

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения текущей и промежуточной аттестации

по учебной дисциплине

**«ФИЗИКА»**

для направления подготовки 20.03.02.Природообустройство и водопользование

направленность программы: Экспертиза и управление земельными ресурсами

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Семестр Наименование дисциплины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ОК-7 Способностью к самоорганизации и самообразованию</b>										
Б1.Б1 Иностранный язык	+	+								
Б1. Б4 Русский язык и культура речи		+								
Б1.Б 7 Введение в профессиональную деятельность	+									
Б1.Б 9 Математика	+	+	+	+						
Б1.Б.10 Физика	+	+								
Б1.Б.11 Химия		+	+							
Б1.Б.23 Информационные технологии в природообустройстве и водопользовании					+	+				
Б.1 Б.24 Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли						+				
Б1. В.ОД.3 Профессиональный иностранный язык			+							
Б.1. В.ОД.9 Информатика	+									
<i>Этапы формирования компетенций</i>	5	5	3	1	1	2				
<b>ПК– 16 Способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b>										
Б1.Б.10 Математика	+	+	+	+						
Б1.Б 11 Физика	+	+								
Б1.Б.12 Химия		+	+							
Б1.Б.16 Гидрология, метрология и регулирование стока				+						
Б1.Б.17 Общая биология и экология	+	+								
Б1.Б.19 Метеорология и климатология			+							
Б1.В.ОД.4 Ланшафтоведение			+							
Б1.В.ОД.10 Физическая география		+								
<i>Этапы формирования компетенций</i>	3	5	4	2						

\* В качестве этапов формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определены семестры.

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

### 2.1 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования (промежуточная аттестация)

Компетенции	Показатели	Критерии в соответствии с уровнем освоения ОП			Оценочное средство
		пороговый (удовлетворительно) 55-69 баллов	стандартный (хорошо) 70-84 балла	эталонный (отлично) 85-100 баллов	
ОК-7	Знать	1. простейшие модели и основные понятия, используемые при изучении разных разделов физики; 2. единицы измерения физических величин в системе СИ. 3. основные сведения о строении и свойствах вещества	1. систему понятий, характеризующих основные физические явления (механические, термодинамические, электромагнитные и т.п.), свойства тел и свойства вещества; 2. факторы, влияющие на эти характеристики; 3. основные физические законы, их объяснение на основе соответствующих теорий, а также границы их применимости.	1. современные представления и теории о строении и свойствах вещества; 2. основные физические теории и границы их применимости, а также круг явлений и соответствующих им законов, которые могут быть объяснены на основе этих теорий; 3. типы физических взаимодействий и их проявления в мега-, макро- и микромире.	<i>Теоретические вопросы</i>

	Уметь	<p>1. излагать теоретический материал по заданному плану, в том числе на основе заполнения сравнительных таблиц по заданной форме;</p> <p>2. работать по заданному алгоритму при решении физических задач.</p>	<p>1. составлять математическую модель задачной ситуации (т.е. выбирать нужные законы и согласовывать их с условиями задачи);</p> <p>2. строить связный рассказ об изучаемом явлении с использованием необходимых доказательств и выводов; систематизировать информацию в форме сравнительных таблиц.</p>	<p>1. систематизировать информацию по изучаемому разделу курса в виде сводной таблицы или структурно-логической схемы;</p> <p>2. строить связный рассказ при обзоре этой информации;</p> <p>3. анализировать изменение параметров, характеризующих рассматриваемое явление, при изменении условий его протекания; иллюстрировать результаты этого анализа, используя графическую форму представления информации (и наоборот: читать информацию при сравнении графиков, относящихся к разным условиям).</p>	<i>Задача, теоретические вопросы</i>
	Владеть	<p>1. навыками приближенных вычислений, округления результатов, представления чисел в стандартной форме и перевода единиц измерения;</p> <p>2. навыками решения систем уравнений;</p> <p>3. навыками дифференцирования и интегрирования простых функций;</p> <p>4. навыками построения графиков по заданному характеру зависимости между величинами (качественно и по точкам);</p>	<p>1. навыками приближенных вычислений, округления результатов, представления чисел в стандартной форме и перевода единиц измерения;</p> <p>2. навыками самоконтроля при оценке правдоподобности результатов, полученных в ходе вычислений и при выполнении лабораторных работ</p>	<p>1. вычислительными навыками, в том числе при громоздких (табличных) вычислениях и при построении графиков с использованием стандартных компьютерных программ;</p> <p>2. навыками обработки экспериментальных результатов;</p> <p>3. навыками исследования функциональных зависимостей с использованием методов дифференциального и интегрального исчисления;</p>	<i>Отчет по лаб. работе, задания</i>

ПК-16	Знать	<p>1. основные разделы физики и сущность основных физических явлений, изучаемых в каждом разделе; примеры их проявлений в природе и технике.</p> <p>2. законы для основных физических явлений по разным разделам физики в словесной и аналитической формулировке.</p>	<p>1. примеры использования физических явлений и законов в современных технических устройствах и технологических процесса;</p> <p>2. находить дополнительную информацию, составлять план и текст сообщения по вопросам, связанным, но несколько выходящим за рамки учебной программы;</p> <p>3. классификацию веществ по механическим, электрическим, магнитным и др. свойствам.</p>	<p>1. основные направления практического применения изучаемых теорий и законов;</p> <p>2. методы теоретических и экспериментальных исследований и анализа физических явлений в контексте их связи с задачами профессиональной деятельности;</p> <p>3. методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при изучении разнообразных явлений.</p>	<i>Теоретические вопросы</i>
	Уметь	<p>1. излагать теоретический материал по заданному плану, в том числе на основе заполнения сравнительных таблиц по заданной форме;</p> <p>2. иллюстрировать зависимости между величинами в используемых законах с помощью графиков и читать информацию по графикам;</p>	<p>1. находить, систематизировать необходимую информацию по изучаемым вопросам, работать с учебно-справочной литературой. вопросам, работать с учебно-справочной литературой.</p> <p>2. анализировать зависимости между величинами в законах, заданных в аналитической или графической форме с использованием математических методов исследования функций;</p> <p>3. строить обоснованные выводы на основе проведенного анализа;</p>	<p>1. находить, систематизировать и анализировать новую информацию, относящуюся к научной, технической или технологической проблеме, связанной с каким-либо физическим явлением, подготовить реферат или доклад по выбранной теме;</p> <p>2. обосновывать выбор метода решения задачи, строить математическую модель задачной ситуации, анализировать полученное решение и оценивать его правдоподобность;</p> <p>3. обосновывать выбор метода решения задачи, строить математическую модель задачной ситуации, анализировать полученное решение и оценивать его правдоподобность..</p>	<i>Задача, теоретические вопросы</i>

	Владеть	1. навыками работы с векторными величинами (проектирование вектора на ось, сложение, вычитание векторов, скалярное и векторное произведение векторов) и с тригонометрическими функциями; 2. навыками обработки экспериментальных результатов	1. навыками самоконтроля при оценке правдоподобности результатов, полученных в ходе вычислений и при выполнении лабораторных работ; 2. навыками использования геометрического и физического смысла производной и интеграла при записи закона по его словесной формулировке, а также при анализе и сравнении информации, представленной в графической форме;	1. умениями систематизировать, анализировать и обрабатывать информацию по изучаемым вопросам с применением информационных технологий; 2. навыками самооценки изучаемых вопросов и способностью к формулировке в понимании вопросов, по которым требуется консультация преподавателя	Отчет по лаб. работе, задания
--	---------	---	--	--	-------------------------------

## 2.2. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучаемых и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением семинаров, оцениванием контрольных заданий, проверкой конспектов лекций, выполнением индивидуальных и творческих заданий, периодическим опросом обучающихся на занятиях. Контролируемые разделы (темы) дисциплины, компетенции и оценочные средства представлены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства**
1	Кинематика	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
2	Динамика	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
3	Законы сохранения	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
4	Основы релятивистской механики	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа.
5	Термодинамика	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа

6	Электромагнитное поле в вакууме. Движение заряженных частиц.	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
7	Электромагнитное поле в веществе. Уравнения Максвелла.	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
8	Гармонические колебания. Переменный ток.	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
9	Волновые процессы	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
10	Корпускулярно-волновой дуализм	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа
11	Элементы квантовой механики и ядерной физики	ОК-7; ПК-16	1. Домашняя контрольная работа. 2. Лабораторная работа

### **Критерии и шкала оценивания домашней контрольной работы**

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	1) студент <u>выделил теоретические основы</u> для решения задачи, то есть назвал и записал в общем виде используемые законы и определения с расшифровкой всех буквенных обозначений словами и, где возможно, с использованием графиков или рисунков; 2) студент <u>обосновал</u> каждый последующий шаг применения сформулированных законов к условиям своей задачи; 3) студент <u>выполнил все задания</u> контрольной работы <u>правильно</u> или внес необходимые исправления по замечаниям преподавателя после первой проверки.
«не зачтено»	При выполнении индивидуальной домашней контрольной работы студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при ответе на поставленные вопросы в рамках усвоенного учебного материала. Допущено множество неточностей.

### **Критерии оценивания лабораторных работ**

<i>Оценка</i>	<i>Критерий оценки</i>
«зачтено»	1) студент выполнил экспериментальную часть работы; 2) студент представил отчёт по проделанной работе; 3) содержание отчёта соответствует правилам обработки экспериментальных результатов, студент в состоянии сформулировать эти правила (по дополнительным вопросам преподавателя); 4) Студент защитил теоретическую часть работы в устной беседе с преподавателем по вопросам, содержащимся в методических указаниях к каждой работе
«не зачтено»	Студент не выполнил один из пунктов, приведенных выше.

### **2.3. Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации**

1. Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Критерии оценивания</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>
<i>«зачтено»</i>	<i>Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил домашние контрольные работы, выполнил все лабораторные работы. Ответил на все дополнительные вопросы</i>	<i>Эталонный</i>
	<i>Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил домашние контрольные и лабораторные работы. Ответил на большинство дополнительных вопросов</i>	<i>Стандартный</i>
	<i>Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил домашние контрольные и лабораторные работы. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы</i>	<i>Пороговый</i>
<i>«не зачтено»</i>	<i>Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении домашних контрольных и лабораторных работ продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов</i>	<i>Компетенции не сформированы</i>

2. Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется четырехбалльная шкала: «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Критерии</i>	<i>Уровень освоения компетенций</i>
<i>Отлично</i>	<i>наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы</i>	<i>Эталонный</i>
<i>Хорошо</i>	<i>наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала</i>	<i>Стандартный</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемы-</i>	<i>Пороговый</i>

	ми после дополни- тельных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	
Не-удовлетвори- тельно	наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.	Компетенции не сформирова- ны

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### 3.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Образцы заданий для домашних контрольных работ

## ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 МЕХАНИКА

Вариант № 0

### Задача 1

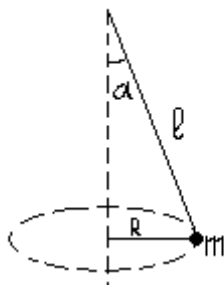
Колесо радиусом  $R$  вращается согласно уравнению (см. табл.). Для точек, лежащих на ободе, найти через время  $t_1$  после начала движения характеристики, указанные в таблице,  $\alpha$  - угол, составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса.

Построить графики:  $\varphi(t)$ ;  $\omega(t)$ ;  $\varepsilon(t)$ .

