

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Физики»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры физики
Протокол №13 от 14 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ФИЗИКА»

Направление: 22.03.02 Metallургия

Электрометаллургия алюминия

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Шипилова Ольга Ивановна Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Коновалов Николай Петрович Дата подписания: 04.06.2025
--

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Физика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-2 Способность решать задачи в области профессиональной деятельности, применяя общеинженерные знания	ОПК ОС-2.1
ОПК ОС-7 Способность проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК ОС-7.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-2.1	Использует знания физических законов по разделам физики: механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм в профессиональной деятельности	Знать Знать основные явления и законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения Уметь Уметь использовать полученные знания при защите лабораторных и практических работ, записывать основные формулы пройденных разделов физики, использовать физические законы при решении проблем профессиональной деятельности Владеть Владеть методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.
ОПК ОС-7.1	На основе освоенного раздела математической обработки результатов физических измерений способен проводить математическую статистическую обработку экспериментальных данных, рассчитывать погрешность измерения физико-химических характеристик фазовых превращений металлов различными методами	Знать Знать основные разделы математической обработки результатов физических измерений. Уметь Уметь проводить экспериментальные измерения физических величин, а также проводить математическую статистическую обработку экспериментальных данных Владеть Владеть методами расчета погрешности измерения физико-химических характеристик фазовых

		превращений металлов различными способами
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Информационные технологии», «Инженерная и компьютерная графика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Электротехника и электроника», «Производственная практика: преддипломная практика», «Учебная практика: ознакомительная практика», «Электрометаллургия алюминия и проектирование цехов электролиза», «Химия», «Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)», «Строение и свойства алюминиевых сплавов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Аудиторные занятия, в том числе:	112	112
лекции	48	48
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	68	68
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тема 1. Кинематика	1	2	1	2	1	1			Устный опрос
2	Тема 2. Динамика	2, 3	4	3, 7	4	2, 3	2	1	20	Устный

	поступательного и вращательного движения									опрос
3	Тема 3. Законы сохранения в механике. Элементы специальной теории относительности	4	2	2	2	4, 5	3			Устный опрос
4	Тема 4. Молекулярная (статистическая) физика	5, 6	4	4, 8	4	6, 7, 8	5			Устный опрос
5	Тема 5. Термодинамика	7, 8, 9	6	5, 6	4	9, 10	4			Устный опрос
6	Тема 6. Электростатика	10	2			11, 12, 13	3			Устный опрос
7	Тема 7. Постоянный электрический ток	11	2	9	2	14	2	3	10	Устный опрос
8	Тема 8. Магнитное поле	12	2			15	2			Устный опрос
9	Тема 9. Электромагнитная индукция			10	2	16	2			Устный опрос
10	Тема 10. Магнитные свойства вещества	13	2			17	2			Устный опрос
11	Тема 11. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	14	2							Устный опрос
12	Тема 12. Механические и электромагнитные колебания	15, 16	4	11	2	20	2	2	20	Устный опрос
13	Тема 13. Волны									Устный опрос
14	Тема 14. Волновая оптика	17, 18	4	12, 13	4	18, 19	2	4	18	Устный опрос
15	Тема 15. Квантовая оптика	19	2	15	2					Устный опрос
16	Тема 16. Теория атома водорода по Бору	20	2	14	2					Устный опрос
17	Тема 17. Элементы квантовой механики	21, 22	4	16	2					Устный опрос
18	Тема 18. Элементы современной физики атомов и молекул	23	2							Устный опрос
19	Тема 19. Элементы	24	2			21	2			Устный опрос

