



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ФИЗИКА

Направление подготовки (специальность)
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	1, 2
Семестр	1, 2, 3

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
27.01.2026, протокол № 3

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель  Ю.В. Сомова

Согласовано:


Зав. кафедрой Автоматизированных систем управления

 С.М. Андреев

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Физики, к.т.н.  А.А.Нефедьев

Рецензент:

зав. кафедрой ПМиИ, д-р техн. наук  Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Физика» являются: овладение базовыми знаниями, методами анализа и моделирования в классической и современной физике для успешного формирования и развития общепрофессиональных компетенций в области систем и средств автоматизации технологических процессов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

«Физика», «Математика», «Информатика» на базе среднего (полного) общего образования.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теоретические основы электротехники

Физические основы получения информации

Моделирование систем управления

Технические измерения и приборы

Электрические измерения

Электроника в управляющих устройствах

Гидроавтоматика

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач
ОПК-1.2	Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа
ОПК-1.3	Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц 432 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 280,1 акад. часов;
- аудиторная – 270 акад. часов;
- внеаудиторная – 10,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 80,5 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Механика								
1.1 Кинематика поступательного и вращательного движения	1	4		4	2	- подготовка к семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- проверка индивидуальных задач № 1, № 2 - семинар № 1;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.2 Динамика поступательного и вращательного движения		6	4	6	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторной работе; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 4; - проверка индивидуальных задач № 3 - семинар №1;	ОПК-1.1, ОПК-1.2

1.3 Законы сохранения в механике	1	5	4	6	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторной работе; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 1; - проверка индивидуальных задач № 4; - семинар №2;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.4 Механические колебания и волны		6	3	6	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторные работы № 5, № 7 - проверка индивидуальных задач № 5, № 6; - семинар № 3;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
1.5 Релятивистская механика		3		2	2	- подготовка к практическому занятию (проработка лекций); - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- проверка индивидуальных задач № 7;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		24	11	24	10			
2. Молекулярная физика и термодинамика								
2.1 Молекулярно-кинетическая теория и основы статистической физики	1	4	3	4	2	- Подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию;	-лабораторная работа № 11; -проверка индивидуальных задач №8, № 9	ОПК-1.1, ОПК-1.2

						-подготовка отчета по лабораторной работе; -решение индивидуальных задач; - Самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	-семинар № 4	
2.2 Термодинамика	1	8	4	8	2,2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторные работы № 14, № 15 - -проверка индивидуальных задач № 10, № 11, № 12; - семинар № 5;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		12	7	12	4,2			
3. Экзамен								
3.1 Экзамен за 1 семестр	1						Экзамен	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу								
Итого за семестр		36	18	36	14,2		экзамен	
4. Электромагнетизм								
4.1 Электростатика	2	6	3	6	5	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 21, 26 - -проверка индивидуальных задач № 1, 2 - семинар № 6;	ОПК-1.1, ОПК-1.2

4.2 Постоянный ток		2	3	4	5,9	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы; 	<ul style="list-style-type: none"> - лабораторная работа № 24 - проверка индивидуальных задач № 3, - семинар № 7; 	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.3 Магнитостатика	2	4	1	4	6,2	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы; 	<ul style="list-style-type: none"> - лабораторная работа № 28 - проверка индивидуальных задач № 4, - семинар № 8; 	ОПК-1.1, ОПК-1.2
4.4 Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Переменный ток		4	3	6	10	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы; 	<ul style="list-style-type: none"> - лабораторная работа № 27, 28 - проверка индивидуальных задач № 5, № 6, - семинар № 8; 	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		16	10	20	27,1			
5. Волновая оптика								

5.1 Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Волновая природа света.	2		2	7	- подготовка к семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- проверка индивидуальных задач № 7; - семинар № 9;	ОПК-1.1, ОПК-1.2	
5.2 Взаимодействие света с веществом. Поляризация света		4	2	2	7,2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 35 - проверка индивидуальных задач № 8, - семинар № 9;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5.3 Интерференция света		6	3	5	7	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 32 - проверка индивидуальных задач № 9, - семинар № 10;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
5.4 Дифракция света		6	2	5	7	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка	- лабораторная работа № 34 - проверка индивидуальных задач № 10, - семинар № 10;	ОПК-1.1, ОПК-1.2

						отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;		
Итого по разделу		18	7	14	28,2			
6. Экзамен (2)								
6.1 Экзамен за 2 семестр	2						Экзамен	
Итого по разделу								
Итого за семестр		34	17	34	55,3		экзамен	
7. Квантовая оптика								
7.1 Квантовая оптика. Экспериментальное подтверждение квантовой природы света	3	6	8	6	1	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 36, № 37 - проверка индивидуальных задач № 1, 2, 3 - семинар № 11;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		6	8	6	1			
8. Квантовая физика и физика атома								
8.1 Элементы квантовой механики	3	8	6	4	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и	- лабораторная работа № 41, 42 - проверка индивидуальных задач № 4, 5 - семинар № 12;	ОПК-1.1, ОПК-1.2

						научной литературы;		
8.2 Физика атома	3	8	8	5	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 41, № 42 - проверка индивидуальных задач № 6 - семинар № 13, 14;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
8.3 Квантовая статистика. Элементы физики твердого тела.		6	6		2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 44 - семинар № 15;	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		22	20	9	6			
9. Физика ядра и элементарных частиц								
9.1 Физика атомного ядра. Радиоактивность	3	6	8	4	2	- подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы;	- лабораторная работа № 51, 53 - проверка индивидуальных задач № 7, 8 - семинар № 16;	ОПК-1.1, ОПК-1.2

9.2 Физика элементарных частиц и современная картина мира	3	4	2		2	<ul style="list-style-type: none"> - подготовка к лабораторному, семинарскому и практическому занятию (проработка лекций); - подготовка отчета по лабораторным работам; - решение индивидуальных задач; - самостоятельное изучение учебной и научной литературы; 	<ul style="list-style-type: none"> - лабораторная работа № 51, 53 - проверка индивидуальных задач № 7, 8 - семинар № 16; 	ОПК-1.1, ОПК-1.2
Итого по разделу		10	10	4	4			
Итого за семестр		38	38	19	11		зао	
Итого по дисциплине		108	73	89	80,5		экзамен, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы наиболее эффективные результаты освоения дисциплины «Физика» дают традиционные образовательные технологии, технологии проблемного обучения, интерактивные технологии, информационно-коммуникационные образовательные технологии.

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция - последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Семинар – беседа преподавателя и студентов, обсуждение заранее подготовленных сообщений по каждому вопросу плана занятия с единым для всех перечнем рекомендуемой обязательной и дополнительной литературы.

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия.

Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с

информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Практическое занятие в форме презентации – представление результатов проектной или исследовательской деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020 — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2020. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-5539-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142380> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 16-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-8926-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185339> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47045-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 19.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Демидченко, В. И. Физика : учебник / В.И. Демидченко, И.В. Демидченко. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 581 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010079-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913243> (дата обращения: 19.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Механика. Пособие по подготовке и выполнению лабораторных работ : учебное пособие [для вузов] / Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2968>. - ISBN 978-5-9967-2124-5. - Текст : электронный.

2. Кочкин Ю. П. Молекулярная физика и термодинамика: пособие по подготовке и выполнению лабораторных работ : учебное пособие [для вузов] / Ю. П. Кочкин, И. Ю. Богачева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. -

Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20101>. - ISBN 978-5-9967-2518-2. - Текст : электронный.

3. Вечеркин М. В. Электростатика и постоянный ток : практикум / М. В. Вечеркин, О. В. Кривко, Е. В. Макарьева ; МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/580>. - Текст : электронный.

4. Вечеркин М. В. Цепи постоянного тока: практикум по физике : учебное пособие [для вузов] / М. В. Вечеркин, О. В. Кривко ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2022. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3193>. - ISBN 978-5-9967-2300-3. - Текст : электронный.

5. Савченко Ю. И. Переменный ток : лабораторный практикум / Ю. И. Савченко, О. Н. Вострокнутова, Н. И. Мишенева ; Ю. И. Савченко, О. Н. Вострокнутова, Н. И. Мишенева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2081>. - ISBN 978-5-9967-1151-2. - Текст : электронный.

6. Физика твердого тела, атома и атомного ядра : учебное пособие [для вузов] / С. А. Бутаков, Д. М. Долгушин, М. А. Лисовская, В. В. Мавринский ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - Содерж.: Лабораторные работы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2393>. - ISBN 978-5-9967-1531-2. - Текст : электронный.