№ варианта	Закон движения	$R$ , (м)	$S$ , (м)	$t_1$ , (с)	$t_2$ , (с)	$\alpha$ , (град)	$V$ , (м/с)	$a_\tau$ , (м/с <sup>2</sup> )	$a_n$ , (м/с <sup>2</sup> )	$a$ , (м/с <sup>2</sup> )	$\omega$ , (рад/с)	$\varepsilon$ , (рад/с)
1	$\varphi = 6t - 2t^3$	0,1	?	?	-	?	?	?	?	?	При $t=t_1$ 0	?

### Задача 2

Гирька массой  $m$  привязана к нити длиной  $l$  и описывает в горизонтальной плоскости окружность. Частота вращения гирьки  $n$ .  $T$  – сила натяжения нити. Найти параметры установки, указанные в таблице.  $\omega$  – угловая скорость.  $v$  – линейная скорость гирьки. Принять  $\pi^2 \approx 10$  и  $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ .



№ варианта	$m$ (кг)	$l$ (м)	$n$ (об/с)	$T$ (Н)	$\omega$ (рад/с)	$v$ (м/с)	$R$ (м)	$\alpha$ (град)

1	0,05	0,25	2	?	?	-	-	-
---	------	------	---	---	---	---	---	---

### Задачи 3 и 4

Снаряд массой  $m_1$ , летящий вдоль железнодорожного пути под углом  $\alpha$  к горизонту со скоростью  $v_1$ , попадает на платформу, масса которой  $m_2$ . Какую скорость  $u_2$  получит платформа после столкновения со снарядом, если до столкновения скорость платформы была  $v_2$ . Какой путь  $S$  пройдет платформа до остановки, если коэффициент трения между платформой и рельсами  $\mu$ .

Решить задачу для

- абсолютно неупругого удара;
- абсолютно упругого удара (при этом считать  $|v_1|=|u_1|$ ).

№ вар.	$m_1$ (кг)	$m_2$ (кг)	$v_1$ (м/с)	$v_2$ (м/с)	$\alpha$ (град)	$u_2$ (м/с)	$S$ (м)	$\mu$
	100	$5 \cdot 10^3$	500	10 (в полож. напр. оси)	$37^\circ$	?	?	0,2

### Задача 5

Определить кинетическую энергию электрона, если полная энергия движущегося электрона втрое больше его энергии покоя. Ответ выразите в электрон-вольтах.

## ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2 ТЕРМОДИНАМИКА

### Вариант 0

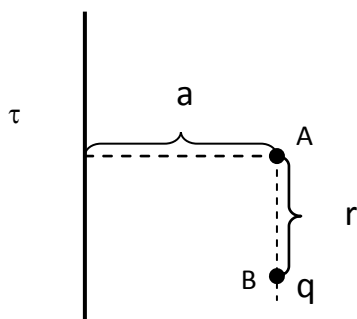
- Два сосуда, имеющие объем  $V_1 = 3$  л и  $V_2 = 5$  л соответственно, наполнены воздухом под давлением  $p_1 = 0,8$  МПа и  $p_2 = 0,6$  МПа. Сосуды соединены трубкой, объемом которой можно пренебречь по сравнению с объемами сосудов. Найти установившееся давление в сосудах, если температура воздуха в них была одинакова и после установления равновесия не изменилась.
- Определить показатель адиабаты  $\gamma$  идеального газа, который при температуре  $T = 350$  К и давлении  $p = 0,4$  МПа занимает объем  $V = 300$  л и имеет теплоемкость  $C_v = 857$  Дж/К.
- При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от  $p_1 = 50$  кПа до  $p_2 = 0,5$  МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $p_3$  газа в конце процесса.
- Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, коэффициент полезного действия которого  $\eta = 0,36$ , если работа изотермического расширения  $A_1 = 8,8$  Дж.

## ДОМАШНЯЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

### ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ И МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

#### Вариант № 0

#### Задача 1



Электрическое поле создано бесконечной прямой нитью, равномерно заряженной с линейной плотностью заряда  $\tau$ , и точечным зарядом  $q$ , расположенным в точке В (см. рис.). Определить напряженность поля в точке А.

Вариант	$\tau \cdot 10^{-6}$ Кл/м	$Q \cdot 10^{-7}$ Кл	а см	г см
	+2	-60	4	30

### Задача 2

По трем длинным параллельным проводам, находящимся на одинаковых расстояниях  $d$  друг от друга текут токи  $I_1, I_2, I_3$ . Индукция магнитного поля, создаваемого токами  $I_1$  и  $I_2$  в том месте, где расположен третий проводник, равна  $B$ . Определить силу, действующую на каждый метр длины третьего проводника, и величины, отмеченные в таблице вариантов знаком «?».

Вариант	$I_1$ (А)	$I_2$ (А)	Направления токов $I_1$ и $I_2$	$d$ (м)	$I_3$ (А)	$B$ ( $10^{-4}$ Тл)	$F$ (Н)
2	200	300	противоположны	0,4	200	?	?

### Задача 3

Электрон влетает в плоский вакуумный горизонтальный конденсатор параллельно пластинам со скоростью  $V_0$ . Разность потенциалов между пластинами  $U$ , длина пластин  $l$ , расстояние между ними  $d$ . При вылете из конденсатора направление скорости электрона составляет угол  $\alpha$  с первоначальным направлением, числовое значение скорости  $V$ , тангенциальное ускорение  $a_\tau$ , нормальное ускорение  $a_n$ , полное ускорение  $a$ , отклонение по вертикали  $h$ , время движения в поле конденсатора  $\tau$ . Определить величины, отмеченные в таблице вариантов знаком «?». Силой тяжести пренебречь.

Вариант	$l$ (см)	$d$ (см)	$U$ (В)	$V_0$ ( $10^6 \frac{м}{с}$ )	$\tau$ ( $10^{-8} с$ )	$h$ (см)	$V$ ( $10^6 \frac{м}{с}$ )	$\alpha$ (град)	$a$ ( $10^{14} \frac{м}{с^2}$ )	$a_\tau$ ( $10^{14} \frac{м}{с^2}$ )	$a_n$ ( $10^{14} \frac{м}{с^2}$ )
2	5	2,5	50	?	0,5	?	?	?	?	?	?

4. Плоский воздушный конденсатор зарядили и **отключили** от источника. После этого между обкладками ввели парафиновую пластинку ( $\epsilon = 2$ ).

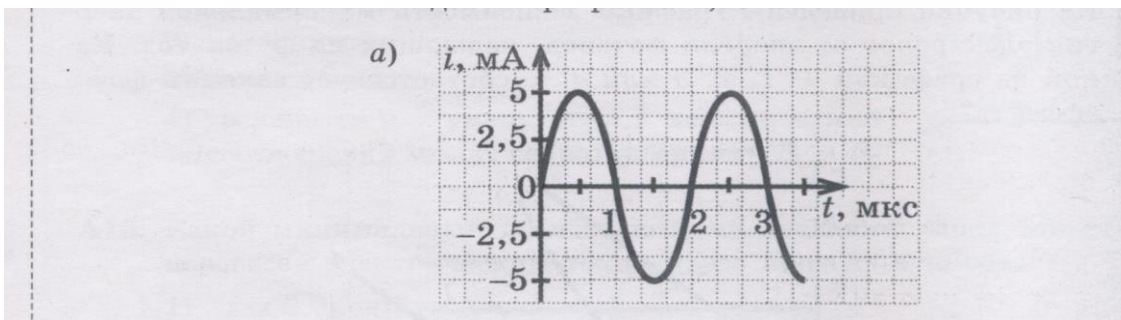
Как и во сколько раз при этом изменились

- ёмкость конденсатора,
- напряженность электрического поля внутри конденсатора,
- заряд на обкладках конденсатора,
- разность потенциалов,
- энергия электрического поля в конденсаторе?

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4 КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

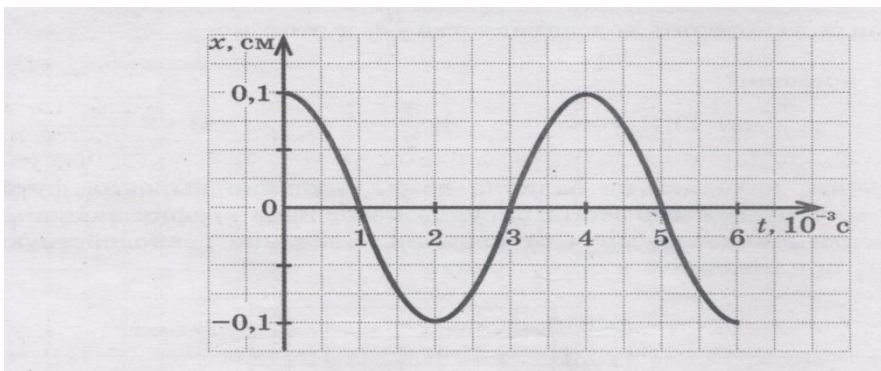
### Вариант № 0

**№1.** На рисунке изображен график изменения силы тока в колебательном контуре с течением времени. Определите амплитудное значение силы тока и частоту колебаний. Запишите уравнение колебаний силы тока с течением времени.



**№2.** Материальная точка массой **10 г** совершает колебания согласно уравнению:  
 $X = 5 \sin(\pi t / 5 + \pi / 4)$  см. Записать законы изменения скорости и ускорения точки с течением времени. Найти максимальную силу, действующую на точку

**№3.** На рисунке изображен график смещения упругого маятника с течением времени. Изобразите графики зависимости потенциальной энергии и кинетической энергии маятника от времени.



**№4.** Используя рисунок задания 1, определите, чему будет равен период колебаний в контуре, если ёмкость конденсатора уменьшится в три раза.

**№5.** В электрическую цепь переменного тока с частотой 50 Гц включены последовательно резистор с сопротивлением 16,8 Ом и идеальная катушка индуктивности. Полное сопротивление цепи оказалось равным 21 Ом. Определить индуктивность катушки и сдвиг фаз между током и напряжением.

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №5. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

*вариант №0*

1) Используя условие образования максимумов при интерференции волн, получите формулу для оценки расстояния между соседними максимумами в интерференционной картине. Какие изменения в интерференционной картине будут происходить при приближении экрана к источникам волн? Сформулируйте геометрические условия наблюдения интерференции света невооруженным глазом.

2) Запишите уравнение бегущей плоской монохроматической волны. Сравните фазы колебаний соседних точек в бегущей волне. Изобразите графики колебаний для двух близких точек на одном рисунке

- 3) Как определить количество максимумов, уместяющихся на экране при дифракции света на решетке? Как изменяется количество этих максимумов при уменьшении длины волны падающего на решетку света?
- 4) Чем отличается поляризованная волна от неполяризованной? Что такое «угол Брюстера»?
- 5) При каких условиях интенсивность света на входе и на выходе из поляризатора может оказаться одинаковой?

## КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №6. КВАНТОВАЯ ОПТИКА. КОРПУСКУЛЯРНО - ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

*вариант № 0*

- 1) Чем отличается красный свет от зеленого с точки зрения
  - а) волновой модели света,
  - б) корпускулярной модели света?

Чем определяется интенсивность (яркость) света в этих моделях?

- 2) Если энергия фотонов, попадающих на вольфрамовую пластинку, равна 6 эВ, то максимальная кинетическая энергия вырываемых ими электронов равна 1,5 эВ. Какова минимальная энергия и масса фотонов, при которой еще возможен фотоэффект?

- 3) Какую информацию об электроны в атоме водорода дает главное квантовое число? Какие значения оно может принимать? Что вы можете сказать об энергии и пространственной структуре атома водорода при значении  $n = 1$ ?

