

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

Metallургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Баранов Евгений
Олегович
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил: Коновалов Николай Петрович
Дата подписания: 16.06.2025

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-2.3
ОПК ОС-7 Способность проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК ОС-7.1, ОПК ОС-7.2

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 основные явления и законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, основные физические величины и константы, их определение и единицы измерения 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 методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента
ОПК ОС-2.3	Применяет знания и методы работы на основных физических приборах, основные методы теоретического и экспериментального исследования физических явлений в металлургии. Анализирует и применяет методы решения задач, методы моделирования процессов металлургии на основе	Знать законы геометрической, волновой и квантовой оптик, элементы квантовой механики, элементы физики твердого тела и физику атома и ядра Уметь использовать полученные знания при защите лабораторных и практических работ, применять современное физическое оборудование и приборы при

	уравнений физики	решении практических задач в металлургии Владеть методами работы на основных физических приборах, основными методами теоретического и экспериментального исследования физических явлений
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 основные разделы математической обработки результатов физических измерений Уметь проводить экспериментальные измерения физических величин, а также проводить математическую статистическую обработку экспериментальных данных Владеть методами расчёта погрешности измерения физико-химических характеристик фазовых превращений металлов различными способами
ОПК ОС-7.2	Способен проводить измерения физических параметров металлургических процессов различными средствами измерений, а также графически представлять экспериментальные кривые технологических процессов производства цветных металлов	Знать основные методы экспериментальной обработки результатов физических измерений Уметь проводить измерения физических параметров металлургических процессов различными средствами измерений Владеть методами графического представления экспериментальных кривых технологических процессов производства цветных металлов

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Учебная практика: научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)», «Аналитическая и физическая химия», «Химия»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 8 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
---------------------------	--

	Всего	Учебный год № 1	Учебный год № 2
Общая трудоемкость дисциплины	288	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	40	20	20
лекции	20	14	6
лабораторные работы	20	6	14
практические/семинарские занятия	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	235	120	115
Трудоемкость промежуточной аттестации	13	4	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет, Экзамен	Зачет	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 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	Физические основы механики. Элементы кинематики	1	2	1	2			1, 2, 5, 6, 7	19	Отчет по лаборатор ной работе
2	Физические основы механики. Работа и энергия. Законы сохранения.	2	2					4, 7	15	Контрольн ая работа
3	Молекулярная физика и термодинамика. Статистические распределения.	3	2					4, 7	15	Отчет по лаборатор ной работе
4	Молекулярная физика и термодинамика.О сновы термодинамики.	4	2					4, 7	15	Контрольн ая работа
5	Молекулярная физика. Явления переноса. Фазовые	5	2	2	2			1, 2, 5, 6, 7	19	Контрольн ая работа

	равновесия и превращения.									
6	Электричество и магнетизм. Электрическое поле в вакууме и веществе	6	2					4, 7	15	Контрольная работа
7	Электричество и магнетизм. Постоянный электрический ток.	7	2	2	2			1, 2, 3, 5, 6, 7	22	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		14		6				124	

Учебный год № 2

№ 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	Электричество и магнетизм. Магнитное поле.	1	2	1	5			1, 2, 5, 6, 7	21	Отчет по лаборатор ной работе
2	Физика колебаний. Кинематика гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. Переменный ток.	2	1					4, 7	20	Контрольн ая работа
3	Физика волн. Волновые процессы. Волновая оптика. Электромагнитны е волны в веществе.	3	1	2	5			1, 2, 5, 6, 7	21	Отчет по лаборатор ной работе
4	Квантовая физика. Квантовая оптика	4	1	3	4			1, 2, 5, 6, 7	21	Отчет по лаборатор ной работе
5	Физика атомного ядра.	5	1					3, 4, 7	32	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		6		14				124	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Физические основы механики. Элементы кинематики	Физические модели. Кинематическое описание движения -векторный, координатный и естественный способы описания. Скорость,