7. Кочкин Ю. П. Сборник задач по физике : практикум / Ю. П. Кочкин, И. Ю. Богачева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2122>. - ISBN 978-5-9967-1162-8. - Текст : электронный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа

Оснащение аудиторий:

Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Механики, молекулярной физики и термо-динамики»

Оснащение аудиторий:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Баллистические маятники.
2. Маятник Обербека.
3. Физический маятник.
4. Доска Гальтона.
5. Лабораторная установка для исследования распределения термоэлектронов по модулю их скорости.
6. Лабораторная установка для определения показателей адиабаты γ методом Клемана и Дезорма.
7. Лабораторная установка для проверки закона возрастания энтропии в процессе диффузии газов на модели перемешивания шаров.
8. Лабораторная установка для проверки законов возрастания энтропии в процессе теплообмена.
9. Установка лабораторная для изучения зависимости скорости звука от температуры "МФ-СЗ-М"
10. Установка лабораторная для исследования теплоемкости твердого тела "МФ-ТЕТ-М".
11. Установка лабораторная для определения универсальной газовой постоянной "МФ-ОГП-М".
12. Стенд лабораторный газовые процессы.
13. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: Лаборатория «Электричества и оптики»

Оснащение аудиторий:

Лабораторные установки, измерительные приборы для проведения лабораторных работ:

1. Лабораторная установка для исследования электростатического поля с помощью одинарного зонда.
2. Установка для шунтирования миллиампер-метра.
3. Установка лабораторная для определения индуктивности соленоида и магнитной проницаемости.
4. Установка лабораторная для изучения резонанса напряжений и определения индуктивности
5. Лабораторная установка для изучения длины световой волны и характеристик дифракционной решетки.
6. Лабораторная установка для определения радиуса кривизны линзы и длины световой волны с помощью колец Ньютона.
7. Лабораторная установка для определения концентрации растворов сахара и постоянной вращения.
8. Источники питания постоянного тока.
9. Магазин емкостей Time Electronics 1071.
10. Магазин емкости P-513.
11. Магазин индуктивностей Time Electronics 1053.
12. Магазины сопротивлений P-33.

13. Мультиметры цифровые MAS-838.
14. Мультиметры АРРА 106,203,205.
15. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.
16. Поляриметр СМ.
17. Мерительный инструмент.

Учебная аудитория для проведения лабораторных ра-бот: Лаборатория «Атома, твер-дого тела, ядра»

Оснащение аудитории:

Лабораторные установки, измерительные при-боры для проведения лабораторных работ:

1. Лабораторная установка для "Изучения внешнего фотоэффекта".
2. Установка для изучения спектра атома водо-рода и определения постоянной Ридберга.
3. Установка лабораторная для определения потенциала возбуждения газа.
4. Установка для определения длины пробега частиц в воздухе.
5. Измерит. скорости счета УИМ2-2.
6. Монохроматоры МУМ-1.
7. Мультиметры АРРА 205, 207.
8. Осциллограф двухканальный GOS-620 FG.
9. Мерительный инструмент.

Учебные аудитории для проведения практических заня-тий, групповых и индивидуаль-ных консультаций, текущего контроля и промежуточной ат-тестации

Оснащение аудитории:

Интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для выполнения курсового проекти-рования, помещения для само-стоятельной работы.

Оснащение аудитории:

Персональные компьютеры с пакетом MS Of-fice, с выходом в Интернет и с доступом в электрон-ную информационно-образовательную среду уни-верситета.

Помещение для хранения и профилактического обслужи-вания учебного оборудования

Оснащение аудитории:

Стеллажи, сейфы для хранения учебного обо-рудования. Инструменты для ремонта оборудования

Приложение 1

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Физика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение индивидуальных задач, обработку результатов экспериментальных данных лабораторных работ.

Примерные индивидуальные домашние задания

1 семестр

Задача № 1 «Кинематика поступательного движения»

Точка движется по окружности радиусом 4 м по закону $S = A + Bt^2$, где S – пройденный путь, $A=8$ м, $B=2$ м/с², t – время. Определить, в какой момент времени нормальное ускорение равно 2 м/с². Найти скорость, тангенциальное и полное ускорение точки в этот момент времени

Задача № 2 «Кинематика вращательного движения»

Колесо вращается вокруг неподвижной оси так, что угол поворота зависит от времени по закону $\varphi = 10 + 20 \cdot t - 2 \cdot t^2$. Найти: 1) среднее значение угловой скорости $\langle \omega \rangle$ за промежуток времени от $t=0$ до остановки; 2) угловое ускорение в момент остановки колеса; 3) полное ускорение точки, находящейся на расстоянии 0,1 м от оси вращения для момента времени $t=4$ с

Задача № 3 «Динамика поступательного и вращательного движения»

На вал в виде цилиндра с горизонтальной осью вращения намотана невесомая нить, к концу ее прикреплен груз. Какую угловую скорость будет иметь вал спустя 2 с после начала движения груза, если масса вала 4 кг, его радиус 20 см, масса груза 0,2 кг, действием сил трения на движущиеся тела можно пренебречь

Задача № 4 «Законы сохранения в механике»

Два малых по размеру груза массами $m_1=10$ кг и $m_2=15$ кг подвешены на нитях одинаковой длины $L=2$ м в одной точке и соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\alpha=60^\circ$ и отпущен. Определите высоту, на которую поднимутся оба груза после абсолютно неупругого удара

Задача № 5 «Гармонические колебания»

Определить максимальные значения скорости и ускорения точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой 3 см и круговой частотой $\pi/2$ с⁻¹. Написать уравнение скорости точки, если в начальный момент времени точка находилась в положении амплитудного отклонения.

Задача № 6 «Затухающие колебания»

Период затухающих колебаний равен $T = 4$ с, логарифмический декремент затухания 1,6; начальная фаза равна 0. Смещение точки в момент $T/4$ равно 4,5 см. Написать уравнение колебаний и построить график в пределах трёх периодов

Задача № 7 «Релятивистская механика»

В лабораторной системе отсчета одна из двух одинаковых частиц с массой m_0 покоится, другая движется со скоростью $v=0,8c$ по направлению к покоящейся частице. Определите релятивистскую массу движущейся частицы в лабораторной системе отсчета и ее кинетическую энергию

Задача № 8 «Элементы статистической физики»

Найдите для газообразного азота температуру, при которой скоростям молекул $v_1 = 300$ м/с и $v_2 = 600$ м/с соответствуют одинаковые значения функции распределения Максвелла $f(V)$

Задача № 9 «МКТ. Идеальный газ»

3 моля азота плотностью $\rho = 1,25$ кг/м³ изохорно нагрели так, что его давление изменилась с $1,1 \cdot 10^5$ Па до $1,6 \cdot 10^5$ Па, а затем изобарно сжали до первоначальной температуры. Определите температуры в каждом из трех описанных состояний и конечный объем газа. Изобразите графики этих процессов в координатах P-T

Задача № 10 «Первое начало термодинамики»

В результате изотермического расширения азота массой $m = 0,2$ кг при температуре $T = 280$ К объем его увеличивается в 2 раза. Определить: 1) работу A , совершенную газом при расширении; 2) изменение ΔU внутренней энергии; 3) количество теплоты Q , полученное газом

Задача № 11 «Циклы»

На P-V-диаграмме изображен цикл, совершаемый двумя молями азота, состоящий из двух изохор и двух изобар (рис.1). Известно, что точки 2 и 4 лежат на одной изотерме, а средние квадратичные скорости молекул азота равны $v_1 = 300$ м/с в состоянии 1 и $v_3 = 700$ м/с в состоянии 3. Определите работу, совершаемую газом за цикл.

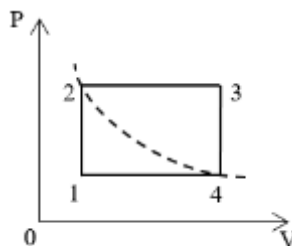


Рис.1.

Задача № 12 «Второе начало термодинамики»

Кусок льда массой $m = 200$ г, взятый при температуре $t_1 = -10^\circ\text{C}$, был нагрет до температуры $t_2 = 0^\circ\text{C}$ и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры $t_3 = 10^\circ\text{C}$. Определить изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

2 семестр

Задача № 1 «Расчет электрических полей»

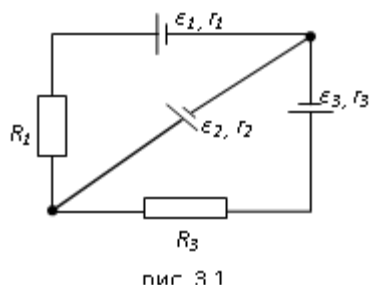
Электрическое поле создано двумя зарядами $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность поля в точке А, удаленной от первого заряда на расстояние $r_1 = 30$ см и от второго на $r_2 = 50$ см. Рассчитать работу, которую необходимо совершить, чтобы перенести точечный заряд $q_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ Кл из точки находящийся посередине между зарядами в точку А.