- 4) Найдите отношение минимальной энергии фотона в серии Бальмера к максимальной энергии фотона в серии Пашена. (серия Бальмера возникает при переходе электрона в состояние с главным квантовым числом равным 2 с более высоких энергетических уровней; серия Пашена - при переходе электрона в состояние с главным квантовым числом равным 3 с более высоких энергетических уровней)

5) *В чем сущность явления радиоактивности атомных ядер. Сформулируйте определение понятия «период полураспада». Изобразите графически закон радиоактивного распада и отметьте на графике время, соответствующее периоду полураспада.*

Ядро актиния  ${}_{89}\text{Ac}^{225}$  испытывает  $\alpha$ -распад. Запишите соответствующую ядерную реакцию. Период полураспада составляет 10 суток. Через сколько суток распадется  $\frac{3}{4}$  из начального количества ядер? Проиллюстрируйте свой ответ на графике закона радиоактивного распада

- б) Каков критерий классификации веществ по электрическим свойствам с точки зрения зонной теории проводимости? Что такое «зона» в этой теории?

### СТРУКТУРА ОТЧЕТА К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ФИЗИКЕ

(Образец)

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 120*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ СТОКСА**

**Схема установки:**

**Рабочая формула:**

### Таблица измерений

Радиус шарика  $R =$  \_\_\_\_\_

Путь, пройденный шариком  $L =$  \_\_\_\_\_

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время $t$										

Среднее время : \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_

**Расчет искомой величины** (до 3-х значащих цифр):

**Формула и расчет случайной погрешности времени** (до 2-х значащих цифр):

**Формула и расчет полной погрешности времени** (до 2-х значащих цифр):

#### Погрешности прямых измерений

Величина	Приборная погрешность	Случайная погрешность	Полная погрешность	Полная относительная
Радиус шарика $R$				
Путь ,пройденный шариком $L$				
Время $t$				

#### Погрешности косвенных измерений

**Вывод формулы для расчета погрешности косвенных измерений**

**Расчет погрешности косвенных измерений для коэффициента вязкости**

( до 2-х значащих цифр)

**Окончательные результаты**( в стандартной форме, округленные по правилам)

**Оценка правдоподобности результатов эксперимента:**

Оценка отчета

подпись преподавателя \_\_\_\_\_

#### *Лабораторная работа № 120. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса*

*Вопросы для защиты теории по лабораторной работе*

1. Дать определения следующим понятиям: коэффициент вязкости, градиент скорости.
2. Изобразить на рисунке все силы, действующие на шарик, падающий в жидкости, записать законы для каждой из сил и пояснить словами все буквенные обозначения.
3. Записать второй закон Ньютона для движения шарика в векторной форме и в проекции на вертикальную ось.

4. Проанализировать записанный закон и изобразить примерные графики зависимости ускорения и скорости шарика от времени.
  5. Указать на графиках интервал времени, в котором должны проводиться измерения (обосновать выбор этого интервала)
  6. Записать второй закон Ньютона в проекции на вертикальную ось для выбранного интервала времени.
  7. Вывести рабочую формулу для определения коэффициента вязкости.
- Дополнительные вопросы:
8. Проанализировать изменение скорости установившегося падения шарика в вязкой жидкости при изменении его радиуса.
  9. Описать падение шарика в жидкости, если его начальная скорость больше, чем скорость установившегося равномерного движения.

### ***3.2. Оценочные средства промежуточной аттестации***

#### ***Перечень теоретических вопросов (для оценки знаний):***

##### *Вопросы к зачету*

1. Механическое движение тела. Виды механического движения
2. Перемещение линейное и угловое. Длина пути.
3. Средняя путевая скорость. Средняя угловая скорость.
4. Среднее линейное и угловое ускорение.
5. Мгновенные угловая и линейная скорости.
6. Связь тангенциального и нормального ускорений с полным линейным ускорением
7. Связь тангенциального и нормального ускорений с угловым ускорением и угловой скоростью
8. Кинематический закон скорости в общем виде для поступательного и вращательного движений
9. Кинематический закон скорости для частных случаев равномерного и равнопеременного движений
10. Кинематический закон пути (или координаты) для поступательного и вращательного движений в общем виде
11. Кинематический закон пути (или координаты) для частных случаев равномерного и равнопеременного движений
12. Масса и момент инерции тела
13. Импульс и момент импульса тела
14. Кинетическая энергия движения тела (для поступательного и вращательного движений)
15. Сила и момент силы
16. Импульс силы и импульс момента силы
17. Работа силы и работа момента силы
18. Потенциальная энергия взаимодействия тел: а) в поле силы тяжести Земли; б) для гравитационного взаимодействия в общем случае; в) для упругого взаимодействия
19. Основной закон динамики (Второй закон Ньютона) для поступательного и вращательного движений.
20. Теоремы об изменении импульса и момента импульса тела
21. Теоремы об изменении кинетической энергии тела при поступательном и вращательном движениях
22. Закон Всемирного тяготения
23. Закон Гука
24. Закон Кулона-Амонтона (для сухого трения)
25. Закон Стокса (для вязкого трения)
26. Закон сохранения суммарного импульса системы взаимодействующих тел

27. Закон сохранения суммарного момента импульса системы взаимодействующих тел.
28. Закон сохранения полной механической энергии в системе взаимодействующих тел
29. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы.
30. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
31. Работа газа при изменении его объема.
32. Теплоемкость идеального газа. Первое начало термодинамики.
33. Применение первого начала термодинамики к изохорному процессу.
34. Применение первого начала термодинамики к изобарному процессу.
35. Применение первого начала термодинамики к изотермическому процессу.
36. Применение первого начала термодинамики к адиабатному процессу.
37. Второе начало термодинамики. Цикл Карно.
38. Напряженность и потенциал электростатического поля.
39. Связь между напряженностью и разностью потенциалов в общем виде и для частного случая однородного поля
40. Графическое изображение (силовые линии и эквипотенциальные поверхности) и свойства электростатического поля
41. Формулы для вычисления напряженности и потенциала для частных случаев (поле, созданное точечным зарядом, равномерно заряженной нитью и равномерно заряженной плоскостью)
42. Работа при перемещении заряда в электростатическом поле (два варианта: через напряженность и через разность потенциалов)
43. Применение принципа суперпозиции для расчета характеристик электростатического поля.
44. Индукция магнитного поля
45. Графическое изображение и свойства магнитного поля
46. Вычисление индукции магнитного поля, созданного бесконечно малым элементом тока (закон Био-Савара-Лапласа)
47. Формулы для вычисления индукции для частных случаев (поле, созданное током, текущим по прямому проводнику, по кольцевому проводнику, по длинному соленоиду)
48. Работа при перемещении проводника с током в магнитном поле
49. Применение принципа суперпозиции для расчета характеристик магнитного поля.
50. Сила, действующая на заряженную частицу со стороны электрического поля.
52. Особенности движения заряженной частицы в продольном и поперечном электрическом поле
53. Сила, действующая на проводник с током со стороны магнитного поля (сила Ампера)
54. Сила, действующая на заряженную частицу со стороны магнитного поля (сила Лоренца)
55. Особенности движения заряженной частицы в продольном и поперечном магнитном поле
56. Явление электромагнитной индукции (сущность явления и закон)
57. Явление самоиндукции (сущность явления и закон)
58. Явление магнитоэлектрической индукции (гипотеза Максвелла)
59. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме
60. Классификация диэлектриков.
61. Влияние диэлектриков на характеристики электрического поля.
62. Свойства сегнетоэлектриков. Пьезоэффект
63. Проводники в электрическом поле.
64. Электроемкость. Влияние диэлектриков на электроёмкость конденсаторов.
65. Классификация магнетиков
66. Влияние магнетиков на характеристики магнитного поля.
67. Ферромагнетики.

68. Энергия электрического и магнитных полей.
69. Стационарное электрическое поле в проводнике. Сила тока. Э.Д.С. Типы источников тока.
70. Закон Ома для однородного, для неоднородного участков цепи и для замкнутой цепи.
71. Соединения проводников. Правила Кирхгофа.
72. Закон Джоуля-Ленца. Мощность электрического тока.

#### Вопросы к экзамену

1. Основные характеристики гармонических колебаний
2. Простейшие колебательные системы.
3. Дифференциальные уравнения колебаний
4. Механические колебания
5. Затухающие колебания
6. Переменный ток как вынужденные колебания.
5. Сложение колебаний методом векторных диаграмм
5. Фазовые соотношения в цепях переменного тока
6. Мощность в цепи переменного тока.
7. Автоколебания.
8. Уравнение волны. Графики  $X(t)$  и  $X(r)$ . Физический смысл параметра « $X$ » для механических, звуковых и световых волн .
9. Характеристики волн и связь между ними.
10. Классификация волн. Шкалы звуковых и электромагнитных волн и области применения волн разных диапазонов частот
11. Явления отражения и преломления волн, их объяснение на основе принципа Гюйгенса. Законы отражения и преломления . Физический смысл показателя преломления.
12. Явление интерференции волн. Условия образования максимумов и минимумов в интерференционной картине.
- 13 Явление интерференции волн. Условие наблюдения устойчивой интерференционной картины. Когерентные волны, способы получения когерентных волн в оптике
- 14 Явление дифракции волн. Объяснение основных эффектов, возникающих при дифракции, на основе принципа Гюйгенса – Френеля.
- 15 Явление дифракции волн. Дифракционная решетка. Условия образования максимумов в дифракционной картине от решетки.
- 16 Явление поляризации волн. Естественный и поляризованный свет. Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера.
- 17 Явление поляризации волн. Первый и второй законы Малюса.
18. Корпускулярно-волновой дуализм света. Явления, подтверждающие наличие у света волновых свойств и корпускулярных свойств. Связь между волновыми и корпускулярными характеристиками света.
19. Явление теплового излучения. Основные энергетические характеристики излучения (световой поток , интегральная энергетическая светимость, лучеиспускательная способность (или спектральная плотность энергетической светимости), лучепоглощательная способность). Абсолютно черное тело. Распределение энергии по длинам волн в спектре излучения абсолютно черного тела.
20. Явление теплового излучения. Законы излучения абсолютно черного тела. Их графическая иллюстрация.
21. Явление теплового излучения. Трудности волновой теории при объяснении экспериментальных законов излучения (Ультрафиолетовая катастрофа) Гипотеза Планка.
22. Явление внешнего фотоэффекта. Вольт-амперная характеристика фотоэффекта, определение на её основе количества выбитых электронов и их кинетической энергии

23. Явление внешнего фотоэффекта. Экспериментальные закономерности явления (законы Столетова) и трудности их объяснения на основе волновой теории света.
24. Явление внешнего фотоэффекта. Гипотеза и уравнение Эйнштейна для этого явления
25. Явление внешнего фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта и её вычисление на основе уравнения Эйнштейна.
26. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц вещества. Явления, подтверждающие наличие у микрочастиц вещества волновых свойств и корпускулярных свойств.
27. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц вещества. Волновая функция, её физический смысл и свойства. Длина волны де-Бройля.
28. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц вещества. Границы применимости классической механики. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
29. Что изучает квантовая механика? Основное уравнение квантовой механики ( Уравнение Шредингера для одномерной стационарной задачи) Основные отличия движения микрочастиц от движения макротел, вытекающие из решения уравнения Шредингера.
30. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Основные положения квантовой теории строения атома. Квантовые числа, условия квантования основных характеристик электрона в атоме водорода.
31. Квантование энергии электронов в атоме. Излучение и поглощение электромагнитной энергии атомами вещества. Постулаты Бора.
32. Особенности и расчет спектра излучения водорода на основе условия квантования энергии электронов и постулатов Бора
33. Условие квантования электронных «орбит». Принцип Паули. Пространственная структура многоэлектронных атомов. Валентность атомов и периодический закон Менделеева с точки зрения квантовой механики
34. Принцип Паули. Зонная теория проводимости кристаллических тел. Классификация веществ по электрическим свойствам на основе зонной теории
35. Полупроводники. Влияние температуры на проводимость полупроводников и металлов
36. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p-n перехода.
37. Состав и строение атомных ядер. Изотопы . Ядерные силы.
38. Явление и закон радиоактивного распада ядер. Период полураспада . Виды и схемы радиоактивного распада.
39. Энергия связи атомных ядер. Выделение и использование ядерной энергии.
40. Классификация элементарных частиц. Законы сохранения в микромире.

