

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Практикум по физике

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

04.03.01 - Химия

Направленность образовательной программы

Химия и материаловедение

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.02.04 Практикум по физике относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-2: Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1: Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2: Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3: Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4: Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	ОПК-2.1: Уметь: обращаться с химическими веществами Знать: технику безопасности при выполнении лабораторных работ Владеть: навыками работы с экспериментальными установками ОПК-2.2: Уметь: применять существующие методики, основанные на физическом эксперименте Знать: свойства материалов Владеть: таблицами навыками работы со справочным материалом ОПК-2.3: Уметь: обращаться с современными установками Знать: свойства и применение материалов к исследуемым объектам Владеть: навыками подготовки экспериментальной установки ОПК-2.4: Уметь: исследовать свойства вещества Знать: как пользоваться научным оборудованием	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Контрольные вопросы

		Владеть: навыками работы с серийным оборудованием		
ОПК-6: Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	<p>ОПК-6.1: Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке</p> <p>ОПК-6.2: Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры</p> <p>ОПК-6.3: Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе</p> <p>ОПК-6.4: Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках</p>	<p>ОПК-6.1:</p> <p>Уметь: применять знания, полученные по дисциплине физика, для решения химических задач</p> <p>Знать: физические законы, связывающие физику с другими дисциплинами</p> <p>Владеть: теоретическими и полуэмпирическими моделями, применяемыми в физике и в химии</p> <p>ОПК-6.2:</p> <p>Уметь: Предоставлять информацию</p> <p>Знать: требования библиографической культуры</p> <p>Владеть: химическими и теоретическими и полуэмпирическими моделями, применяемыми в физике и в химии</p> <p>ОПК-6.3:</p> <p>Уметь: пользоваться компьютерными средствами</p> <p>Знать: Excell, Word</p> <p>Владеть: программами, позволяющими проводить расчеты и строить графики</p> <p>ОПК-6.4:</p> <p>Уметь: собирать и анализировать материал, полученный в ходе исследования</p> <p>Знать: Excell, Word</p> <p>Владеть: иностранным языком со словарем</p>	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Отчет по лабораторным работам

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	128
- КСР	2
самостоятельная работа	14
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	0 ф о	0 ф о	0 ф о	0 ф о	0 ф о
Физические основы механики	32		30	30	2
Основы молекулярной физики и термодинамики	14		12	12	2
Электричество и электромагнетизм	22		20	20	2
Колебания и волны	14		12	12	2
Оптика. Квантовая природа излучения	32		30	30	2
Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	14		12	12	2
Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	14		12	12	2
Аттестация	0				
КСР	2			2	
Итого	144	0	128	130	14

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Физические основы механики:

Кинематика материальной точки. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения.
Работа силы. Поле сил. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Импульс.

Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальные кривые и равновесие. Центральное соударение шаров – упругое и неупругое. Вращение твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.

Механика твердого тела. Движение центра масс. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа при вращении. Полная кинетическая энергия при плоском движении. Гироскоп. Прецессия гироскопа.

Механика жидкостей и газов

2. Основы молекулярной физики и термодинамики:

Газовые законы. Связь между давлением и температурой. Основное уравнение кинетической теории газов. Распределение молекул по скоростям (и кинетическим энергиям). Первое, второе и третье начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изо процессам.

3. Электричество и электромагнетизм:

Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Индукция (смещение) электрического поля. Поток вектора индукции через поверхность. Теорема Остроградского – Гаусса.

Примеры применения теоремы Остроградского-Гаусса

Поле равномерно заряженного бесконечного цилиндра. Поле равномерно заряженной сферы или шара

Распределение потенциала поля точечного заряда. Поле бесконечного цилиндра. Емкость уединенного проводника. Емкость уединенного металлического шара. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Параллельное соединение. Последовательное соединение.

Полярные и неполярные молекулы. Связь между вектором поляризации и напряженностью электрического поля. Прохождение силовых линий электрического поля через границу двух диэлектриков. Сила, действующая на точечный заряд в узкой поперечной щели в твердом диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. Магнитное поле. Закон Био - Савара - Лапласа. Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера. Работа в магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Остроградского - Гаусса для магнитного поля.

4. Оптика. Колебания и волны

Основные законы геометрической оптики. Полное отражение. Волновые и квантовые представления о природе света – история развития. Фотометрические величины и их единицы: Сила света, световой поток. Тонкие линзы. Изображения предметов с помощью линз. Аберрации оптических систем.

Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Интерференция волн. На примере наложения двух сферических волн. Разность хода волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Поляризация света. Естественный и поляризованный свет.

5. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел

Фотоэффект. Эффект Комптона. Тепловое излучение. Характеристическое излучение. Постулаты Бора.

6. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц:

Строение атома. Радиоактивный распад. Радиоактивные частицы. Атомная и водородная бомба.