Задача № 2 «Емкость»

Два конденсатора с емкостями соответственно 8 и 4 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику постоянного тока с напряжением 150 В. Из второго конденсатора извлекается диэлектрик, который находился между пластинами (его диэлектрическая проницаемость равна 6). При этом источник тока от конденсаторов не отключался. Определить заряды конденсаторов, энергию второго конденсатора до и после извлечения диэлектрика

Задача № 3 «Постоянный электрический ток»

На рис. 3.1. $\varepsilon_1=1,0$ В, $\varepsilon_2=2,0$ В, $\varepsilon_3=3,0$ В, $r_1=1,0$ Ом, $r_2=0,5$ Ом, $r_3=1/3$ Ом, $R_1=1,0$ Ом, $R_3=1/3$ Ом. Определите: 1) силы тока во всех участках цепи; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R_3 .



Задача № 4 «Магнитостатика»

По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии $R=10,0$ см друг от друга в вакууме, текут токи $I_1=20,0$ А и $I_2=30,0$ А одинакового направления. Определите магнитную индукцию поля B , создаваемого токами в точках, лежащих на прямой, соединяющих оба провода, если: 1) точка С лежит на расстоянии $r_1=2,0$ см левее левого провода; 2) точка Д лежит на расстоянии $r_2=3,0$ см правее правого провода; 3) точка Г лежит на расстоянии $r_3=4,0$ см правее левого провода

Задача № 5 «Электромагнитная индукция»

Проводящий плоский контур, имеющий форму окружности радиуса $r = 0,05$ м помещен в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции поля направлены перпендикулярно плоскости контура. Сопротивление контура $R = 5$ Ом. Магнитная индукция меняется по закону $B = kt$, где $k = 0,2$ Тл/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 5 секунд изменения поля.

Задача № 6 «Переменный ток»

Катушка намотана медным проводом диаметром $d=0,2$ мм с общей длиной $l=314$ м и имеет индуктивность $L=0,5$ Гн. Определить сопротивление катушки: 1) в цепи постоянного тока; 2) в цепи переменного тока с частотой $\nu=50$ Гц

Задача № 7 «Движение заряженных частиц в электромагнитном поле»

Электрон, ускоренный напряжением $U=200$ В, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B=0,7 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно силовым линиям. Найти радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле и период его вращения.

Задача № 8 «Поляризация света»

Угол между плоскостями пропускания двух поляризаторов равен 50° . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в 8 раз. Пренебрегая потерями света при отражении, определить коэффициент поглощения света в поляризаторах

Задача № 9 «Интерференция света»

В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки $n=1,5$. Длина волны $\lambda=6 \cdot 10^{-7}$ м. Какова толщина пластинки?

Задача № 10 «Дифракция света»

Найдите радиусы первых трех зон Френеля для плоской волны, если расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения 1 м. Длина волны $\lambda=500$ нм.

3 семестр

Задача № 1 «Тепловое излучение»

Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?

Задача № 2 «Фотоэффект»

Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм

Задача № 3 «Комптоновское рассеяние»

Фотон с энергией 1 МэВ рассеялся на свободном покоившемся электроне. Найти кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на 25%

Задача № 4 «Элементы квантовой механики»

При движении частицы вдоль оси x скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробишка массой 0,1г

Задача № 5 «Частица в потенциальной яме»

Собственная функция, описывающая состояние микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной ℓ , имеет вид $\psi_n(x) = C \sin \frac{\pi n}{\ell} x$. Используя условия нормировки, определить постоянную C .

Задача № 6 «Атом по теории Бора. Излучение атомов»

Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода

Задача № 7 «Радиоактивность»

Первоначальная масса изотопа иридия ${}_{77}^{192}\text{Ir}$ равна $m = 5$ г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?

Задача № 8 «Энергия в ядерных реакциях»

Какое количество U^{235} «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощностью 1 ГВт и к.п.д. 38%? Считать, что распад ядер урана под действием тепловых нейтронов приводит к образованию изотопов ксенона-141, стронция-92 и трех вторичных нейтронов.

Перечень лабораторных работ

1 семестр

№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»

№ 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»

№ 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»

№ 7 «Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны»

№ 11 «Изучение статистических закономерностей»

№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»

№ 15 «Проверка закона возрастания энтропии»

2 семестр

№ 21 «Исследование электростатического поля с помощью зонда»

№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»

№ 28 «Определение индуктивности соленоида и магнитной проницаемости ферромагнетика»

№ 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»

№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»

№ 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»

3 семестр

№ 36 «Исследование характеристик вакуумного фотоэлемента»

№ 37 «Исследование излучения абсолютно черного тела»

№ 41 «Исследование возбуждения атомов газа»

№ 42 «Изучение спектра излучения атома водорода. Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»

№ 44 «Изучение электрических свойств твердых тел»

№ 51 «Изучение закономерностей α -распада»

№ 53 «Определение максимальной энергии β -частиц и идентификация радиоактивных препаратов»

Перечень вопросов к семинарским занятиям

1 семестр

Семинар 1. «Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения»

1. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения материальной точки. Средние и мгновенные величины.
2. Прямая и обратная задачи механики. Роль начальных условий. Перемещение и пройденный путь.
3. Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.
4. Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.
5. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона.
6. Понятие силы, массы и импульса. Принцип суперпозиции. Основной закон динамики поступательного движения. Третий закон Ньютона.
7. Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.

8. Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
9. Аналогия характеристик и уравнений поступательного и вращательного движения.

Семинар 2 «Законы сохранения»

1. Замкнутая система. Закон сохранения полного импульса системы тел.
2. Закон сохранения полного момента импульса системы тел. Движение в центральном поле.
3. Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
4. Консервативные и диссипативные силы. Работа консервативных и диссипативных сил.
5. Потенциальная энергия. Закон сохранения полной механической энергии.
6. Связь между силой и потенциальной энергией. Два способа описания взаимодействия.
7. Соударение двух тел. Упругий и неупругий удар.

Семинар 3 «Колебания и волны»

1. Уравнение гармонических колебаний и его решение.
2. Характеристики колебаний (амплитуда, частота, начальная фаза).
3. Математический и физический маятники.
4. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения.
5. Сложение перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
6. Уравнение затухающих колебаний и его решение.
7. Характеристики затухающих колебаний (время релаксации, логарифмический декремент, добротность).
8. Энергия гармонических и затухающих колебаний.
9. Вынужденные колебания. Резонанс.
10. Поперечные и продольные волны. Характеристики бегущей упругой волны.
11. Скорость распространения упругих волн.
12. Классификация волн по форме волновой поверхности. Плоская, сферическая и цилиндрическая волна.
13. Волновое уравнение. Уравнение луча, уравнение плоской волны, волновое уравнение в общем виде
14. Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.

Семинар 4 «МКТ. Идеальный газ. Статистическое описание макросистем»

1. Макросистема. Статистический и термодинамический подходы к описанию макросистем
2. Дискретный набор величин. Понятие вероятности и средней величины.
3. Непрерывный набор величин. Функция распределения случайной величины и ее свойства (физический смысл, расчет вероятностей, условие нормировки, расчет средних величин).
4. Распределение молекул по проекциям скоростей. Распределение Гаусса.
5. Распределение молекул по модулю скорости. Распределение Максвелла.
6. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.

7. Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
8. Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения МКТ.
9. Уравнение состояния идеального газа. Изотермический, изохорический и изобарический процессы

Семинар 5 «Термодинамика»

1. Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
2. Внутренняя энергия как функция состояния системы.
3. Работа как функция процесса.
4. Первое начало термодинамики.
5. Первое начало термодинамики для изотермического, изохорического и изобарического процессов.
6. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропические процессы.
7. Понятие теплоемкости. Молярная и удельная теплоемкости. Теплоемкость при изопроцессах.
8. Направление процессов. Статистический вес макросостояния. Суть необратимости
9. Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины.
10. Цикл Карно. Теорема Карно.
11. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.
12. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста.
13. Изменение энтропии в тепловых процессах.
14. Основное уравнение термодинамики. Термодинамические потенциалы

2 семестр

Семинар 6. «Электростатика»

1. Электрический заряд. Электростатическое поле. Закон Кулона.
2. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции для напряженности электростатических полей.
3. Теорема Гаусса для электростатического поля.
4. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
5. Потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциала.
6. Связь между напряженностью и потенциалом.
7. Графическое представление электрических полей
8. Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация диэлектрика
9. Емкость уединенного проводника.
10. Конденсатор. Емкость плоского, сферического и цилиндрического конденсатора. Соединение конденсаторов.
11. Энергия заряженного конденсатора.

Семинар 7. «Постоянный ток»

1. Электрический ток. Сила тока. Закон Ома в интегральной форме.