### ***Перечень типовых заданий (для оценки умений):***

#### *Задания для зачета*

1. Задачи по механике могут быть связаны с описанием поступательного и вращательного движений одного тела либо системы взаимодействующих тел. При этом используются идеализированные модели объектов: материальная точка, абсолютно твердое тело, замкнутая система, консервативная система.

*Сформулируйте определения этих понятий.*

*Почему при описании вращательного движения нельзя представлять тело как материальную точку?*

2. Характеристики поступательного и вращательного движений для любой точки тела взаимосвязаны. Изобразите на рисунке тело произвольной формы, укажите положение оси вращения и выделите две точки, находящиеся на разном расстоянии от оси вращения.

*Укажите на рисунке направления векторов угловой скорости и линейной скорости каждой точки.*

*Запишите формулу, связывающую модули этих скоростей.*

*Сравните угловые и линейные скорости для выделенных точек.*

*Запишите формулы связи для других кинематических характеристик поступательного и вращательного движений.*

3. Ускорение – величина, характеризующая быстроту изменения скорости. При криволинейном поступательном движении полное ускорение принято делить на две составляющие:  $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$ .

*Какую информацию об изменении скорости даёт тангенциальное ускорение ( $a_\tau$ )?*

*Какую информацию об изменении скорости даёт нормальное ускорение ( $a_n$ )?*

*Что вы можете сказать об особенностях движения, если известно*

*а)  $a_\tau = 0, a_n = 0$ ;*

*б)  $a_\tau = 0, a_n \neq 0$ ;*

*в)  $a_\tau \neq 0, a_n = 0$ ?*

4. Тело движется по дуге окружности. Изобразите на рисунке направления векторов  $\vec{a}$ ,  $\vec{a}_\tau$ ,  $\vec{a}_n$  так, чтобы выполнялось равенство, указанное в третьем задании.

*Почему для модулей этих векторов не справедливо равенство:*

$a = a_\tau + a_n$ ?

*Запишите правильную связь между модулями этих векторов.*

5. По условию задачи известно, что модуль тангенциального ускорения убывает по линейному закону.

*При каком условии движение тела будет ускоренным, а при каком – замедленным?*

*Изобразите на рисунке направления векторов скорости и тангенциального ускорения для указанных вариантов движения.*

*Изобразите примерные графики изменения с течением времени проекций этих векторов на касательную к траектории движения.*

6. По определению модуль скорости находится как первая производная от пути по времени.

*С помощью какой математической операции можно решить обратную задачу: по известному закону изменения скорости с течением времени найти положение тела на траектории в произвольный момент времени?*

*Запишите кинематический закон пути в общем виде и для частных случаев равномерного и равнопеременного движений.*

7. По определению модуль тангенциального ускорения находится как первая производная от модуля скорости по времени.

*С помощью какой математической операции можно решить обратную задачу: найти скорость тела в произвольный момент времени?*

*Запишите кинематический закон скорости в общем виде.*

*Что должно быть известно по условию задачи, чтобы этим законом можно было воспользоваться для нахождения скорости в произвольный момент времени?*

*Запишите кинематический закон скорости для частных случаев равномерного и равнопеременного движений.*

8. На тело, которое можно принять за материальную точку, действуют одновременно две силы  $F_1$  и  $F_2$  ( $F_1 > F_2$ ). Изобразите на рисунке возможные варианты взаимного расположения векторов этих сил.

*Укажите для каждого из вариантов направление равнодействующей этих сил*

$$\vec{F}_{\text{равн.}} = \sum \vec{F}_i.$$

*В каком случае модуль равнодействующей принимает минимальное значение? Чему равно это значение?*

*В каком случае модуль равнодействующей принимает максимальное значение? Чему равно это значение?*

9. На тело, которое можно принять за материальную точку, действуют одновременно три силы, не совпадающие по направлению. Изобразите эту ситуацию на рисунке.

*Используя основной закон динамики (Второй закон Ньютона), определите направление полного ускорения тела.*

*Достаточно ли информации о действующих силах, чтобы определить направление скорости тела в произвольной точке траектории?*

*Сделайте ещё один рисунок, оставив только найденное направление вектора полного ускорения. Добавьте произвольно выбранный отрезок криволинейной траектории движения тела и укажите на рисунке направление скорости движения тела, если известно, что движение было замедленным.*

10. Основной закон динамики (Второй закон Ньютона) в словесной формулировке звучит одинаково для поступательного и вращательного движений: ускорение, приобретаемое телом, прямо пропорционально интенсивности внешних воздействий и обратно пропорционально собственным инертным свойствам тела. Но аналитически этот закон записывается по-разному.

*Почему для характеристики внешних воздействий на тело при вращательном движении используется не сила, как в поступательном движении, а новая величина, называемая моментом силы?*

*Какие факторы влияют на модуль момента силы? Запишите формулу для вычисления модуля момента силы и поясните с помощью рисунка все буквенные обозначения.*

11. Почему для характеристики инертных свойств тела при вращательном движении используется не масса, как в поступательном движении, а новая величина, называемая моментом инерции?

*От чего зависит момент инерции тела? Запишите формулы, определяющие моменты инерции тел разной формы относительно оси вращения, проходящей через центр масс.*

*Какая теорема позволяет находить момент инерции тела относительно произвольной оси, если известен момент инерции этого тела относительно оси, параллельной данной, но проходящей через центр масс? Сформулируйте эту теорему словесно и запишите аналитически.*

12. Если тело движется под действием некоторой силы, совершается работа, в результате чего может изменяться положение тела на траектории и его скорость.

*Запишите формулы, связывающие*

*– работу с действующей силой и расстоянием, пройденным телом под действием этой силы (поясните на рисунке буквенные обозначения),*

*– работу силы с изменением скорости тела (с изменением его кинетической энергии).*

*Запишите аналогичные формулы для работы момента силы, действующего на тело при вращательном движении.*

13. Все силы делятся на две группы: потенциальные (консервативные) силы и непотенциальные (диссипативные) силы.

*Назовите силы, которые являются потенциальными. Сформулируйте законы для этих видов сил.*

*Приведите примеры непотенциальных сил. Сформулируйте законы для этих видов сил.*

*Укажите особенности работы потенциальных сил.*

*Запишите формулы, связывающие работу разных потенциальных сил с изменением соответствующей потенциальной энергии взаимодействия тел.*

14. Раскройте математический и физический смысл следующих соотношений:

$$\vec{F} = d\vec{P} / dt; \vec{M} = d\vec{L} / dt; F_x = - dW_p / dx.$$

15. При описании движения системы взаимодействующих тел можно использовать так

называемые законы сохранения.

*Назовите законы сохранения в механике и для каждого из них укажите особые свойства системы, при которых они выполняются.*

*Какие из названных законов носят векторный характер, а какие – скалярный?*

*Запишите эти законы в аналитической форме удобной для решения задач.*

16. Что является предметом изучения релятивистской механики (специальной теории относительности)?

*По условию задачи известно, что кинетическая энергия частицы равна  $1,5 \cdot 10^{-14}$  Дж. Можно ли решать задачу на основе законов классической механики, если*

*а) частица – электрон? б) частица – протон?*

17. Сформулируйте постулаты Эйнштейна, лежащие в основе специальной теории относительности.

18. Перечислите основные эффекты, возникающие при движении тел со скоростями, близкими к скорости света ( $c$ ).

19. Запишите формулы для вычисления импульса частицы, если известны кинетическая энергия и масса покоя частицы: а) в классической механике, б) в теории относительности.

20. Запишите закон сложения скоростей в классической и релятивистской механике.

*Если скорость тела относительно подвижной системы отсчета  $U' = c$  и скорость подвижной системы относительно неподвижной  $U_0 = c$  (при этом  $U_0$  сонаправлена с  $U'$ ), то какова абсолютная скорость тела (относительно системы, условно принятой за неподвижную), согласно а) классическому закону? б) релятивистскому закону? Какому постулату Эйнштейна противоречит результат, полученный на основе классического закона сложения скоростей?*

21. Что такое «собственная длина тела» и «собственное время»?

Космонавт, находящийся в космическом корабле, который движется относительно наблюдателя на Земле со скоростью, соизмеримой со скоростью света, измерил длину стержня, расположенного вдоль направления движения корабля, и получил значение – 1 м.

*Изменится ли результат его измерения, если стержень расположить перпендикулярно направлению движения корабля?*

*Результат измерения длины этого стержня в первом положении наблюдателем, находящимся на Земле, будет больше, меньше или равен 1 м?*

*Результат измерения длины этого стержня во втором положении наблюдателем, находящимся на Земле, будет больше, меньше или равен 1 м?*

22. В теории относительности так же, как в классической механике, выполняется закон сохранения импульса, но при этом под импульсом

$(P = tU)$  следует понимать релятивистский импульс.

*Чем релятивистский импульс отличается от импульса в классической механике?*

*Сравните числовые значения импульса быстро движущейся частицы, вычисленные по определениям классической механики и теории относительности.*

23. Сформулируйте закон Эйнштейна, выражающий взаимосвязь массы и энергии. О какой массе идет речь в записанном вами выражении: о массе покоя или о релятивистской массе?

24. Предположим, в точках А и В находятся точечные заряды  $q_1$  и  $q_2$  соответственно. Расстояние между зарядами  $r$ , сила, действующая на один из зарядов, со стороны поля, созданного другим зарядом, равна  $F$  (причем на основании третьего закона Ньютона силы  $F_{12}$  и  $F_{21}$  равны по модулю).

*Из приведенных ниже формул выберите те, с помощью которых можно определить*

*а) напряженность поля в точке А ( $E_A$ );*

*б) напряженность поля в точке В ( $E_B$ );*

- в) силу, действующую на заряд  $q_1$ , находящийся в точке А;  
 г) силу, действующую на заряд  $q_2$ , находящийся в точке В.  
 $E = F/q_1; E = F/q_2; E = (kq_1)/r^2; E = (kq_2)/r^2; F = q_1E_A; F = q_1E_B; F = q_2E_A; F = q_2E_B; F = (kq_1q_2)/r^2.$

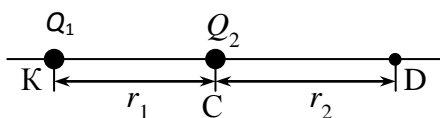


Рис. 1

25. В точке К находится заряд  $Q_1$ , в точке С находится заряд  $Q_2$ , заряд  $Q_2$  перемещается из точки С в точку Д. расстояние КС =  $r_1$ , СД =  $r_2$ .

