

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 Ученого совета ННГУ  
протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Физика

---

Уровень высшего образования  
Специалитет

---

Направление подготовки / специальность  
04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы  
Неорганическая химия

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.02.03 Физика 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
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1: Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2: Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4: Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5: Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>	<p>УК-1.1: Уметь: анализировать данные, полученные в ходе выполнения лабораторной работы</p> <p>Знать: основные законы физики</p> <p>Владеть: табличными и справочными материалами, для успешного анализа поставленной задачи</p> <p>УК-1.2: Уметь: определять пробелы в информации</p> <p>Знать: как устранить пробелы в информации</p> <p>Владеть: навыками по устранению пробелов в информации</p> <p>УК-1.3: Уметь: критически оценивать</p> <p>Знать: как работать с противоречивой информацией</p> <p>Владеть: достоверной информацией</p> <p>УК-1.4: Уметь: разрабатывать стратегию решения проблемы</p> <p>Знать: как разработать стратегию</p> <p>Владеть: навыками по</p>	Контрольная работа Опрос	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		<p>разработке стратегии</p> <p>УК-1.5: Уметь: Использовать логикометодологический инструментарий для критической оценки 29 современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p> <p>Знать: как использовать инструментарий</p> <p>Владеть: навыками по использованию инструментария</p>		
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	<p>ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности</p> <p>ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3.1: 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-3.2: Уметь: пользоваться компьютерными средствами</p> <p>Знать: Excell, Word</p> <p>Владеть: программами, позволяющими проводить расчеты и строить графики</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Тест</p> <p>Опрос</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>
ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических	<p>ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности</p> <p>ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p>	<p>ОПК-4.1: Уметь: применять базовые знания, полученные в ходе обучения</p> <p>Знать: основные математические законы</p> <p>Владеть: математическим аппаратом для успешного планирования и решения</p>	<p>Контрольная работа</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>

навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	<p>поставленной физической задачи</p> <p>ОПК-4.2: Уметь: аппроксимировать численные характеристики Знать: как обрабатывать данные эксперимента Владеть: навыками работы с персональным компьютером</p> <p>ОПК-4.3: Уметь: интерпретировать результаты химических наблюдений Знать: как применяются законы к полученным результатам Владеть: навыками работы с персональным компьютером</p>		
---	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>8</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>288</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>96</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>4</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>34</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>90</b>
	<b>Экзамен</b>

#### 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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические	Всего	

			занятия/лабораторные работы), часы		
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Физические основы механики	36	18	12	30	6
Основы молекулярной физики и термодинамики	27	12	10	22	5
Электричество и электромагнетизм	34	16	12	28	6
Колебания и волны	26	12	8	20	6
Оптика. Квантовая природа излучения	28	14	8	22	6
Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	20	12	6	18	2
Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	23	12	8	20	3
Аттестация	90				
КСР	4			4	
Итого	288	96	64	164	34

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### 2 семестр

##### 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.

#### 3 семестр

##### 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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

##### **1. 2 семестр**

1. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями  $x_1=A_1+B_1t+C_1t^2$  и  $x_2=A_2+B_2t+C_2t^2$ , где  $A_1=20\text{м}$ ,  $A_2=2\text{м}$ ,  $B_2=B_1=2\text{м/с}$ ,  $C_1=-4\text{ м/с}^2$ ,  $C_2=0.5\text{м/с}^2$ . В какой момент времени  $t$  скорости этих двух точек будут одинаковыми? Определите скорости  $U_1$  и  $U_2$  и ускорения  $a_1$  и  $a_2$  точек в этот момент.
2. Через блок в виде сплошного диска, имеющего массу  $m=80\text{ г}$ , перекинута тонкая гибкая нить, к концам которой подвешены грузы с массами  $m_1=100\text{ г}$  и  $m_2=200\text{г}$ . Определить

ускорение, с которым будут двигаться грузы, если их предоставить самим себе. Трением и массой нити пренебречь.

