $\frac{v^2 sin^2\alpha}{2g}$
	г) $\frac{v^2 cos^2\alpha}{g}$

Вопрос 9. Вставьте пропущенное число:

Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид: $x = 1 + 2t + 3t^2$. Проекция скорости тела на ось *Ox* в момент времени t = 3 с при таком движении равна _____.

Вопрос 10. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Сила, с которой тело, вследствие притяжения к Земле, действует на опору или подвес, называется _____.

Вопрос 11. Вставьте пропущенное число:

Тело массой 5 кг движется равномерно по вогнутому мосту со скоростью 10 м/с. В нижней точке сила давления тела на мост вдвое превосходит силу тяжести. Радиус кривизны моста (в м) равен _____.

Вопрос 12. Выберите один правильный ответ:

Механическая система состоит из трех частиц, массы которых m_1 = 0,1 г., m_2 = 0,2 г., m_3 = 0,3 г. Первая частица находится в точке с координатами (2, 3, 0), вторая – в точке (2, 0, 1), третья – в точке (1, 1, 0) (координаты даны в сантиметрах). Тогда y_C – координата центра масс (в *см*) – равна _____.

а) 3 см,

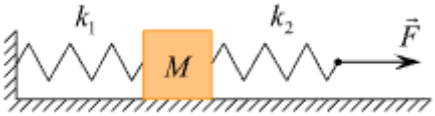
б) 12 см,

в) 8 см,

г) 1 см.

Вопрос 13. Выберите из выпадающего списка пропущенную цифру:

К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила F (см. рис.). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткость первой пружины 300 Н/м. Жесткость второй пружины 600 Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Модуль силы F равен_____.



а) 120 Н,

б) 6 Н,

в) 12 Н,

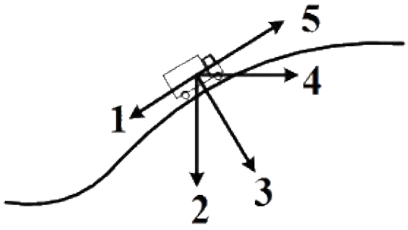
г) 600 Н.

Вопрос 14. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Явление, при котором тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется _____.

Вопрос 15. Выберите один правильный ответ:

Автомобиль поднимается в гору по участку дуги с постоянной по величине скоростью.



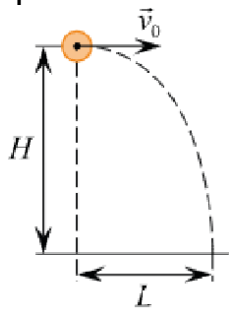
Равнодействующая всех сил, действующих на автомобиль, ориентирована в направлении _____.

а) 2,

б) 3,
в) 5,
г) 4.

Вопрос 16. Прочитайте текст и установите последовательность:

Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью υ_0, за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рис.). Что произойдет с временем полета и дальностью полета, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь



Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

Ответ запишите в виде цифр слева направо без пробелов и запятых.

Время полёта	Дальность полёта

Вопрос 17. Выберите один правильный ответ:

Камень массой 0,2 кг брошен под углом 60° к горизонту. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска равен_____.

а) 1 Н,
б) 40 Н,
в) 15 Н,
г) 2 Н.

Вопрос 18. В пустое окно впишите нужную формулу и единицы измерения в системе СИ для каждой величины, входящей в эту формулу:

Мощность вычисляется по формуле _____.

Вопрос 19. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно рядом с рисунком:

На рисунке показан график зависимости потенциальной энергии W_p от координаты x.

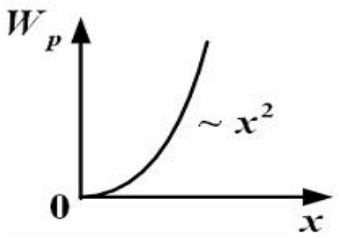
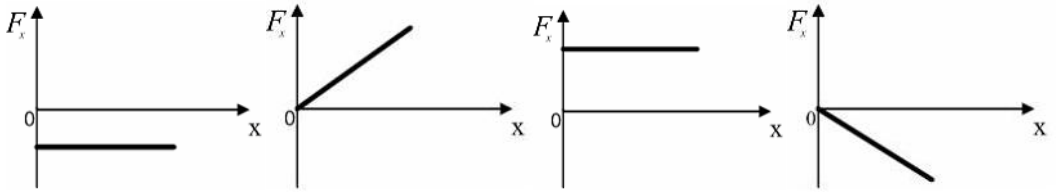


График зависимости проекции силы F_x от координаты x имеет вид _.

Маркеры для перемещения:



а) б) в) г)

Вопрос 20. Выберите один правильный ответ:

Частица совершила перемещение по некоторой траектории из точки M (1, 2) в точку N (2, –1). При этом на нее действовала сила $\vec{F} = 3\vec{i} + 2\vec{j}$ (координаты точек и сила $\vec{F}$ заданы в единицах СИ). Работа, совершенная силой $\vec{F}$ (в Дж), равна _____.

а) 3 Дж,
б) 15 Дж,
в) 9 Дж,
г) 10 Дж.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число, округлив его до целых:

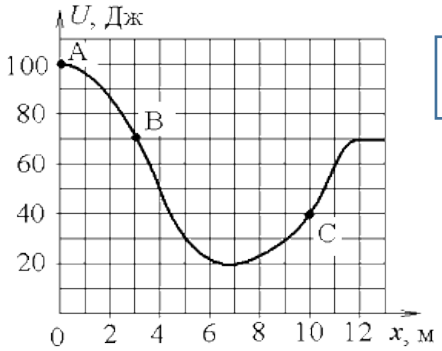
Тело массой m = 500 г бросили с поверхности земли вверх с начальной скоростью $\upsilon_0 = 5$ м/с. Высота подъема тела оказалась равной h = 4 м. Работа силы сопротивления (в Дж) воздуха равна _____.

Вопрос 22. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже с заглавной буквы):

_____ – физическая величина, показывающая, какую работу совершает тело за единицу времени.

Вопрос 23. Перенести маркер с правильным ответом в пустое окно рядом с рисунком:

Небольшая шайба начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки A. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость потенциальной энергии шайбы от координаты x изображена на графике U(x):



Кинетическая энергия шайбы в точке С _____, чем в точке В.

Маркеры для перемещения:

а) в 2 раза меньше,

б) в 4 раза больше,

в) в 4 раза меньше,

г) в 2 раза больше.

Вопрос 24. Выберите один правильный ответ:

Материальная точка массой m = 1 кг двигалась под действием некоторой силы согласно уравнению $s = A - Bt + Ct^2 – Dt^3$ (B = 3 м/с, C = 5 м/с^2, D = 1 м/с^3). Мощность, затрачиваемая на движение точки за время, равное 1 с равна _____.

а) 8 Вт,

б) 16 Вт,

в) 25 Вт,

г) 11 Вт.

Вопрос 25. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

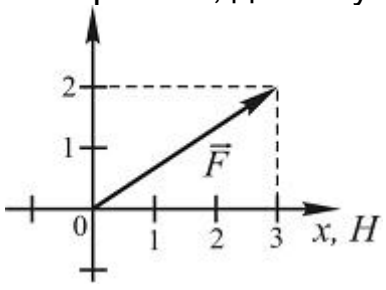
Физическое свойство, заключающееся в том, что любое тело оказывает сопротивление изменению его скорости (как по модулю, так и по направлению) называется _____.

Тест №2

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное число без единиц измерения:

На рисунке показан вектор силы, действующей на частицу:



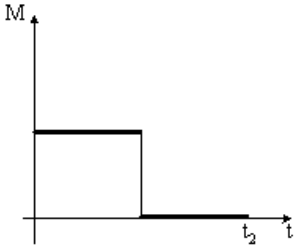
Работа, совершенная этой силой при перемещении частицы из начала координат в точку с координатами (5; 2), равна _____.

Вопрос 2. В пустое окно впишите нужную формулу и единицы измерения в системе СИ для каждой величины, входящей в эту формулу:

Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела имеет вид _____.

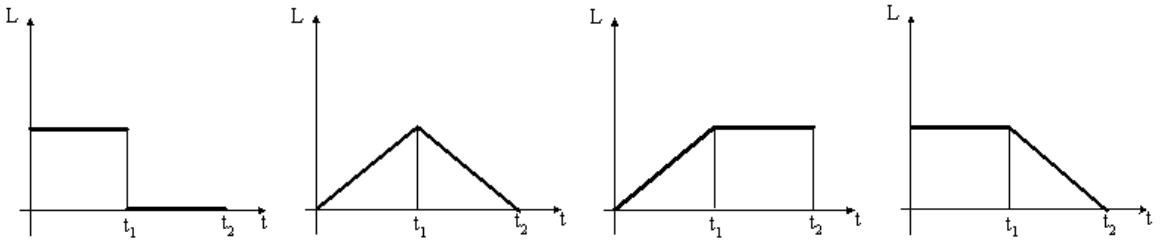
Вопрос 3. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно рядом с рисунком:

Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке:



Правильно отражает зависимость момента импульса диска от времени график _____.

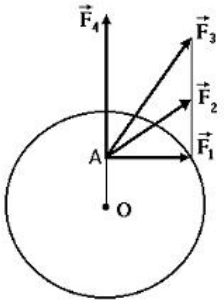
Маркеры для перемещения:



а) б) в) г)

Вопрос 4. Выберите один правильный ответ:

Диск может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точке А прикладывают одну из сил ($\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ или $\vec{F}_4$), лежащих в плоскости диска. Верным для моментов этих сил относительно рассматриваемой оси является соотношение _____.



а) $M_1 < M_2 < M_3$, $M_4 = 0$,

б) $M_1 = M_2 = M_3$, $M_4 = 0$,

в) $M_1 < M_2 < M_3 < M_4$,

г) $M_1 > M_2 > M_3$, $M_4 = 0$.

Вопрос 5. Вставьте пропущенное число без единиц измерения:

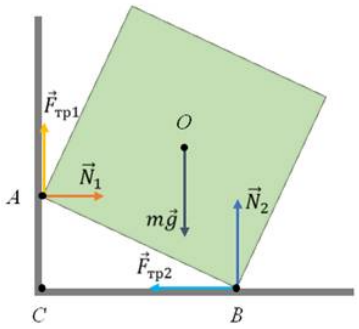
Материальная точка массой m = 100 г начинает двигаться под действием силы $\vec{F} = 3t\vec{i} + 2t^2\vec{j}$ (Н). Если зависимость радиуса-вектора материальной точки от времени имеет вид $\vec{r} = t^2\vec{i} + t^3\vec{j}$ (м), то мощность (Вт), развиваемая силой в момент времени t = 1с равна _____.

Вопрос 6. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ называют вращательное усилие создаваемое вектором силы относительно твердого тела, оси или точки.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

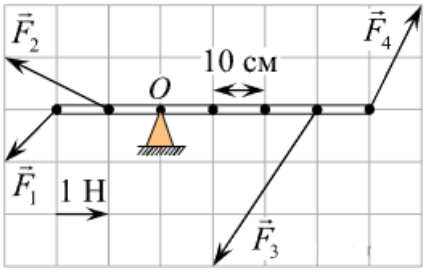
Однородный сплошной кубик установлен так, что одним своим ребром он опирается на вертикальную стену, а другим ребром — на горизонтальный пол. Кубик находится в равновесии. На рисунке показаны силы, которые действуют на кубик. Момент силы трения кубика о пол равен нулю относительно точек _____.



а) A и B,
б) B и C,
в) A и C,
г) O и B.

Вопрос 8. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

Очень легкая рейка закреплена на горизонтальной оси O, перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг нее без трения. К рейке приложены четыре силы, изображенные на рисунке.

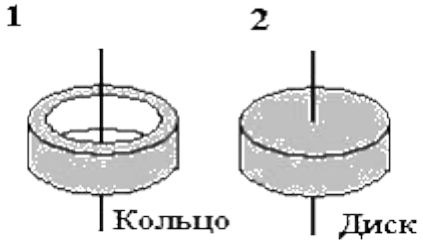


1. Относительно оси O минимальное плечо имеет сила F_1.
2. Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_4.
3. Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_1.
4. Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_4.

5. Под действием всех изображенных на рисунке сил рейка вращаться не будет.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

На рисунке показаны тела одинаковой массы и размеров, вращающиеся вокруг вертикальной оси с одинаковой частотой. Кинетическая энергия первого тела $E_{K_1}^{вр} = 0{,}5$ Дж. Если $m = 1$ кг, $R = 10$ см, то момент импульса (в мДж·с) второго тела равен _____.



а) 38 мДж·с,

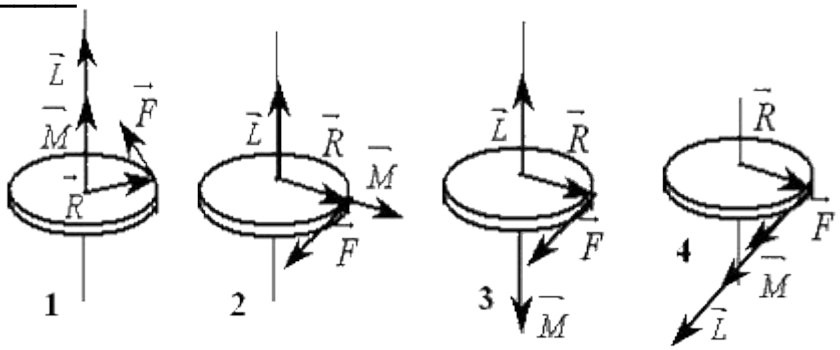
б) 25 мДж·с,

в) 50 мДж·с,

г) 0 мДж·с.

Вопрос 10. Вставьте номер верного рисунка:

Направления векторов момента импульса $\vec{L}$ и момента силы $\vec{M}$ для равнозамедленного вращения твердого тела правильно показаны на рисунке _____.

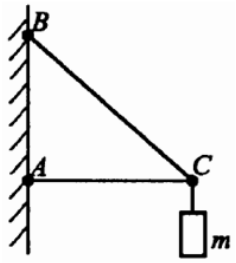


Вопрос 11. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Физическая величина, которая равна произведению момента инерции тела на угловую скорость его вращения, называется _____.

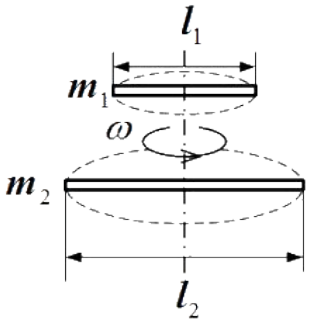
Вопрос 12. Вставьте пропущенное число без единиц измерения:

Момент силы тяжести груза массой 40 кг, подвешенного на кронштейне ABC, относительно точки B, если AB = 0,5 м и угол α = 45° равен _____.