Существуют формулы для вычисления работы при перемещении заряда в поле и для вычисления потенциала поля, созданного точечным зарядом:

$$A = -Q(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (1); \quad \varphi = (kQ)/r \quad (2).$$

О каком из зарядов идет речь в формуле (1)?

Если по формуле (2) необходимо вычислить  $\varphi_1$ , то что следует понимать под  $Q$  и под  $r$ ?

Если по формуле (2) необходимо вычислить  $\varphi_2$ , то что следует понимать под  $Q$  и под  $r$ ?

26. Предположим, есть два параллельных, длинных проводника, по которым текут токи  $I_1$  и  $I_2$ . Необходимо вычислить индукцию магнитного поля ( $B$ ) в том месте, где расположен небольшой участок второго проводника длиной  $l$ , и силу Ампера ( $F_A$ ), действующую на этот участок. Это можно сделать, используя формулы:

$$B = (\mu_0 I)/(2\pi r) \quad (1);$$

$$F_A = BIl \sin \alpha \quad (2)$$

О каком токе идет речь в формуле (1)?

О каком токе идет речь в формуле (2)?

Сделайте рисунок, отражающий описанную ситуацию, укажите произвольно направления токов в проводниках. Определите по рисунку направления векторов  $B$  и  $F_A$ .

Что такое угол  $\alpha$  в формуле (2)? Укажите этот угол на рисунке и определите его числовое значение для данной ситуации.

27. Как рассчитать напряженность и потенциал результирующего электрического поля, если оно создано системой нескольких зарядов?

28. Два одноименных точечных заряда ( $q_1 > q_2$ ) находятся на расстоянии  $r$  друг от друга.

Укажите примерное положение точки (на прямой, проходящей через заряды), в которой

– напряженность результирующего поля окажется равной нулю,

– потенциал результирующего поля окажется равным нулю.

Выполните задание при условии, что заряды разноименные. Все ответы обоснуйте, используя принцип суперпозиции для электрических полей.

29. Два одноименных точечных заряда ( $q_1 > q_2$ ) находятся на расстоянии  $r$  друг от друга.

Укажите примерное положение точки (на прямой, проходящей через заряды), в которой

– напряженность результирующего поля окажется равной нулю,

– потенциал результирующего поля окажется равным нулю.

Выполните задание при условии, что заряды разноименные. Все ответы обоснуйте, используя принцип суперпозиции для электрических полей.

30. При перемещении заряда в электрическом поле совершается работа, которая может быть рассчитана двумя способами: через напряженность поля и через разность потенциалов.

Запишите обе формулы для расчета работы в следующих ситуациях:

а) поле не однородное, заряд перемещается на расстояние  $d$  по прямой, не совпадающей с силовой линией;

б) поле не однородное, заряд перемещается на расстояние  $d$  вдоль силовой линии;

в) поле не однородное, заряд перемещается по эквипотенциальной поверхности;

г) поле однородное, заряд перемещается на расстояние  $d$  по прямой, не совпадающей с силовой линией;

д) поле однородное, заряд перемещается на расстояние  $d$  вдоль силовой линии.

31. Основные характеристики поля связаны между собой.

Запишите формулы связи между напряженностью и разностью потенциалов в общем случае и для однородного поля.

32. Существуют дополнительные характеристики электрического поля, вводимые на основе понятий «напряженность» и «потенциал».

Перечислите эти характеристики и укажите, какие из них векторные, а какие скалярные?

Как определяется направление для векторных характеристик?

33. В чем проявляется потенциальный характер электростатического поля?

Сформулируйте словами и запишите аналитически теорему о циркуляции вектора  $E$ , являющуюся математическим выражением свойства потенциальности электростатического поля.

34. Сформулируйте словами и запишите аналитически теорему о потоке вектора  $E$ , выражающую тот факт, что силовые линии электростатического поля не замкнутые.

35. Каким образом может быть создано магнитное поле?

Сформулируйте определение понятия «индукция магнитного поля».

От чего зависит численное значение индукции? Приведите примеры формул, связывающих индукцию поля с силой тока, создающего это поле, при разных конфигурациях проводников, по которым течет ток.

Проиллюстрируйте на рисунке правило для определения направления вектора индукции при известном направлении тока в проводнике.

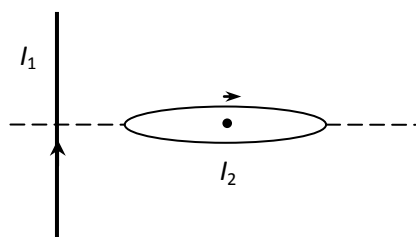


Рис. 2

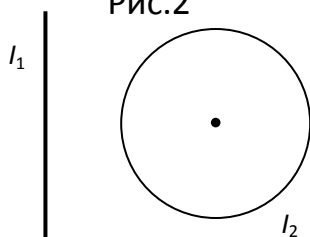


Рис. 3

36. Сформулируйте принцип суперпозиции для магнитных полей.

Магнитное поле создается прямым током  $I_1$  и круговым током  $I_2$ , которые расположены так, как показано на рис. 2.

Изменится ли направление и числовое значение индукции результирующего поля в центре кругового тока, если направление этого тока изменить на противоположное?

Ответьте на поставленный вопрос, если расположение прямого и кругового токов соответствует рисунку 3.

37. Что определяет закон Био-Савара-Лапласа?

Как записывается принцип суперпозиции для магнитного поля в ситуации, когда необходимо определить индукцию поля, созданного током, текущим по проводнику, который можно рассматривать как систему бесконечно малых элементов тока ( $I \cdot dl$ )?

38. Сформулируйте словами и запишите аналитически теорему о потоке вектора  $B$ , выражающую тот факт, что силовые линии магнитного поля всегда замкнутые.

39. Магнитное поле в отличие от электростатического не является потенциальным.

Сформулируйте словами и запишите аналитически теорему о циркуляции вектора  $B$ , являющуюся математическим выражением данного свойства.

40. В чем сущность явления электромагнитной индукции? При каком условии может возникнуть данное явление?

Сформулируйте основной закон для явления электромагнитной индукции (Закон Фарадея) и правило Ленца.

Запишите определение понятия «магнитный поток». Опираясь на это определение и закон Фарадея назовите три способа возбуждения ЭДС индукции в проводнике, помещенном в магнитное поле.

41. Проволочная рамка помещена в однородное магнитное поле (рис. 4).

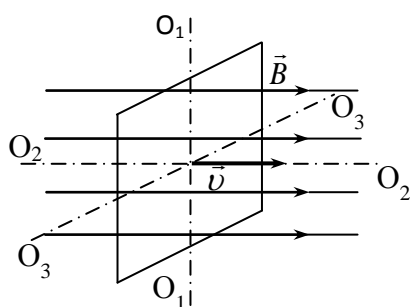


Рис. 4

В каких из перечисленных ниже ситуаций в рамке не будет возникать индукционный ток:

а) рамка вращается вокруг оси  $O_1O_1'$ ;

б) рамка вращается вокруг оси  $O_2O_2'$ ;

в) рамка вращается вокруг оси  $O_3O_3'$ ;

г) рамка движется поступательно со скоростью  $v$ .

42. На какие группы делятся вещества по своим электрическим свойствам? В вакууме создано поле с напряженностью  $E_0$ . В это поле помещен образец из некоторого вещества.

Что вы можете сказать о напряженности поля внутри образца, если образец диэлектрический? если образец металлический?

Что показывает диэлектрическая проницаемость вещества? Какие значения она может принимать?

43. На какие группы делятся вещества по своим магнитным свойствам?

Что показывает диэлектрическая проницаемость вещества? Какие значения она принимает для разных групп магнетиков?

44. При описании свойств металлических проводников используют следующие характеристики:

- ёмкость,
- индуктивность (коэффициент самоиндукции),
- электрическое сопротивление.

Перечислите факторы, которые влияют на каждую из этих величин.

45. Что такое «однородный участок электрической цепи»? «неоднородный участок электрической цепи»?

Сформулируйте закон Ома для неоднородного участка цепи и его частные случаи – для однородного участка и для полной цепи.

46. Если цепь содержит несколько проводников, их можно соединять разными способами.

Сформулируйте правила для нахождения основных параметров цепи ( $I, U, R$ ) при последовательном и при параллельном соединении проводников.

По каким правилам можно производить расчет разветвленных цепей, не сводящихся к последовательному и параллельному соединениям?

47. Как определяются полная, полезная мощность, потери мощности и КПД источника тока?

48. Термодинамическими называют процессы, в которых изменяются такие параметры вещества, как объём, температура, давление, внутренняя энергия и др. Простейшей термодинамической моделью является «идеальный газ».

Сформулируйте определение понятия «идеальный газ».

Назовите простейшие процессы, которые могут происходить с идеальным газом (изопроцессы), и укажите условия их протекания.

49. При изучении термодинамических процессов используются два метода: термодинамический (феноменологический) и статистический.

Сформулируйте в чем сущность каждого из этих методов.

Каковы специфические особенности статистических законов?

50. Микроскопические характеристики молекул идеального газа связаны с макроскопическими параметрами состояния вещества.

Запишите формулы, связывающие

- температуру газа с кинетической энергией молекул,
- давление газа с импульсами молекул,
- давление газа с кинетической энергией поступательного движения и со средне-квадратичной скоростью движения молекул,
- объём газа с общим количеством и концентрацией молекул.

51. Одним из основных статистических законов является закон Максвелла, определяющий характер распределения молекул по скоростям.

*Что показывает функция распределения молекул по скоростям?*

*Изобразите графически вид этой функции.*

*Что такое «наиболее вероятная скорость», «среднеарифметическая скорость», «среднеквадратичная скорость»? Отметьте на графике эти скорости. Почему среднеарифметическая скорость больше, чем наиболее вероятная?*

52. Как, зная вид функции распределения, можно определить долю молекул, скорости которых имеют значение в произвольном интервале от  $V_1$  до  $V_2$ ? Дайте графическую интерпретацию записанного соотношения.

*Как приближенно можно определить долю молекул, скорости которых имеют значение в узком интервале скоростей  $\Delta V \ll V$ ?*

53. Изобразите на одном рисунке два распределения молекул по скоростям для одного и того же газа при разных температурах.

*Можно ли утверждать, что при нагревании скорость движения любой молекулы становится больше?*

*Какие изменения в характере распределения происходят при повышении температуры вещества?*

*Как вы понимаете утверждение: понятие «температура» имеет статистический смысл?*

54. Одним из следствий статистического закона Больцмана, описывающего распределение молекул по потенциальным энергиям, является закон распределения молекул идеального газа по высоте в поле силы тяжести Земли.

*Запишите этот закон аналитически.*

*Изобразите на одном рисунке графики изменения концентрации молекул с высотой для одного и того же газа при разных температурах (на рисунке укажите, какой график соответствует большей температуре). Сформулируйте словами выводы, которые можно сделать на основе сравнения этих графиков.*

*Изобразите на одном рисунке графики изменения концентрации молекул с высотой для двух разных газов при одной и той же температуре (на рисунке укажите, какой график относится к газу с большей молярной массой). Сформулируйте словами выводы, которые можно сделать на основе сравнения этих графиков.*

55. Запишите уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона).

*Как определяется молярная масса вещества?*

*Как определяется количество молей вещества?*

*Какова связь абсолютной термодинамической температуры с температурой, измеренной по шкале Цельсия?*

*Опираясь на уравнение состояния идеального газа, получите уравнения для разных изопроцессов и изобразите графически характер связи между параметрами газа в этих процессах.*

56. Важнейшим параметром, характеризующим состояние вещества, является внутренняя энергия.