2. Электрическое напряжение.
3. Сопротивление проводника. Соединение сопротивлений.
4. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной форме.
5. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
6. Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей.
7. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля-Ленца

Семинар 8. «Магнитостатика. Электромагнитная индукция. Переменный ток»

1. Источники магнитного поля. Индукция магнитного поля. Единицы измерения. Напряженность магнитного поля. Единицы измерения.
2. Силовые линии магнитного поля (линии магнитной индукции). Закон-Био-Савара. Принцип суперпозиции магнитного поля.
3. Поток вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса для магнитного поля.
4. Циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля.
5. Сила Лоренца. Правило определения ее направления. Сила Ампера. Правило определения ее направления.
6. Магнитное поле в веществе. Намагниченность.
7. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Диамагнетики и парамагнетики.
8. Ферромагнетики. Физическая природа ферромагнетизма.
9. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.
10. Явление самоиндукции. Индуктивность.
11. Магнитная энергия контура с током. Энергия магнитного поля.
12. Колебательный контур. Преобразование энергии в колебательном контуре.
13. Переменный ток. Полное сопротивление цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения. Мощность при переменном токе.

Семинар 9. «Электромагнитные волны. Поляризация света»

1. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. Уравнения Максвелла для электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны. Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона.
2. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Степень поляризации частично поляризованного света.
3. Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера.
4. Двойное лучепреломление. Устройство призмы Николя.
5. Закон Малюса.
6. Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.

Семинар 10. «Интерференция и дифракция света»

1. Понятие интерференции. Принцип суперпозиции для световых волн.

2. Когерентные и некогерентные волны. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний. Условия усиления и ослабления света в зависимости от разности фаз интерферирующих волн.
3. Оптический путь светового луча. Способы изменения оптического пути световых волн. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз. Условия максимума и минимума интерференции в зависимости от оптической разности хода.
4. Схема Юнга. Условия наблюдения интерференции. Координаты светлых и темных полос на экране.
5. Интерференция в тонких пленках в отраженном и проходящем свете. Схема для наблюдения колец Ньютона. Радиусы светлых и темных колец в отраженном и проходящем свете.
6. Явление дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля.
7. Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Условия максимума и минимума. Зависимость интенсивности света от угла дифракции.
8. Дифракционная решетка. Основные характеристики дифракционной решетки. Условия главных максимумов и минимумов и добавочных минимумов.

3 семестр

Семинар 11. Квантовая оптика

1. Коэффициенты отражения, поглощения и пропускания.
2. Тепловое излучение. Характеристики.
3. Модель абсолютно черного тела. Законы теплового излучения
4. Гипотеза и формула Планка. Связь формулы Планка с законами теплового излучения.
5. Энергия и импульс фотона. Давление света.
6. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
7. Гипотеза Эйнштейна и его уравнение для внешнего фотоэффекта. Объяснение законов фотоэффекта.
8. Тормозное рентгеновское излучение.
9. Эффект Комптона и его теория.
10. Корпускулярно-волновой дуализм света. (явления, приводящие к такому представлению, и формулы, связывающие корпускулярные и волновые характеристики света)

Семинар 12. Элементы квантовой механики

1. Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение.
2. Принцип неопределенности Гейзенберга. Соотношение неопределенностей.
3. Волновая функция и ее свойства.
4. Основная задача квантовой механики. Уравнение Шрёдингера.
5. Частица в потенциальной яме. Квантование энергии.
6. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Семинар 13. Теория Бора. Излучение атома

1. Планетарная модель атома. Опыт Резерфорда. Уравнение Резерфорда

2. Постулаты Бора. Недостатки теории Бора
3. Излучение атома водорода и водородоподобных систем.
4. Спектральные серии. Формула Бальмера.
5. Опыт Франка и Герца

Семинар 14. Атом в квантовой механике

1. Квантовые числа, характеризующие положение электрона в атоме.
2. Квантование энергии. Квантование момента импульса
3. Спин электрона. Полный момент электрона.
4. Схема энергетических уровней атома водорода. Правила отбора при атомных переходах.
5. Заполнение электронных оболочек в многоэлектронных атомах. Принцип Паули.
6. Спектры многоэлектронных атомов. Характеристическое излучение в рентгеновском спектре. Формула Мозли

Семинар 15. Квантовая статистика. Электропроводность твердых тел.

1. Принцип тождественности одинаковых частиц.
2. Бозоны и фермионы. Три вида статистики: классическая, Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.
3. Свободные электроны. Энергия Ферми.
4. Зонная теория твердых тел.
5. Электропроводность полупроводников. Зависимость проводимости от температуры.
6. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
7. Электропроводность металлов. Зависимость сопротивления от температуры.
8. Явление сверхпроводимости. Квантовая теория сверхпроводимости.

Семинар 16. Радиоактивность

1. Состав и характеристики атомного ядра.
2. Ядерные силы. Опишите квантовый механизм взаимодействия нуклонов в ядре.
3. Капельная и оболочечная модели ядра. Радиус ядра.
4. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи
5. Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Активность радиоактивного вещества.
6. Альфа-распад. Правила смещения. Законы сохранения при распаде. Пробег альфа-частицы?
7. Туннельный эффект при α -распаде. Спектр α -частиц
8. Бета-распад, его виды. Правила смещения.
9. Энергетический спектр β -частиц. Гипотеза нейтрино. Лептоны. Лептонный заряд
10. Гамма-излучение, его свойства. Механизм испускания гамма-квантов ядром. Характер спектра γ -излучения.
11. Процессы взаимодействия γ -квантов с веществом: фотоэффект, комптоновское рассеяние, образование электронно-позитронных пар, ядерный фотоэффект.

12. Ядерные реакции. Уравнение ядерной реакции. Энергетический выход ядерной реакции.
13. Цепная реакция деления. Принципы работы ядерного реактора и атомной бомбы.
14. Термоядерная реакция. Основные пути синтеза ядер водорода в ядра гелия.