Вопрос 13. Вставьте пропущенное число:

Для того чтобы раскрутить стержень массы m_1 и длины l_1 (см. рисунок) вокруг вертикальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину, до угловой скорости ω, необходимо совершить работу A_1.



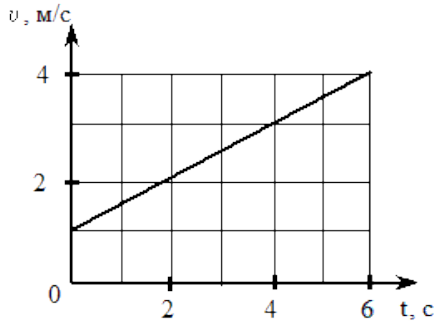
Для того чтобы раскрутить до той же угловой скорости стержень массы $m_2 = 2m_1$ и длины $l_2 = 2l_1$, необходимо совершить работу в _____ раз(-а) больше.

Вопрос 14. В пустое окно впишите верное утверждение:

Центр инерции замкнутой системы обладает замечательным свойством: скорость ЦИ замкнутой системы _____.

Вопрос 15. Выберите один правильный ответ:

На рисунке приведен график зависимости скорости υ тела от времени t.



Если масса тела 1,5 кг, то изменение импульса тела (в единицах СИ) за первые 4 с движения равно _____.

а) 1,5 кг·м/с,

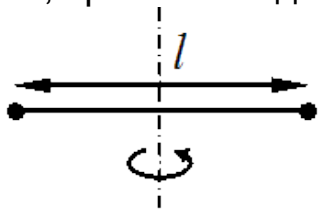
б) 8 кг·м/с,

в) 3 кг·м/с,

г) 0.

Вопрос 16. Выберите из выпадающего списка верный ответ:

На концах невесомого стержня длины l закреплены два маленьких массивных шарика. Стержень может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня. Стержень раскрутили до угловой скорости ω_1. Под действием трения стержень остановился, при этом выделилось 4 Дж теплоты.



Если стержень раскрутить до угловой скорости $\omega_2 = 0{,}5\omega_1$, то при остановке стержня выделится количество теплоты (в Дж), равное _____.

а) 2 Дж,

б) 0,5 Дж,

в) 1 Дж,

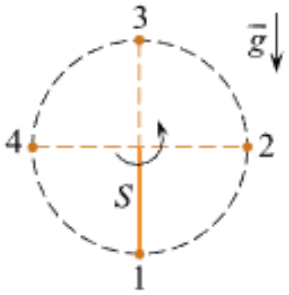
г) 0.

Вопрос 17. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – совокупность материальных точек (или тел), взаимодействующих друг с другом, но не взаимодействующих с другими (внешними) телами.

Вопрос 18. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, описывающие данное движение тела. Запишите цифры, под которыми они указаны.

Небольшое тело массой 0,2 кг, закреплённое на конце жёсткого невесомого стержня S длиной 0,5 м, вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси O, занимая последовательно положения 1, 2, 3, 4 (см. рисунок). Линейная скорость движения тела постоянна по модулю и равна 4 м/с.



1) Период обращения тела равен 1,57 с.

2) Модуль силы натяжения стержня в положении 3 равен 4,4 Н.

3) Модуль силы натяжения стержня в положении 1 равен 12,2 Н.

4) Полная механическая энергия тела в положении 2 равна полной механической энергии тела в положении 4.

Вопрос 19. Выберите один правильный ответ:

Материальная точка движется под действием силы, изменяющейся по закону $\vec{F} = 10t\vec{i} + 3t^2\vec{j}$ (Н). В момент времени t = 2 с проекция импульса (в кг·м/с) на ось OX равна _____.

а) 34 кг·м/с,

б) 20 кг·м/с,

в) 0,

г) 12 кг·м/с.

Вопрос 20. Выберите из выпадающего списка верные утверждения:

В состоянии устойчивого равновесия замкнутой системы её потенциальная энергия имеет _____значение, а в состоянии неустойчивого равновесия – _____.

Вопрос 21. Выберите один правильный ответ:

За первые 3 секунды импульс тела изменится на _____.



а) 80 Н·м,

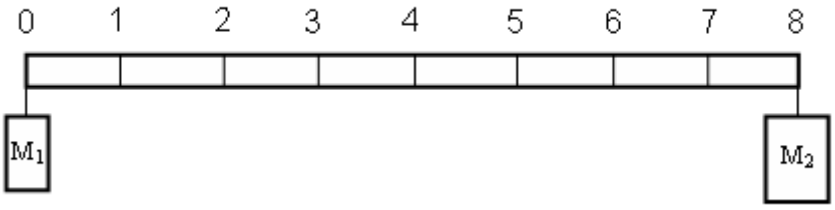
б) 150 Н·м,

в) 300 Н·м,

г) 50 Н·м.

Вопрос 22. Вставьте пропущенную цифру:

К концам стержня длиной 0,8 м и массой 2 кг подвешивают грузы массами m_1 = 2 кг и m_2 = 4 кг. Центр масс системы находится в точке_____.



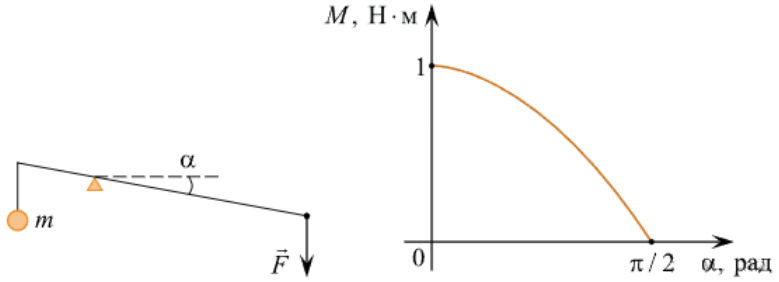
Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

Момент инерции тонкого обруча массой m, радиусом R относительно оси, проходящей через центр обруча перпендикулярно плоскости, в которой лежит обруч, равен $I = mR^2$. Если ось вращения перенести параллельно в точку на обруче, то момент инерции обруча _____.

Вопрос 24. Выберите один или несколько правильных утверждений:

Из легкого жесткого стержня сделан горизонтальный рычаг с длинами плеч 40 см и 200 см. К короткому концу рычага на нити

подвешен груз массой m, а к длинному концу рычага для уравновешивания приложена некоторая сила. Человек начинает медленно опускать длинный конец рычага, прикладывая к нему вертикально вниз силу (см. рис.). На графике показана зависимость момента M силы тяжести груза m (относительно точки опоры рычага) от угла α между рычагом и горизонтом.



а) При повороте рычага плечо действующей на груз силы тяжести не изменяется.

б) Когда уравновешенный рычаг горизонтален, модуль приложенной к его длинному концу силы равен 0,5 Н.

в) Масса груза m равна 250 г.

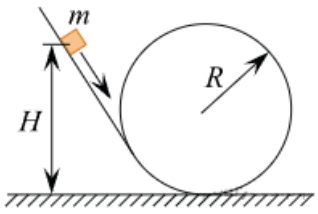
г) При увеличении угла α момент силы относительно точки опоры рычага уменьшается.

д) Момент силы относительно точки опоры рычага все время больше 1 Н · м.

Вопрос 25. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

Небольшой брусок массой m = 50 г соскальзывает с высоты H = 60 см по наклонной плоскости, плавно переходящей в кольцевой желоб (см. рис.). Радиус кольца R = 20 см, его плоскость вертикальна.

Начальная скорость бруска равна нулю, трение отсутствует.



1. Кинетическая энергия бруска в нижней точке кольца равна 0,3 Дж.

2. Брусок оторвется от поверхности желоба, не добравшись до самой верхней точки кольца.

3. Сила давления, действующая на брусок в самой верхней точке кольца, равна по модулю 0,5 Н.

4. Сила давления, действующая на брусок в самой нижней точке кольца, равна по модулю 3 Н.

5. Кинетическая энергия бруска в самой нижней точке кольца равна 0,1 Дж.

Раздел 2. Молекулярно-кинетическая теория и термодинамика

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – тепловое движение частиц под действием молекул вещества, в котором эти частицы взвешены.

Вопрос 2. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

В неравновесных системах возникают особые необратимые процессы, называемые _____, в результате которых происходит пространственный перенос массы, энергии, импульса.

Вопрос 3. В пустое окно впишите нужную формулу и единицы измерения в системе СИ для каждой величины, входящей в эту формулу:

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов имеет вид _____.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже с заглавное буквы):

_____ – это научное понятие, которое чаще всего ассоциируется с состоянием беспорядка, случайности или неопределенности.

Вопрос 5. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это идеальный круговой процесс, состоящий из двух адиабатных и двух изотермических процессов.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре T равна $\langle E\rangle = \frac{i}{2}kt$. Здесь i = $n_{пост}$ + $n_{вр}$ + 2$n_{колеб}$, где $n_{пост}$, $n_{вр}$, $n_{колеб}$ – число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движений молекулы. При условии, что имеют место поступательное, вращательное и колебательное движение, для водорода (H_2) число i равно _____.

а) 3,
б) 7,
в) 5,
г) 2.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

При адиабатическом расширении 2 молями одноатомного газа совершена работа, равная 2493 Дж. При этом изменение температуры составило _____ K.

а) 100,
б) 250,
в) 320,
г) 275.

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Максимальное значение КПД, которое может иметь тепловой двигатель с температурой нагревателя 327 °С и температурой холодильника 27 °С, составляет ____ %.

а) 75,

б) 32,

в) 50,

г) 87.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

В идеальной тепловой машине из каждого 1 Дж теплоты, получаемого от нагревателя, 0,75 Дж отдается холодильнику. Если температура холодильника 27 °С, то температура нагревателя (в °С) равна…

а) 400,

б) 127,

в) 200,

г) 225.

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

В процессе кристаллизации вещества энтропия неизолированной термодинамической системы…

а) возрастает

б) убывает

в) не изменяется

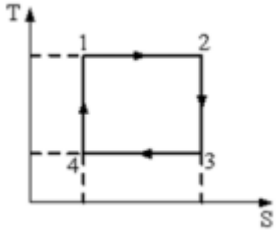
Вопрос 11. Установите соответствие между газом и его коэффициентом Пуассона ($\gamma = \frac{C_P}{C_V}$) при комнатной температуре:

Газ	Коэффициент Пуассона γ
1. Кислород	а) 7/5
2. Водород	б) 5/3
3. Метан	в) 4/3

Вопрос 12. Установите соответствие между процессом и изменением энтропии:

Процесс	Изменение энтропии
1. Изотермическое расширение	а) $\Delta S > 0$
2. Адиабатное сжатие	б) $\Delta S = 0$
3. Кристаллизация	в) $\Delta S < 0$

Вопрос 13. Установите соответствие между участком цикла Карно и его описанием:



Участок цикла	Описание процесса
1. 1-2	а) Изотермическое расширение
2. 2-3	б) Адиабатное расширение
3. 3-4	в) Изотермическое сжатие
4. 4-1	г) Адиабатное сжатие

Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие из перечисленных процессов являются необратимыми?
а) диффузия газов,
б) изотермическое расширение идеального газа,
в) теплопередача от горячего тела к холодному,
г) адиабатное сжатие.

Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
Для каких газов при комнатной температуре справедливо $\gamma = \frac{5}{3}$
а) гелий (He),
б) кислород (O_2),
в) аргон (Ar),
г) водяной пар.

Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:
В каких процессах энтропия системы увеличивается?
а) плавление льда,
б) кристаллизация жидкости,
в) испарение воды,
г) сжатие идеального газа.

Вопрос 17. Вставьте пропущенное число без единиц измерения, округлённое до сотых и делённое на 10^7:

Объем воды в Мировом океане равен $1{,}37 \cdot 10^9$ км^3. Если температура воды повысится на 1 °C, увеличение массы воды составит _____ (Плотность морской воды 1,03 г/см^3, удельная теплоемкость 4,19 $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$.

Вопрос 18. Вставьте пропущенное число без единиц измерения:

Один моль идеального одноатомного газа в ходе некоторого процесса получил 2507 Дж теплоты. При этом его температура понизилась на 200 К. Работа (в Дж), совершенная газом, равна… (R=8,31 $\frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}}$).

Вопрос 19. Вставьте пропущенное число без единиц измерения, округлив его до сотых:

Коэффициент Пуассона ($\gamma = \frac{C_P}{C_V}$) для двухатомного газа с учётом колебательных степеней свободы равен _____.

Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

Если в цикле Карно температура нагревателя 400 К, а холодильника 300 К, то КПД цикла равен _____%.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число без единиц измерения, округлённое до сотых и умноженное на 10^{21}:

Средняя кинетическая энергия молекулы гелия (He) при температуре 300 К равна _____Дж.

Вопрос 22. В пустое окно впишите верное утверждение:

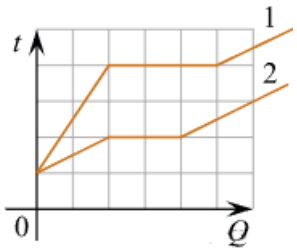
Объясните, почему в цикле Карно КПД не может быть равен 100 %.

Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

Как зависит давление идеального газа от температуры при постоянном объёме?

Вопрос 24. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

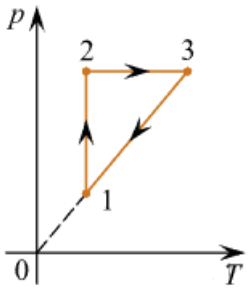
На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщенного количества теплоты Q. Первоначально тела находились в твердом агрегатном состоянии.



1. Температура плавления первого тела в 2 раза больше, чем у второго.
2. Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в твердом агрегатном состоянии.
3. Удельная теплоемкость второго тела в твердом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
4. Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
5. Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в жидком агрегатном состоянии.

Вопрос 25. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от температуры T, показанная на графике.



1. В процессе 1–2 газ совершал положительную работу.
2. В процессе 2–3 газ совершал положительную работу.
3. В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу.
4. Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было больше изменения внутренней энергии газа на участке 2–3.
5. В процессе 3–1 работа не совершалась.

Раздел 3. Электричество и магнетизм

Тест №1

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже с заглавное буквы):

_____ – раздел физики, который изучает медленно движущиеся или неподвижные электрические заряды.

Вопрос 2. Вставьте пропущенное слово (прилагательное во множественном числе со строчной буквы):

Поверхности равного потенциала называются _____.

Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже с заглавное буквы):

_____ – это энергетическая характеристика электрического поля численно равная потенциальной энергии, которой обладал бы в данной точке поля единичный положительный заряд.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное слово (прилагательное со строчной буквы):

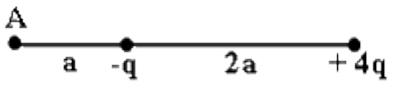
Для существования постоянного тока необходимо наличие в цепи устройства, способного создавать и поддерживать разность потенциалов за счёт сил _____ происхождения.