*Какова молекулярная трактовка этого понятия для идеального газа?*

*От каких макропараметров зависит внутренняя энергия идеального газа? Запишите соответствующую формулу.*

*Назовите способы изменения внутренней энергии.*

57. Переход газа из одного состояния с параметрами  $P_1, V_1, T_1$  в другое с параметрами  $P_2,$

$V_2$ ,  $T_2$  может осуществляться разными способами (с помощью разных процессов). Основным законом термодинамики - первое начало термодинамики – выражает закон сохранения энергии для таких переходов.

*Запишите первое начало термодинамики.*

*Какие из величин, входящих в этот закон, являются функциями состояния системы и не зависят от способа перехода газа из одного состояния в другое (рассчитываются одинаково во всех процессах)?*

*Какие из величин, входящих в этот закон, являются функциями процесса, то есть зависят от способа перехода газа из одного состояния в другое и рассчитываются по-разному в разных процессах?*

58. Количество теплоты, работа и изменение внутренней энергии могут входить в уравнение первого Начала термодинамики с разными знаками.

*Как физически интерпретировать ситуацию, если  $Q > 0$ ?  $Q < 0$ ?*

*Как физически интерпретировать ситуацию, если  $A > 0$ ?  $A < 0$ ?*

*Как физически интерпретировать ситуацию, если  $\Delta U > 0$ ?  $\Delta U < 0$ ?*

59. Запишите правило для расчета работы при изменении объёма газа в общем случае.

*Запишите формулы для расчета работы газа для частных случаев (для разных изопроцессов).*

*В каком изопроцессе работа равна нулю?*

60. Запишите формулу для расчета количества теплоты при изменении температуры газа, используя понятие «молярная теплоёмкость вещества».

*Что показывает молярная теплоёмкость вещества?*

*От чего зависит молярная теплоёмкость идеального газа?*

*Запишите формулы для определения молярной теплоёмкости газа при постоянном объёме и при постоянном давлении?*

*Почему теплоёмкость газа при постоянном объёме меньше, чем при постоянном давлении? (ответ обоснуйте, опираясь на первое начало термодинамики)*

61. В каком процессе осуществляется ситуация, когда к газу подводится (или отводится) некоторое количество теплоты, но температура газа при этом не изменяется? Запишите первое начало термодинамики для такого процесса.

62. В каком процессе осуществляется ситуация, когда отсутствует теплообмен с окружающей средой ( $Q = 0$ ), но при этом температура газа изменяется? Запишите первое начало термодинамики для такого процесса. В каком случае происходит нагревание газа, а в каком – его охлаждение?

63. Тепловая машина – это устройство, преобразующее внутреннюю энергию вещества в механическую.

*«Все тепловые машины работают циклически» – как вы понимаете это утверждение? Назовите основные элементы тепловой машины и покажите схематически процессы теплообмена между этими элементами.*

*Как определяется термический КПД тепловой машины?*

*Почему КПД тепловой машины всегда меньше 1 (меньше 100%)?*

64. Что такое «идеальная тепловая машина»?

*Может ли КПД идеальной машины быть равен 100%?*

*Из каких процессов состоит цикл Карно? Изобразите этот цикл в координатах  $P$ - $V$ . От чего зависит КПД цикла Карно? Запишите соответствующую формулу для его вычисления.*

#### Задания для экзамена

1. Запишите уравнение гармонических колебаний в общем виде. Какой физический смысл имеет переменный параметр « $x$ » в этом уравнении в случае упругих колебаний маятника и в случае электромагнитных колебаний в колебательном контуре?

Таблица 1

Упругие колебания	Электромагнитные колебания
$x$ – смещение грузика от положения равновесия	$q$ – заряд на обкладках конденсатора
$v = \frac{dx}{dt}$ – скорость колебаний грузика на пружине	$I = \frac{dq}{dt}$ – сила тока в контуре
$m$ – масса грузика	.....
$F_{\text{упр}} = kx$ – сила упругости, действующая на грузик со стороны пружины	.....
$k$ – коэффициент упругости пружины	.....
$T = \dots\dots$ период собственных колебаний упругого маятника	$T = 2\pi\sqrt{LC}$ – период собственных колебаний в колебательном контуре
$b$ – коэффициент сопротивления в системе	.....
$F_{\text{сопр}} = bv$ – сила сопротивления	$U = \dots\dots$ – потеря напряжения на катушке
$\beta = \frac{b}{2m}$ – коэффициент затухания свободных колебаний упругого маятника при наличии сопротивления в системе	$\epsilon = \dots\dots$ коэффициент затухания свободных колебаний в колебательном контуре
$b_{\text{кр}} = \dots\dots$ – условие ангармонического затухания для упругого маятника	$R_{\text{кр}} = 2\sqrt{LC}$ – условие ангармонического затухания в колебательном контуре
$W_{\text{к}} = \frac{1}{2}mv^2$ – кинетическая энергия грузика на пружине	$W_{\text{маг}} = \dots\dots$ энергия магнитного поля катушки индуктивности
$W_{\text{п}} = \frac{1}{2}kx^2$ – потенциальная энергия деформированной пружины	$W_{\text{эл}} = \dots\dots$ энергия электрического поля конденсатора

2. Известно, что затухающие колебания существуют в системах при наличии сопротивления (пропорционального скорости колебаний) и «квазиупругой силы» (пропорциональной смещению системы от состояния равновесия). Дифференциальное уравнение в этом случае имеет вид:

$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$  (\*). Какое слагаемое в левой части этого уравнения связано с действием сил сопротивления, а какое – с квазиупругой силой? Запишите

решение данного уравнения. Какой физический смысл имеет коэффициент  $\zeta_0$  в уравнении (\*)? Какова связь этого коэффициента с циклической частотой затухающих колебаний, которая присутствует в решении уравнения (\*)?

3. Что такое ангармоническое затухание? Как определить критическое сопротивление, при котором оно возникает?

4. Сравните факторы, влияющие на частоту и амплитуду разных типов колебаний. Результат сравнения представьте в виде таблицы 2.

Таблица 2

Тип колебаний	Частота колебаний зависит от	Амплитуда колебаний зависит от
Собственные колебания		
Затухающие колебания		
Вынужденные колебания		
Автоколебания		

5. Согласно методу векторных диаграмм каждому колебанию можно поставить в соответствие вращающийся вектор. Какой характеристике колебаний соответствует длина вектора? Какой характеристике колебаний соответствует угол, образуемый вектором с осью X?

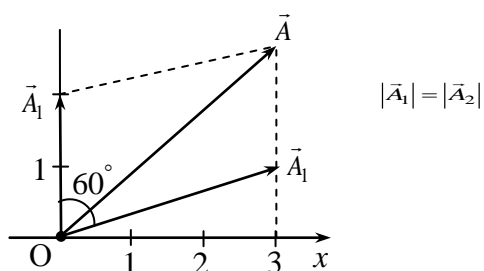


Рис.4

6. На векторной диаграмме (рис.4) представлено сложение двух гармонических колебаний, имеющих частоту  $\omega$ . Запишите уравнения складываемых колебаний и уравнение результирующего колебания.

7. Для поддержания незатухающих колебаний в системах, обладающих сопротивлением, необходимо пополнение энергии за счет внешнего источника. Существует два метода решения этой задачи: вынужденные колебания и автоколебания. В чём разница этих методов? В чём преимущества автоколебательных систем над системами с вынужденными колебаниями? Каково назначение элемента обратной связи в автоколебательной системе?

8. К какому типу колебаний относятся колебания тока и напряжения в цепях переменного тока? От чего зависит частота этих колебаний?

9. Почему в цепях постоянного тока при последовательном соединении нескольких проводников общее сопротивление находится по формуле  $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3$ , а в цепях переменного тока – по формуле  $Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}$ ? Запишите формулу для расчета полного сопротивления цепи переменного тока, если в эту цепь последовательно включены три идеальные катушки с индуктивностями  $L_1, L_2$  и  $L_3$ , а частота тока  $\omega$ .

10. В чем сущность явления резонанса? Каковы условия его возникновения?
11. Имеется цепь переменного тока с последовательным соединением  $L, R, C$  в режиме резонанса. Чему равно амплитудное значение тока в цепи и сдвиг фаз между током и общим напряжением?
12. При каких условиях в цепи переменного тока с последовательным соединением  $L, R, C$  напряжение на конденсаторе может оказаться больше, чем общее напряжение в цепи?
13. Уравнение плоской монохроматической волны может быть записано в виде:  

$$\xi = A \cos \left[ \omega \left( t - \frac{r}{v} \right) \right].$$
 Каков физический смысл параметра  $\xi$ , если уравнение описывает: а) волну на шнуре; б) звуковую волну; в) световую волну? Запишите уравнение волны так, чтобы в него в явном виде входили такие характеристики как период и длина волны.
14. В газообразной среде в направлении оси  $X$  распространяется плоская монохроматическая волна со скоростью  $v$ . Запишите уравнение волны. Изобразите графически изменение плотности газа: а) в точке с координатой  $X$  с течением времени; б) в момент времени  $t$  в зависимости от координаты точки по отношению к источнику. Покажите на графиках отрезки, соответствующие периоду колебаний и длине волны. Запишите связь между этими характеристиками.
15. Дайте определение понятия «когерентные волны». Что произойдет с интерференционной картиной, если волны не будут когерентными? Опишите способы получения когерентных световых волн.
16. Ширина интерференционной полосы определяется уравнением  $\Delta x = \frac{l}{d} \lambda$ . Как изменится интерференционная картина при: а) увеличении расстояния между источниками; б) увеличении расстояния от источников до экрана; в) уменьшении длины волны?
17. Сформулируйте условия образования максимумов и минимумов при интерференции волн. От чего зависит разность хода волн при интерференции света в тонких пленках?
18. Тонкая пленка равномерной толщины освещается параллельным пучком белого света. Как будет меняться результат интерференции при медленном увеличении толщины пленки?
19. Запишите условие главных максимумов при дифракции света на решетке. Как интенсивность света в главных максимумах зависит от полного числа щелей? Как определить общее число максимумов, даваемых дифракционной решеткой?
20. Что произойдет, если на границу раздела двух диэлектриков направить свет под углом  $\alpha$ , для которого  $\operatorname{tg} \alpha = n_2 / n_1$ , если при этом а) падающий свет естественный, б) падающий свет поляризован в плоскости падения, в) падающий свет поляризован в плоскости перпендикулярной плоскости падения.
21. Естественный свет проходит через систему поляризатор – анализатор, главные плоскости, которых параллельны. На какой угол следует повернуть анализатор, чтобы на выходе из системы интенсивность света: а) уменьшилась в четыре раза? б) оказалась в 4 раза меньше интенсивности падающего естественного света?
22. Как вы понимаете термин «Корпускулярно-волновой дуализм»? К каким материальным объектам относится этот термин?
23. Назовите явления, подтверждающие наличие волновых свойств у света.
24. Назовите явления, подтверждающие наличие волновых свойств у микрочастиц вещества.