	ядерной физики и физики элементарных частиц									
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		48		32		32		104	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Тема 1. Кинематика	Физические модели. Кинематическое описание движения - векторный, координатный и естественный способы описания. Скорость, ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения.
2	Тема 2. Динамика поступательного и вращательного движения	Угловая скорость и угловое ускорение. Масса, сила и импульс. Законы Ньютона. Неинерциальные системы отсчета и силы инерции. Границы применимости классического способа для описания движения частиц. Законы изменения и сохранения импульса для системы материальных точек. Момент инерции твердого тела относительно оси. Момент силы, момент импульса. Теорема о движении центра масс. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела
3	Тема 3. Законы сохранения в механике. Элементы специальной теории относительности	Законы изменения и сохранения импульса и момента импульса для системы материальных точек. Законы сохранения как проявление свойств евклидова пространства, его однородности и изохронности. Работа и кинетическая энергия материальной точки. Мощность. Работа и кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Диссипативные, консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон сохранения и превращения энергии и его связь с однородностью времени Преобразования Галилея. Инварианты преобразования в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца и следствия их в теории относительности Эйнштейна. Связь массы и энергии. Следствия из преобразований Лоренца: сокращение движущихся масштабов длины, замедление времени, закон сложения скоростей. Интервал как инвариант теории относительности. Релятивистский импульс. Уравнение движения релятивистской частицы и его инвариантность относительно преобразований Лоренца. Работа и

		энергия. Столкновение частиц. Идея ускорителей со встречными пучками.
4	Тема 4. Молекулярная (статистическая) физика	Деформации сдвига и кручения в строительных материалах и конструкциях. Закон Гука Законы Паскаля и Архимеда. Движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли Макроскопические состояния. Идеальный газ, его законы. Уравнение состояния идеального газа. Тепловое движение. Макроскопические параметры. Уравнения состояния. Внутренняя энергия. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Абсолютный ноль. Понятие о вероятности и функции распределения. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Вычисление средних значений с помощью функции распределения.
5	Тема 5. Термодинамика	Обратимые и необратимые тепловые процессы. Тепловые процессы. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Энтропия. Второе начало термодинамики. Определение энтропии неравновесной системы через статистический вес состояния. Принцип возрастания энтропии. Третье начало термодинамики Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Коэффициенты диффузии и теплопроводности. Вязкость газов и жидкостей. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловой машины. Теплємкость многоатомных газов. Недостаточность классической теории теплоемкостей. Третье начало термодинамики. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела. Фазовые переходы I и II рода. Диаграмма состояния. Тройная точка. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления Давление под искривленной поверхностью жидкости Теплємкость твердых тел. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах.
6	Тема 6. Электростатика	Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Способы расчета характеристик электростатического поля: а) принцип суперпозиции, б) теорема Гаусса, в) теорема о циркуляции вектора напряженности.

		Конденсаторы Диэлектрики. Электрический диполь. Теорема Остроградского-Гаусса. Сегнетоэлектрики
7	Тема 7. Постоянный электрический ток	Условия существования тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа. Ток в различных средах.
8	Тема 8. Магнитное поле	Магнитное поле. Магнитная индукция. Опыты Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца. Закон Био-Савара- Лапласа. Силы Ампера, Лоренца.
9	Тема 9. Электромагнитная индукция	Поток магнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля.
10	Тема 10. Магнитные свойства вещества	Основные уравнения магнитостатики в веществе. Молекулярные токи. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Граничные условия для характеристик магнитного поля на границе двух ферромагнетиков.
11	Тема 11. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля	Уравнения Максвелла. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла для стационарных полей.
12	Тема 12. Механические и электромагнитные колебания	Понятие о колебательных процессах. Амплитуда, круговая частота, фаза гармонических колебаний. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент, добротность. Резонанс. Вынужденные колебания в электрических цепях. Переменный ток. Метод векторных диаграмм.
13	Тема 13. Волны	Волновые процессы. Плоская синусоидальная волна. Длина волны, волновое число. Уравнение бегущей волны. Волновое уравнение. Энергия распространения электромагнитной волны. Вектор Умова- Пойнтинга.
14	Тема 14. Волновая оптика	Интерференция волн. Способы получения когерентных источников света: опыт Юнга, зеркало и бипризма Френеля, кольца Ньютона. Условия усиления и ослабления света. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Простые задачи дифракции: дифракция на одной и многих щелях. Дифракционная решетка. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Закон Бугера - Ламберта - Бера. Оптическая плотность, пропускание. Поляризация света. Поляризация волн при отражении и преломлении. Закон Брюстера. Призма Николя. Закон Малюса.
15	Тема 15. Квантовая оптика	Корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности.