ТОКОМАК.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Фотоэффект, Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2022/ Составители: Овсянников Д.В., Плехович С.Д., Е.И. Филатова, 2022 -17с.

2. Определение длины волны спектральных линий атома натрия, Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2017/ / Составители: Плехович С.Д., Р.В. Паникарова, Е.И. Филатова, 2023. -23с.

3. Определение емкости конденсаторов, Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2022/ Составители: Плехович С.Д., Р.В. Паникарова, Е.И., 2017 -14с.

4. Исследование вынужденных колебаний в последовательном колебательном контуре, Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2022/ Составители: Овсянников Д.В. ,Плехович С.Д., Д.А. Фомичев, 2019 -16с.
5. Принцип суперпозиции, Издательство ННГУ им. Н.И. Лобачевского. 2022/ Составители: Овсянников Д.В. ,Плехович С.Д., Н.И. Машин, 2020 -12с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Выполнять расчет физических величин, используя навыки решения, основанные на физических и математических задачах
2. Рассчитывать погрешности измерения определяемых величин.

Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно сформулированы ответы на поставленные вопросы в допуске к лабораторной работе. Учащийся ориентируется в теме выполняемой лабораторной работы, умеет производить расчет вычисляемых величин.
не зачтено	Не правильно сформулированы ответы на поставленные вопросы в допуске к лабораторной работе. Учащийся не ориентируется в теме выполняемой лабораторной работы, не умеет производить расчет вычисляемых величин.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Содержание

Введение

1 Литературный обзор

2 Экспериментальная часть

3 Результаты и обсуждение

Выводы

Список литературы

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Отчет написан в соответствии с правилами оформления. Установлены все искомые величины. Расчет произведен без ошибок. Приведена погрешность измерения.
отлично	Отчет написан с допущением помарок в оформлении. Установлены все искомые величины. Расчет произведен без ошибок. Приведена погрешность измерения.
очень хорошо	Отчет написан с допущением некоторых ошибок в оформлении. Установлены все искомые величины. Расчет произведен без ошибок. Приведена погрешность измерения.
хорошо	Отчет написан с допущением помарок в оформлении. Установлены не все искомые величины. Расчет произведен без ошибок. Приведена погрешность измерения.
удовлетворительно	Отчет написан с допущением помарок в оформлении. Установлены не все искомые величины. В расчете допущены ошибки. Приведена погрешность измерения.
неудовлетворительно	Отчет написан с допущением помарок в оформлении. Установлены не все искомые величины. В расчете допущены ошибки. Не приведена погрешность измерения.
плохо	Отчет написан с допущением помарок в оформлении. Установлены не все искомые величины. В расчете допущены ошибки. Не приведена погрешность измерения. Имеются противоречия полученных или рассчитанных величин с наблюдаемыми в природе.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Предмет физики и его связь с другими дисциплинами. Единицы измерения физических величин.
2. Элементы кинематики. Модели в механике. Системы отсчета. Скорость, ускорение. Угловая скорость. Угловое ускорение
3. Основные законы динамики: Первый, второй и третий законы Ньютона.
4. Удар упругих и неупругих тел: абсолютно упругий удар
5. Удар упругих и неупругих тел: абсолютно неупругий удар
6. Динамика твердого тела
7. Теорема Гюйгенса-Штейнера
8. Закон сохранения импульса
9. Закон движения центра масс
10. Закон всемирного тяготения
11. Силы упругости. Закон Гука. Модуль Юнга. Сила трения.
12. Работа и энергия. Мощность
13. Кинетическая и потенциальная энергия
14. Потенциальное поле сил и потенциальная энергия
15. Консервативные и неконсервативные силы.
16. Потенциальная энергия в простейших случаях: однородное поле тяжести, растянутая или сжатая пружина, гравитационное притяжение двух материальных точек.
17. Давление в жидкости и газе. Закон Паскаля, закон Архимеда
18. Уравнение неразрывности, уравнение Бернулли.
19. Вязкость. Турбулентные и ламинарные течения.
20. Методы определения вязкости
21. Движения тел в жидкости и газах
22. Гармонические колебания и их характеристики
23. Сложение колебаний. Затухание колебаний
24. Вынужденные колебания. Резонанс.
25. Статистический и термодинамический методы исследования
26. Термодинамическая система
27. Опытные законы идеального газа: изотермический, изобарный, изохорный процессы
28. Уравнение состояния идеального газа
29. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям
30. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Среднее число столкновений молекул. Длина свободного пробега
31. Явление переноса: теплопроводность, диффузия, вязкость
32. Первый закон термодинамики. Энтропия.

33. Второе начало термодинамики. Третье начало термодинамики.