3. Диск радиусом  $r=10$  см, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением  $\epsilon=0,5$  рад/с<sup>2</sup>. Найти тангенциальное  $a_t$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорение точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

**4. семестр**

1. Луч света переходит из среды с показателем преломления  $n_1$  в среду с показателем преломления  $n_2$ . Показать, что если угол между отраженным и преломленным лучами равен  $\pi/2$ , то выполняется условие  $\operatorname{tg} \epsilon_1 = n_2/n_1$  ( $\epsilon_1$  - угол падения).
2. Степень поляризации частично поляризованного света  $P = 0.25$ . Найти отношение интенсивности поляризованной составляющей этого света к интенсивности естественной составляющей.
3. Длина волны зеленого света в воздухе  $\lambda = 540$  нм. Какой будет длина волны этого излучения в стекле?

**5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:**

**2 семестр**

1. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость  $v_1$  воды в широкой части трубы равна 20 см/с. Определить скорость  $v_2$  в узкой части трубы, диаметр  $d_2$  которой в 1,5 раза меньше диаметра  $d_1$  широкой части. (0,45 м/с)
2. Определить кинетическую энергию  $\langle \epsilon_1 \rangle$ , приходящуюся в среднем на одну степень свободы молекулы азота, при температуре  $T=1$  кК, а также среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_p \rangle$  поступательного движения,  $\langle \epsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения и среднее значение полной кинетической энергии  $\langle \epsilon \rangle$  молекулы. ( $E_1=6,9 \cdot 10^{-21}$ ,  $E_p=2,67 \cdot 10^{-20}$ ,  $E_{вр.} = 1,38 \cdot 10^{-20}$ ,  $E=3,45 \cdot 10^{-20}$ )
3. При какой температуре  $T$  средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равной второй космической скорости  $v_2=11,2$  км/с? (20,1 кК)
4. При какой температуре  $T$  молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{кв} \rangle$ , как молекулы водорода при температуре  $T_1=100$  К? (1600 К)

**3 семестр**

1. Точечный источник  $S$  света ( $\lambda = 0,5$  мкм), плоская диафрагма с круглым отверстием радиусом  $r = 1$  мм и экран расположены на одной оптической оси ( $a = 1$  м). Определить расстояние  $b$  от экрана до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки  $P$  три зоны Френеля.
2. С помощью дифракционной решетки с периодом  $d=20$  мкм требуется разрешить дублет натрия ( $\lambda_1=589,0$  нм и  $\lambda_2=589,6$  нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине  $l$  решетки это возможно?
3. При прохождении в некотором веществе пути  $x$  интенсивность света уменьшилась в 3 раза. Определите, во сколько раз уменьшится интенсивность света при прохождении пути  $2x$ .

**5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:**

## 2 семестр

### Вариант 1

Тело вращается так, что зависимость угловой скорости от времени дается уравнением  $\omega = 2 + 3t^2$ . Найти полное число оборотов, совершенных телом за 20 с после начала вращения.

1. Рядом с поездом на одной линии с передними буферами паровоза стоит человек. В тот момент, когда поезд начал двигаться с ускорением  $a = 0,1 \text{ м/с}^2$ , человек начал идти в том же направлении со скоростью  $v = 1,5 \text{ м/с}$ . Через какое время  $t$  поезд догонит человека? Определить скорость  $v_1$  поезда в этот момент и путь, пройденный за это время человеком.
2. Точка двигалась в течение  $t_1 = 15 \text{ с}$  со скоростью  $v_1 = 5 \text{ м/с}$ , в течение  $t_2 = 10 \text{ с}$  со скоростью  $v_2 = 8 \text{ м/с}$  и в течение  $t_3 = 6 \text{ с}$  со скоростью  $v_3 = 20 \text{ м/с}$ . Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  точки.