		Проблемы излучения черного тела. Законы теплового излучения. Энергия и импульс световых квантов. Фотоэффект. Эффект Комптона. Образование и аннигиляция электронно-позитронных пар. Элементарная квантовая теория излучения. Вынужденное и спонтанное излучение фотонов.
16	Тема 16. Теория атома водорода по Бору	Физика атомов и молекул. Модели Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Спин электрона. Принцип Паули. Спектры водородоподобных атомов.
17	Тема 17. Элементы квантовой механики	Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Соотношения неопределенностей. Наборы одновременно измеряемых величин. Задание состояния микрочастиц. Волновая функция, ее статистический смысл. Временное уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера, стационарные состояния. Частица в потенциальном ящике. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор. Явление сверхпроводимости. Зонная теория твердых тел. Собственная и примесная проводимости полупроводников. Фотопроводимость полупроводников. Контактные и термоэлектрические явления в контактах: металл-металл, полупроводник-полупроводник.
18	Тема 18. Элементы современной физики атомов и молекул	Элементарные частицы. Взаимопревращения частиц. Кварки. Вещество и поле. Иерархия взаимодействий. О единых теориях поля. Перспективы развития физики микромира. Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира.
19	Тема 19. Элементы ядерной физики и физики элементарных частиц	Основы ядерной физики. Радиоактивность. Ядерные реакции. Атомное ядро и его свойства. Модели ядер. Ядерные силы. Ядерные реакции. Радиоактивные превращения атомных ядер. Реакции деления и синтеза.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Ускорение свободного падения. Гравитационное поле Земли.	2
2	Изучение законов динамики. Изучение законов сохранения	2

3	Проверка основного закона вращательного движения	2
4	Определение динамического коэффициента вязкости методом Стокса	2
5	Определение показателя Пуассона (отношения молярных теплоёмкостей) методом Клемана-Дезорма.	2
6	Определение изменения энтропии при изохорном процессе	2
7	Определение модулей сдвига и модулей кручения.	2
8	Определение универсальной газовой постоянной	2
9	Исследование цепи постоянного тока.	2
10	Изучение явления взаимной индукции	2
11	Измерение мощности переменного тока и сдвига фаз между током и напряжением	2
12	Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля	2
13	Проверка закона Малюса	2
14	Определение постоянной Ридберга с помощью универсального монохроматора	2
15	Изучение законов внешнего фотоэффекта	2
16	Изучение работы полупроводникового диода	2

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Кинематика поступательного движения	1
2	Динамика поступательного движения.	1
3	Момент инерции, момент силы. Момент импульса	1
4	Работа и энергия. Законы сохранения	2
5	Преобразования Лоренца и следствия их в теории относительности Эйнштейна.	1
6	Деформации сдвига и кручения. Закон Гука.	1
7	Законы Паскаля и Архимеда	2
8	Изопроцессы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Законы Авогадро, Дальтона.	2
9	Первое, второе, третье начала термодинамики. Энтропия	2
10	Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение (вязкость)	2
11	Закон Кулона. Напряженность и потенциал, связь между ними. Теорема о циркуляции.	1
12	Способы расчета характеристик электростатического поля: а) принцип суперпозиции, б) теорема Гаусса, в) теорема о	1

	циркуляции вектора напряженности.	
13	Диэлектрики. Электрический диполь. Теорема Остроградского- Гаусса.	1
14	Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа. Ток в различных средах.	2
15	Закон Фарадея. Правило Ленца. Экстра токи замыкания и размыкания. Явление самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля.	2
16	Магнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца. Закон Био- Савара- Лапласа. Силы Ампера, Лоренца. Поток магнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия и объемная плотность энергии магнитного поля.	2
17	Молекулярные токи. Намагниченность. Напряженность магнитного поля.	2
18	Интерференция. Дифракция	1
19	Дисперсия. Поляризация. Законы Брюстера, Малюса.	1
20	Амплитуда, круговая частота, фаза гармонических колебаний. Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент, добротность. Резонанс.	2
21	Радиоактивные превращения атомных ядер. Реакции деления и синтеза.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
2	Подготовка к экзамену	20
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	10
4	Решение специальных задач	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1) Проработка теоретического материала по конспектам лекций (учебникам или учебным пособиям)

2) Решение задач из указанных преподавателем источников.