Приложение 2

Приложение 2

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<u>ОПК-1: Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики</u>		
ОПК-1.1	Использует положения, законы и методы в области естественных наук и математики при решении практических задач	<p><u>Перечень теоретических вопросов к экзамену (1 семестр)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Физика как наука. Экспериментальный подход. Понятие о материи.</u> 2. <u>Кинематика поступательного движения. Понятие радиус-вектора, скорости и ускорения.</u> 3. <u>Начальные условия. Прямая и обратная задачи механики.</u> 4. <u>Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.</u> 5. <u>Криволинейное движение. Тангенциальное и нормальное ускорение. Полное ускорение. Угол между скоростью и ускорением.</u> 6. <u>Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея.</u> 7. <u>Понятие силы, массы и импульса. Законы Ньютона. Основной закон динамики поступательного движения.</u> 8. <u>Фундаментальные взаимодействия. Виды сил в механике.</u> 9. <u>Основные динамические характеристики вращательного движения: момент инерции, момент импульса, момент силы</u> 10. <u>Момент импульса и момент силы относительно точки. Основное уравнение динамики вращательного движения.</u> 11. <u>Вращение вокруг неподвижной оси. Момент инерции. Расчет моментов инерции простых тел. Теорема Штейнера.</u> 12. <u>Законы сохранения в механике. Замкнутая система. Законы сохранения импульса и момента импульса.</u> 13. <u>Работа и мощность. Кинетическая энергия поступательного и вращательного</u>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>движения.</u></p> <p>14. <u>Консервативные силы. Потенциальная энергия.</u></p> <p>15. <u>Работа и энергия. Закон сохранения полной механической энергии.</u></p> <p>16. <u>Два способа описания взаимодействия. Движение частицы в одномерном стационарном поле. Связь между силой и потенциальной энергией.</u></p> <p>17. <u>Гармонические колебания. Амплитуда, частота, начальная фаза, период.</u></p> <p>18. <u>Математический и физический маятник.</u></p> <p>19. <u>Энергия гармонических колебаний.</u></p> <p>20. <u>Затухающие колебания. Характеристики затухания. Энергия затухающих колебаний.</u></p> <p>21. <u>Вынужденные колебания. Резонанс.</u></p> <p>22. <u>Общее понятие о волнах. Характеристики бегущей волны.</u></p> <p>23. <u>Волновое уравнение плоской волны.</u></p> <p>24. <u>Наложение упругих волн. Стоячая волна и ее особенности.</u></p> <p>25. <u>Постулаты Эйнштейна. Замедление времени. Лоренцево сокращение длины. Релятивистские инварианты. Интервал.</u></p> <p>26. <u>Релятивистский импульс. Связь массы, энергии и импульса частицы. Энергия покоя. Законы сохранения при релятивистских скоростях.</u></p> <p>27. <u>Макросистема. Микросостояние и макросостояние системы. Статистический подход. Понятие вероятности и средней величины.</u></p> <p>28. <u>Функция распределения случайной величины. Распределение молекул по проекциям скоростей.</u></p> <p>29. <u>Распределение молекул по модулю скорости. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости.</u></p> <p>30. <u>Атомы и молекулы как элементарные частицы вещества. Их количественные характеристики.</u></p> <p>31. <u>Модель идеального газа. Давление и температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории.</u></p> <p>32. <u>Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы</u></p> <p>33. <u>Распределение молекул идеального газа по высоте в поле тяжести Земли.</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>Барометрическая формула.</u></p> <p>34. <u>Понятие степеней свободы молекулы. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.</u></p> <p>35. <u>Внутренняя энергия как функция состояния системы. Первое начало термодинамики.</u></p> <p>36. <u>Работа как функция процесса. Изохорический, изобарический и изотермический процессы.</u></p> <p>37. <u>Понятие теплоемкости. Теплоемкость при изохорическом, изобарическом и изотермическом процессах.</u></p> <p>38. <u>Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Постоянная адиабаты. Первое начало термодинамики для адиабатического процесса</u></p> <p>39. <u>Циклический процесс. Коэффициент полезного действия тепловой машины.</u></p> <p>40. <u>Цикл Карно. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Кельвина.</u></p> <p>41. <u>Проблема необратимости тепловых процессов. Энтропия системы и ее свойства. Теорема Нернста. Термодинамическая шкала температур.</u></p> <p>42. <u>Основное уравнение термодинамики. Энтропия идеального газа. Изменение энтропии при изопроцессах.</u></p> <p>43. <u>Статистический вес макросостояния. Суть необратимости. Статистический смысл энтропии. Формула Больцмана.</u></p> <p><u>Перечень теоретических вопросов к зачёту с оценкой (2 семестр)</u></p> <p>1. <u>Силы взаимодействия в природе. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции.</u></p> <p>2. <u>Силовые линии. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса.</u></p> <p>3. <u>Потенциал. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом.</u></p> <p>4. <u>Емкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля.</u></p> <p>5. <u>Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация.</u></p> <p>6. <u>Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности. Закон Ома в</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>дифференциальной и интегральной формах.</u></p> <p>7. <u>Сопротивление проводников. Сторонние силы. Закон Ома в интегральной форме.</u></p> <p>8. <u>Правила Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.</u></p> <p>9. <u>Единая природа электрического и магнитного поля. Поле движущегося заряда. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био-Савара.</u></p> <p>10. <u>Поток и циркуляция вектора индукции магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции.</u></p> <p>11. <u>Сила Лоренца. Сила Ампера.</u></p> <p>12. <u>Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле.</u></p> <p>13. <u>Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия контура с током. Энергия магнитного поля.</u></p> <p>14. <u>Колебательный контур. Свободные гармонические и затухающие электрические колебания. Энергия колебаний.</u></p> <p>15. <u>Вынужденные электрические колебания. Векторная диаграмма напряжений. Резонанс тока.</u></p> <p>16. <u>Переменный ток. Индуктивное и емкостное сопротивление. Мощность в цепи переменного тока. Действующие значения тока и напряжения.</u></p> <p>17. <u>Электрическое поле в веществе. Поляризация диэлектрика. Вектор электрического смещения. Диэлектрическая проницаемость вещества.</u></p> <p>18. <u>Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость вещества. Ферромагнетики.</u></p> <p>19. <u>Система уравнений Максвелла как обобщение разрозненных явлений электричества и магнетизма. Материальные уравнения.</u></p> <p>20. <u>Свойства уравнений Максвелла. Предсказание существования электромагнитных волн.</u></p> <p>21. <u>Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Свойства электромагнитных волн.</u></p> <p>22. <u>Плоская электромагнитная волна и ее основные характеристики. Энергия и импульс электромагнитной волны.</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p>23. <u>Естественный и поляризованный свет. Степень поляризации линейно поляризованного света. Закон Малюса.</u></p> <p>24. <u>Поляризация при отражении и преломлении света на границе раздела диэлектриков. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление.</u></p> <p>25. <u>Способы поляризации естественного света. Призма Николя. Вращение плоскости поляризации света при прохождении через оптически активную среду.</u></p> <p>26. <u>Шкала электромагнитных волн. Особенности оптического диапазона. Показатель преломления среды.</u></p> <p>27. <u>Когерентные волны. Интерференция световых волн. Сложение интенсивностей в случае некогерентных и когерентных колебаний.</u></p> <p>28. <u>Оптическая разность хода. Связь оптической разности хода двух волн с разностью фаз между ними. Условия максимума и минимума.</u></p> <p>29. <u>Схема Юнга для наблюдения интерференции. Временная и пространственная когерентность.</u></p> <p>30. <u>Интерференция в тонких пленках. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.</u></p> <p>31. <u>Явление дифракции. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Принцип Гюйгенса-Френеля.</u></p> <p>32. <u>Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Графический метод сложения амплитуд</u></p> <p>33. <u>Дифракция Фраунгофера на узкой прямолинейной щели. Дифракционная решетка как совокупность конечного числа щелей.</u></p> <p><u>Перечень теоретических вопросов к зачёту с оценкой (3 семестр)</u></p> <p>1. <u>Тепловое излучение тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Гипотеза Планка.</u></p> <p>2. <u>Фотоэффект. Законы Столетова. Формула Эйнштейна.</u></p> <p>3. <u>Фотоны. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света.</u></p> <p>4. <u>Рассеяние фотона на свободном электроны. Формула Комптона.</u></p> <p>5. <u>Волновые свойства частиц. Длина волны де Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де Бройля.</u></p>