Вопрос 5. Выберите из выпадающего списка два пропущенных слова в соответствующие окошки:

Участок цепи, на котором не действуют сторонние силы, называется _____. Участок, на котором на носители тока действуют сторонние силы, называется _____.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Электростатическое поле создано двумя точечными зарядами: -q и +4q. Потенциал результирующего поля в точке А равен ____.



а) $k\frac{q}{3a}$,

б) $k\frac{4q}{3a}$,

в) $k\frac{3q}{a}$,

г) $k\frac{2q}{3a}$

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Два проводника заряжены до потенциалов 34 В и –16 В. При перемещении положительного заряда со второго проводника на первый была совершена работа 5 мкДж. Величина этого заряда (в мкКл) равна _____.

а) 0,05,

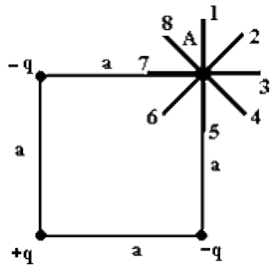
б) 0,3,

в) 0,1,

г) 0,2.

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Электростатическое поле создано системой точечных зарядов -q, +q и -q.



Вектор напряженности поля в точке А ориентирован в направлении _____.

а) 6,

б) 2,

в) 7,

г) 4.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Величина заряда, проходящего через сечение проводника, зависит от времени $q(t) = 2t^2 – t + 5$. Тогда зависимость силы тока от времени описывается функцией …

а) $2t^2 – t$,

б) $4t – 1$,

в) $2t – 1$,

г) $2t + 5$.

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Напряжение на концах медного провода диаметром d и длиной l равно U. Если, не меняя напряжения U, увеличить длину провода в 2 раза, то средняя скорость направленного движения электронов вдоль проводника _____.

а) увеличится в 4 раза,
б) уменьшится в 2 раза,
в) увеличится в 2 раза,
г) уменьшится в 4 раза.

Вопрос 11. Установите соответствие между физической величиной и формулой:

Физическая величина	Формула
1. Сила Кулона	а) F = qE
2. Напряжённость	б) $F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$
3. Потенциал	в) $\varphi = \frac{kq}{r}$

Вопрос 12. Установите соответствие между явлением и описанием:

Явление	Описание
1. Электростатика	а) движение зарядов
2. Электродинамика	б) неподвижные заряды
3. Магнетизм	в) магнитные явления

Вопрос 13. Установите соответствие между участком цепи и характеристикой:

Участок цепи	Характеристика
1. Омический	а) нет сторонних сил
2. Неомический	б) есть сторонние силы
3. Источник тока	в) создаёт ЭДС

Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие величины являются векторными?
а) напряжённость поля,
б) потенциал,
в) сила Кулона,
г) работа

Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
В каких случаях возникает ЭДС?
а) движение проводника в поле,
б) постоянный ток,
в) изменение магнитного потока,
г) статическое поле

Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:

Какие утверждения являются верными о поле?

а) работа по контуру равна 0,

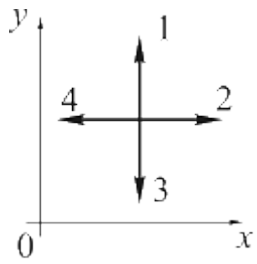
б) силовые линии всегда замкнуты,

в) $\varphi = \frac{kq}{r}$,

г) напряжённость поля зависит от скорости

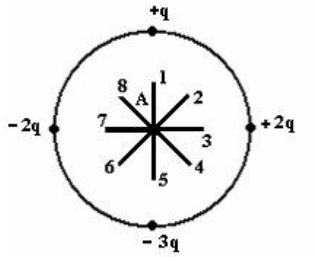
Вопрос 17. Вставьте пропущенное число:

В некоторой области пространства создано электростатическое поле, потенциал которого описывается функцией $\varphi = 3x^2$. Вектор напряженности электрического поля в точке пространства, показанной на рисунке, будет иметь направление _____.



Вопрос 18. Вставьте пропущенное число:

Электростатическое поле создано системой точечных зарядов.



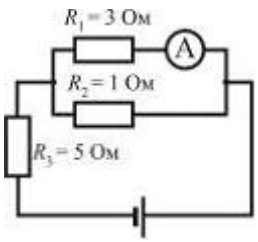
Вектор напряженности $\vec{E}$ поля в точке А ориентирован в направлении ___.

Вопрос 19. Вставьте пропущенное число:

Если ЭДС источника тока 8 В, его внутреннее сопротивление 1/8 Ом и к источнику подключены параллельно два сопротивления 1,5 Ом и 0,5 Ом, то полный ток в цепи равен ____ А.

Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

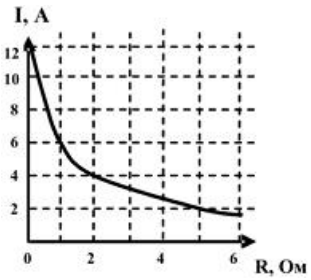
В цепи, изображенной на рисунке, показание амперметра 1 А.



При этом ток через сопротивление R_3 составляет ____ А.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число без единиц измерения:

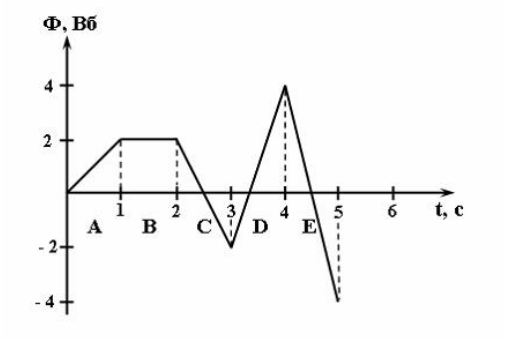
К источнику тока с ЭДС 12 В подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления.



Внутреннее сопротивление этого источника тока равно _____Ом.

Вопрос 22. В пустое окно впишите верное утверждение:

На рисунке представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый замкнутый контур, от времени. ЭДС индукции в контуре отрицательна и по величине максимальна на интервале _____.

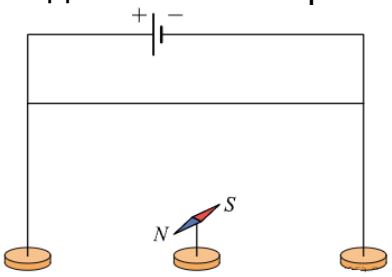


Вопрос 23. В пустое окно впишите нужную формулу:

Напишите формулу связи потенциала с напряженностью _____.

Вопрос 24. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

Для повторения опыта Эрстеда учитель взял горизонтально расположенную магнитную стрелку, которая могла свободно вращаться на вертикальной игольчатой подставке, и прямой провод, подключенный к полюсам батареи. Учитель сначала расположил провод над магнитной стрелкой, как показано на рисунке, а через некоторое время переместил провод и расположил его под магнитной стрелкой.



1. При расположении провода над магнитной стрелкой стрелка установилась параллельно проводу.

2. При расположении провода над магнитной стрелкой стрелка установилась перпендикулярно проводу.

3. При обоих вариантах расположения провода магнитная стрелка не меняла своего первоначального расположения.

4. При изменении расположения провода стрелка повернулась на 90°.

5. При изменении расположения провода стрелка повернулась на 180°.

Вопрос 25. В пустое окно впишите верное утверждение:

Почему возникает вихревое поле?

Тест №2

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле.

Вопрос 2. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Направление вектора магнитной индукции совпадает с направлением на _____ магнитной стрелки.

Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении в нем силы тока называется _____.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

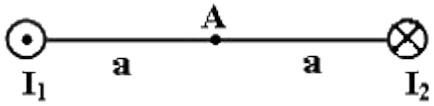
В опытах Фарадея было открыто явление _____.

Вопрос 5. Вставьте пропущенное слово (существительное в творительном падеже со строчной буквы):

Сила индукционного тока не зависит от способа изменения потока магнитной индукции, а определяется лишь _____ его изменения.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Магнитное поле создано двумя длинными параллельными проводниками с токами I_1 и I_2, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Векторы $\vec{B}_1$ и $\vec{B}_2$ в точке А направлены следующим образом _____.



а) B_1 – вниз, B_2 – вниз,

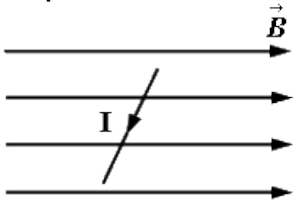
б) B_1 – вверх, B_2 – вверх,

в) B_1 – вверх, B_2 – вниз,

г) B_1 – вниз, B_2 – вверх.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Сила взаимодействия отрезка проводника с током I, расположенного в плоскости чертежа и находящегося в однородном магнитном поле. Определите направление силы Ампера _____.



а) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена «от нас».,

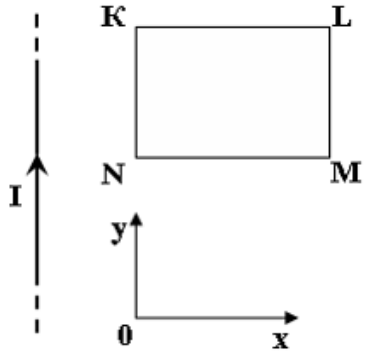
б) параллельна плоскости чертежа и направлена «к нам»,

в) параллельна плоскости чертежа и направлена «от нас»,

г) перпендикулярна плоскости чертежа и направлена «к нам».

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Прямоугольная проволочная рамка расположена в одной плоскости с прямолинейным длинным проводником, по которому течет ток I. Индукционный ток в рамке будет направлен по часовой стрелке при ее ___.



а) вращении вокруг оси, совпадающей с длинным проводником;

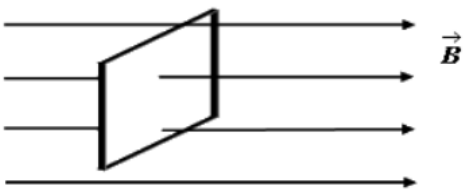
б) поступательном перемещении в положительном направлении оси OY;

в) поступательном перемещении в отрицательном направлении оси OX

г) поступательном перемещении в положительном направлении оси OX

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Прямоугольная проволочная рамка помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна полю.



В рамке возникнет индукционный ток …

а) при вращении рамки вокруг оси, совпадающей с одной из ее сторон,

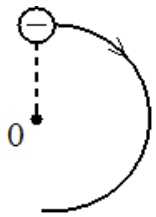
б) при вращении рамки вокруг оси, совпадающей с некоторой силовой линией магнитного поля,

в) при поступательном перемещении рамки вдоль силовых линий,

г) при поступательном перемещении рамки перпендикулярно силовым линиям.

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Если электрон, влетевший в область однородного магнитного поля, движется по дуге окружности, то вектор индукции магнитного поля направлен _____.



а) вверх в плоскости чертежа,

б) перпендикулярно плоскости чертежа, «от нас»,

в) вниз в плоскости чертежа,

г) перпендикулярно плоскости чертежа, «к нам».

Вопрос 11. Установите соответствие между вектором поля и правилом его определения:

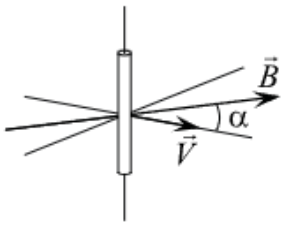
Вектор поля	Правило определения
1. B	а) правило буравчика
2. F	б) правило левой руки
3. I	в) направление тока

Вопрос 12. Установите соответствие между процессом и изменением потока:

Процесс	Изменение потока
1. Движение проводника	а) увеличивается
2. Увеличение тока	б) уменьшается
3. Поворот рамки	в) изменяется

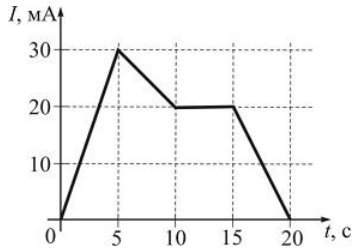
Вопрос 13. Установите соответствие между физической величиной и формулой:

Прямолинейный проводник длиной l перемещается со скоростью V в однородном магнитном поле с индукцией B. Векторы V и B образуют друг с другом угол α и перпендикулярны проводнику (см. рис.).



Физические величины	Формулы
1. Модуль силы, с которой магнитное поле действует на электроны проводимости проводника	а) |e|VBsinα
2. Модуль разности потенциалов, возникающей между концами проводника	б) |e|VBcosα
	в) BlVcosα
	г) BlVsinα

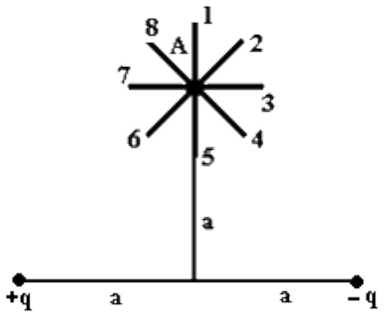
Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие утверждения верны для магнитного поля?
а) линии В замкнуты,
б) потенциал имеет смысл,
в) действует на движущиеся заряды,
г) не зависит от тока
Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
В каких случаях возникает ЭДС?
а) при изменении потока,
б) в постоянном поле,
в) при движении проводника,
г) в электростатике
Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие величины являются векторными?
а) магнитная индукция,
б) сила Ампера,
в) поток,
г) энергия
Вопрос 17. Вставьте пропущенное число:
На рисунке показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн.



Модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале от 5 до 10 с (в мкВ) равен_____.

Вопрос 18. Вставьте пропущенное число:

Электростатическое поле создано системой точечных зарядов +q и -q (см. рис.).



Градиент потенциала поля в точке А ориентирован в направлении __.

Вопрос 19. Вставьте пропущенное целое число:

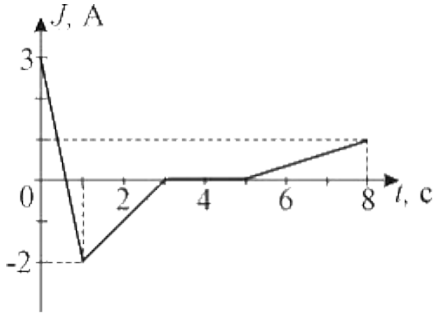
Цилиндрическая катушка из проволоки сопротивлением R = 5 Ом, состоящая из N = 500 витков с площадью сечения каждого витка S = 1 см^2, замкнута накоротко, и ее вращают вокруг вертикальной оси, перпендикулярной оси катушки, с угловой скоростью ω = 314 рад/□с в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией B = 0,2 Тл. Средняя мощность, которую необходимо развивать для поддержания такого вращения, равна _____Вт. Индуктивностью катушки и всеми потерями на трение можно пренебречь.

Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

По проволочной рамке течет постоянный электрический ток силой 2 А, который создает вокруг рамки магнитное поле. Поток вектора магнитной индукции этого поля через контур, ограниченный данной рамкой, равен 0,006 Вб. Индуктивность этой рамки равна _____мГн.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число:

На рисунке показана зависимость силы тока от времени в электрической цепи с индуктивностью 1 мГн.