Для успешного решения практических задач по Физике студенту рекомендуется изучить материал соответствующих лекций. Дома внимательно прочитать конспект лекций, внести уточнения и дополнения, которые сохранила память. Скорректировать материал по учебникам и учебным пособиям. Тщательно выверить правильность формулировок, графиков и конечных формул. Кроме того, проработать по учебникам или учебным пособиям (см. «Литература») материал плановой лекции для лучшего её усвоения.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

До лабораторного практикума необходимо выполнить следующее:

- 1) узнать номер и название выполняемой лабораторной работы;
- 2) ознакомиться с методическими указаниями к лабораторной работе;
- 3) списать контрольные вопросы из методических указаний или со стенда;
- 4) подготовить письменно краткие ответы на контрольные вопросы с помощью рекомендуемой литературы;
- 5) сделать заготовку для отчета в соответствии с требованиями к его форме и содержанию. Форма отчета к началу занятия должна содержать титульный лист, цель работы, формулу для расчета искомой величины (с пояснением названий входящих в нее величин), схему установки, таблицу измерений и вычислений.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Для успешного решения самостоятельных задач по Физике студенту рекомендуется изучить материал соответствующих лекций. Дома внимательно прочитать конспект лекций, внести уточнения и дополнения, которые сохранила память. Скорректировать материал по учебникам и учебным пособиям. Тщательно выверить правильность формулировок, графиков и конечных формул. Кроме того, проработать по учебникам или учебным пособиям (см. «Литература») материал плановой лекции для лучшего её усвоения.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос проводится на итоговом занятии по определенному разделу физики. Участвуют в опросе все присутствующие студенты на данном занятии. На один вопрос опрашивается несколько студентов, каждый может дополнить, исправить, объяснить, дать более полный ответ. В конце занятия подводится итог, и оцениваются знания каждого студента по данному разделу физики.

Пример задания:

Тема (раздел) Молекулярная физика и термодинамика.

Вопросы для контроля:

1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов – основные положения и уравнения состояния. Равновесные состояния и процессы. Абсолютный ноль.
2. Максвелловское распределение молекул по скоростям. Больцмановское распределение молекул в потенциальном поле. Барометрическая формула.

3. Явление переноса: диффузии, теплопроводности и внутреннего трения.
4. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к различным изопроцессам. Адиабатный и политропный процессы.
5. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно. Энтропия как функция состояния. Второе и третье начала термодинамики.
6. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние вещества. Внутренняя энергия реального газа.
7. Теплоемкость многоатомных газов. Зависимость теплоемкости от вида процесса. Недостаточность классической теплоемкости.
8. Характеристика жидкого состояния. Поверхностное натяжение. Явления смачивания и несмачивания. Формула Лапласа. Капиллярные явления. Понятие о поверхностно-активных веществах.
9. Фазовые равновесия и фазовые превращения. Фазовая диаграмма. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
10. Фазовые переходы.

Тема (раздел) Магнитное поле.

Вопросы для контроля:

1. Магнитное поле и его характеристики. Магнитное поле как релятивистский эффект. Магнитное поле движущегося заряда. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение.
2. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в интегральной и дифференциальной форме. Ее применение к расчету магнитного поля бесконечно длинного проводника.
3. Магнитный поток. Теорема Остроградского-Гаусса для магнитного поля в интегральной и дифференциальной формах.
4. Сила Ампера. Действие магнитного поля на проводник с током. Взаимодействие параллельных токов
5. Магнитный момент контура с током. Действие магнитного поля на контур с током.
6. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
7. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
8. Явление электромагнитной индукции. опыты Фарадея. Правило Ленца.
9. Вывод закона электромагнитной индукции из закона сохранения энергии и с точки зрения электронной теории.
10. Явление самоиндукции. Расчет индуктивности длинного соленоида.
11. Явление взаимной индукции. Принцип действия трансформатора.
12. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнетики. Уравнения магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля.
13. Магнитные моменты электронов и атомов вещества. Типы магнетиков: диа-, пара- и ферромагнетики. Намагниченность. Магнитная проницаемость и восприимчивость среды. Спиновая природа ферромагнетиков.
14. Энергия магнитного поля контура с током. Объемная плотность энергии.
15. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Материальные уравнения.

Тема (раздел) Механические и электромагнитные колебания.