### Вариант 2

1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси имеет вид  $x = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 2 \text{ м}$ ,  $B = 1 \text{ м/с}$ ,  $C = -0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить: координату  $X$ ; 2) скорость  $U_x$ ; 3) ускорение  $a_x$  точки в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ .
2. На цилиндр, который может вращаться около горизонтальной оси, намотана нить. К концу нити привязали грузик и предоставили ему возможность опускаться. Двигаясь равноускоренно, грузик за время  $t = 3 \text{ с}$  опустился на  $h = 1,5 \text{ м}$ . определить угловое ускорение  $\epsilon$  цилиндра, если его радиус  $r = 4 \text{ см}$ .
3. Диск радиусом  $r = 10 \text{ см}$ , находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением  $\epsilon = 0,5 \text{ рад/с}^2$ . Найти тангенциальное  $a_t$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорение точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

### 1. семестр

1. Два плоских прямоугольных зеркала образуют двугранный угол  $\varphi = 179^\circ$ . На расстоянии  $l = 10 \text{ см}$  от линии соприкосновения зеркал и на одинаковом расстоянии от каждого зеркала находится точечный источник света. Определить расстояние  $d$  между мнимыми изображениями источника в зеркалах.
2. Плоскополяризованный свет интенсивности  $I_0 = 100 \text{ лм/м}^2$  проходит последовательно через два совершенных поляризатора, плоскости которых образуют с плоскостью колебаний в исходном луче углы  $\alpha_1 = 20,0^\circ$  и  $\alpha_2 = 50,0^\circ$  (углы отсчитываются от плоскости колебаний по часовой стрелке, если смотреть вдоль луча). Определить интенсивность света  $I$  на выходе из второго поляризатора.
3. Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\epsilon_1 = 54^\circ$ . Определить угол преломления  $\epsilon_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

**Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)**



Оценка	Критерии оценивания
превосходно	оригинальное решение задачи. Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула с проверкой на единицы измерения. Получен верный ответ
отлично	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула с проверкой на единицы измерения. Получен верный ответ
очень хорошо	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула без проверки на единицы измерения. Получен верный ответ
хорошо	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула без проверки на единицы измерения. Получен верный ответ
удовлетворительно	Задача решена не полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). общая формула не выведена. Получен верный ответ
неудовлетворительно	Задача решена не полностью. Не изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). общая формула не выведена. Получен не верный ответ
плохо	Отсутствие решения задачи. Пустой лист. Допущены критические ошибки

#### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

1. Модели в механике их применение и ограничения.
2. Вектор углового смещения. Определение направления.
3. Момент силы трения в маятнике Обербека. Направление и определение
4. Уравнение неразрывности. Физический смысл.
5. Первое начало термодинамики и его применение для изо процессов.

#### **5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:**

1. Работа силы. Поле сил. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
2. Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальные кривые и равновесие.
3. Вращение твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.

4. Гироскоп. Прецессия гироскопа.
5. Распределение молекул по скоростям (и кинетическим энергиям)
6. Теорема Остроградского – Гаусса. Примеры применения теоремы Остроградского-Гаусса
7. Распределение потенциала поля точечного заряда. Поле бесконечного цилиндра.
8. Прохождение силовых линий электрического поля через границу двух диэлектриков.
9. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект.
10. Волновые и квантовые представления о природе света – история развития
11. Аберрации оптических систем
12. Эффект Комптона. Модель атома Томпсона

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Получены ответы на основные вопросы. уровень ответов на более чем 50% вопросов
не зачтено	Не получено ответов на более чем 70% вопросов

#### **5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:**

1. Какой характер течения жидкости, если критерий Рейнольдса соответствует 10 единицам
  - a. ламинарный
  - b. турбулентный
  - c. переходный
  - d. Правильного ответа нет

1. Для какого из приведенных процессов характерно отсутствие теплообмена между системой и окружающей средой

- a. изотермический
- b. изохорный
- c. изобарный
- d. Правильного ответа нет

1. Установите значение коэффициента Пуассона для двухатомного газа

- a. 1.67
- b. 1.4
- c. 2.0

d. Правильного ответа нет

### 5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Система отсчёта, в которой все свободные тела движутся прямолинейно и равномерно либо покоятся.