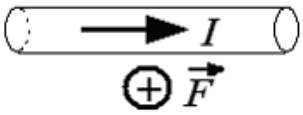


Модуль среднего значения ЭДС самоиндукции за первую секунду (в мВ) равен ____.

Вопрос 22. Вставьте пропущенное слово (наречие со строчной буквы):

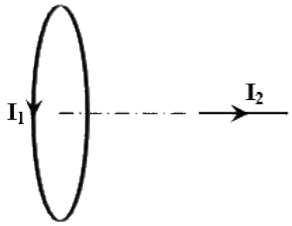
В однородном магнитном поле на горизонтальный проводник с током, направленным вправо, действует сила Ампера, направленная

перпендикулярно плоскости рисунка от наблюдателя. При этом линии магнитной индукции поля направлены _____.



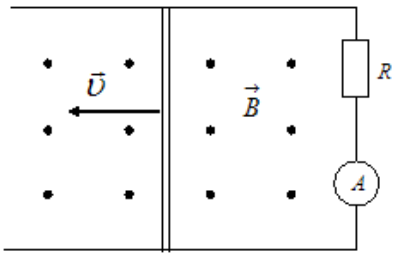
Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

Поле создано круговым витком с током I_1. Сила Ампера, действующая на отрезок проводника с током I_2, лежащий на оси витка (см. рис.) _____.



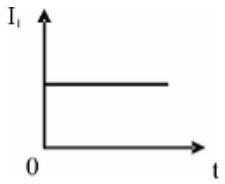
Вопрос 24. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно рядом с рисунком:

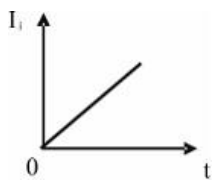
По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, с постоянным ускорением перемещается проводящая перемычка, длиной l (см. рис.).

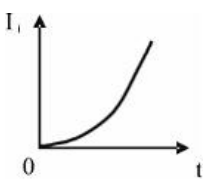


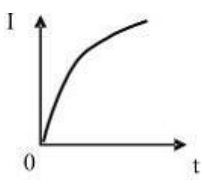
Если сопротивлением перемычки и направляющих можно пренебречь, то зависимость индукционного тока от времени можно представить графиком …

Маркеры для перемещения:

а) 

б) 

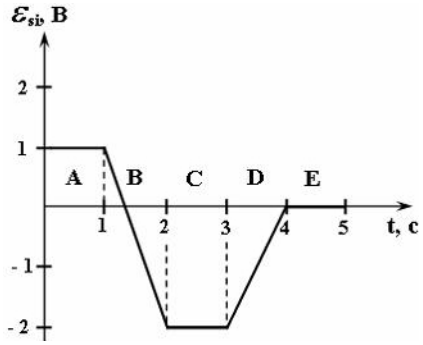
в) 

г) 

Вопрос 25. В пустое окно впишите верное утверждение

На рисунке представлена зависимость ЭДС индукции в контуре от времени. Магнитный поток сквозь площадку, ограниченную контуром,

увеличивается со временем по закону $\Phi = at^2 + bt + c$ (a, b, c – постоянные) в интервале _____.



Раздел 4. Механические и электромагнитные колебания и волны

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово (прилагательное во множественном числе со строчной буквы):

Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса называются _____.

Вопрос 2. Вставьте пропущенное слово (существительное в творительном падеже во множественном числе с заглавной буквы):

_____ называются периодические изменения амплитуды колебания, возникающие при сложении двух гармонических колебаний с близкими частотами.

Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово (существительное в творительном падеже со строчной буквы):

Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы (или, в случае электрических колебаний, частоты вынуждающего переменного напряжения) к частоте, равной или близкой собственной частоте колебательной системы называется _____.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это расстояние между ближайшими частицами, колеблющимися в одинаковой фазе.

Вопрос 5. Вставьте пропущенное слово (прилагательное со строчной буквы):

Свет, в котором направления колебаний вектора E каким-либо образом упорядочены, называется _____.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Складываются два взаимно перпендикулярные колебания точки M вдоль осей координат OX и OY $\begin{cases} x = A_1 \sin(\omega t) \\ y = A_2 \sin(\omega t + \varphi) \end{cases}$, при этом траектория точки имеет форму _____.

а) окружности,

б) эллипса,

в) прямой линии,

г) параболы.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

В упругой среде плотности ρ распространяется плоская синусоидальная волна с частотой и амплитудой A. Если частоту увеличить в 4 раза, а амплитуду уменьшить в 2 раза, объемная плотность энергии___.

а) увеличится в 2 раза,

б) увеличится в 64 раза,

в) уменьшится в 2 раза,

г) увеличится в 4 раза.

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Маятник совершает вынужденные колебания, которые подчиняются дифференциальному уравнению $\frac{d^2x}{dt^2}+0{,}5\frac{dx}{dt}+900x=0{,}1\cos 150t$. Отношение частоты вынуждающей силы к частоте собственных колебаний равно ____.

а) 5,

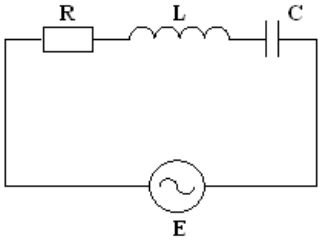
б) 2,

в) 3,

г) 1.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Колебательный контур состоит из последовательно соединенных емкости, индуктивности и резистора. К контуру подключено переменное напряжение (рис.).



При некоторой частоте внешнего напряжения амплитуды падений напряжений на элементах цепи соответственно равны U_R = 4 В, U_L = 6 В, U_C= 3 В. При этом амплитуда приложенного напряжения равна _____.

а) 3 В,

б) 4 В,

в) 5 В,

г) 13 В.

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми частотами и равными амплитудами A_0. Если разность фаз складываемых колебаний π, то амплитуда результирующего колебания равна _____.

а) 1,

б) 2,
в) - 1,
г) 0.

Вопрос 11. Установите соответствие между типом колебаний и их характеристикой:

Тип колебаний	Характеристика
1. Свободные	а) затухающие со временем
2. Вынужденные	б) под действием внешней силы
3. Автоколебания	в) поддерживаются системой

Вопрос 12. Установите соответствие между волной и её свойством:

Вектор поля	Правило определения
1. Продольная	а) колебания вдоль направления
2. Поперечная	б) колебания перпендикулярны
3. Электромагнитная	в) не требует среды

Вопрос 13. Установите соответствие между приборами и их назначением:

Прибор	Назначение
1. Осциллограф	а) Изменение частоты звуковых колебаний
2. Генератор частоты	б) Визуализация электрических колебаний
3. Камертон	в) Создание периодических сигналов заданной частоты
4. Спектрометр	г) Анализ частотного состава электромагнитных волн

Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие из утверждений верны для гармонических колебаний?
а) ускорение пропорционально смещению,
б) энергия не сохраняется,
в) частота зависит только от параметров системы,
г) амплитуда всегда постоянна

Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
В каких случаях возникает стоячая волна?
а) при наложении двух волн с одинаковой частотой,
б) в бегущей волне,
в) при отражении от границы,
г) в затухающих колебаниях

Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие из волн являются поперечными?
а) электромагнитные волны,
б) звуковые волны в воздухе,

в) волны на струне,

г) упругие волны в жидкости

Вопрос 17. Вставьте пропущенное число:

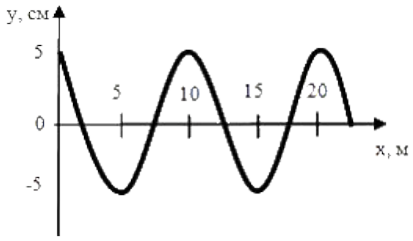
Пружинный маятник с жесткостью пружины k=90 Н/м совершает вынужденные колебания со слабым коэффициентом затухания ($\beta \ll \omega_0$), которые подчиняются дифференциальному уравнению $\frac{d^2x}{dt^2} + 0{,}5\frac{dx}{dt} + 900x = 0{,}1\cos 10t$. Амплитуда колебаний будет максимальна, если массу груза увеличить в _____ раз(-а).

Вопрос 18. Вставьте пропущенное число:

Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ, имеет вид $\xi = 0{,}01\sin 10^3(t - \frac{x}{500})$. Длина волны равна _____м.

Вопрос 19. Вставьте пропущенное число:

На рисунке представлен профиль поперечной бегущей волны, распространяющейся со скоростью 400 м/с, частота (в Гц) которой равна _____.

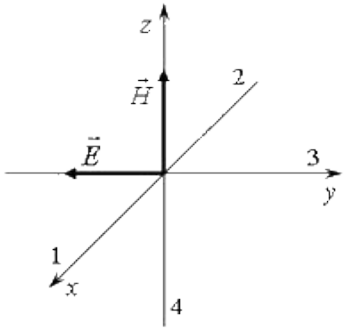


Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

Если в электромагнитной волне, распространяющейся в среде с показателем преломления n = 2, значения напряженностей электрического и магнитного полей соответственно равны E = 750 В/м, H = 2 А/м, то объемная плотность энергии составляет _____ мкДж/м^3.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число:

На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического ($\vec{E}$) и магнитного ($\vec{H}$) полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении ____.



Вопрос 22. В пустое окно впишите верное утверждение:

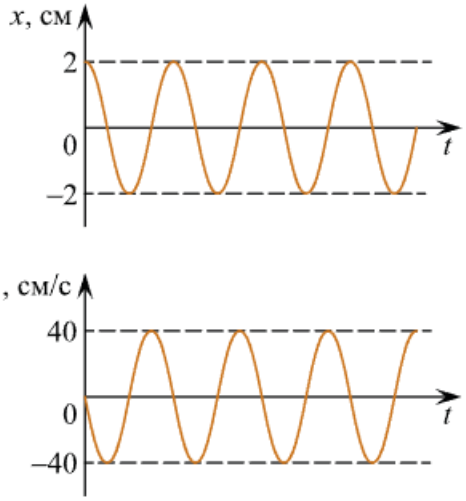
Объясните, почему при резонансе амплитуда колебаний резко возрастает?

Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

Почему электромагнитные волны могут распространяться в вакууме?

Вопрос 24. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

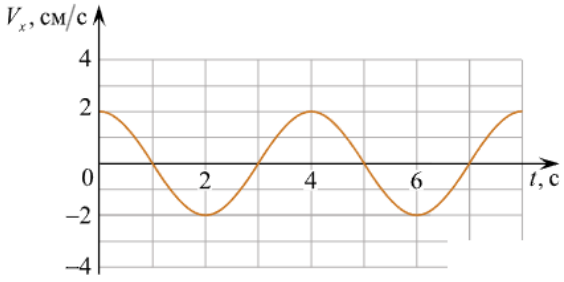
Груз, подвешенный на легкой пружине жесткостью 200 Н/☐м, совершает вертикальные колебания. На рисунке изображены графики зависимости смещения груза x и проекции скорости груза V_x от времени t.



1. Круговая частота ω колебаний груза равна 20 рад/☐с.
2. Период колебаний груза равен (0,1π) с.
3. Максимальное ускорение груза равно по модулю 800 см/☐с2.
4. Масса груза равна 1 кг.
5. Максимальная потенциальная энергия упругой деформации пружины равна 4 кДж.

Вопрос 25. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

Небольшое тело массой 200 г, закрепленное на легкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль оси Ox. На рисунке показан график зависимости проекции скорости Vx этого тела на указанную ось от времени t.



1. Период колебаний тела равен 2 с.

2. Частота ν колебаний тела равна 0,25 Гц.
3. Жесткость пружины примерно равна 0,5 Н/□м.
4. Амплитуда колебаний тела примерно равна 13 мм.
5. Максимальная кинетическая энергия тела равна 20 мкДж.

Раздел 5. Волновая оптика

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос №1. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Явление сложения двух волн, в результате которого в среде появляются участки волны с двойной и с нулевой амплитудой называется _____.

Вопрос №2. Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже со строчной буквы):

Наиболее частым примером интерференции света, доказывающим волновую его природу, является появление _____ на тонкой поверхности мыльного пузыря или масла на воде.

Вопрос №3. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это прозрачная пластина, состоящая из большого числа параллельных щелей.

Вопрос №4. Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже с заглавной буквы):

Дифракцию объясняет принцип _____, именно вторичные волны огибают препятствия на пути распространения первичных волн.

Вопрос №5. Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже с заглавной буквы):

Дифракция _____ наблюдается в том случае, когда источник света и точка наблюдения бесконечно удалены от препятствия, вызывающего дифракцию.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

В данную точку пространства пришли две световые волны с одинаковым направлением колебаний вектора $\vec{E}$, периодами T_1 и T_2 и начальными фазами φ_1 и φ_1. Интерференция наблюдается в случае ___.

а) $T_1 = 2c;\ T_2 = 4c;\ \varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$

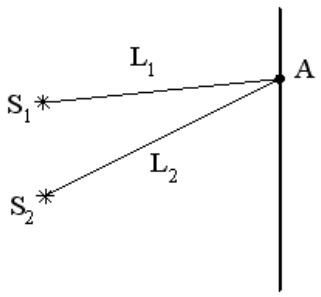
б) $T_1 = 2c;\ T_2 = 2c;\ \varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$

в) $T_1 = 2c;\ T_2 = 2c;\ \varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$

г) $T_1 = 2c;\ T_2 = 4c;\ \varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Если S_1 и S_2 – источники когерентных волн, а L_1 и L_2 – расстояния т. А до источников, то в т. А наблюдается максимум интерференции в воздухе при условии_____.



а) $L_2 - L_1 = m\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2,...$

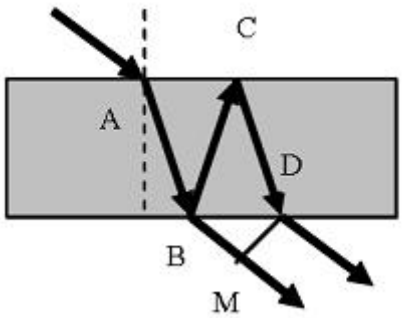
б) $L_2 - L_1 = 2m\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2,...$

в) $L_2 - L_1 = (2m-1)\frac{\lambda}{2};\ m = 1,2,3...$

г) $L_2 - L_1 = (2m-1)\frac{\lambda}{4};\ m = 1,2,3...$

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Свет падает на тонкую пленку с показателем преломления n, находящуюся в воздухе (см. рисунок). При наблюдении интерференционной картины в проходящем свете будет наблюдаться максимум, если ___.



а) $(BC + CD)n - BM - \frac{\lambda}{2} = 2m\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2...$

б) $(BC + CD)n - BM = 2m\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2...$

в) $BC + CD - BM = (2m+1)\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2...$

г) $BC + CD + BM = (2m+1)\frac{\lambda}{2};\ m = 0,1,2...$

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

При наблюдении дифракции белого света расстояние между красными линиями в спектрах 2-го порядка равно l. Если расстояние от дифракционной решетки с периодом d до экрана равно L $(l \ll L)$, то соответствующую длину волны можно найти по формуле _____.