25. Какое отношение к концепции корпускулярно-волнового дуализма имеет явление теплового излучения?
26. В чем сущность явления теплового излучения? Изобразите графически экспериментальный закон распределения энергии по длинам волн в спектре излучения абсолютно черного тела для двух разных температур. Опираясь на изображенный график, перечислите основные особенности явления (соответствующие законам Вина и Стефана-Больцмана).
27. При попытке применить волновые представления о природе света к объяснению закономерностей теплового излучения возникла ситуация, получившая название «ультрафиолетовая катастрофа». Какое противоречие связано с термином «ультрафиолетовая катастрофа»? В чем сущность гипотезы Планка, позволившей устранить это противоречие?
28. Какое отношение к концепции корпускулярно-волнового дуализма света имеет явление внешнего фотоэффекта?
29. В чем сущность явления внешнего фотоэффекта? Изобразите графически вольт-амперную характеристику фотоэффекта. Какие сведения о фотопотоках можно получить на основе вольт-амперной характеристики? Запишите соответствующие соотношения.
30. На основании законов, экспериментально установленных Столетовым, можно сделать вывод, что энергия электронов, вылетевших из металла под действием света, не зависит от светового потока, то есть от мощности излучения. Однако по волновым представлениям о природе света такая зависимость должна была существовать. Какое дополнение к гипотезе Планка пришлось сделать Эйнштейну, и какую дополнительную гипотезу о характере взаимодействия света с веществом он сформулировал, чтобы исключить противоречие теории и эксперимента при объяснении закономерностей фотоэффекта?
31. Что такое «красная граница фотоэффекта»? Используя гипотезу и уравнение Эйнштейна, объясните существование красной границы фотоэффекта и способ вычисления её числового значения.
32. Запишите формулы, связывающие волновые и корпускулярные свойства света. Какие характеристики света определяют его цвет и яркость согласно волновой модели? Какие характеристики света определяют его цвет и яркость согласно корпускулярной модели? Сравните массы фотонов для красного и фиолетового света.
33. Известно, что свет при падении на некоторую поверхность производит давление. С корпускулярной точки зрения это давление вызвано ударами фотонов и численно равно суммарному импульсу, который передают фотоны, попадающие на единицу площади поверхности в единицу времени:  $P = \sum \frac{\Delta p_{\phi}}{S \cdot t}$ , где  $\Delta p_{\phi}$  – изменение импульса одного фотона. Учитывая связь между волновыми и корпускулярными характеристиками света, определите, как изменится давление света при замене красного света на зеленый, если другие параметры света не меняются. Как изменится давление света, если, не меняя параметров света, заменить зеркально отражающую поверхность на черную, поглощающую все излучение? Почему давление, производимое светом на поверхность, зависит от угла падения света?
34. Для микрочастиц вещества так же, как и для света характерен корпускулярно-волновой дуализм. В ряде явлений микрочастицы вещества проявляют только корпускулярные свойства (например, при движении электронов в электронно-лучевой трубке) и тогда при описании их движения допустимо использовать классические понятия – координата, импульс, траектория движения. Но в других условиях необходимо учитывать волновые свойства микрочастиц, тогда указанные понятия теряют смысл, в частности, для волны невозможно указать точную координату, поскольку у волны нет четкой пространственной границы. Состояние движения микрочастицы с учетом её волновых свойств описывается

волновой функцией (пси-функцией). Какую информацию о микрочастице несёт пси-функция? Каков физический смысл и свойства пси-функции? Как, зная  $\psi$  – функцию, можно вычислить вероятность обнаружения микрочастицы в интересующей нас области пространства? Почему интеграл  $\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi|^2 dV$  принимается равным единице?

35. Двойственная природа микрочастиц позволяет использовать при описании их движения как волновые, так и корпускулярные характеристики, которые связаны между собой. Запишите формулы, отражающие связь волновых и корпускулярных характеристик микрочастиц. Как меняется длина волны де-Бройля при увеличении скорости движения частицы? Почему для макротел нет смысла учитывать их волновые свойства (хотя они состоят из микрочастиц, обладающих такими свойствами)?

36. При решении задач о движении микрочастиц, необходимо сначала установить можно ли в описанной ситуации ограничиться методами классической механики или нет. Этот вопрос решается на основе соотношений неопределенностей Гейзенберга. Какова принципиальная причина появления погрешностей при определении величин, входящих в соотношения Гейзенберга? Можно ли эти погрешности уменьшить, используя более точные измерительные приборы? В каком случае, зная, что произведенные расчёты будут иметь заведомую погрешность, можно решать задачу методами классической механики, пренебрегая волновыми свойствами микрочастиц?

37. Что изучает квантовая механика? Каковы главные отличительные особенности поведения частиц в микромире от поведения частиц, наблюдаемых в макромире?

38. Запишите основной закон квантовой механики (уравнение Шредингера) для одномерной стационарной задачи, поясните все буквенные обозначения.

Что в этом уравнении должно быть обязательно задано по условию задачи?

Приведите простейшие примеры условий задач, решаемых в квантовой механике, и запишите уравнения Шредингера для этих задач.

39. Уравнение Шредингера позволяет находить пси-функцию для частицы, если известна потенциальная энергия её взаимодействия с другими частицами или полями.

Какую информацию о частице можно получить, определив вид пси-функции? Запишите соответствующее уравнение.

40. Простейшая задача квантовой механики – это задача о частице в одномерной бесконечно глубокой прямоугольной потенциальной яме.

С чем связано столь экзотическое название задачи? Дайте соответствующую графическую иллюстрацию.

41. 
$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} \cdot \left( E + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ze^2}{r} \right) \psi = 0.$$
 Что это за уравнение? Для какой задачной ситуации оно написано?

Какую информацию о величине  $E$  можно получить, решив это уравнение? Запишите соответствующую формулу.

42. Сформулируйте, в чём состоит сходство и различие энергетических спектров частиц, находящихся в разных условиях:

- частица в прямоугольной потенциальной яме,
- частица в параболической потенциальной яме (линейный гармонический осциллятор),
- частица в гиперболической потенциальной яме (электрон в атоме).

43. В задаче о движении электрона в атоме водорода решение уравнения Шредингера приводит к выводу, что основные характеристики движения электрона квантуются.

Как вы понимаете утверждение: «характеристики движения электрона в атоме квантуются»?

Назовите, какие именно характеристики квантуются, и запишите соответствующие условия квантования хотя бы для двух из них.

44. Состояние электрона в атоме однозначно задается набором четырех квантовых чисел. Перечислите названия квантовых чисел и укажите, какие значения может принимать каждое из них.

Может ли существовать состояние с  $n=2, l=1, m=2$ ?

Вычислите характеристики электрона в состоянии  $n=3, l=2, m=-2$ . Что в полученных ответах означает знак «минус»?

45. Чем с точки зрения пространственной структуры отличаются друг от друга квантовые состояния электрона в атоме в следующих ситуациях: а) в первом состоянии  $n=2, l=0$ , а во втором состоянии  $n=1, l=0$ ; б) в первом состоянии  $n=2, l=0$ , а во втором состоянии  $n=2, l=1$ .

46. Согласно квантовой механике излучение электромагнитной энергии атомами вещества происходит при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое. Однако, законы сохранения накладывают ограничения на такие переходы, так что некоторые из них оказываются «запрещенными» (см., например, правило отбора 4.21).

Среди перечисленных переходов, сопровождающихся излучением энергии, укажите «запрещенные»:

а)  $3s \rightarrow 1s$ ; б)  $3p \rightarrow 1s$  в)  $3d \rightarrow 2s$ ; г)  $3d \rightarrow 2p$ ; д)  $2p \rightarrow 2s$ .

Примечание: в приведенных обозначениях квантовых состояний цифра соответствует значению главного квантового числа, а буква указывает на значение орбитального квантового числа (см. информацию об орбитальном квантовом числе в разделе 4.1.3)

47. Сформулируйте словами и запишите в виде формулы второй постулат Бора, описывающий процесс излучения электромагнитной энергии атомами вещества.

Почему спектр излучения вещества, находящегося в атомарном состоянии является линейчатый?

48. Определено, что в спектре излучения атомов водорода (в серии Бальмера) присутствует длина волны  $6,53 \cdot 10^7$  м, соответствующая красному свету. При наблюдении спектра водорода в области видимого света обнаруживаются помимо красной линии ещё синезеленая и фиолетовая линии.

Определите, между какими энергетическими уровнями совершается переход при излучении этих линий спектра.

49. Описание движения систем взаимодействующих частиц в квантовой механике основывается на принципе Паули. Сформулируйте принцип Паули.

50. Принцип Паули можно применить, в частности, к многоэлектронным атомам. Рассмотрим, например, атом лития ( $z = 3$ ), в котором содержится три электрона.

Используя принцип Паули, закончите заполнение таблички возможных квантовых состояний электронов в атоме лития (при сферически симметричном распределении электронов относительно ядра):

Какое максимальное количество электронов может находиться в атоме в состояниях с главным квантовым числом  $n = 1$ ?

Таблица

Квантовые числа	$n$	$l$	$m$	$m_s$
1-ый электрон	1	0		
2-ой электрон	1	0		
3-ий электрон		0		

Учитывая условие пространственного квантования

$$r_{\text{н.в.}} = -\frac{4\pi\epsilon_0\hbar^2}{mze^2} \cdot n^2, \text{ изобразите схематически пространственное распределение электронов относительно ядра в атоме лития.}$$

51. Известно, что все атомы одного и того же химического элемента имеют одинаковый энергетический спектр (дискретный набор «разрешенных» значений энергии или энергетических уровней). При объединении атомов в кристалл, между ними возникает взаимодействие, приводящее к изменению энергетических состояний.

*Чем отличается энергетический спектр электронов в кристалле от энергетического спектра электронов в изолированном атоме?*

*Что означает термин «энергетическая зона»? Каковы особенности заполнения подуровней электронами внутри зоны, вытекающие из принципа Паули?*

52. Химические, электрические и оптические явления обусловлены в основном поведением внешних валентных электронов в атомах вещества.

*Какие энергетические зоны принято выделять для валентных электронов? Дайте определение каждой из этих зон.*

53. Все вещества по электрическим свойствам делятся на три группы: проводники, полупроводники и диэлектрики.

*Каково различие между этими группами веществ с точки зрения внешних наблюдаемых явлений, возникающих при помещении их в электрическое поле?*

*Каков критерий классификации веществ по электрическим свойствам с точки зрения зонной теории проводимости?*

*Каковы особенности зонного спектра металлов? В чем сходство и различие зонного спектра в кристаллах диэлектриков и полупроводников?*

54. Вещество может проводить электрический ток только в том случае, когда электроны валентной зоны имеют возможность переходить на свободные уровни зоны проводимости либо внутри самой валентной зоны.

*Почему в диэлектриках невозможен ни тот, ни другой процесс?*

55. Известно, что в полупроводниках существует электронно-дырочная проводимость.

*Как возникает электронная проводимость?*

*Поясните смысл термина «дырка». Как возникает дырочная проводимость?*

*Почему проводимость полупроводников увеличивается при повышении температуры вещества?*

56. Характер проводимости полупроводников существенно зависит от того является ли полупроводник химически чистым или имеет примеси.

*Чем отличается собственная и примесная проводимость полупроводников?*

57. Чтобы характер проводимости полупроводника изменился, необходимо, чтобы валентность атомов примеси отличалась от валентности основного полупроводника.

*Что такое донорная примесь? Каковы особенности проводимости полупроводников n-типа?*

*Что такое акцепторная примесь? Каковы особенности проводимости полупроводников p-типа?*

58. Что такое p-n переход? Каково основное свойство такой системы?

59. Охарактеризуйте состав и свойства атомного ядра.