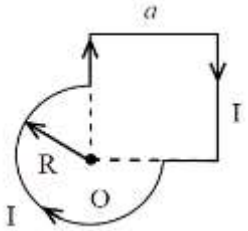
<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p>6. <u>Принцип неопределенности. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Особенности процесса измерения в квантовой механике.</u></p> <p>7. <u>Физическое истолкование волн де Бройля. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности обнаружения частицы.</u></p> <p>8. <u>Основная задача квантовой механики. Нестационарное и стационарное уравнение Шрёдингера.</u></p> <p>9. <u>Частица в одномерной бесконечной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии. Собственные функции состояния частицы.</u></p> <p>10. <u>Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект.</u></p> <p>11. <u>Квантовый гармонический осциллятор.</u></p> <p>12. <u>Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Квантование энергии водородоподобной системы.</u></p> <p>13. <u>Излучение водородоподобных систем. Спектральные серии атома водорода. Обобщенная формула Бальмера.</u></p> <p>14. <u>Спектры многоэлектронных атомов. Закон Мозли.</u></p> <p>15. <u>Уравнение Шредингера для атома водорода. Квантование момента импульса. Правила отбора.</u></p> <p>16. <u>Спин электрона. Квантовые числа, описывающие состояние электрона в атоме. Кратность вырождения энергетических уровней. Принцип Паули.</u></p> <p>17. <u>Принцип тождественности одинаковых частиц. Бозоны и фермионы. Квантовые распределения.</u></p> <p>18. <u>Свободные электроны в металле. Энергия Ферми. Зонная теория твердых тел.</u></p> <p>19. <u>Электропроводность металлов и полупроводников. Сверхпроводимость.</u></p> <p>20. <u>Явление радиоактивности. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада.</u></p> <p>21. <u>Состав и характеристики атомного ядра. Капельная модель. Размер и спин ядра.</u></p> <p>22. <u>Масса и энергия связи атомного ядра. Зависимость удельной энергия связи от массового числа. Оболочечная модель ядра.</u></p> <p>23. <u>Ядерные реакции. Энергия реакции. Реакции деления и синтеза ядер.</u></p> <p>24. <u>Радиоактивные ряды. Основные закономерности α-излучения ядер. Длина</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>свободного пробега α-частиц.</u></p> <p>25. <u>Три вида β-распада. Энергетический спектр β-частиц. Нейтрино.</u></p> <p>26. <u>Особенности γ-излучения ядер. Прохождение γ-квантов через вещество.</u></p> <p>27. <u>Классификация элементарных частиц. Лептоны. Лептонный заряд.</u></p> <p><u>Адроны. Барионный заряд. Кварковая модель адронов</u></p>
ОПК-1.2	<p><u>Решает стандартные профессиональные задачи с применением методов математического анализа</u></p>	<p><u>Примерный перечень практических заданий для экзамена (1 семестр)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <u>1. Частица движется с ускорением $\vec{a} = 2t\vec{i} + 4t\vec{j} - 3\vec{k}$ (м/с²). Определить модуль скорости частицы в момент времени $t = 2$ с и пройденный ею к этому моменту путь, если в начальный момент времени $t = 0$ её скорость была $\vec{v}_0 = 3\vec{i} + 1\vec{j} - 1\vec{k}$ (м/с)</u> <u>2. Сколько оборотов сделали колеса автомобиля после включения тормоза до полной остановки, если в момент начала торможения автомобиль имел скорость $v_0 = 60$ км/ч и остановился за $t = 3$ с после начала торможения? Диаметр колеса $D = 0,7$ м. Чему равно среднее угловое ускорение колес при торможении?</u> <u>3. На тело массы m, лежащее на гладкой горизонтальной плоскости, в момент $t = 0$ начала действовать сила, зависящая от времени как $F = kt$, где k – постоянная. Направление этой силы все время составляет угол α с горизонтом. Найти: а) скорость тела в момент отрыва от плоскости; б) путь пройденный телом к этому моменту.</u> <u>4. Через неподвижный блок, укрепленный на краю стола, перекинута нить, к которой привязаны три груза массами $m_1 = 800$ г, $m_2 = 700$ г, $m_3 = 200$ г. Масса блока $M = 500$ г, радиус $R = 0,38$ м. Грузы 1 и 2 лежат на столе, груз 3 висит по другую сторону блока. Считая нить невесомой и нерастяжимой и пренебрегая трением, определите ускорение грузов, а так же расстояние S, которое груз m_3 пройдет от начала движения до того момента, когда кинетическая энергия вращения блока будет $E_k = 1,1$ Дж</u> <u>5. На концах тонкого однородного стержня длиной l и массой $3m$ прикреплены маленькие шарики массами m и $2m$. Определить момент инерции I такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку O, лежащую на оси стержня и отстоящую на расстояние $\frac{1}{4}l$ от конца с большей массой. При расчетах принять $l = 1$ м, $m = 0,1$ кг. Шарики рассматривать как материальные точки</u>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p>6. <u>Человек массой $m = 60$ кг, стоящий на краю горизонтальной платформы массой $M = 120$ кг, вращающейся по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси с частотой $n = 12 \text{ мин}^{-1}$, переходит к её центру. Считая платформу круглым однородным диском, а человека – точечной массой, определите, с какой частотой будет тогда вращаться платформа</u></p> <p>7. <u>Материальная точка массой $m = 2$ кг двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси OX согласно уравнению $x = 1 - 2t + t^2 - 0,2t^3$. Найдите мощность развиваемую силой в момент времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с.</u></p> <p>8. <u>Снаряд, летящий со скоростью 16 м/с, разорвался на два осколка, массы которых 6 кг и 10 кг. Скорость первого осколка 12 м/с и направлена под углом 60° к скорости снаряда. Найдите величину скорости второго осколка и ее направление.</u></p> <p>9. <u>Определить начальную фазу гармонического колебания тела, если через $0,25$ с от начала движения смещение, изменяющееся по закону синуса, было равно половине амплитуды. Период колебания 6 с</u></p> <p>10. <u>Найти период малых вертикальных колебаний шарика массы 40 г, укрепленного на середине горизонтально натянутой струны длины 1 м. Натяжение струны считать постоянным и равным 10 Н</u></p> <p>11. <u>Через $N=8$ полных колебаний пружинного маятника амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза. Найдите промежуток времени за который это произошло если жесткость пружины $k = 10$ Н/м, а масса груза на пружине $m=50$ гр. Рассчитайте энергию ΔE, потерянную маятником за 8 колебаний, если начальная амплитуда $A_0=20$ см.</u></p> <p>12. <u>Масса движущейся частицы увеличилась в $1,5$ раза. Какую скорость имеет частица? Какая относительная ошибка будет допущена, если кинетическую энергию частицы в этих условиях рассчитывать классическим образом?</u></p> <p>13. <u>Вычислить плотность газа, для которого наиболее вероятная скорость молекул при нормальном атмосферном давлении составляет 400 м/с.</u></p> <p>14. <u>Определите число молекул и количество молей воды в бутылке вместимостью $0,33$ л</u></p> <p>15. <u>Сжатый азот, имевший первоначально температуру 400 К, сначала очень быстро(адиабатически) расширили до объема 7 л, а затем очень</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>медленно(изотермически), сжали. В обоих процессах давление изменялось в 4 раза. Найти: 1) объемы газа в начальном и конечном состояниях; 2) изменение средней арифметической скорости молекул азота в адиабатическом процессе.</u></p> <p>16. <u>Кислород, находящийся при давлении 0,5 МПа и температуре 350 К, подвергли сначала изотермическому расширению от объема 1 л до объема 2 л, а затем изобарному расширению, в результате которого объем газа увеличился до 3 л. Определить: 1) работу, совершенную газом; 2) изменение его внутренней энергии; 3) количество подведенной теплоты</u></p> <p>17. <u>Азот нагревался при постоянном давлении. Ему было сообщено количество теплоты $Q = 21$ кДж. Определить работу A, которую совершил при этом газ, и изменение ΔU его внутренней энергии.</u></p> <p>18. <u>Двухатомный идеальный газ совершает процесс, в ходе которого молярная теплоемкость C газа остается постоянной и равной $7R/2$. Определите показатель политропы n этого процесса.</u></p> <p>19. <u>Идеальный трехатомный газ количеством вещества $\nu = 2$ моль занимает объем $V_1 = 10$ л и находится под давлением $p_1 = 250$ кПа. Сначала газ подвергли изохорному нагреванию до температуры $T_2 = 500$ К, затем – изотермическому расширению до начального давления, а после этого в результате изобарного сжатия возвратили в первоначальное состояние. Постройте график цикла и определите термический КПД цикла.</u></p> <p>20. <u>В котле паровой машины температура равна 400 К, а температура холодильника 300К. Какова теоретически возможная максимальная работа A машины, если в топке сожжено 500кг дров с удельной теплотой сгорания $1,26 \cdot 10^7$ Дж/кг</u></p> <p>21. <u>Два моля идеального газа сначала изохорически охладили, а затем изобарически расширили так, что температура газа стала равна первоначальной. Найти приращение энтропии газа, если его давление в данном процессе изменилось в $n = 3,3$ раза.</u></p> <p>22. <u>Лед массой $m_1=2$кг при температуре $t_1=0^\circ\text{C}$ был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру $t_2=100^\circ\text{C}$. Определить массу m_2 израсходованного пара. Каково изменение ΔS энтропии системы лед-пар?</u></p> <p><u>Примерный перечень практических заданий для зачёта с оценкой (2 семестр)</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. <u>Определить напряжённость электростатического поля E в центре квадрата со стороной a, если в трёх вершинах квадрата находятся одинаковые точечные заряды q</u></p> <p>2. <u>Тонкая нить согнута в полуокружность и заряжена так, что электрический заряд равномерно распределен по ее длине. Каков радиус этой полуокружности, если известно, что в центре ее кривизны напряженность поля 10 кВ/м, а потенциал 630 В.</u></p> <p>3. <u>На рис. $\varepsilon_1=1,5 \text{ В}$, $\varepsilon_2=3,7 \text{ В}$ и сопротивления $R_1=10 \text{ Ом}$, $R_2=20 \text{ Ом}$ и $R=5,0 \text{ Ом}$. Внутренние сопротивления источников пренебрежимо малы. Определите: 1) значение и направление тока через сопротивление R; 2) тепловую мощность, которая выделяется на сопротивлении R?</u></p> <div data-bbox="1429 675 1671 943" data-label="Diagram"> </div> <p>4. <u>Каким должно быть сопротивление R электрической цепи, изображенной на рисунке, чтобы ток, текущий по нему был равен $I=0,5 \text{ А}$, если $C=5 \text{ мкФ}$, $U=200 \text{ В}$, частота переменного тока $\nu=100 \text{ Гц}$?</u></p> <div data-bbox="1413 1074 1671 1206" data-label="Diagram"> </div> <p>5. <u>Ток $I=100 \text{ А}$ течет по тонкому проводнику, изогнутому так, как показано на рисунке. Найти индукцию B магнитного поля в точке O контура, если радиус изогнутой части проводника $R=0,1 \text{ м}$, а сторона квадрата $a=0,2 \text{ м}$.</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="text-align: center;">  </div> <p>6. По двум параллельным прямым проводам длиной $l = 1$ м каждый текут одинаковые токи. Расстояние d между проводами равно 1 см. Токи взаимодействуют с силой $F = 1$ мН. Найти силу тока I в проводах</p> <p>7. Катушка состоит из $N = 75$ витков и имеет сопротивление $R = 9$ Ом. Магнитный поток через ее поперечное сечение меняется по закону $\Phi = kt$, где $k = 1,2$ мВб/с. Определите: а) э.д.с. индукции, возникающую в этом контуре; б) силу индукционного тока; в) заряд, который протечет по контуру за первые 9 с изменения поля.</p> <p>8. Электрон, ускоренный напряжением $U = 200$ В, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,7 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно силовым линиям. Найти радиус окружности, по которой движется электрон в магнитном поле и период его вращения.</p> <p>9. Индуктивность L катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока I энергия W магнитного поля равна 100 мкДж</p> <p>10. Расстояние между двумя когерентными источниками света ($\lambda = 0,5$ мкм) равно $d = 0,1$ мм. Расстояние между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно $\Delta x = 1,0$ см. Определить расстояние от источников до экрана</p> <p>11. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. В отраженном свете с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм наблюдается интерференционная картина. Считая, что радиусы интерференционных колец r много меньше радиуса кривизны линзы $R = 1,2$ м, определите: а) толщину слоя воздуха там, где видно первое светлое кольцо Ньютона, б) радиус первого кольца</p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p>12. <u>Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками положили очень тонкую проволочку, расположенную параллельно линии соприкосновения пластинок и находящуюся на расстоянии $L=75$ мм от нее. В отраженном свете с длиной волны $\lambda=0,5$ мкм на верхней пластинке видны интерференционные полосы. Определите диаметр поперечного сечения проволочки, если на протяжении $a = 30$ мм насчитывается $m = 16$ светлых полос</u></p> <p>13. <u>На щель шириной $a = 0,05$ мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6$ мкм. Определить угол φ между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу</u></p> <p>14. <u>Дифракционная решетка установлена на расстоянии 80 см от экрана. На решетку падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм. На экране расстояние между максимумами первого и второго порядка равно 5,2 см. Сколько всего максимумов образует эта дифракционная решетка?</u></p> <p>15. <u>Какую трубку с раствором сахара ($C \cdot l$) необходимо поставить между двумя скрещенными поляризаторами, чтобы интенсивность света, вышедшего из второго поляризатора оказалась в 3 раза меньше интенсивности естественного света, падающего на первый поляризатор? Считать, что удельное вращение раствора равно 6,23 град/(% · м), Трубка поглощает 15% проходящего через нее света, поляризаторы прозрачны</u></p> <p>16. <u>Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через два поляризатора, расположенные так, что угол между их главными плоскостями $\alpha = 60^\circ$, а в каждом из поляризаторов теряется 8% интенсивности падающего на него света</u></p> <p><u>Примерный перечень практических заданий для зачёта с оценкой (3 семестр)</u></p> <p>1. <u>Черное тело нагрели от температуры 600К до 2400К. Во сколько раз увеличилась общая тепловая энергия, излучаемая телом? На сколько изменилась длина волны, соответствующая максимуму энергии излучения и спектральный состав излучения?</u></p> <p>2. <u>Определить наименьший задерживающий потенциал, необходимый для прекращения эмиссии с поверхности фотокатода, если он освещается излучением с длиной волны 0,4 мкм, а красная граница для материала катода равна 0,67 мкм</u></p> <p>3. <u>Фотон с энергией 1 МэВ рассеялся на свободном покоившемся электроне. Найдите</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>кинетическую энергию электрона отдачи, если в результате рассеяния длина волны фотона изменилась на 25%</u></p> <p>4. <u>При движении частицы вдоль оси x скорость ее может быть определена с точностью (ошибкой) до 1 см/с. Найти неопределенность координаты, если частицей является: 1) электрон, 2) дробинка массой 0,1г</u></p> <p>5. <u>Собственная функция, описывающая состояние микрочастицы в бесконечно глубокой потенциальной яме шириной l, имеет вид $\psi_n(x) = C \sin \frac{\pi n}{l} x$. Используя условия нормировки, определить постоянную C.</u></p> <p>6. <u>Вычислить радиусы первых трех орбит электрона в атоме водорода</u></p> <p>7. <u>Найти наибольшую и наименьшую длины волн серии Пашена в спектре излучения водорода. Сравнить полученные значения с длинами волн видимого излучения</u></p> <p>8. <u>Первоначальная масса изотопа иридия ${}_{77}^{192}\text{Ir}$ равна $m = 5$ г, период полураспада 75 суток. Определите, сколько ядер распадется за 1 секунду в этом препарате. Сколько атомов этого препарата останется через 30 суток и во сколько раз изменится активность препарата за это время?</u></p> <p>9. <u>В центре солнца протекает термоядерная реакция синтеза гелия из водорода, в которой из четырех протонов образуется ядро He^4 и два позитрона. Запишите эту реакцию. Какие еще частицы образуются в ней?</u></p> <p>10. <u>Какое количество U^{235} «выгорает» за год в ядерном реакторе с электрической мощностью 1 ГВт и к.п.д. 38%? Считать, что распад ядер урана под действием тепловых нейтронов приводит к образованию изотопов ксенона-141, стронция-92 и трех вторичных нейтронов.</u></p>
ОПК-1.3	<u>Применяет естественнонаучные знания и методы математического анализа в профессиональной деятельности</u>	<p><u>Основными оценочными средствами планируемых результатов обучения данного раздела служат лабораторные работы и индивидуальные задания каждого семестра.</u></p> <p><u>При проведении промежуточной аттестации преподаватель может задавать дополнительные вопросы со ссылкой на отчеты по лабораторным работам и ИДЗ.</u></p> <p><u>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (1 семестр)</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p><u>№ 1 «Применение законов сохранения для определения скорости полета пули»</u></p> <p>1. <u>Приведите примеры сил, дающих разные виды потенциальной энергии. Какие из них присутствуют в данной работе? Изобразите схему экспериментальной установки и укажите на ней силы, действующие на все тела, входящие в систему, в каждый момент времени.</u></p> <p>2. <u>Какие величины имели кинетическая и потенциальная энергия системы «пуля+маятник» в различные моменты опыта? Представьте схему изменения кинетической и потенциальной энергии системы.</u></p> <p>3. <u>Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения механической энергии, а для каких нельзя и почему? Схема.</u></p> <p>4. <u>Для каких моментов времени в данном эксперименте можно применять закон сохранения импульса, а для каких нельзя и почему? Схема</u></p> <p>5. <u>Используя законы сохранения получите формулу для расчета скорости полета пули в данной работе.</u></p> <p>6. <u>Как производится обработка экспериментальных данных в данной работе. Как определяется доверительный интервал скорости и средняя квадратическая погрешность отклонения маятника?</u></p> <p><u>№ 4 «Исследование вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси»</u></p> <p>1. <u>Каков характер зависимости момента инерции от расстояния, на котором находится тело от оси вращения? В данной работе. Постройте график этой зависимости.</u></p> <p>1. <u>Как экспериментально определяется момент инерции тела в данной лабораторной работе?</u></p> <p>2. <u>Какие законы сохранения применяются для вывода расчетных формул? Получите формулу для расчета момента инерции маятника.</u></p> <p>3. <u>Какова зависимость углового ускорения тела от момента приложенных к нему сил и момента инерции тела? Постройте график данной зависимости</u></p> <p>4. <u>Как на маятнике Обербека могут быть определены угловое ускорение, момент действующих сил и момент инерции?</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>5. <u>Как в данной работе рассчитывается погрешность определения момента инерции тела относительно произвольной оси вращения?</u></p> <p>6. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p><u>№ 5 «Определение характеристик затухающих колебаний физического маятника»</u></p> <p>1. <u>Почему колебания маятника в данной работе будут затухающими, даже при выключенном электромагните?</u></p> <p>2. <u>Запишите уравнения затухающих и незатухающих колебаний, сравните их.</u></p> <p>3. <u>Как амплитуда затухающих колебаний зависит от времени и от числа колебаний?</u></p> <p>4. <u>Каков физический смысл величин применительно к данной работе: начальная амплитуда колебаний, начальная фаза колебаний, круговая частота колебаний, период колебаний, коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность. Как они меняются с ростом U?</u></p> <p>5. <u>Как меняются характеристики затухающих колебаний начальная амплитуда колебаний, начальная фаза колебаний, круговая частота колебаний, период колебаний, коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность если один из параметров данного физического маятника: I, m, L, k увеличится (либо уменьшится) при фиксированных значениях оставшихся?</u></p> <p>6. <u>Для чего, в данной работе, графики строят в логарифмическом масштабе?</u></p> <p>7. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p><u>№ 7 «Определение скорости звука методом стоячей волны»</u></p> <p>1. <u>Что такое механическая волна? Каков механизм образования волны в данной работе?</u></p> <p>2. <u>Что представляет собой звуковая волна?</u></p> <p>3. <u>Как и от чего зависит скорость звука?</u></p> <p>4. <u>Как образуется стоячая волна? Выведите уравнение стоячей волны.</u></p> <p>5. <u>От чего и как зависит амплитуда стоячей волны?</u></p>