Вопросы для контроля:

1. Гармонические колебания. Амплитуда, круговая частота, фаза гармонических колебаний. Скорость, ускорение, сила и энергия при гармонических колебаниях, их графики.
2. Гармонический осциллятор: пружинный маятник и колебательный контур.

Квазистациональные токи. Свободные незатухающие механические и электромагнитные колебания, дифференциальные уравнения и их решения.

3. Свободные затухающие колебания, дифференциальные уравнения и их решения.

Основные характеристики затухающих механических и электромагнитных колебаний: коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность.

4. Вынужденные колебания осциллятора под действием синусоидальной силы.

Дифференциальные уравнения вынужденных колебаний, его частное и общее решения.

Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Резонансные кривые.

5. Переменный ток. Контур с активным сопротивлением, индуктивностью, емкостью.

Закон Ома в цепи переменного тока при последовательном соединении элементов. Метод векторных диаграмм.

6. Мощность в цепи переменного тока. Действующее (эффективное) значение тока (напряжения). Коэффициент мощности.

7. Параллельное и последовательное соединение элементов цепи переменного тока. Резонансы токов и напряжений.

Критерии оценивания.

5- Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания.

4- Знает материал, по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

3- Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.

2- Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-2.1	Усвоен программный материал по общей физике, умеет его излагать и увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания. Сданы контрольные задачи. Способны использовать специализированные знания в области физики в профессиональной деятельности.	Устное собеседование по теоретическим вопросам
ОПК ОС-7.1	На основе освоенного раздела	Устное

	математической обработки результатов физических измерений способен проводить математическую статистическую обработку экспериментальных данных, рассчитывать погрешность измерения физико-химических характеристик фазовых превращений металлов различными методами	собеседование по теоретическим вопросам
--	--	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студенты выполняют лабораторные работы, решают практические задачи по пройденным разделам, получают вопросы для подготовки, проходят компьютерное тестирование по пройденным разделам.

При невыполнении части заданий, необходимых для получения зачета, дополнительно задаются вопросы по несданным темам из списка вопросов, представленных ниже.

Вопросы к зачету должны оценивать не только знания, но и умения, навыки и степень сформированности компетенций, способность использовать основные законы физики в профессиональной деятельности, в теоретическом и экспериментальном исследовании. Поэтому, к теоретическим вопросам добавляются и практические задачи.

Для получения зачета при изучении дисциплины физики студент должен выполнить в течение семестра следующие задания:

- выполнить лабораторные работы;
- ответить на контрольные вопросы при защите лабораторных работ;
- пройти компьютерные тестирования на заданные темы на положительные оценки

Пример задания:

1. Кинематика материальной точки: векторный, координатный и “естественный” способы описания. Определения скорости и ускорения (средних и мгновенных). Нормальное и тангенциальное ускорение.
2. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость и ускорение (средние и мгновенные), связь между линейными и угловыми величинами.
3. Доска длиной l одним концом лежит на цилиндре, а другой конец удерживается человеком. Человек начинает толкать доску вперед, вследствие чего цилиндр катится без проскальзывания. Какой путь должен пройти человек, чтобы дойти до цилиндра?
4. Движение с постоянным ускорением. Уравнения движения.
5. Законы динамики материальной точки (законы Ньютона).
6. Виды взаимодействий в природе и законы сил.
7. Основное уравнение динамики в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.
8. Земля как неинерциальная система отсчета. Сила тяжести. Ускорение свободного падения. Напряженность гравитационного поля.
9. Момент инерции твердого тела. Определение и способ расчета. Теорема Штейнера.
10. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения.
11. Работа постоянной и переменной силы.