а) $\frac{dl}{2L}$,

б) $\frac{Ld}{4l}$,

в) $\frac{dl}{4L}$,

г) $\frac{2L}{dl}$.

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Угол дифракции в спектре k-ого порядка больше для _____ лучей.

а) красных,

б) фиолетовых,

в) желтых,

г) зеленых.

Вопрос 11. Установите соответствие между явлением и его характеристикой:

Явление	Характеристика
1. Интерференция	а) огибание препятствий
2. Дифракция	б) усиление/ослабление волн
3. Дисперсия	в) разложение света
4. Поляризация	г) упорядочивание колебаний

Вопрос 12. Установите соответствие между формулой и физическим смыслом:

Формула	Физический смысл
1. $\Delta d = m\lambda$	а) условие минимума
2. $\Delta d = (2m+1)\lambda/2$	б) условие максимума
3. $d\sin\varphi = m\lambda$	в) формула решётки
4. $\lambda = h/p$	г) волны де Бройля

Вопрос 13. Установите соответствие между длиной волны и цветом:

Длина волны	Цвет
1. 400-450 нм	а) красный
2. 450-495 нм	б) фиолетовый
3. 495-570 нм	в) зелёный
4. 620-750 нм	г) синий

Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:

Какие условия необходимы для наблюдения интерференции?

а) когерентность волн

б) разные частоты

в) постоянная разность фаз

г) ортогональные колебания

Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:

Какие утверждения верны для дифракционной решётки?

а) угол дифракции зависит от длины волны

б) даёт более чёткие максимумы, чем щель

в) работает только с монохроматическим светом

г) не зависит от числа штрихов

Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:

Какие из перечисленных явлений доказывают волновую природу света?

а) интерференция

б) фотоэффект

в) дифракция

г) тепловое излучение

Вопрос 17. Выберите один или несколько правильных ответов:

При каких условиях наблюдается дифракция Френеля?

а) конечное расстояние до источника

б) конечное расстояние до экрана

в) бесконечно удалённый источник

г) точечный источник

Вопрос 18. Вставьте пропущенное число:

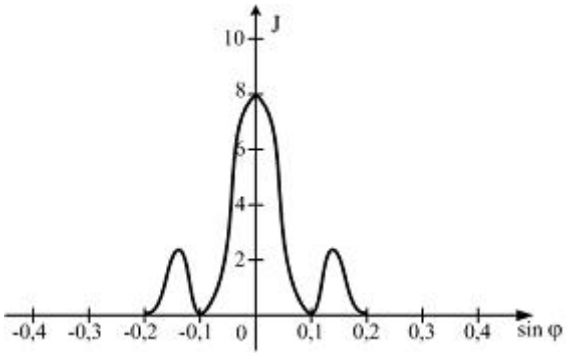
При интерференции когерентных лучей с длиной волны 500 нм максимум первого порядка возникает при разности хода _____.

Вопрос 19. Вставьте пропущенное число:

При наблюдении интерференции фиолетового света в опыте Юнга расстояние между соседними темными полосами на экране равно 2 мм. Если источник фиолетового света заменить источником красного света, длина волны которого в 1,5 раза больше, то это расстояние станет равным ____ мм.

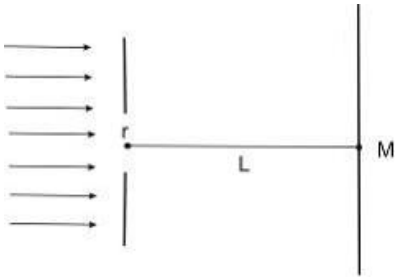
Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

Зависимость интенсивности монохроматического излучения длиной волны λ = 500 нм от синуса угла дифракции представлена на рисунке. Дифракция наблюдается на щели шириной b (в мкм), равной _____.



Вопрос 21. Вставьте пропущенное число:

На диафрагму с круглым отверстием радиусом 2 мм падает нормально параллельный пучок света длиной волны 0,5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, на расстоянии 1 м помещают экран. В отверстии диафрагмы для точки М укладываются _____ зона(-ы) Френеля.



Вопрос 22. Вставьте пропущенное число:

При интерференции двух когерентных волн с длиной волны 2 мкм интерференционный минимум наблюдается при разности хода, равной _____.

Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция прошедших ускоряющее напряжение электронов на монокристалле никеля. Если ускоряющее напряжение увеличить в 8 раз, то длина волны де Бройля электрона увеличится (или уменьшится) в _____ раз(-а).

Вопрос 24. В пустое окно впишите верное утверждение:

Интерференционный максимум наблюдается при _____.

Вопрос 25. Выберите все верные утверждения и в ответ запишите последовательность этих цифр без пробелов и запятых:

Дифракционная решетка, имеющая 1000 штрихов на 1 мм своей длины, освещается параллельным пучком монохроматического света с длиной волны 420 нм. Свет падает перпендикулярно решетке. Вплотную к дифракционной решетке, сразу за ней, расположена тонкая собирающая линза. За решеткой на расстоянии, равном фокусному расстоянию линзы, параллельно решетке расположен экран, на котором наблюдается дифракционная картина.

1. Максимальный порядок наблюдаемых дифракционных максимумов равен 2.
2. Если увеличить длину волны падающего света, то максимальный порядок наблюдаемых дифракционных максимумов увеличится.
3. Если уменьшить длину волны падающего света, то расстояние на экране между нулевым и первым дифракционными максимумами уменьшится.
4. Если заменить линзу на другую, с бóльшим фокусным расстоянием, и расположить экран так, чтобы расстояние от линзы до экрана по-□прежнему было равно фокусному расстоянию линзы, то расстояние на экране между нулевым и первым дифракционными максимумами уменьшится.

5. Если заменить дифракционную решетку на другую, с бóльшим периодом, то угол, под которым наблюдается первый дифракционный максимум, увеличится.

Раздел 6. Квантовая физика

Перечень вопросов для тестирования:

Вопрос №1. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Квантовая механика приводит к принципиально новому специфическому квантовому явлению, получившему название _____, в результате которого микрообъект может «пройти» сквозь потенциальный барьер.

Вопрос №2. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это квантовое ограничение применимости классической механики к микрообъектам.

Вопрос №3. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Для каждого вещества существует _____ – наименьшая частота или наибольшая длина волны, при которой ещё возможен фотоэффект.

Вопрос №4. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это энергия взаимодействия электрона с ядром.

Вопрос №5. Вставьте пропущенное слово (глагол со строчной буквы):

Как изменится минимальная частота света, при которой возникает внешний фотоэффект, если пластинке сообщить отрицательный заряд? Минимальная частота света _____.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Согласно концепции корпускулярно-волнового дуализма, волновые свойства присущи любому материальному объекту. Однако волновые свойства человеческого тела затруднительно наблюдать ввиду его _____.

а) слишком маленьких размеров,

б) недостаточной упругости,

в) неправильной формы,

г) слишком большой массы.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Стационарное уравнение Шредингера имеет вид $\nabla^2\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}E\Psi = 0$. Это уравнение описывает движение _____.

а) частицы в трехмерном бесконечно глубоком потенциальном ящике,

б) частицы в одномерном бесконечно глубоком потенциальном ящике,

в) электрона в водородоподобном атоме,

г) линейного гармонического осциллятора

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Волновые свойства электрона обнаруживаются в явлении _____.

а) дифракции электронного пучка на кристаллической решетке,

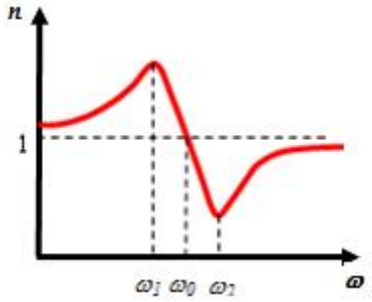
б) возникновения изображения, рисуемого электронным лучом на экране кинескопа,

в) тормозного излучения (электромагнитного излучения, испускаемого быстрыми электронами при их торможении в веществе),

г) термоэлектронной эмиссии (испускания электронов поверхностью нагретого металла).

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Кривая дисперсии для некоторого вещества в области одной из полос поглощения имеет вид, показанный на рисунке:



Групповая скорость u света в веществе больше фазовой скорости υ для области частот …_____.

а) $\omega > \omega_2$

б) $\omega < \omega_1$

в) $\omega < \omega_1,\ \omega > \omega_2$

г) $\omega_1 < \omega < \omega_2$

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Согласно гипотезе Луи де Бройля, длина волны, описывающая волновые свойства тела, определяется его _____.

а) объёмом,

б) размерами,

в) энергией,

г) импульсом

Вопрос 11. Установите соответствие между частицами и взаимодействиями:

Частицы	Взаимодействие
1. Фотоны	а) сильное
2. Лептоны	б) электромагнитное

3. Адроны	в) слабое

Вопрос 12. Установите соответствие между принципом и его формулировкой:

Принцип	Формулировка
1. Паули	а) нельзя точно измерить координату и импульс
2. Гейзенберга	б) в системе не может быть двух одинаковых фермионов
3. Суперпозиции	в) состояние есть сумма возможных состояний

Вопрос 13. Установите соответствие между эффектом и его характеристикой:

Эффект	Характеристика
1. Туннельный	а) прохождение через барьер
2. Комптона	б) изменение длины волны фотона
3. Фотоэффект	в) выбивание электронов

Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие утверждения верны для квантовых частиц?
а) обладают корпускулярно-волновым дуализмом
б) траектория точно определена
в) подчиняются принципу неопределённости
г) масса всегда постоянна
Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие явления подтверждают квантовую природу света?
а) фотоэффект
б) дифракция
в) эффект Комптона
г) интерференция
Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие характеристики фотона верны?
а) $E = h\nu$
б) имеет массу покоя
в) $p = h/\lambda$
г) всегда движется со скоростью меньше скорости света
Вопрос 17. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие условия необходимы для фотоэффекта?
а) $\nu > \nu_0$
б) высокая интенсивность
в) $h\nu > A_{вых}$
г) низкая температура

Вопрос 18. Вставьте пропущенное число:

Для однородной линии с коэффициентами фазы β = 0,2 рад/км и частотой изменения напряжения = 103 рад/с фазовая скорость $\nu_ф$ равна…_____.

Вопрос 19. Вставьте пропущенное число:

Монохроматический пучок параллельных лучей создается источником, который за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Фотоны падают по нормали на площадку $S = 0{,}7$ см^2 и создают давление $P = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения. (Ответ выразите в метрах и умножьте на 10^7)_____.

Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м? _____.

Вопрос 21. Вставьте пропущенное число:

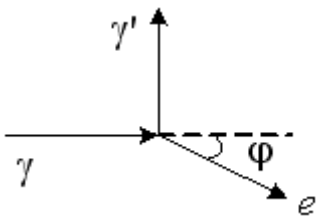
Длина световой волны равна 410 нм. Какой энергией обладает фотон этой волны? Ответ выразите в электрон-вольтах и округлите до целого числа. _____.

Вопрос 22. Вставьте пропущенное число:

Медленные (нерелятивистские) электроны с энергией 150 эВ испытывают дифракцию на некоторой атомной структуре. Расстояние между соседними атомами этой структуры d = 0,2 нм. Во сколько раз d превышает длину волны электрона? Ответ округлите до целого числа. _____.

Вопрос 23. В пустое окно впишите верное утверждение:

Эффект Комптона наблюдается на почти свободных электронах. На рисунке показаны направления падающего фотона (γ), рассеянного фотона (γ'), и электрона отдачи (*e*). Угол рассеяния 90°, направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол φ = 30°. При рассеянии импульс фотона _____.



Вопрос 24. В пустое окно впишите верное утверждение:

Известно четыре вида фундаментальных взаимодействий. В одном из них участниками являются все заряженные частицы и частицы, обладающие магнитным моментом, переносчиками – фотоны. Этот вид взаимодействия, характеризуется сравнительной интенсивностью 10^{-2}, радиус его действия равен _____.

Вопрос 25. В ответ запишите два числа без пробелов и запятых:

Ядро атома золота имеет электрический заряд, который в 79 раз превышает модуль заряда электрона. В настоящее время известны изотопы золота с числом нейтронов от 90 до 126. Определите для известных изотопов золота массовое число самого легкого изотопа, а также разность атомных масс самого тяжелого и самого легкого изотопов.

Массовое число самого лёгкого изотопа	Разность атомных масс самого тяжёлого и самого лёгкого изотопов

3 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

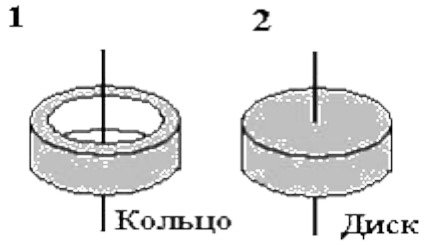
Примерные задания для проведения практических занятий:

Задание 1. Материальная точка начинает движение по закону $S = 2t - 0{,}5t^2$ из точки B (0, –1) прямоугольной системы координат xy по прямой, расположенной под углом $\alpha = 300^o$ к оси y. Максимальное удаление материальной точки от точки B будет равно _____ м.

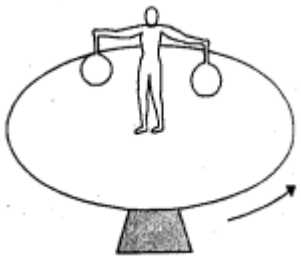
Задание 2. В установке углы α и β наклонных плоскостей с горизонтом соответственно равны 30 и 45°, массы тел $m_1 = 0{,}45$ кг и $m_2 = 0{,}5$ кг. Считая нить и блок невесомыми и пренебрегая силами трения, определите: 1) ускорение, с которым движутся тела; 2) силу натяжения нити.

Задание 3. Потенциальная энергия частицы в некотором силовом поле задана функцией $U = -x^2 - y^2 + z^2$. Работа потенциальной силы (в Дж) по перемещению частицы из точки B (1, 1, 1) в точку C (2, 2, 2) равна … (Функция U и координаты точек заданы в единицах СИ.)

Задание 4. На рисунке показаны тела одинаковой массы и размеров, вращающиеся вокруг вертикальной оси с одинаковой частотой. Кинетическая энергия первого тела $E_{к_1}^{вр} = 0{,}5$ Дж. Если $m = 1$ кг, $R = 10$ см, то момент импульса (в мДж·с) второго тела равен …



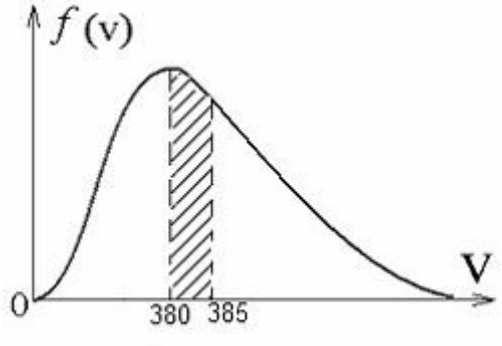
Задание 5. Горизонтальная платформа массой m = 25 кг и радиусом R = 0,8 м вращается с частотой n_1 = 18 мин$^{-1}$. В центре стоит человек и держит в расставленных руках гири. Считая платформу диском, определите частоту вращения платформы, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от J_1 = 3,5 кг·м^2 до J_2 = 1



кг·м^2.