<u>Код индикатора</u>	<u>Индикатор достижения компетенции</u>	<u>Оценочные средства</u>
		<p>6. <u>Какие устройства создают бегущую и стоячую волны в данной работе?</u></p> <p><u>№ 11 «Изучение статистических закономерностей»</u></p> <p>1. <u>Каково распределение дроби по ячейкам на доске Гальтона? Какое распределение аналогично данному в МКТ?</u></p> <p>2. <u>Каково распределение электронов по модулю скорости в данной работе? Что происходит при изменении напряжения накала?</u></p> <p>3. <u>Какие статистические методы применяются в данной работе?</u></p> <p>4. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p><u>№ 14 «Определение показателя адиабаты методом Клемана и Дезорма»</u></p> <p>1. <u>Объясните ход эксперимента и результаты расчета.</u></p> <p>2. <u>Назовите процессы, происходящие с газом, в ходе эксперимента и изобразите их графически.</u></p> <p>3. <u>Запишите уравнения для вывода формулы показателя адиабаты.</u></p> <p>4. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p>5. <u>Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</u></p> <p><u>№ 15 «Проверка закона возрастания энтропии»</u></p> <p>1. <u>Какая модель использовалась в данной работе для проверки закона возрастания энтропии в замкнутой системе?</u></p> <p>2. <u>Что такое «микросостояние» и «макросостояние» термодинамической системе. Как их можно задать для данной модели (в первой и второй части работы)?</u></p> <p>3. <u>Что такое термодинамическая вероятность? Какие числовые значения она может принимать? Как она рассчитывалась в данной работе? Как она связана с энтропией?</u></p> <p>4. <u>Что такое флуктуации? Наблюдались ли они в данной работе?</u></p> <p>5. <u>Дайте определение второго начала термодинамики. Определите условия, при которых закон выполняется. Выполнялся ли он в данной работе?</u></p> <p><u>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (2 семестр)</u></p> <p><u>№ 21 «Исследование электростатического поля с помощью зонда»</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>1. <u>Что такое напряженность электрического поля? Как графически представить распределение напряженности в разных точках электрического поля в данной работе?</u></p> <p>2. <u>Что такое потенциал электростатического поля? Как графически представить распределение потенциала в разных точках электрического поля в данной работе?</u></p> <p>3. <u>Чему равна работа по перемещению заряда вдоль эквипотенциальной поверхности и по замкнутому контуру, ограниченному участками силовых и эквипотенциальных линий? Вычислите работу по перемещению заряда по заданной траектории.</u></p> <p>4. <u>Как изменится картина силовых и эквипотенциальных линий при увеличении (уменьшении) напряженности между электродами?</u></p> <p><u>№ 24 «Расширение предела измерения амперметра постоянного тока»</u></p> <p>1. <u>Каков принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрического и электромагнитного типа, применяемы в данной работе?</u></p> <p>2. <u>Что называют током полного отклонения и напряжением полного отклонения электроизмерительного прибора?</u></p> <p>3. <u>Каким образом включают амперметр и вольтметр в электрическую цепь для измерения тока и напряжения? Продемонстрируйте навыки включения этих приборов в электрическую цепь.</u></p> <p>4. <u>Что такое шунт? Для чего и как он используется? Продемонстрируйте использование шунта.</u></p> <p>5. <u>Что такое добавочное сопротивление? Для чего и как оно используется? Продемонстрируйте использование добавочного сопротивления.</u></p> <p>6. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p>7. <u>Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</u></p> <p><u>№ 28 «Определение индуктивности катушки и магнитной проницаемости ферромагнитного тела»</u></p> <p>1. <u>Какие приборы применялись в данной работе для определения параметров постоянного и переменного тока?</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. <u>Получите формулу для расчета полного сопротивления цепи переменного тока, используемой в данной работе (или представленной преподавателем).</u></p> <p>3. <u>Как определялась индуктивность катушки в данной работе? Каким еще способом можно определить индуктивность?</u></p> <p>4. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных.</u></p> <p><u>№ 32 «Определение радиуса кривизны линзы и полосы пропускания светофильтра с помощью колец Ньютона»</u></p> <p>1. <u>Как объясняется появление колец Ньютона?</u></p> <p>2. <u>Получите формулы для расчета радиусов темных и светлых колец Ньютона.</u></p> <p>3. <u>Получите формулу для определения радиуса кривизны линзы.</u></p> <p>4. <u>Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</u></p> <p><u>№ 34 «Определение длины световой волны и характеристик дифракционной решетки»</u></p> <p>1. <u>Каковы параметры и характеристики дифракционной решетки, применяемой в эксперименте?</u></p> <p>2. <u>Получите формулу для определения длины световой волны при дифракции на дифракционной решетке.</u></p> <p>3. <u>Каково практическое применение дифракционных решеток?</u></p> <p>4. <u>Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных?</u></p> <p><u>№ 35 «Определение концентрации растворов сахара и постоянной вращения»</u></p> <p>1. <u>На основе какого явления определяется концентрация раствора сахара в данном эксперименте?</u></p> <p>2. <u>Поясните устройство и принцип действия призмы Николя</u></p> <p>3. <u>Поясните устройство и принцип действия полутеневого сахариметра</u></p> <p>4. <u>Как в данной работе минимизируется погрешность</u></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>экспериментальных данных?</p> <p><u>Примерный перечень вопросов и заданий по лабораторным работам (3 семестр)</u></p> <p><u>№ 36 «Снятие вольтамперных характеристик фотоэлемента и определение его чувствительности»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проанализируйте полученные в лабораторной работе ВАХ 2. Как определяется постоянная Планка в данном эксперименте? 3. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных? 4. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения постоянной Планка? 5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных. <p><u>№ 37 «Исследование излучения абсолютно черного тела»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проанализируйте полученные в лабораторной работе зависимости. 2. Как определяется постоянная Стефана-Больцмана и постоянная Вина в данном эксперименте? 3. Как в данной работе минимизируется погрешность экспериментальных данных? 4. Как в данной работе рассчитывается погрешность определения постоянной Стефана-Больцмана и постоянной Вина? 5. Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных. <p><u>№ 41 «Исследование возбуждения атомов газа»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Объясните принцип определения возбужденных состояний атомов газа в эксперименте? 2. Поясните принцип работы электронной лампы 3. В каком диапазоне электромагнитных волн лежит излучение возбужденных атомов паров ртути и почему? 4. Как в данном эксперименте определяется область локализации электрона и как полученные данные согласуются с теоретическими