12. Работа при вращательном движении твердого тела.
13. Кинетическая энергия материальной точки и поступательного движения твердого тела. Теорема о кинетической энергии.
14. Кинетическая энергия вращательного движения.
15. Потенциальная энергия. Свойства потенциальных сил. Связь между силами поля и потенциальной энергией. Потенциальная энергия гравитационной и упругой сил.
16. Законы изменения и сохранения энергии в механике, границы их применимости.
17. Законы изменения и сохранения импульса системы материальных точек и границы их применимости.
18. Момент импульса материальной точки и твердого тела. Закон изменения момента импульса.
19. Упавшую в скважину трубу можно поднять с помощью представленного на рисунке устройство. Стержни АВ и АС шарнирно соединены с тросом и упираются в стенки трубы. Их длина L , коэффициент трения между стержнями и трубой равен M . При каком диаметре трубы её можно поднять вне зависимости от её массы?
20. Структура раздела “Механика”.
21. Эскалатор метро поднимает неподвижно стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается 3 минуты. Сколько времени будет подниматься идущий вверх пассажир по движущемуся эскалатору?
22. Методы математической обработки результатов измерений
23. Уравнения состояния идеального и реального газа Менделеева-Клапейрона и Ван-дер-Ваальса.
24. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
25. Понятие о вероятности и функции распределения. Вычисление средних значений с помощью функции распределения.
26. Распределение Максвелла.
27. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
28. Изопроцессы в газах: изотермический, изохорический, изобарический и адиабатный. Уравнения процессов и их графики.
29. Термодинамический смысл абсолютной температуры. Понятие о степенях свободы молекул.
30. Работа при термодинамических процессах.
31. Внутренняя энергия идеального газа. Первый закон термодинамики.
32. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
33. Теплоемкость многоатомных газов. Зависимость теплоемкости от вида процесса. Недостаточность классической теории теплоемкостей.
34. Второе начало термодинамики
35. Тепловые машины и их КПД.
36. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловой машины.
37. Энтропия. Второе начало термодинамики. Расчет изменения энтропии при изопроцессах.
38. Определение энтропии неравновесной системы через статистический вес состояния. Принцип возрастания энтропии.
39. Явления переноса: диффузии, теплопроводности и внутреннего трения.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Имеет знания только основного материала, проделаны и защищены лабораторные работы, по задаваемым темам пройдены компьютерные тестирования	Не знает значительной части программного материала, не выполнил лабораторные работы, по задаваемым темам не пройдены компьютерные

6.2.2.2 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К экзамену допускается студент, имеющий зачёт в предыдущем семестре и выполнивший необходимый минимум текущего семестра, а именно:

- выполнить по плану лабораторные работы;
- ответить на контрольные вопросы при защите лабораторных работ;
- сдать решенные задачи;

- пройти компьютерные тестирования на заданные темы на положительные оценки;

При невыполнении части заданий, необходимых для сдачи экзамена, дополнительно задаются вопросы по несданным темам из списка вопросов, представленных ниже.

Вопросы к экзамену должны оценивать не только знания, но и умения, навыки и степень сформированности компетенций, а именно способность использовать основные законы физики в профессиональной деятельности, в теоретическом и экспериментальном исследовании, привлечь соответствующий физико-математический аппарат для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. С этой целью в экзаменационные билеты, кроме двух теоретических вопросов, включены практические задачи, направленные на проверку компетенций данного направления.

Пример задания:

В экзаменационные билеты, кроме двух теоретических вопросов, включены практические задачи, направленные на проверку компетенций данного направления.

1. Волны. Плоская синусоидальная волна. Длина волны, волновое число. Группы волн и волновые пакеты. Фазовая и групповая скорости волн, связь между ними.
2. Дифференциальное волновое уравнение. Скорость распространения волны.
3. Перенос энергии волной. Плотность потока энергии. Интенсивность. Вектор Умова-Пойнтинга.
4. Интерференция волн. Когерентность. Условия максимумов и минимумов при интерференции.
5. Стоячие волны. Узлы и пучности в стоячей волне.
6. Электромагнитные волны. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн.
7. Энергия распространения электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга.
8. Излучение диполя и его характеристики. Диаграмма направленности
- 9.

Интерференция света. Когерентность световых волн. Оптическая разность хода.

Условия максимумов и минимумов при интерференции света.

10. Способы получения когерентных источников света. Расчет интерференционной картины от двух источников.

11. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона.

12. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Расчет радиуса к-й зоны Френеля.

13. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске.

14. Дифракция Фраунгофера на одной щели.

15. Дифракционная решетка. Условия максимумов и минимумов. Дифракционная

решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность и угловая дисперсия решетки.

16. Дифракция рентгеновских лучей. Условие Вульфа-Брэггов. Понятие о рентгеноструктурном анализе.

17. Естественный и поляризованный свет. Прохождение света через поляризаторы. Закон Малюса.

18. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении от диэлектрика. Закон Брюстера.

19. Двойное лучепреломление. Применение принципа Гюйгенса-Френеля для объяснения двойного лучепреломления. Призма Николя.

20. Искусственное двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации.

21. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия. Связь дисперсии и поглощения. Закон Бугера.

22. Понятие об электронной теории дисперсии света.

23. Корпускулярно-волновой дуализм света. Энергия, масса и импульс световых квантов.

24. Тепловое излучение. Законы Стефана-Больцмана и Вина.

25. Фотоэффект и его виды. Законы Столетова. Уравнение Эйнштейна.

26. Эффект Комптона.

27. Давление света.

28. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов.

29. Микрочастица в двухщелевом интерферометре. Соотношения неопределенностей.

30. Задание состояния микрочастиц. Волновая функция, ее статистический смысл.

31. Стационарное уравнение Шредингера, стационарные состояния.

32. Частица в потенциальном ящике.

33. Потенциальный барьер. Туннельный эффект.

34. Квантовый гармонический осциллятор.

35. Теория водородоподобных атомов по Бору.

36. Спектры водородоподобных атомов.

37. Частица в сферически симметричном поле. Квантовые числа.

38. Структура электронных уровней в сложных атомах. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И.Менделеева.

39. Колебания и вращения двухатомной молекулы. Молекулярные спектры.

40. Спонтанное и вынужденное излучение. Принцип работы оптического квантового генератора.

41. Твердотельные и газоразрядные лазеры.

42. Статистическое описание квантовой системы. Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

43. Колебания кристаллической решетки. Понятие о фононах. Теплоемкость кристаллов при высоких и низких температурах.

44. Электронный Ферми-газ в металле. Уровень и энергия Ферми. Поверхность Ферми.

45. Электропроводность металлов. Недостаточность классической электронной теории. Понятие о квантовой теории электропроводности.

46. Явление сверхпроводимости. Куперовские пары. Захват и квантование магнитного потока. Эффект Джозефсона и его применение.

47. Элементы зонной теории кристаллов. Заполнение зон: металлы, диэлектрики, полупроводники.

48. Контакт двух металлов. Внешняя и внутренняя разность потенциалов. Термоэлектрические явления.

49. Собственные и примесные полупроводники.

50. Контакт двух полупроводников. Полупроводниковые приборы.

51. Атомное ядро и его свойства. Модели ядер.

52. Радиоактивные превращения атомных ядер. Основные законы радиоактивного распада.
53. Виды радиоактивного распада и свойства радиоактивных превращений.
54. Ядерные реакции. Реакции деления и синтеза.
55. Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира.

-

6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
5- Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении задания.	4- Знает материал, по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	3- Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических заданий.	2- Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

7 Основная учебная литература

1. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 351.
2. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 557.
3. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2006. - 351.
4. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2006. - 557.
5. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2005. - 352.
6. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 541.

7. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 352.
8. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2003. - 541.
9. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2000. - 541.
10. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова, 1999. - 589.
11. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 1990. - 478.
12. Трофимова Т. И. Физика. 500 основных законов и формул : [справочник для вузов] / Т. И. Трофимова, 2001. - 62 [2].
13. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2003. - 541.
14. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.
15. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2008. - 557.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1994. - 542.
2. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие / Т. И. Трофимова, 2007. - 277.
3. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 557.
4. Трофимова Т. И. Справочник по физике для студентов и абитуриентов / Т. И. Трофимова, 2001. - 399, [1].
5. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2004. - 557, [1].
6. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2002. - 352.
7. Трофимова Таисия Ивановна. Физика в таблицах и формулах : учеб. пособие для вузов по техн. специальностям / Т. И. Трофимова, 2002. - 430.
8. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики для вузов : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2003. - 383.
9. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики с решениями : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова, 2002. - 589.

10. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова, 2001. - 589.
11. Трофимова Т. И. Краткий курс физики : учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова, 2000. - 352.
12. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. для вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1985. - 432.
13. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики : учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1991. - 302.
14. Трофимова Т. И. Оптика и атомная физика: законы, проблемы, задачи : [Учеб. пособие для вузов] / Т. И. Трофимова, 1999. - 287.
15. Трофимова Таисия Ивановна. Физика. 500 основных законов и формул : справ. для студентов вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1997. - 63.
16. Трофимова Таисия Ивановна. Сборник задач по курсу физики : учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1996. - 303.
17. Трофимова Т. И. Физика. 500 основных законов и формул : справ. для студ. вузов / Т. И. Трофимова, 1995. - 63.
18. Трофимова Таисия Ивановна. Курс физики : учеб. пособие для инж.-техн. спец. вузов / Таисия Ивановна Трофимова, 1997. - 542.
19. Трофимова Т. И. Физика: 400 основных законов и формул : справочник / Т. И. Трофимова, 1993. - 45.
20. Трофимова Т. И. Курс физики. Задачи и решения : учебное пособие для студентов вузов / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов, 2004. - 590, [1].
21. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова, 2002. - 589.
22. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / Т. И. Трофимова, 2010. - 279.
23. Трофимова Т. И. Курс физики. Задачи и решения : учебное пособие для вузов по техническим направлениям подготовки и специальностям / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов, 2009. - 590.
24. Трофимова Т. И. Физика : справочник с примерами решения задач / Т. И. Трофимова, 2008. - 447.
25. Трофимова Т. И. Физика от А до Я : справочное пособие / Т. И. Трофимова, 2011. - 300.
26. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2010. - 557.
27. Трофимова Т. И. Курс физики : учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2014. - 557.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ООО "Азон"
2. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
3. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
4. Microsoft Windows Professional 8 Russian

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. 13708 Поляриметр МЛР-1
2. 313016 Фотометр КФК-3
3. 313214 Фотометр КФК-3
4. модуль Изучение магнитного поля соленоида
5. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
6. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
7. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
8. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
9. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
10. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
11. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
12. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
13. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
14. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
15. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
16. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD

17. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
18. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
19. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
20. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
21. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
22. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
23. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
24. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
25. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
26. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
27. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
28. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
29. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
30. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
31. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
32. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
33. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
34. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
35. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
36. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
37. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
38. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
39. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
40. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
41. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
42. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
43. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
44. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD

45. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
46. Моноблок Mitac/USB 2.0 480 Gb/s.1Tb.SATA 3.21.5"LCD
47. 16349 Установка д/определения удельного сопротивления
48. 16001 Скамья оптическая СО-1М
49. 310422 Скамья оптическая СО-1М
50. 10345 Скамья оптическая СО-1
51. 13915 Скамья оптическая СО-1М
52. Установка для изучения дифракции электронов PHYWE
53. Установка для изучения закона Малюса PHYWE
54. Установка "Построение зон Френеля/зонные пластины"PHYWE
55. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
56. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
57. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
58. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
59. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
60. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
61. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
62. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
63. Установка для изучения закона излучения Стефана-Больцмана PHYWE
64. Установка для исследования Колец Ньютона PHYWE
65. модуль Определение отношения заряда электрона к массе
66. 13035 Фотометр ФОУ
67. модуль Изучение эл.процессов в простых лин.цепях
68. модуль Изучение явления взаимоиנדукции
69. 12862 Монохроматор УМ-2
70. 12861 Монохроматор УМ-2
71. 12240 Монохроматор УМ-2
72. модуль Ток в вакууме

- 73. модуль Изучение связанных контуров
- 74. 312259 Вольтметр В7-16А
- 75. 312265 Вольтметр В7-16А
- 76. 312263 Вольтметр В7-16А
- 77. Установка для изучения интерференции света РНУВЕ
- 78. Микроскоп Мир-12
- 79. 311450 Стилоскоп СЛ-13
- 80. модуль Изучение гистерезиса ферромагнитных материалов
- 81. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор
- 82. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор
- 83. Установка для изучения абсолютно черного тела ФПК-11/РНПО Русучприбор
- 84. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор
- 85. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор
- 86. Установка "Определение отношения теплоемкости воздуха" ФПТ1-6н НПП "Учтех-Профи"
- 87. Установка "Изучение вязкости воздуха" ФПТ1-1н НПП "Учтех-Профи"
- 88. Лабораторная установка "Дифракция Электронов"
- 89. Метеостанция "Электроника-8"/ НПО "Рефлектор"
- 90. Установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10/РНПО Русучприбор