34. Поверхностное натяжение жидкости. Явление смачивания. Избыточное давление

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Выполнены все лабораторные работы, написаны все отчеты
не зачтено	Не выполнено 2 и более лабораторных работы. Отчеты не написаны

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

1. Физические основы механики:

Кинематика материальной точки. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения.

Работа силы. Поле сил. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.

Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Импульс.

Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальные кривые и равновесие. Центральное соударение шаров – упругое и неупругое. Вращение твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.

Механика твердого тела. Движение центра масс. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа при вращении. Полная кинетическая энергия при плоском движении. Гироскоп. Прецессия гироскопа.

Механика жидкостей и газов

2. Основы молекулярной физики и термодинамики:

Газовые законы. Связь между давлением и температурой. Основное уравнение кинетической теории газов. Распределение молекул по скоростям (и кинетическим энергиям). Первое, второе и третье начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изо процессам.

3. Электричество и электромагнетизм:

Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность. Индукция (смещение) электрического поля. Поток вектора индукции через поверхность. Теорема Остроградского – Гаусса.

Примеры применения теоремы Остроградского-Гаусса

Поле равномерно заряженного бесконечного цилиндра. Поле равномерно заряженной сферы или шара

Распределение потенциала поля точечного заряда. Поле бесконечного цилиндра. Емкость уединенного проводника. Емкость уединенного металлического шара. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.

Параллельное соединение. Последовательное соединение.

Полярные и неполярные молекулы. Связь между вектором поляризации и напряженностью электрического поля. Прохождение силовых линий электрического поля через границу двух диэлектриков. Сила, действующая на точечный заряд в узкой поперечной щели в твердом диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. Магнитное поле. Закон Био - Савара - Лапласа. Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера. Работа в магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Остроградского - Гаусса для магнитного поля.

4. Оптика. Колебания и волны

Основные законы геометрической оптики. Полное отражение. Волновые и квантовые представления о природе света – история развития. Фотометрические величины и их единицы: Сила света, световой поток. Тонкие линзы. Изображения предметов с помощью линз. Аберрации оптических систем.

Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Интерференция волн. На примере наложения двух сферических волн. Разность хода волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Поляризация света. Естественный и поляризованный свет.

5. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел
 Фотоэффект. Эффект Комптона. Тепловое излучение. Характеристическое излучение. Постулаты Бора.
 6. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц:
 Строение атома. Радиоактивный распад. Радиоактивные частицы. Атомная и водородная бомба.
 ТОКОМАК.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильно сформулированы ответы на поставленные вопросы в допуске к лабораторной работе. Учащийся ориентируется в теме выполняемой лабораторной работы, умеет производить расчет вычисляемых величин.
не зачтено	Не правильно сформулированы ответы на поставленные вопросы в допуске к лабораторной работе. Учащийся не ориентируется в теме выполняемой лабораторной работы, не умеет производить расчет вычисляемых величин.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Савельев И. В. Курс физики : [учебник : в 3 т.]. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. - СПб. : Мифрил : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1996. - 304 с. - 3110.00., 1 экз.
2. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : [учеб. пособие для студентов вузов]. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1982. - 303 с. : ил. - 0.75., 38 экз.
3. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : [в 2 т.] : учеб. пособие для студентов . Т. 1. Механика, колебания и волны, молекуляр. физика. - 5-е изд., стер. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1973. - 512 с., 14 табл., 333 рис. : ил. - 0.82., 2 экз.
4. Чертов Александр Георгиевич. Задачник по физике : [учеб. пособие] . - Изд. 8-е, перераб. и доп. - Стер. изд. - М. : Альянс, 2018. - 640 с. - ISBN 978-5-91872-130-8 : 1035.00., 2 экз.
5. Иродов Игорь Евгеньевич. Сборник задач по общей физике : [для вузов] / под ред. И. В. Савельева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1975. - 319 с. : ил. - 0.68., 55 экз.

Дополнительная литература:

1. Трофимова Таисия Ивановна. Оптика и атомная физика: законы, проблемы, задачи : учеб. пособие для вузов. - М. : Высшая школа, 1999. - 288 с. : ил. - 26.20., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Библиотека ННГУ им. Н.И. Лобачевского : <https://e-lib.unn.ru>
 курс лекций профессора Чупрунова Е.В.
https://www.youtube.com/channel/UCHoC2yLVwoQJzjcW__J82XA

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Лабораторные установки по физике в комнате 129(1), 129(2), 129(3). Установки по определению ускорения силы тяжести, маятник Обербека, пружины с грузиками, секундомеры, источники электрического тока, магазины сопротивлений, гальванометры, амперметры, вольтметры. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.03.01 - Химия.

Автор(ы): Плехович Сергей Дмитриевич, кандидат химических наук
Машин Николай Иванович, кандидат химических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Маркин Алексей Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.