		ускорение, нормальное и тангенциальное ускорения. Угловая скорость и угловое ускорение
2	Физические основы механики. Работа и энергия. Законы сохранения.	Законы изменения и сохранения импульса и момента импульса для системы материальных точек. Работа и кинетическая энергия материальной точки. Мощность. Работа и кинетическая энергия вращательного движения твердого тела. Потенциальная энергия. Момент инерции. Теорема Штейнера.
3	Молекулярная физика и термодинамика. Статистические распределения.	Тепловое движение. Уравнения состояния. Внутренняя энергия. Уравнение состояния идеального газа. Понятие о вероятности и функции распределения. Распределение Максвелла. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Законы физической кинетики. Вязкость газов и жидкостей
4	Молекулярная физика и термодинамика. Основы термодинамики.	Обратимые и необратимые тепловые процессы. Тепловые процессы. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Энтропия. Второе начало термодинамики.
5	Молекулярная физика. Явления переноса. Фазовые равновесия и превращения.	Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Коэффициенты диффузии и теплопроводности. Вязкость газов и жидкостей. Цикл Карно. Теплоемкость многоатомных газов. Третье начало термодинамики. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
6	Электричество и магнетизм. Электрическое поле в вакууме и веществе	Закон Кулона. Связь между напряженностью и потенциалом. Способы расчета характеристик электростатического поля: а) принцип суперпозиции, б) теорема Гаусса, в) теорема о циркуляции вектора напряженности.
7	Электричество и магнетизм. Постоянный электрический ток.	Определение напряженности внутри и вне проводника. Конденсаторы. Электрическое поле в веществе. Диэлектрики. Электрический диполь. Теорема Остроградского-Гаусса. Законы Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Обобщенный закон Ома. Правила Кирхгофа.

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Электричество и магнетизм. Магнитное поле.	Основные характеристики магнитного поля: вектор магнитной индукции и магнитный поток. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора индукции магнитного поля. Сила Лоренца. Сила Ампера. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца.

		Индуктивность.
2	Физика колебаний. Кинематика гармонических колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. Переменный ток.	Понятие о колебательных процессах. Амплитуда, круговая частота, фаза гармонических колебаний. Векторные диаграммы. Математический и физический маятники, пружинный маятник. Свободные затухающие колебания. Резонанс. Гармонический осциллятор. Амплитуда и фаза при вынужденных колебаниях. Переменный ток.
3	Физика волн. Волновые процессы. Волновая оптика. Электромагнитные волны в веществе.	Волны. Плоская синусоидальная волна. Длина волны, волновое число. Энергия волны. Одномерное волновое уравнение. Эффект Доплера. Звук. Плоские электромагнитные волны. Поляризация волн. Интерференция. Интерференция волн. Способы получения когерентных источников света: опыт Юнга, зеркало и бипризма Френеля, кольца Ньютона. Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля. Дифракционная решетка. Распространение света в веществе. Дисперсия света. Поглощение света. Поляризация света. Поляризация волн при отражении. Закон Малюса.
4	Квантовая физика. Квантовая оптика	Противоречия классической физики. Экспериментальное обоснование основных идей квантовой теории. Проблемы излучения черного тела. Энергия и импульс световых квантов. Фотоэффект. Эффект Комптона. Соотношения неопределенностей. Волновая функция, ее статистический смысл. Квантовые состояния и уравнение Шредингера. Гипотеза де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.
5	Физика атомного ядра.	Основы ядерной физики. Атомное ядро. Радиометрия. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада. Ядерные реакции. Проблемы современной физики. Современная физическая картина мира.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника	2
2	Определение коэффициента динамической вязкости жидкости методом Стокса.	2
2	Определение неизвестных сопротивлений при помощи мостовой схемы	2

Учебный год № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	5
2	Изучение поляризации света и экспериментальная проверка закона Малюса	5
3	Изучение законов внешнего фотоэффекта	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	9
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Подготовка к зачёту	3
4	Подготовка к контрольным работам	28
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	9
6	Подготовка к сдаче и защите отчетов	9
7	Проработка разделов теоретического материала	56

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение компьютерных экспериментов и компьютерных лабораторных работ в дистанционном режиме	9
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Подготовка к зачёту	12
4	Подготовка к контрольным работам	24
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
6	Подготовка к сдаче и защите отчетов	12
7	Проработка разделов теоретического материала	40

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

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=131033>

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=131034>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=124729>

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=135285>

<https://el.istu.edu/mod/resource/view.php?id=147768>

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 учебный год 1 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно согласно варианту, полученному от преподавателя по номеру зачетной книжки. Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо: 1) разобраться в устройстве установки или макета; 2) иметь четкое представление о теории изучаемого вопроса. Лабораторная работа считается выполненной по конкретной теме согласно календарному графику учебного процесса. При выполнении лабораторных преподавателем проверяется: правильность выполнения заданий, знание теоретического материала необходимого для выполнения работ, правильность расчетов, предусмотренных в работе, а также умение применять методы оценки погрешности измерений.

Критерии оценивания.