*а) назовите элементарные частицы, входящие в состав ядра, сравните массы, заряды и спины этих частиц.*

*б) какую информацию о составе ядра можно получить, зная зарядовое и массовое число ядра? Определите состав ядра химического элемента, занимающего девятую клетку в таблице Менделеева и имеющего массу равную 19 а. е. м. (округлённо)*

*в) Что такое изотопы? Приведите примеры.*

*г) Момент импульса (спин) ядра складывается из спинов нуклонов, входящих в его состав.*

60. Для каких из нижеперечисленных ядер квантовое число, определяющее спин ядра, оказывается целочисленным:  ${}_{13}^{27}\text{Al}$ ,  ${}_{16}^{32}\text{S}$ ,  ${}_{25}^{54}\text{Mn}$ ,  ${}_{30}^{65}\text{Zn}$ ?

61. Между протонами, входящими в состав ядра, действуют кулоновские силы отталкивания.

Почему протоны не разлетаются, а удерживаются в составе ядра?

Перечислите основные свойства ядерных сил.

Что означает свойство зарядовой независимости ядерных сил?

62. Дайте определения понятиям «энергии связи ядра», «удельная энергия связи». Сравните энергию ядра с суммарной энергией нуклонов, входящих в состав ядра и запишите в виде формулы связь между этими величинами.

63. Что такое дефект массы? По каким формулам можно рассчитать дефект массы?

64. Изобразите примерный график зависимости удельной энергии связи от массового числа.

Используя график, поясните какие два типа реакций идут с выделением ядерной энергии.

Охарактеризуйте основные особенности реакции деления тяжелых ядер.

Охарактеризуйте основные особенности реакции синтеза легких ядер.

65. В чем сущность явления радиоактивности? Назовите виды радиоактивности. Что такое  $\gamma$ -лучи, сопровождающие радиоактивный распад, что является источником  $\gamma$ -излучения?

66. Выведите формулу, выражающую закон радиоактивного распада:

а) поясните смысл формулы;

б) нарисуйте соответствующий график;

в) дайте определение среднего времени жизни радиоактивного ядра.

67. Дайте определение периода полураспада радиоактивного ядра.

Выведите формулу связи периода полураспада с постоянной распада. Нанесите на предыдущий график точки соответствующие моментам времени  $T$ ,  $2T$ ,  $3T$ . Известно, что для некоторого изотопа период полураспада  $T=60$  часов.

а) Через сколько часов после начала наблюдения количество ядер уменьшится в 8 раз?

б) Через сколько часов после начала наблюдения останется четверть из начального числа ядер?

в) Через сколько часов после начала наблюдения распадется  $s$  из начального количества ядер?

68. Дайте определение активности распада, приведите формулы и единицы измерения.

Запишите схемы  $\alpha$ -распада,  $\beta^-$ -распада,  $\beta^+$ -распада.

Определите, какому химическому элементу принадлежит дочернее ядро, образовавшееся после  $\alpha$ -распада ядра радия  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ .

Определите, какому химическому элементу принадлежит дочернее ядро, образовавшееся после  $\beta^+$ -распада ядра азота  ${}_{7}^{13}\text{N}$ .

Ядро с параметрами  $Z_1$  и  $A_1 = 238$  испытывает последовательно несколько  $\alpha$  и  $\beta^-$ -распадов, в результате чего образуется ядро с параметрами  $Z_2 = Z_1 - 2$  и  $A_2 = 230$ . Определите количество распадов каждого вида.

69. Известно, что электроны не входят в состав ядра. Как в этом случае можно объяснить их появление в процессе  $\beta^-$ -распада?

70. Какие частицы называются элементарными? Назовите основные классы элементарных частиц.

71. Известны четыре типа фундаментальных взаимодействий: гравитационное, электромагнитное, сильное, слабое.

а) Дайте характеристику каждому виду взаимодействий.

б) Назовите частицы, являющиеся переносчиками данных взаимодействий.

в) Сравните интенсивность разных типов взаимодействий.

г) Запишите радиус каждого из видов взаимодействий;

д) Запишите характерное время для каждого из видов взаимодействий.

72. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса, электрического заряда действуют, как в макро – , так и в микромире. Но взаимодействие и взаимопревращение элементарных частиц подчиняются некоторым, специфическим законам сохранения.

Назовите и сформулируйте известный вам специфические законы сохранения, характерные для процессов с участием элементарных частиц.

73. Чем отличаются частицы и античастицы? Приведите примеры частиц и античастиц.

74. Дайте определения кваркам, перечислите их типы и свойства.

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

##### **4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов**

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей программой дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Домашняя контрольная работа	Домашняя контрольная работа выдается на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы, каждому студенту индивидуально. Индивидуальные задания должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению (текстовой и графической частей). Выполненные задания в назначенный срок сдаются на проверку
Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется на занятии в лабораториях кафедры физики. Измерения проводит группа студентов количеством 3-5 человек. Расчет результатов физического эксперимента производится каждым студентом индивидуально. Отчет по лабораторной работе оценивается преподавателем. Преподаватель так же оценивает ответы на теоретические вопросы к лабораторным работам. Теоретическая часть лабораторных работ описывается в методическом указании к лабораторным работам.

##### **4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации**

###### **Зачет**

При определении уровня достижений обучающихся на зачете учитывается:

- знание программного материала и структуры дисциплины;
- знания, необходимые для решения типовых задач, умение выполнять предусмотренные программой задания;
- владение методологией дисциплины, умение применять теоретические знания при решении задач, обосновывать свои действия.

Зачет предусмотрен учебным планом в первом семестре по материалу следующих разделов: механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика.. Зачет

выставляется по совокупности результатов текущего контроля и устного ответа на теоретические вопросы.

- Оценка «Зачтено» выставляется, если студент
- а) выполнил домашнюю контрольную работу (№ 1,2, 3 ) и получил зачет по ней по критериям, описанным выше;
- б) выполнил четыре лабораторных работы и получил зачет по каждой из них по критериям, описанным выше;
- в) правильно ответил на три из пяти теоретических вопросов билета для зачета.

Оценка «Не зачтено» выставляется, если студент не выполнил один или более пунктов, перечисленных выше.

### *Образец билета к зачету*

#### *Вариант 0*

1. Механическое движение тела
2. Второе начало термодинамики. Цикл Карно.
3. Формулы для вычисления напряженности и потенциала для частных случаев (поле, созданное точечным зарядом, равномерно заряженной нитью и равномерно заряженной плоскостью)
4. Опираясь на уравнение состояния идеального газа, получите уравнения для разных изопроцессов и изобразите графически характер связи между параметрами газа в этих процессах.
5. На какие группы делятся вещества по своим магнитным свойствам? Что показывает диэлектрическая проницаемость вещества? Какие значения она принимает для разных групп магнетиков?

### *Экзамен*

При определении уровня достижений обучающихся на экзамене обращается особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной дисциплины и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах дисциплины, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию обучающегося;
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

Экзамен предусмотрен учебным планом во втором семестре по материалу следующих разделов: гармонические колебания, переменный ток, волновые процессы, элементы квантовой оптики, корпускулярно- волновой дуализм света и микрочастиц вещества, элементы квантовой механики и ядерной физики.

### **Критерии оценки:**

Для допуска к экзамену студент должен выполнить четыре домашних контрольных работы (№ 4,5,6), четыре лабораторных работы и получить зачет по каждой из них по критериям, описанным выше.

*Отлично* - студент показывает глубокое и полное знание и понимание всех вопросов билета; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей.

*Хорошо* – студент показывает знания и понимание всех вопросов билета. Дает полный и правильный ответ на основе изученных теорий; допускает незначительные ошибки и недочеты при воспроизведении изученного материала, определения понятий, неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях; в основном усвоил учебный материал; подтверждает ответ конкретными примерами; правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

*Удовлетворительно* – по каждому вопросу в экзаменационном билете студент излагает основное содержание учебного материала, имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; материал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно. Показывает недостаточную сформированность отдельных знаний и умений; выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки сущность явления и законы.

*Неудовлетворительно* – студент формально воспроизводит ответы на экзаменационные вопросы, не усвоил и не раскрыл основное содержание материала; не делает выводов и обобщений. Не знает и не понимает значительную или основную часть программного материала в пределах поставленных вопросов или имеет слабо сформированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов.

#### Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И  
НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный универ-  
ситет»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №   0    
по дисциплине   физика    
направление подготовки   20.03.02 Природо-  
обустройство и водопользование   се-  
местр   II  

1. Уравнение волны. Графики  $X(t)$  и  $X(r)$ . Физический смысл параметра « $X$ » для механических, звуковых и световых волн.
2. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц вещества. Явления, подтверждающие наличие у микрочастиц вещества волновых свойств и корпускулярных свойств.
3. Атом водорода находится в состоянии с главным квантовым числом  $n = 6$ . Сколько линий содержит его спектр излучения? Определите наименьшую длину волны, если известно, что при  $n = 1$  энергия атома равна  $-21,8 \cdot 10^{-19}$  Дж

Составил                     Кузьмина Т.В.  
«  »                    20  г

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой                     Шамонин В.А  
«  »                    20  г.

*Рекомендуемая структура ответа на экзаменационный вопрос о физическом явлении:*

- 1) Условия, при которых возникает явление
- 2) Сущность явления

- 3) Законы, описывающие явление (формулировка словами и в виде формулы)
- 4) Пояснения всех буквенных обозначений в формуле (словами и с помощью рисунка)
- 5) Анализ частных случаев проявления рассматриваемого явления или вывод рассматриваемых закономерностей (по материалам лекционного курса, лабораторных и домашних контрольных работ)

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

##### ***4.1. Описание процедур проведения текущего контроля успеваемости студентов***

В таблице представлено описание процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов, в соответствии с рабочей программой дисциплины, и процедур оценивания результатов обучения с помощью спланированных оценочных средств.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия результатов обучения
Домашние контрольные работы	Индивидуальные задания (15 вариантов) для домашних контрольных работ по всем темам курса выдаются студентам на первом вводном занятии в семестре. Индивидуальные задания должны быть выполнены в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению. Выполненные задания в назначенный срок сдаются на проверку. При наличии ошибок работа возвращается на доработку, после которой проводится устное собеседование в консультационные часы или на практических занятиях.
Лабораторные работы	Студент обязан выполнить все лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой курса. Перед выполнением работы студенты знакомятся с теорией метода, используемого в работе, по методическим указаниям, разработанным на кафедре. По каждой работе проводится устная защита теории по контрольным вопросам, содержащимся в методических указаниях, а также готовится отчет по расчетной части работы, который должен соответствовать установленным на кафедре требованиям.

##### ***4.2. Описание процедур проведения промежуточной аттестации Зачет***

Для получения зачета студент должен предоставить:

- а) тетрадь с выполненными и зачтенными домашними контрольными работами, предусмотренными рабочей программой курса;

б) полный комплект отчетов по лабораторным работам с двумя положительными оценками (по теории и по расчетной части работы);

в) получить «зачтено» при ответе на вопросы билета.

### *Экзамен*

Экзаменационные вопросы, скомпонованные по разделам курса, а также критерии экзаменационных оценок выдаются студентам в начале семестра. Экзамен проводится устный по билетам, утвержденным на заседании кафедры. Каждый билет содержит три вопроса (по одному из каждого раздела)

При определении уровня достижений обучающихся на экзамене обращается особое внимание на следующее:

- дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
- показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;
- знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной дисциплины и междисциплинарных связей;
- ответ формулируется в терминах дисциплины, изложен литературным языком, логичен, доказателен.
- теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.