- a. замкнутой системой
- b. системой отсчета
- c. инерциальной системой отсчета
- d. перемещением
- e. материальной точкой

2. При увеличении густоты силовых линий электрического поля, напряженность электрического поля....

- a. сначала уменьшается, затем увеличивается
- b. сначала увеличивается, затем уменьшается
- c. увеличивается
- d. уменьшается
- e. остается неизменной

3. Удельное сопротивление проводников с увеличением температуры

- a. возрастает
- b. уменьшается
- c. не изменяется
- d. сначала увеличивается, затем уменьшается
- e. сначала уменьшается, затем увеличивается

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Тестовые задания выполнены на 97% – 100%
отлично	Тестовые задания выполнены на 91% – 96%
очень хорошо	Тестовые задания выполнены на 80% – 90%

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Тестовые задания выполнены на 70% – 79%
удовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 60% – 69%
неудовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 41% – 59 %
плохо	Тестовые задания выполнены менее, чем на 40 %

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

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень 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 отдельными 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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 УК-1

1. Кинематика материальной точки. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения.
2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Импульс.
3. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа при вращении. Полная кинетическая энергия при плоском движении.
4. Кинематика материальной точки. Скорость. Ускорение. Кинематика вращательного движения.

5. Электростатика. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность.
6. Полярные и неполярные молекулы.
7. Работа в магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Остроградского - Гаусса для магнитного поля.
8. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
9. Вольт - амперная характеристика фотоэффекта. Задерживающее напряжение. Красная граница фотоэффекта.
10. Закон радиоактивного распада.  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – излучение.

### **5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3**

1. Работа силы. Поле сил. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
2. Связь между силой и потенциальной энергией. Потенциальные кривые и равновесие.
3. Вращение твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.
4. Гироскоп. Прецессия гироскопа.
5. Распределение молекул по скоростям (и кинетическим энергиям)
6. Теорема Остроградского – Гаусса. Примеры применения теоремы Остроградского-Гаусса
7. Распределение потенциала поля точечного заряда. Поле бесконечного цилиндра.
8. Прохождение силовых линий электрического поля через границу двух диэлектриков.
9. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект.
10. Волновые и квантовые представления о природе света – история развития
11. Абберрации оптических систем
12. Эффект Комптона. Модель атома Томпсона

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4**

Центральное соударение шаров – упругое и неупругое.

2. Механика твердого тела. Движение центра масс.
3. Газовые законы. Связь между давлением и температурой.
4. Основное уравнение кинетической теории газов.
5. Кинетическая энергия вращающегося тела. Работа при вращении. Полная кинетическая энергия при плоском движении.
6. Вращение твердого тела. Момент инерции. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.

7. Индукция (смещение) электрического поля. Поток вектора индукции через поверхность
8. Поле равномерно заряженного бесконечного цилиндра. Поле равномерно заряженной сферы или шара
9. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Параллельное соединение. Последовательное соединение.
10. Связь между вектором поляризации и напряженностью электрического поля.
11. Сила, действующая на точечный заряд в узкой поперечной щели в твердом диэлектрике.
12. Магнитное поле. Закон Био - Савара - Лапласа.
13. Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера.
14. Основные законы геометрической оптики. Полное отражение.
15. Фотометрические величины и их единицы: Сила света, световой поток
16. Тонкие линзы. Изображения предметов с помощью линз.
17. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны
18. Интерференция волн. На примере наложения двух сферических волн. Разность хода волн.
19. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
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» Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне

Оценка	Критерии оценивания
	«неудовлетворительно».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Точка двигалась в течение  $t_1=15$  с со скоростью  $v_1=5$  м/с, в течение  $t_2=10$  с со скоростью  $v_2=8$  м/с и в течение  $t_3=6$  с со скоростью  $v_3=20$  м/с. Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  точки. (8,87 м/с)
2. Тело прошло первую половину пути за время  $t_1=2$  с, вторую — за время  $t_2=8$  с. Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  тела, если длина пути  $s=20$  м. (2м/с).
3. Определить момент инерции  $J$  материальной точки массой  $m=0,3$  кг относительно оси, отстоящей от точки на  $r=20$  см. (0,012кг\*м<sup>2</sup>)
4. Центры масс двух одинаковых однородных шаров находятся на расстоянии  $r=1$  м друг от друга. Масса  $m$  каждого шара равна 1 кг. Определить силу  $F$  гравитационного взаимодействия шаров. (6.67\*10<sup>-11</sup> Н)
5. Как велика сила  $F$  взаимного притяжения двух космических кораблей массой  $m=10$  т каждый, если они сблизятся до расстояния  $r=100$  м? (6.67\*10<sup>-7</sup>Н).
6. Уравнение колебаний точки имеет вид  $x=A \cos \omega(t+\tau)$ , где  $\omega=\pi$  с<sup>-1</sup>,  $\tau=0,2$  с. Определить период  $T$  и начальную фазу  $\varphi$  колебаний. ( $T=2$  с,  $0.2\pi$  рад.)
7. Определить силу взаимодействия двух точечных зарядов  $Q_1=Q_2=1$  Кл, находящихся в вакууме на расстоянии  $r=1$  м друг от друга. (9\*10<sup>9</sup> Н)
8. Точечный заряд  $Q=10$  нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией  $P=10$  мкДж. Найти потенциал  $\varphi$  этой точки поля. (1 кВ)
9. Уравнение движения материальной точки вдоль оси имеет вид  $x=A+Bt+Ct^3$ , где  $A=2$  м,  $B=1$  м/с,  $C=-0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить: координату  $x$ ; 2) скорость  $U_x$ ; 3) ускорение  $a_x$  точки в момент времени  $t=2$  с. (-5 м/с, -6 м/с<sup>2</sup>)
10. На гладком столе лежит брусок массой  $m=4$  кг. К бруску привязан шнур, ко второму концу которого приложена сила  $F=10$  Н, направленная параллельно поверхности стола. Найти ускорение  $a$  бруска. (2,5 м/с<sup>2</sup>)



11. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями:

$$x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2, \quad x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2, \quad \text{где } A_1 = 20 \text{ м, } A_2 = 2 \text{ м, } B_2 = B_1 = 2 \text{ м/с, } C_1 = -4 \text{ м/с}^2,$$

$C_2 = 0,5 \text{ м/с}^2$ . В какой момент времени  $t$  скорости этих точек будут одинаковыми?

Определить скорости  $v_1$  и  $v_2$  точек в этот момент. ( $v_1$  и  $v_2 = 2 \text{ м/с}$  при  $t = 0$ ).

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Вода течет в горизонтально расположенной трубе переменного сечения. Скорость  $v_1$  воды в широкой части трубы равна  $20 \text{ см/с}$ . Определить скорость  $v_2$  в узкой части трубы, диаметр  $d_2$  которой в  $1,5$  раза меньше диаметра  $d_1$  широкой части. ( $0,45 \text{ м/с}$ )
2. Определить кинетическую энергию  $\langle \epsilon_1 \rangle$ , приходящуюся в среднем на одну степень свободы молекулы азота, при температуре  $T = 1 \text{ К}$ , а также среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_{\text{п}} \rangle$  поступательного движения,  $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$  вращательного движения и среднее значение полной кинетической энергии  $\langle \epsilon \rangle$  молекулы. ( $E_1 = 6,9 \cdot 10^{-21}$ ,  $E_{\text{п}} = 2,67 \cdot 10^{-20}$ ,  $E_{\text{вр}} = 1,38 \cdot 10^{-20}$ ,  $E = 3,45 \cdot 10^{-20}$ )
3. При какой температуре  $T$  средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равной второй космической скорости  $v_2 = 11,2 \text{ км/с}$ ? ( $20,1 \text{ К}$ )
4. При какой температуре  $T$  молекулы кислорода имеют такую же среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ , как молекулы водорода при температуре  $T_1 = 100 \text{ К}$ ? ( $1600 \text{ К}$ )