Лабораторная работа считается сданной, если

- предложенные задания выполнены правильно,
- расчеты проведены верно,
- проведена оценка погрешности измерений,
- подготовлен отчет по лабораторной работе в соответствии с рекомендациями, изложенными в руководстве к лабораторной работе,
- при защите отчета по лабораторной работе студентом демонстрируется знание теоретического материала необходимого для выполнения работ.

6.1.2 учебный год 1 | Контрольная работа

Описание процедуры.

В соответствии с учебным планом для студентов заочной формы обучения одним из видов обязательных учебных заданий является выполнение письменных контрольных работ за семестр по варианту. Контрольная работа выполняется в соответствии с вариантом, номер которого соответствует последней цифре в зачетной книжке.

Выполнение контрольных работ происходит только после полного изучения теоретического материала и позволяет студенту проверить уровень своей подготовки.

Ответы на контрольные вопросы должны быть даны в соответствии с заданием,

ясно и лаконично.

Контрольная работа должна включать в себя следующие части: титульный лист, выписанное содержание задания и развернутое решение, список литературы.

Электронный вариант методических указаний к выполнению контрольных работ представлен в системе дистанционного обучения Moodle.

Критерии оценивания.

Зачтено - выполнение 70-100 % заданий контрольных работ.

Не зачтено- выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.

6.1.3 учебный год 2 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно согласно варианту, полученному от преподавателя по номеру зачетной книжки. Для успешного выполнения лабораторной работы студенту необходимо: 1) разобраться в устройстве установки или макета; 2) иметь четкое представление о теории изучаемого вопроса. Лабораторная работа считается выполненной по конкретной теме согласно календарному графику учебного процесса. При выполнении лабораторных преподавателем проверяется: правильность выполнения заданий, знание теоретического материала необходимого для выполнения работ, правильность расчетов, предусмотренных в работе, а также умение применять методы оценки погрешности измерений.

Критерии оценивания.

Лабораторная работа считается сданной, если

- предложенные задания выполнены правильно,
- расчеты проведены верно,
- проведена оценка погрешности измерений,
- подготовлен отчет по лабораторной работе в соответствии с рекомендациями, изложенными в руководстве к лабораторной работе,
- при защите отчета по лабораторной работе студентом демонстрируется знание теоретического материала необходимого для выполнения работ.

6.1.4 учебный год 2 | Контрольная работа

Описание процедуры.

В соответствии с учебным планом для студентов заочной формы обучения одним из видов обязательных учебных заданий является выполнение письменных контрольных работ за семестр по варианту. Контрольная работа выполняется в соответствии с вариантом, номер которого соответствует последней цифре в зачетной книжке.

Выполнение контрольных работ происходит только после полного изучения теоретического материала и позволяет студенту проверить уровень своей подготовки.

Ответы на контрольные вопросы должны быть даны в соответствии с заданием, ясно и лаконично.

Контрольная работа должна включать в себя следующие части: титульный лист, выписанное содержание задания и развернутое решение, список литературы.

Электронный вариант методических указаний к выполнению контрольных работ представлен в системе дистанционного обучения Moodle.

Критерии оценивания.

Зачтено - выполнение 70-100 % заданий контрольных работ.

Не зачтено- выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.

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	Зачтено Выполнение 70-100 % заданий контрольных работ. Не зачтено Выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.	ФОС по дисциплине «Физика», Методы оценивания – выполнение практических заданий; тестирование
ОПК ОС-2.3	Зачтено Выполнение 70-100 % заданий контрольных работ. Не зачтено Выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.	ФОС по дисциплине «Физика», Методы оценивания – выполнение практических заданий; тестирование
ОПК ОС-7.1	Зачтено Выполнение 70-100 % заданий контрольных работ. Не зачтено Выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.	ФОС по дисциплине «Физика», Методы оценивания – выполнение практических заданий; тестирование
ОПК ОС-7.2	Зачтено Выполнение 70-100 % заданий контрольных работ. Не зачтено Выполнение менее 70 % заданий контрольных работ.	ФОС по дисциплине «Физика», Методы оценивания – выполнение практических

		заданий; тестирование
--	--	--------------------------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 1, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Студенты выполняют лабораторные работы, контрольные работы по пройденным разделам, получают вопросы для подготовки. 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 компетенции, способность использовать основные законы физики в профессиональной деятельности, в теоретическом и экспериментальном исследовании. Поэтому, к теоретическим вопросам добавляются и практические задачи. Зачет проходит в виде тестирования.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Исчерпывающее, последовательное, чёткое и логически стройное изложение теоретического материала. Демонстрируются: знания законов и явлений механики, молекулярной физики и термодинамики, умения использования полученных знаний при решении задач профессиональной деятельности	Не знает значительной части программного материала, не выполнил лабораторные работы, по задаваемым темам не выполнены контрольные работы.