Задание 6. На железнодорожной платформе, движущейся по инерции со скоростью υ_0 = 3 км/ч, укреплено орудие. Масса платформы с орудием M = 10 т. Ствол орудия направлен в сторону движения платформы. Снаряд массой m = 10 кг вылетает из ствола под углом α = 60° к горизонту. Определите скорость υ снаряда (относительно Земли), если после выстрела скорость платформы уменьшилась в n = 2 раза.

Задание 7. На рисунке представлен график функции распределения молекул кислорода по скоростям (распределение Максвелла) для температуры T = 273 К, при скорости 380 м/с функция достигает максимума. Здесь $f(\nu) = \frac{dP}{d_\nu} = \frac{dN}{Nd_\nu}$ – плотность вероятности или доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от ν до ν + dν в расчете на единицу этого интервала. Для распределения Максвелла справедливы утверждения, что …



Задание 8. В калориметр, содержащий 1л жидкости при температуре 80 °С, опустили подвешенный к динамометру шар радиусом 4 см, имеющий температуру 0 °С. Показания динамометра уменьшились на 10 %, а конечная температура стала равной 60 °С. Вода из сосуда не выливается. Удельная теплоемкость шара – 320 $\frac{Дж}{кг \cdot С}$. Удельная теплоемкость жидкости равна ____ $\frac{Дж}{кг \cdot С}$. (В поле ответов

введите целое число без указания единиц измерения, округлив полученный результат.)

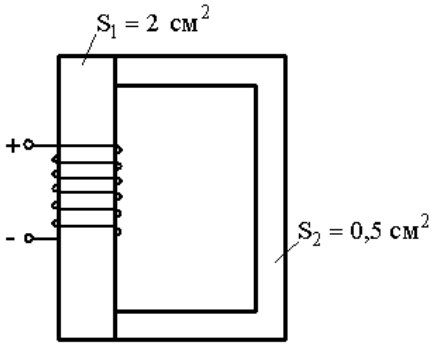
Задание 9. КПД цикла Карно равен 60%. Если на 20% уменьшить температуру нагревателя и на 20% увеличить температуру холодильника, КПД (в %) достигнет значения …

Задание 10. Напряженность электрического поля в вакууме $5{,}4\cdot10^5$ В/м, а напряженность того же поля в титанате бария $4{,}5\cdot10^2$ В/м. Найти диэлектрическую проницаемость титаната бария.

Задание 11. Если сила тока через резистор с сопротивлением R = 25 Ом, подключенный к идеальному источнику постоянного тока с ЭДС ε = 50 В, составляет I = 2 А, то падение напряжения внутри источника тока будет равно ____ В.

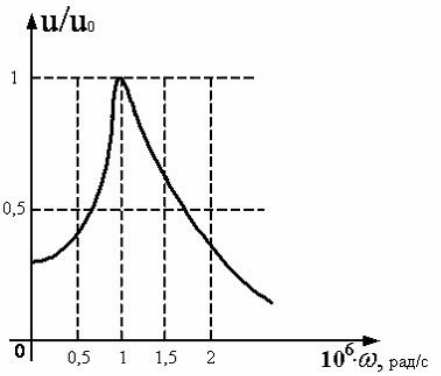
Задание 12. Угол между проводником с током и направлением вектора магнитной индукции внешнего однородного магнитного поля увеличивается от 30º до 90º. Как изменится при этом сила Ампера?

Задание 13. Магнитопровод катушки состоит из двух различных по сечению участков. Если магнитная индукция во втором участке B_2 = 1 Тл, то индукция B_1 в первом равна …



Задание 14. Запишите уравнение гармонических колебаний, если амплитуда гармонических колебаний равна 0,07 и за 2 минуты совершается 240 колебаний, а начальная фаза колебаний равна $\frac{\pi}{2}$ рад.

Задание 15. На рисунке представлена зависимость амплитуды колебаний напряжения на конденсаторе емкостью 1нф, включенного в идеальный колебательный контур. Индуктивность катушки этого контура равна...



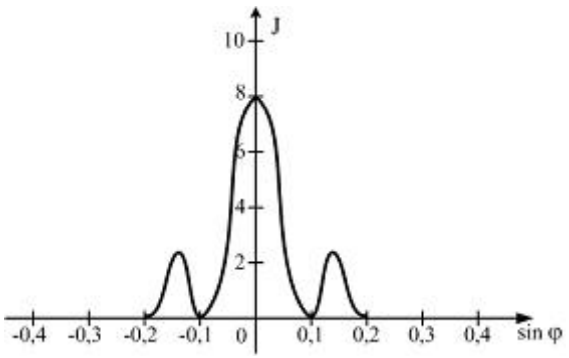
Задание 16. При движении источника и приемника друг относительно друга наблюдается изменение частоты колебаний, воспринимаемой приемником (эффект Доплера). Чему будет равна частота колебаний ν при сближении источника и приемника?

Задание 17. В некоторой среде распространяется плоская волна, волновое уравнение которой имеет вид: $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 900\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}$. Период колебаний частиц среды равен 0,01 с. Найти длину волны.

Задание 18. В воздухе интерферируют электромагнитные волны с частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Максимум интерференции будет наблюдаться в точках, для которых минимальная разность хода волн (в мкм) равна …

Задание 19. При интерференции когерентных лучей с длиной волны 400 нм минимум второго порядка возникает при разности хода …

Задание 20. Зависимость интенсивности монохроматического излучения длиной волны λ = 500 нм от синуса угла дифракции представлена на рисунке. Дифракция наблюдается на щели шириной b (в мкм), равной …



Задание 21. В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция электронов, прошедших ускоряющее напряжение, на монокристалле никеля. Если ускоряющее напряжение уменьшить в 2 раза, то длина волны де Бройля электрона…

Задание 22. Волновое уравнение имеет вид $\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} - \frac{1}{400} \cdot \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = 0$. Фазовая скорость волны равна _____ м/с.

Задание 23. Стационарное уравнение Шредингера в общем случае имеет вид: $\nabla^2\Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E - U)\Psi = 0$, где U – потенциальная энергия микрочастицы. Какое уравнение соответствует электрону в атоме?

Задание 24. Внешний фотоэффект в металле вызывается монохроматическим излучением. При увеличении интенсивности этого излучения в 2 раза максимальная скорость фотоэлектронов, покидающих металл ...

Задание 25. Постоянная Планка $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Заряд электрона $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Если работа выхода электронов из металла $A_{вых}$ = 5,6 эВ, а вырванные в результате фотоэффекта электроны имеют нулевую скорость, то частота света, которым освещается фотокатод, будет равна ____ $с^{-1}$.

4 Выполнение и защита лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

Примерные наименования лабораторных работ:

Лабораторная работа 1: «Расчёт погрешностей результатов прямых и косвенных измерений».

Цель работы: освоить методику расчета погрешностей прямых и косвенных измерений.

Расчет погрешностей прямых измерений

1. Измерить не менее 5 раз искомую величину x и получите ряд близких значений x_i.
2. Вычислить среднее значение <x> измеряемой величины.
3. Рассчитать абсолютную погрешность каждого измерения Δx_i (по модулю).
4. Рассчитать среднюю квадратичную погрешность отклонения от среднего арифметического $\sigma_{<x>}$.
5. За приборную погрешность $\Delta x_{пр}$ принять половину цены деления шкалы используемого измерительного прибора.
6. Абсолютную погрешность Δx рассчитать по соответствующей формуле.
7. Относительная погрешность ε_x дает более наглядное представление о качестве измерений. Она определяет, сколько процентов от среднего значения x составляет абсолютная погрешность.
8. Ответ для измеряемой величины записать в виде доверительного интервала.

Расчет погрешностей косвенных измерений

1. Для расчета абсолютной Δy и относительной ε_y погрешностей косвенного измерения величины y, являющейся функцией нескольких величин a, b, c, необходимо определить абсолютные (Δa, Δb, Δc) и относительные (ε_a, ε_b, ε_c) погрешности каждой величины.
2. Результаты записать в том виде, который представлен в работе.
3. Ответить на контрольные вопросы.
4. Сделать вывод.

Лабораторная работа 2: «Определение ускорения свободного падения с помощью машины Атвуда».

Цель работы: используя законы динамики, определить ускорение свободного падения.

1. Взвесить каждый из перегрузков m и написать на них значения их массы карандашом. Массы грузов M и блока $M_{бл}$ приведены на установке.

2. Измерить диаметр блока, диаметры отверстий и их расстояние l от оси вращения. Определить радиус блока R и радиус отверстий r.

3. Собрать установку; подсоединить провода электромагнита к блоку питания к разъемам ±9 В, провода от выключателя к секундомеру к клеммам «ВРЕМЯ», и провода от секундомера к блоку питания к разъемам 42 В. После проверки соединений преподавателем включить установку в сеть.

4. Установить магнит в нижнее положение, включить магнит и привести грузы в исходное положение (правый в верхнем положении). Нажать на секундомере кнопку «сброс».

5. Измерить высоту падения h грузов (от основания правого груза до основания прибора).

6. Положить перегрузок: (масса перегрузка должна лежать в пределах от 2 г до 15 г) на правый груз и измерить время t падения груза при этом перегрузке. (Система приводится в движение с помощью переключателя: в одном положении включен магнит и отключен секундомер, в другом магнит отключен и включен секундомер.) Измерение времени падения при каждом значении массы перегрузка повторить пять раз. Найти среднее значение времени падения и по соответствующей формуле найти среднее ускорение $a_{ср}$.

7. Повторить измерения для других значений массы перегрузка.

8. Найти случайную погрешность времени падения для каждого перегрузка. Оценить погрешность ускорения, и отложить на графике в виде интервала допустимых значений.

9. По результатам измерений построить прямую a = f(m). Найти тангенс угла наклона прямой и определить ускорение свободного падения.

10. Сделать вывод о причинах расхождения измеренного ускорения свободного падения с табличным 9,81 м/с.

11. Найти из графика момент силы трения.

12. По указанию преподавателя произвести математическую обработку экспериментальной зависимости a=f(m).

13. Все полученные измерения записать в таблицу.

14. Ответить на контрольные вопросы.

15. Сделать вывод.

Лабораторная работа 3: «Изучение основного закона динамики поступательного движения».

Цель работы: проверка справедливости второго закона Ньютона для поступательного движения при помощи машины Атвуда.

1. Задать расстояние от левого груза до левой платформы по своему усмотрению, но не менее 0,4 м и больше его не изменять.

2. Из стопки перегрузков справа наложите определённое их количество на левый и правый грузы в соответствии с вашим вариантом (соотношение перегрузков, а значит и движущую силу F_1 записать в таблицу (не учитывать один из тех, что слева т.к. он для компенсации силы трения)).

3. Измерить время движения t_1 левого груза до платформы.

4. Повторите пункт 3 ещё 9 раз.

5. Переложить один или несколько перегрузков с левого груза на правый или наоборот (соотношение перегрузков, а значит и движущую силу F_2 запишите в таблицу.

6. Повторить 10 раз пункт 3 для измерения времени t_2.

7. Рассчитать средние времена t_1 и t_2 как среднее арифметическое.

8. Рассчитать абсолютные погрешности измерения времени как при многократных измерениях.

9. Записать соотношение сил.

10. Соотношение ускорений рассчитать, используя средние значения времени.

11. Относительную погрешность измерения n определить по соответствующей формуле.

12. Рассчитать абсолютную погрешность для n.

13. Сравнить соотношение ускорений n с соотношением сил. Результаты опыта удовлетворительны, если выполняется неравенство. Проверить выполнимость этого неравенства.

14. Все полученные измерения записать в таблицу.

15. Ответить на контрольные вопросы.

16. Сделать вывод.

Лабораторная работа 4: «Проверка основного закона динамики поступательного и вращательного движения с помощью маятника Обербека».

Цель работы: освоить методику экспериментального определения кинематических и динамических характеристик движущихся тел с помощью маятника Обербека.

1. Намотать нить на выбранный шкив. Добавочные грузы на спицах маятника отсутствуют. Задать высоту h нижнего основания груза относительно «нулевого» уровня ($h_0 = 0$), она во всех опытах должна быть одинаковой. К свободному концу нити подвесьте груз массой m, измерьте время его движения секундомером. Опыт повторите 5 раз. Определите среднее значение времени <t> движения груза.

2. Для определения скорости υ груза и его ускорения a в конце его поступательного движения без начальной скорости использовать соответствующие уравнения, из которых скорость груза и его ускорение в конце t равноускоренного движения определяются соотношениями, представленными в работе. Все характеристики рассчитываются по одному разу, используя среднее значение времени <t>.

3. Определить силу натяжения нити, учитывая, что равноускоренное движение груза происходит под действием силы тяжести mg ρ и силы натяжения нити $F_н$.

4. Рассчитать потенциальную энергию $W_п$ груза, поднятого относительно «нулевого» уровня на высоту h (начальный запас энергии системы связанных тел) и кинетическую энергию $W_к$ груза в конце его равноускоренного движения.

Результаты расчета динамических характеристик поступательного движения груза и полученных значений механической энергии занести в табл.

5. Ответить на контрольные вопросы.

6. Сделать вывод.

Лабораторная работа 5: «Определение момента инерции твёрдого тела».

Цель работы: изучение маятника Максвелла и определение его момента инерции.

1. Выключить установку клавишей «СЕТЬ».

2. Штангенциркулем измерить диаметр стержня d и диаметр диска D.

10. Вычислить среднее значение t.

11. Рассчитать абсолютную погрешность D_t определения времени, применяя методику расчета погрешностей при прямых измерениях, приборную погрешность принять равной точности секундомера.

12. Используя t, вычислить момент инерции маятника J (значение массы маятника m указано в табл.). При вычислениях принять ускорение свободного падения g = 9,81 м/с^2.

13. Оценить абсолютную погрешность момента инерции маятника D_J по приближенной формуле, полученной по методике оценки погрешности при косвенных измерениях.

14. Вычислить относительную погрешность

15. Записать окончательный результат для момента инерции маятника в стандартном виде.

16. По соответствующей формуле вычислить теоретическое значение момента инерции маятника Максвелла (значения $m_{ст}$ и m указаны в табл.).

17. Все полученные измерения записать в таблицу.

18. Ответить на контрольные вопросы.

19. Сделать вывод.