### 5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Два плоских прямоугольных зеркала образуют двугранный угол  $\varphi = 179^\circ$ . На расстоянии  $l = 10 \text{ см}$  от линии соприкосновения зеркал и на одинаковом расстоянии от каждого зеркала находится точечный источник света. Определить расстояние  $d$  между мнимыми изображениями источника в зеркалах.
2. Луч света переходит из среды с показателем преломления  $n_1$  в среду с показателем преломления  $n_2$ . Показать, что если угол между отраженным и преломленным лучами равен  $\pi/2$ , то выполняется условие  $\text{tg } \epsilon_1 = n_2/n_1$  ( $\epsilon_1$  — угол падения).
3. Луч падает под углом  $\epsilon = 60^\circ$  на стеклянную пластинку толщиной  $d = 30 \text{ мм}$ . Определить боковое смещение  $\Delta x$  луча после выхода из пластинки.
4. Пучок естественного света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины пучок света образует угол  $\varphi = 97^\circ$  с падающим пучком. Определите показатель преломления  $n_1$  жидкости, если отраженный свет максимально поляризован.
5. Точечный источник  $S$  света ( $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ ), плоская диафрагма с круглым отверстием радиусом  $r = 1 \text{ мм}$  и экран расположены, как это указано на рис. 31.4 ( $a = 1 \text{ м}$ ). Определить расстояние  $b$  от экрана до диафрагмы, при котором отверстие открывало бы для точки  $P$  три зоны Френеля.
6. Определить температуру  $T$ , при которой энергетическая светимость  $M_e$  черного тела равна  $10 \text{ кВт/м}^2$ .

7. Поток энергии  $\Phi_e$ , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт.  
Определить температуру  $T$  печи, если площадь отверстия  $S=6 \text{ см}^2$ .
8. Определить энергию  $W$ , излучаемую за время  $t=1$  мин из смотрового окошка площадью  $S=8 \text{ см}^2$  плавильной печи, если ее температура  $T=1,2 \text{ кК}$ .
9. Температура  $T$  верхних слоев звезды Сириус равна  $10 \text{ кК}$ , определить поток энергии  $\Phi_e$ , излучаемый с поверхности площадью  $S=1 \text{ км}^2$  этой звезды.
10. Определить относительное увеличение  $\Delta R_e/R_e$  энергетической светимости черного тела при увеличении его температуры на  $1\%$ .
11. Определить температуру  $T$  черного тела, при которой максимум спектральной плотности энергетической светимости  $(M_\lambda, T)_{\text{max}}$  приходится на красную границу видимого спектра ( $\lambda_1=750 \text{ нм}$ ); на фиолетовую ( $\lambda_2=380 \text{ нм}$ ).
12. Температура верхних слоев Солнца равна  $5,3 \text{ кК}$ . Считая Солнце черным телом, определить длину волны  $\lambda_m$ , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости  $(M_\lambda, T)_{\text{max}}$  Солнца.
13. Определить скорость  $v$  электрона на второй орбите атома водорода.
14. Атомарный водород, возбужденный светом определенной длины волны, при переходе в основное состояние испускает только три спектральные линии. Определить длины волн этих линий и указать, каким сериям они принадлежат.
15. Найти наибольшую  $\lambda_{\text{max}}$  и наименьшую  $\lambda_{\text{min}}$  длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).
16. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0=307 \text{ нм}$  и максимальная кинетическая энергия  $T_{\text{max}}$  фотоэлектрона равна  $1 \text{ эВ}$ ?
17. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda=310 \text{ нм}$ ). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее  $1,7 \text{ В}$ . Определить работу выхода  $A$ .
18. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластинки, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U_1=3,7 \text{ В}$ . Если платиновую пластинку заменить другой пластинкой, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до  $6 \text{ В}$ . Определить работу  $A$  выхода электронов с поверхности этой пластинки.
19. На цинковую пластинку падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=220 \text{ нм}$ . Определить максимальную скорость  $v_{\text{max}}$  фотоэлектронов.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	оригинальное решение задачи. Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула с проверкой на единицы измерения. Получен верный ответ
отлично	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены

Оценка	Критерии оценивания
	все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула с проверкой на единицы измерения. Получен верный ответ
очень хорошо	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула без проверки на единицы измерения. Получен верный ответ
хорошо	Задача решена полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). Выведена общая формула без проверки на единицы измерения. Получен верный ответ
удовлетворительно	Задача решена не полностью. Изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). общая формула не выведена. Получен верный ответ
неудовлетворительно	Задача решена не полностью. Не изображены необходимы рисунки. Расставлены не все силы, действующие на систему (при наличии и необходимости). общая формула не выведена. Получен не верный ответ
плохо	Отсутствие решения задачи. Пустой лист. Допущены критические ошибки

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

Основная литература:

1. Чертов Александр Георгиевич. Задачник по физике. - Изд. 8-е, перераб. и доп. - Стер. изд. - М. : Альянс, 2016. - 640 с. - На обл. кн.: Учебное пособие. - ISBN 978-5-91872-130-8 : 1480.00., 38 экз.
2. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для вузов / Савельев И. В. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 292 с. - Допущено НМС по физике Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлениям «Естественные науки и математика», «Педагогические науки», «Технические науки». - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-46106-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=859211&idb=0>.
3. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики = A Course in General Physics : учеб. пособие : в 5 т. Т. 1. Механика. - Изд. 2-е, испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 352 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике / Алферов Ж. И. (пред.) [и др.]) (Лучшие классические учебники) (Учебник для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1207-5 (т. 1) : 728.00., 1 экз.
4. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика : учебник для вузов / Савельев И. В. - 18-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 500 с. - Допущено Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-51528-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=900650&idb=0.

5. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник для вузов / Савельев И. В. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 320 с. - Допущено Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-47618-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=895210&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Трофимова Таисия Ивановна. Справочник школьника по физике : 7-11 кл. - М. : Дрофа, 1996. - 205с. - (Библиотечка "Дрофы"). - 4700.00., 1 экз.
2. Иродов Игорь Евгеньевич. Задачи по общей физике : [учеб. пособие для вузов]. - Изд. 5-е, испр. - М. : Лаборатория базовых знаний, 2003. - 432 с. : ил. - (Технический университет). - ISBN 5-93208-128-7 : 117.00., 15 экз.
3. Бабаев В. С. Сборник разноуровневых задач по физике : учебное пособие для спо / Бабаев В. С. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 252 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-49824-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=896507&idb=0>.
4. Мякишев Геннадий Яковлевич. Физика. Колебания и волны. 11 класс : углубленный уровень : учебник / Г. Я. Мякишев, А. З. Синяков. - 9-е изд., стер. - Москва : Просвещение, 2021. - 285 с. : рис. - ISBN 978-5-09-079388-9 : 514.80., 7 экз.
5. Аксенова Е. Н. Общая физика. Механика (главы курса) : учебное пособие для спо / Аксенова Е. Н. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 128 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-6539-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=918013&idb=0>.

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](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, компьютерами, 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 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная 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 10.11.2022 г., протокол № 2.