6.2.2.2 Учебный год 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Студенты выполняют лабораторные работы, контрольные работы по пройденным разделам, получают вопросы для подготовки. 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 строительстве), 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. Экзамен проходит в виде тестирования.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Исчерпывающе излагает принципы, методы, законы электричества и магнетизма, физики колебаний, характер поведения различных систем с применением важнейших законов физики и их следствий. Демонстрируется способность рационально применять основные методы электростатической защиты неточностей в ответе на вопрос, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, в срок проделаны и защищены лабораторные работы	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, в срок проделаны и защищены лабораторные работы, выполнены контрольные работы по задаваемым темам	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, не в срок проделаны и защищены лабораторные работы, не решены или частично решены задачи	Не знает значительной части программного материала, не выполнил лабораторные и контрольные работы, не умеет применять знания на практике

7 Основная учебная литература

1. Трофимова Т. И. Курс физики : учеб. пособие для инженер.-техн. специальностей вузов / Т. И. Трофимова, 2007. - 557.
2. Савельев. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 5 кн. Кн. 2 : Электричество и магнетизм, 2006. - 336.
3. Савельев. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 5 кн. Т. 1 : Механика, 2006. - 336.
4. Савельев. Курс общей физики [у]Механика. Молекулярная физика, 2007. - 432.

5. Механика: Практикум по физике : учебное пособие для инженерных специальностей технических вузов / Н. П. Коновалов [и др.], 2001. - 137.

6. Молекулярная физика. Термодинамика : практикум по физике для инженерных специальностей технических вузов направлений 550000 "Технические науки" / Е. Л. Липовченко [и др.], 2008. - 75.

7. Оптика. Физика твердого тела: Практикум по физике : учебное пособие для инженерных специальностей технических вузов / Г. А. Кузьмина [и др.], 2002. - 115.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач : учеб. пособие / Т. И. Трофимова, 2007. - 277.

2. Оптика. Физика твердого тела [Электронный ресурс] : практикум по физике / Г. А. Кузьмина [и др.], 2010. - 104.

3. Механика. Практикум по физике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. П. Коновалов [и др.], 2010. - 136.

4. Колебания и волны : лабораторный практикум по физике / Г. Д. Никишова [и др.], 1977. - 74.

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 Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
2. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Установка для проведения опыта Франка-Герца с неоновой трубкой RHYWE
2. 16349 Установка д/определения удельного сопротивления
3. Установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10/РНПО Русучприбор
4. Установка лабораторная "Сканирующий туннельный микроскоп" UE50 10300 Scientific
5. Установка "Изучение вязкости воздуха" ФПТ1-1н НПП "Учтех-Профи"

6. Установка "Определение отношения теплоемкости воздуха" ФПТ1-6н НПП "Учтех-Профи"
7. Лабораторная установка "Дифракция Электронов"
8. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор
9. Установка для изучения температурной зависимости электропр.твер.тел ФПК-07/РНРО
10. Установка для изучения р-п перехода ФПК-06/РНПО Русучприбор
11. Установка для изучения абсолютно черного тела ФПК-11/РНПО Русучприбор
12. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор
13. Установка для изучения эффекта Холла в полупроводниках ФПК-08/РНПО Русучприбор
14. Лабораторная установка "Исследование волновой оптики СВЧ-диапазон"
15. Лабораторная установка "Ядерный магнитный резонанс"
16. Установка для изучения температурной зависимости электропр.твер.тел ФПК-07/РНРО
17. Установка для изучения интерференции света RHYWE
18. Установка для исследования дисперсии и разрешающей способности призмы и дифракционного спектрографа RHYWE
19. Установка для определения постоянной Планка при помощи фотоэффекта RHYWE
20. Установка для изучения дифракции на щели и принципа неопределенности Гейзенберга RHYWE
21. Установка для исследования Колец Ньютона RHYWE
22. Установка для изучения закона излучения Стефана-Больцмана RHYWE
23. Установка "Построение зон Френеля/зонные пластины" RHYWE
24. Установка для изучения закона Малюса RHYWE
25. Установка для изучения дифракции электронов RHYWE