Лабораторная работа 6: «Проверка закона сохранения энергии с помощью маятника Максвелла».

Цель работы: экспериментально проверить закон сохранения энергии поступательно-вращательного движения на маятнике Максвелла.

1. Измерить время падения маятника с одним из колец, указанных преподавателем.

2. Повторить измерения 5-10 раз.

3. Измерить высоту падения и высоту подъема маятника.

4. Измерить штангенциркулем диаметр оси маятника, внутренний и внешний диаметр кольца.

1. Вычислить среднее значение времени падения <t> и статистическую погрешность измерения Δt.

2. Рассчитать скорость v_1.

3. Вычислить погрешность измерения скорости Δv_1 по правилу вычисления погрешности для косвенных измерений.

4. Вычислить момент инерции маятника с кольцом. Массы диска и кольца нанесены на них.

5. Все полученные измерения записать в таблицу.

5. Ответить на контрольные вопросы.

6. Сделать вывод.

Лабораторная работа 7: «Исследование упругого и неупругого соударения шаров».

Цель работы: проверить закон сохранения импульса при упругом и неупругом ударе шаров.

1. Укрепить шары на подвесе, осуществить столкновения и измерить величины отброса по шкале (для каждого шара по три раза).

2. Проверить закон сохранения импульса для упругого удара.

3. Повторить все измерения и вычисления для упругого удара двух других пар металлических шаров.

4. Осуществить столкновение стального шара с пластилиновым (опыт повторить три раза); пользуясь данными измерений и соответствующим уравнением проверить закон сохранения импульса для неупругого удара.

5. Все полученные измерения записать в таблицу.

5. Ответить на контрольные вопросы.

6. Сделать вывод.

Лабораторная работа 8: «Определение скорости полета пули и потери механической энергии».

Цель работы: определение скорости пули с помощью баллистического маятника с использованием законов сохранения импульса и энергии.

1. Привести маятник в состояние равновесия и подвесить шкалу под указатель маятника.

2. Произвести 5 – 6 выстрелов, каждый раз отмечая смещения указателя по шкале.

3. Вычислить скорость пули по соответствующей формуле.

4. Вычислить абсолютную погрешность измерения S.

5. Вычислить относительную погрешность измерения скорости.

6. Найти абсолютную погрешность.

7. Результаты измерения записать в виде - средние величины.

8. Все полученные измерения записать в таблицу.
9. Ответить на контрольные вопросы.
10. Сделать вывод.

5 Тестовые задания к экзамену для промежуточной аттестации обучающихся в 1 семестре

Экзамен проводится в форме бланкового или компьютерного тестирования, которое охватывает все изученные вопросы, составленные по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Вопрос №1. Вставьте пропущенное слово (существительное в именительном падеже со строчной буквы):

Мера инертности тела при поступательном движении называется _____.

Вопрос №2. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Физическая величина, равная произведению силы на плечо называется _____.

Вопрос №3. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Явление возникновения ЭДС в контуре при изменении магнитного потока называется _____.

Вопрос №4. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

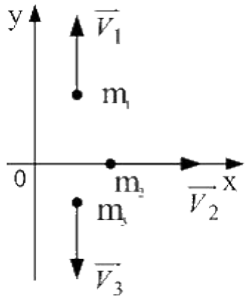
Теорема, связывающая момент инерции относительно произвольной оси с моментом инерции относительно параллельной оси, проходящей через центр масс, называется _____.

Вопрос №5. Вставьте пропущенное словосочетание со строчной буквы:

Циклический процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат, называется _____.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

Система состоит из трех материальных точек массами 1 г, 2 г и 3 г, которые движутся так, как показано на рисунке.



Если скорости шаров равны 3 м/с, 2 м/с, 1 м/с, то вектор скорости центра масс этой системы ориентирован:

а) в отрицательном направлении оси OX,

б) в положительном направлении оси OX,

в) в положительном направлении оси OY,

г) в отрицательном направлении оси OY.

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

Мальчик тянет санки массой m по горизонтальной поверхности с ускорением $\vec{a}$, при этом веревка натягивается силой $\vec{F}$ под углом α к горизонту. Если коэффициент трения полозьев о поверхность равен μ, то уравнение движения санок в проекции на направление движения санок имеет вид:

а) $F\cos\alpha - \mu mg$,

б) $F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)$,

в) $F - \mu mg$,

г) $F\cos\alpha - \mu mg - \mu F\sin\alpha$.

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

Алюминиевый и стальной цилиндры имеют одинаковую высоту и равные массы. На цилиндры действуют одинаковые по величине силы, направленные по касательной к их боковой поверхности. Относительно моментов сил, действующих на цилиндры, справедливо следующее суждение:

а) моменты сил, действующие на цилиндры, одинаковы,

б) моменты сил, действующие на цилиндры равны нулю,

в) на алюминиевый цилиндр действует больший момент сил, чем на стальной цилиндр,

г) на стальной цилиндр действует больший момент сил, чем на алюминиевый цилиндр.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Тело массы m, прикрепленное к пружине с жесткостью k, может без трения двигаться по горизонтальной поверхности (пружинный маятник).

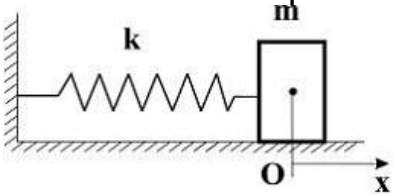
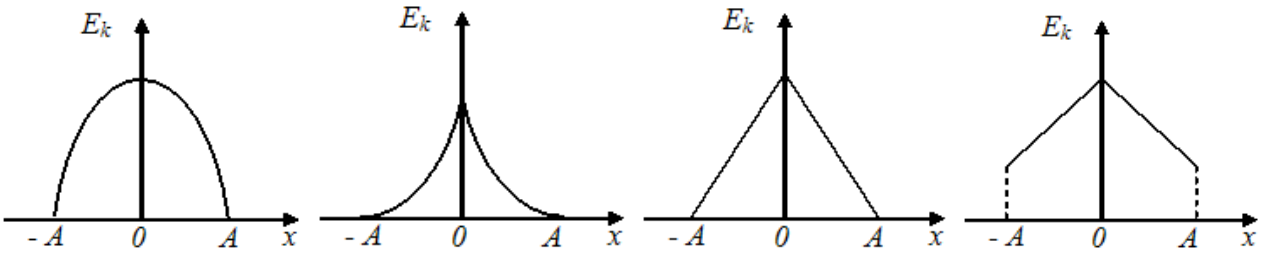


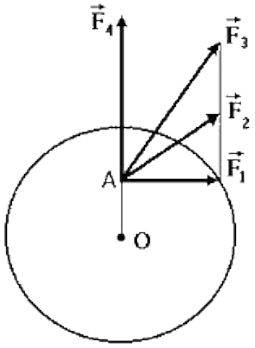
График зависимости кинетической энергии тела от величины его смещения из положения равновесия имеет вид, показанный на рисунке:



а) б) в) г)

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Диск может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точке А прикладывают одну из сил ($\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, $\vec{F}_3$ или $\vec{F}_4$), лежащих в плоскости диска.



Не создает вращающего момента относительно рассматриваемой оси сила:

а) $\vec{F}_1$,

б) $\vec{F}_2$,

в) $\vec{F}_3$,

г) $\vec{F}_4$.

Вопрос 11. Установите соответствие между явлением и законом:

Явление	Закон
1. Фотоэффект	а) Ома
2. Электролиз	б) Эйнштейна
3. Теплопроводность	в) Фарадея
4. Электропроводность	г) Фурье

Вопрос 12. Установите соответствие между типом взаимодействия и его характеристикой:

Взаимодействие	Характеристика
1. Гравитационное	а) обусловлено зарядами

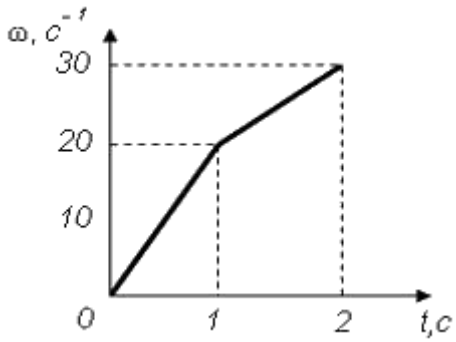
2. Электромагнитное	б) самое слабое
3. Сильное	в) связывает нуклоны
4. Слабое	г) ответственно за β-распад

Вопрос 13. Установите соответствие между процессом и графиком:

Процесс	График
1. Изотермический	а) гипербола в P-V
2. Адиабатный	б) крутая кривая в P-V
3. Изохорный	в) прямая в P-T
4. Изобарный	г) прямая в V-T

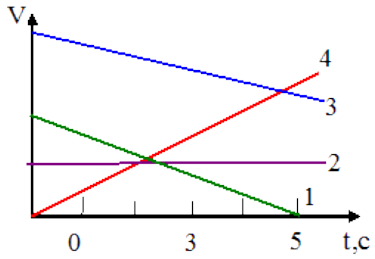
Вопрос 14. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие утверждения верны для идеального газа?
а) давление пропорционально концентрации молекул
б) внутренняя энергия зависит от объёма
в) средняя кинетическая энергия пропорциональна температуре
г) молекулы имеют собственный объём
Вопрос 15. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие из перечисленных величин являются векторными?
а) сила
б) работа
в) импульс
г) энергия
Вопрос 16. Выберите один или несколько правильных ответов:
В каких случаях выполняется закон сохранения механической энергии?
а) в замкнутой системе
б) при наличии трения
в) в консервативных системах
г) при неупругих столкновениях
Вопрос 17. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие утверждения верны для электромагнитной волны?
а) поперечна
б) распространяется только в среде
в) переносит энергию
г) имеет массу покоя
Вопрос 18. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие из перечисленных явлений подтверждают квантовую природу света?
а) фотоэффект
б) дифракция
в) эффект Комптона
г) интерференция
Вопрос 19. Вставьте пропущенное число:

На рисунке представлен график зависимости угловой скорости вращающегося тела от времени. Угловое ускорение тела в промежутке времени 0-1 с равно _____ $с^{-2}$.



Вопрос 20. Вставьте пропущенное число:

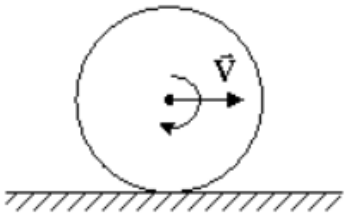
На рисунке представлены графики зависимости скорости четырех тел, движущихся прямолинейно, от времени.



Наибольшее перемещение за 5 с совершено телом ___.

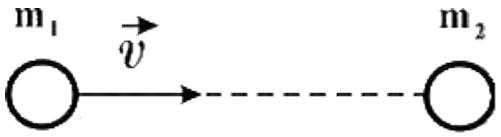
Вопрос 21. Вставьте пропущенное число:

Обруч массой m = 0,3 кг и радиусом R = 0,5 м привели во вращение и опустили на пол так, что его ось вращения оказалась параллельной плоскости пола. Если обруч начал двигаться без проскальзывания, имея кинетическую энергию поступательного движения 200 Дж, а силы трения совершили работу 800 Дж, то энергия вращательного движения в исходном состоянии была равна _____ Дж.



Вопрос 22. Вставьте пропущенное число:

Шар массой m_1 = 200 г, движущийся со скоростью 3 м/с, налетает на покоящийся шар массой $5m_1$ (см. рис.).



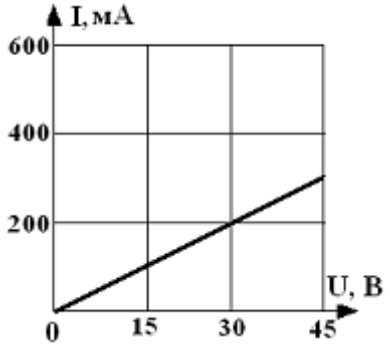
Если удар абсолютно неупругий, скорость шаров (в м/с) после удара равна _____ м/с.

Вопрос 23. Вставьте пропущенное число:

Импульс материальной точки изменяется по закону: $\vec{p} = 3\vec{i}t + 2t^2\vec{j}$ (кг·м/с). Модуль силы, действующей на точку в момент времени 1 с, равен _____ Н.

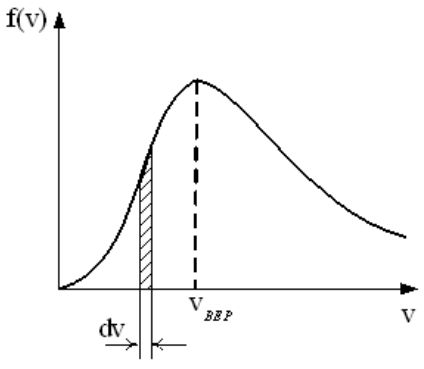
Вопрос 24. Вставьте пропущенное число:

На рисунке представлена зависимость тока, протекающего через участок электрической цепи от напряжения, приложенного к нему. Работа электрического тока в участке за 15 мин при напряжении 30 В равна _____ Дж.



Вопрос 25. В пустое окно впишите верное утверждение:

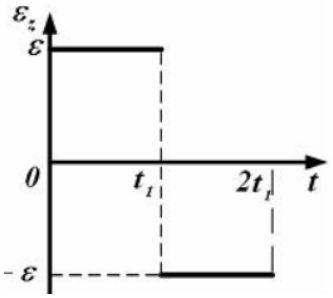
На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где $f(\nu) = \frac{dN}{Nd_\nu}$ – доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от ν до $\nu + d\nu$ в расчете на единицу этого интервала.



Если, не меняя температуры взять другой газ с меньшей молярной массой и таким же числом молекул, то _____.

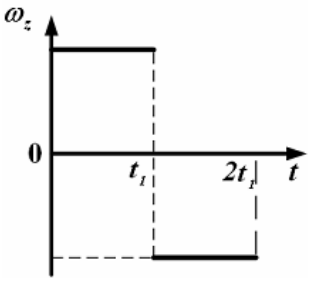
Вопрос 26. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно рядом с рисунком:

Твердое тело начинает вращаться вокруг оси z. Зависимость углового ускорения ε_z от времени t представлена на графике.

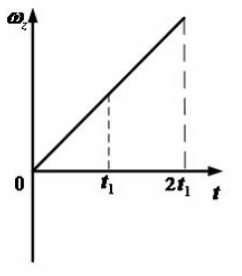


Соответствующая зависимость угловой скорости ω_z от времени представлена графиком ___.