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><u>предпосылками?</u></p> <p><u>№ 42 «Определение главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Поясните устройство и принцип работы спектроскопа, используемого в данной работе</u> 2. <u>Получите формулу для определения главных квантовых чисел возбужденных состояний атома водорода и других водородоподобных атомов</u> 3. <u>Что называется градуировочным графиком?</u> 4. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</u> <p><u>№ 51 «Изучение закономерностей α-распада»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Что такое активность радиоактивного элемента, ее вычисление и единицы измерения.</u> 2. <u>В чем состоит закон Гейгера - Неттола?</u> 3. <u>Как оценить энергию α - частицы?</u> 4. <u>Устройство и принцип работы счетчика Гейгера-Мюллера.</u> 5. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</u> <p><u>№ 53 «Определение максимальной энергии β-частиц и идентификация радиоактивных препаратов»</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Какие известны разновидности бета-распада? Какая из них исследуется в данном эксперименте?</u> 2. <u>В каких диапазонах находятся периоды полураспада и энергии бета-распада природных радионуклидов?</u> 3. <u>Каковы основные особенности взаимодействия бета-частиц с веществом?</u> 4. <u>Продемонстрируйте возможность применения среды Microsoft Excel (или другой среды) для обработки экспериментальных данных</u>

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (1 семестр) и зачёта с оценкой (2, 3 семестр).

Экзамен – устный, классический. В каждом билете 2 теоретических вопроса и 1 задача. Для получения оценки «Отлично» или «Хорошо» обязательно правильное решение задачи.

Критерии выставления экзаменационной оценки:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполнять практические задания, свободно оперировать знаниями, умениями, применять их в ситуациях повышенной сложности; обучающийся должен обладать знаниями не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальными навыками решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Зачёт с оценкой обучающиеся получают в результате выполнения всех видов работ, предусмотренных в 3 семестре изучения дисциплины. Все виды работ оцениваются преподавателем, согласно установленной рейтинговой шкале для данного семестра. В случае невыполнения обучающимся 20% - 30% от общего числа видов работ, предусмотренных в 3 семестре или при возникновении спорных ситуаций, зачет проводится в форме собеседования по вопросам и заданиям согласно перечню вопросов и практических заданий к зачёту с оценкой.

Критерии выставления зачетной оценки:

– на оценку **«отлично»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 85 – 100% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, навыками применения их в ситуациях повышенной сложности;

– на оценку **«хорошо»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 70 – 84% от максимальной суммы баллов за семестр. Обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** – результирующий рейтинг обучающегося должен составлять 50 – 69% от максимальной суммы баллов за семестр. Студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные

затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
– на оценку **«неудовлетворительно»** – результирующий рейтинг обучающегося составляет менее 50% от максимальной суммы баллов за семестр результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.