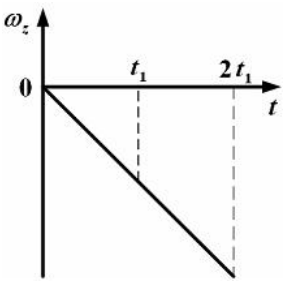
Маркеры для перемещения:



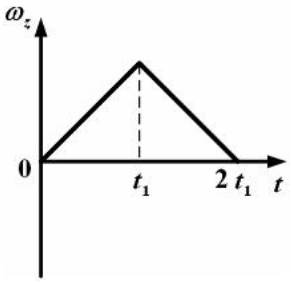
а)



б)



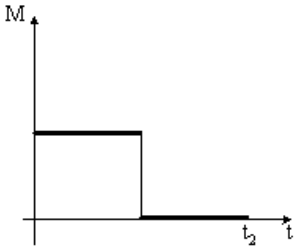
в)



г)

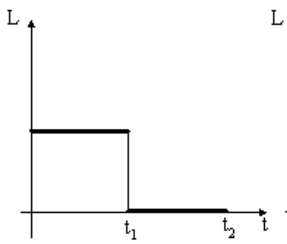
Вопрос 27. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно рядом с рисунком:

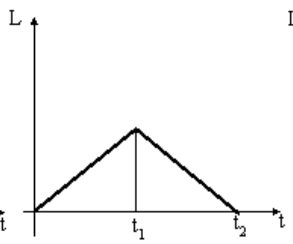
Диск начинает вращаться под действием момента сил, график временной зависимости которого представлен на рисунке:

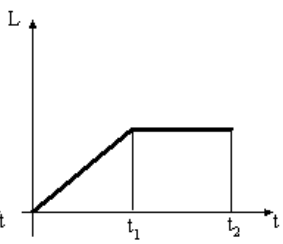


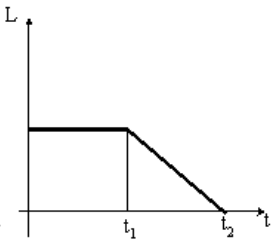
Правильно отражает зависимость момента импульса диска от времени график _____.

Маркеры для перемещения:





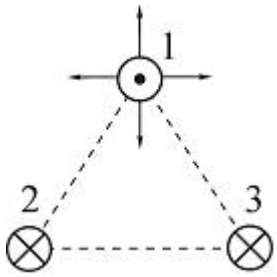




а) б) в) г)

Вопрос №28. Вставьте пропущенное слово (наречие со строчной буквы):

По трем параллельным проводникам, расположенным на одинаковом расстоянии друг от друга, текут одинаковые по величине токи. Сила Ампера, действующая на проводник 1, направлена _____.



Вопрос 29. Вставьте пропущенное число:

Точечные заряды q, – q и –q расположены на одной прямой друг за другом. Расстояния между соседними зарядами одинаковы. Крайние заряды q и –q взаимодействуют между собой с силой 10 Н. Сила, действующая на заряд q со стороны остальных двух, равна _____ Н. (Принять диэлектрическую проницаемость среды, равной 1. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона $\mathrm{k} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$)

Вопрос 30. Вставьте пропущенное число:

Два проводника заряжены до потенциалов 34 В и –16 В. При перемещении положительного заряда со второго проводника на первый была совершена работа 5 мкДж. Величина этого заряда (в мкКл) равна _____.

Тестовые задания к экзамену для промежуточной аттестации во 2 семестре

Экзамен проводится в форме бланкового или компьютерного тестирования, которое охватывает все изученные вопросы, составленные по соответствующим темам разделов изучаемой учебной дисциплины.

Промежуточная аттестация может производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Вопрос 1. Вставьте пропущенное слово (существительное в творительном падеже со строчной буквы):

Явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний при приближении частоты вынуждающей силы (или, в случае электрических колебаний, частоты вынуждающего переменного напряжения) к частоте, равной или близкой собственной частоте колебательной системы называется _____.

Вопрос 2. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это расстояние между ближайшими частицами, колеблющимися в одинаковой фазе.

Вопрос 3. Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже со строчной буквы):

Наиболее частым примером интерференции света, доказывающим волновую его природу, является появление _____ на тонкой поверхности мыльного пузыря или масла на воде.

Вопрос 4. Вставьте пропущенное слово (существительное в родительном падеже с заглавной буквы):

Дифракция _____ наблюдается в том случае, когда источник света и точка наблюдения бесконечно удалены от препятствия, вызывающего дифракцию.

Вопрос 5. Вставьте пропущенное словосочетание с заглавной буквы:

_____ – это энергия взаимодействия электрона с ядром.

Вопрос 6. Выберите один правильный ответ:

В колебательном RLC–контуре происходят затухающие колебания. При этом коэффициент затухания $\beta < \omega_0$ собственной частоты свободных колебаний системы. Чтобы разряд в контуре стал апериодичным ($\beta > \omega_0$), расстояние между пластинами конденсатора необходимо …

а) уменьшить, чтобы увеличить коэффициент затухания,

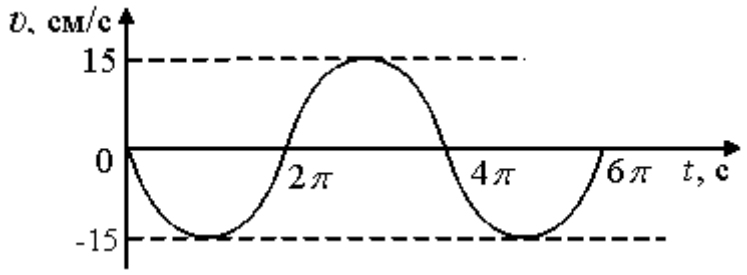
б) увеличить, чтобы увеличить коэффициент затухания,

в) уменьшить, чтобы уменьшить собственную частоту колебаний,

г) увеличить, чтобы уменьшить собственную частоту колебаний

Вопрос 7. Выберите один правильный ответ:

На рисунке представлен график зависимости скорости колеблющейся точки от времени. Уравнение колебаний имеет вид …



а) x = 30sin(0,5t),

б) $\mathrm{x} = 15\cos\left(\mathrm{t} + \frac{\pi}{2}\right)$,

в) $x = 15\sin\left(\frac{t}{2} + \frac{\pi}{2}\right)$,

г) x = 30cos(0,5t).

Вопрос 8. Выберите один правильный ответ:

В опыте Дэвиссона и Джермера исследовалась дифракция электронов, прошедших ускоряющее напряжение, на монокристалле никеля. Если ускоряющее напряжение уменьшить в 2 раза, то длина волны де Бройля электрона…

а) увеличится в 2 раза,

б) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз,

в) уменьшится в 2 раза,

г) увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

Вопрос 9. Выберите один правильный ответ:

Не основано на эффекте Доплера …

а) открытие того, что все далекие галактики удаляются от нашей Галактики,

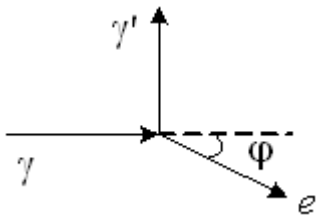
б) измерение скорости автомобиля с помощью милицейского радара,

в) выяснение жидкого состояния внешнего ядра Земли и твердого состояния внутреннего ядра,

г) изменение высоты тона локомотивного гудка при прохождении поезда мимо наблюдателя

Вопрос 10. Выберите один правильный ответ:

Эффект Комптона наблюдается на почти свободных электронах. На рисунке показаны направления падающего фотона (γ), рассеянного фотона (γ') и электрона отдачи (e). Угол рассеяния 90о, направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол φ = 30о. При рассеянии импульс фотона …



а) уменьшится в $\sqrt{3}$ раз,

б) уменьшится в 2 раза,

в) не изменится

г) увеличится в $\sqrt{3}$ раз.

Вопрос 11. Выберите один правильный ответ:

На диэлектрик под углом Брюстера падает луч естественного света. Для отраженного и преломленного луча справедливы утверждения, что _____.

а) оба луча не поляризованы

б) отраженный луч полностью поляризован

в) преломленный луч полностью поляризован

г) отраженный луч поляризован частично

Вопрос 12. Выберите один правильный ответ:

В данную точку пространства пришли две световые волны с одинаковым направлением колебаний вектора $\vec{E}$, периодами T_1 и T_2 и начальными фазами φ_1 и φ_2. Интерференция наблюдается в случае …

а) $T_1 = 2c;\ T_2 = 4c;\ \varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$

б) $T_1 = 2c;\ T_2 = 2c;\ \varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$

в) $T_1 = 2c;\ T_2 = 4c;\ \varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$

г) $T_1 = 2c;\ T_2 = 4c;\ \varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$

Вопрос 13. Установите соответствие между оптическим элементом и эффектом:

Оптический элемент	Эффект
1. Дифракционная решётка	а) разложение света в спектр
2. Поляризатор	б) выделение определённой поляризации
3. Интерферометр	в) точное измерение длин волн

Вопрос 14. Установите соответствие между типом колебаний и уравнением:

Тип колебания	Уравнение
1. Свободные	а) $x + \omega_0^2 x = 0$
2. Затухающие	б) $x + 2\beta x + \omega_0^2 x = 0$
3. Вынужденные	в) $x + \omega_0^2 x = f_0 \cos(\omega t)$

Вопрос 15. Установите соответствие между физическими постоянными и их значениями:

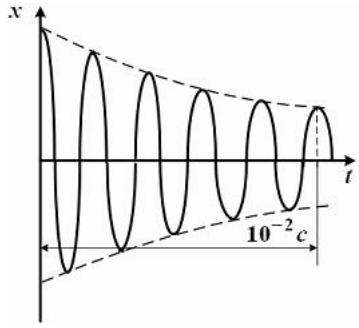
Постоянная	Значение
1. постоянная Планка	а) $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
2. заряд электрона	б) $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
3. скорость света	в) $3 \cdot 10^{8}$ м/с

Вопрос 16. Установите соответствие между видами волн и их примерами:

Вид волны	Уравнение
1. Механическая волна	а) свет
2. Электромагнитная волна	б) звук в воздухе
3. Продольная волна	в) радиоволна
4. Поперечная волна	г) волна в пружине

Вопрос 17. Выберите один или несколько правильных ответов:

Какие утверждения верны для стоячих волн?
а) узлы и пучности неподвижны
б) энергия не переносится
в) частота изменяется вдоль волны
г) амплитуда уменьшается с течением времени
Вопрос 18. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие явления подтверждают квантовую природу света?
а) фотоэффект
б) интерференция
в) дифракция
г) эффект Комптона
Вопрос 19. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие условия необходимы для интерференции?
а) когерентность волн
б) одинаковая поляризация
в) разные частоты
г) длина волны неизменна
Вопрос 20. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие утверждения верны для уравнения Шредингера?
а) применимо только к электронам
б) описывает вероятное поведение частиц
в) содержит волновую функцию ψ
г) все утверждения верны
Вопрос 21. Выберите один или несколько правильных ответов:
Какие параметры изменяются при эффекте Доплера?
а) частота
б) скорость распространения
в) длина волны
г) амплитуда
Вопрос 22. Вставьте пропущенное число:
График зависимости координаты x материальной точки от времени t для затухающих колебаний имеет вид, показанный на рисунке:



Циклическая частота затухающих колебаний равна _____.
Вопрос 23. Вставьте пропущенное число:

Волновое уравнение имеет вид $\frac{\partial^2\xi}{\partial x^2} - \frac{1}{400}\cdot\frac{\partial^2\xi}{\partial t^2} = 0$. Фазовая скорость волны равна _____ м/с.

Вопрос 24. Вставьте пропущенное число:

При облучении металлической пластинки светом, длина волны которого λ = 400 нм, максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов оказалась в 2 раза меньше работы выхода. Какова длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта?

Вопрос 25. Вставьте пропущенное число:

Постоянная Планка $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Заряд электрона $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Если работа выхода электронов из металла $A_{вых} = 3{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж, а фотокатод освещается светом с частотой $\nu = 2{,}0 \cdot 10^{15}$ Гц, то задерживающий потенциал, то есть напряжение между катодом и анодом, при котором фототок прекращается, будет при этих условиях равен ____ В.:

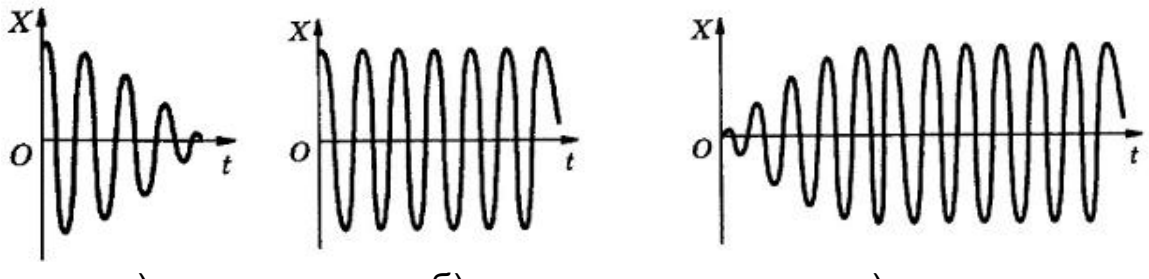
Вопрос 26. Вставьте пропущенное число:

Дифференциальное уравнение затухающих колебаний имеет вид $\frac{d^2x}{dt^2} + 8\frac{dx}{dt} + \frac{\pi^2}{4}x = 0$. Время релаксации равно …

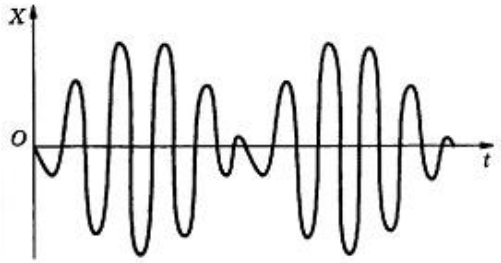
Вопрос 27. Перенести маркер с нужным графиком в пустое окно:

Колебание материальной точки, возникающее под действием внешней периодически изменяющейся силы, происходит по закону: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x + 2\beta\frac{dx}{dt} = f_0\cos(\omega t)$, где β – коэффициент затухания; □$_0$ и □ – циклические частоты, соответственно, собственных и вынужденных колебаний; f_0 – амплитуда вынуждающей силы, отнесенная к массе тела. Решение этого дифференциального уравнения в виде графической зависимости смещения x материальной точки от положения равновесия от времени имеет вид, показанный на рисунке:

Маркеры для перемещения:



а) б) в)



г)

Вопрос 28. В пустое окно впишите верное утверждение:

Если на пути монохроматического луча света поставить диафрагму с круглым отверстием, в котором укладывается 11 зон Френеля, то на экране будет наблюдаться …

Вопрос 29. В пустое окно впишите верное утверждение:

Внешний фотоэффект в металле вызывается монохроматическим излучением. При увеличении интенсивности этого излучения в 2 раза максимальная скорость фотоэлектронов, покидающих металл ...

Вопрос 30. Вставьте пропущенное число:

Уравнение плоской волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид $\xi = 0{,}01\sin 10^3(\mathrm{t} - \frac{\mathrm{x}}{500})$. Длина волны (в м) равна _____.