

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
 образования
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Институт электронных и информационных систем

Кафедра общей и экспериментальной физики



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
 учебной дисциплины

ФИЗИКА

по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
 направленность (профиль) Химия и технология удобрений

СОГЛАСОВАНО

Начальник ООД ИЭИС
 П.В. Лысухо
 «06» апреля 2019 г.

Разработали

Доцент кафедры ОиЭФ
 В.Г. Анисимов
 «15» 03 2019 г.

Заведующий выпускающей
 Кафедрой ФПХ
 И.В. Зыкова
 «31» 04 2019 г.

Принято на заседании кафедры ОиЭФ
 Протокол № 6 от «3» 04 2019 г.

Заведующий кафедрой ОиЭФ
 В.В. Гаврушко
 «03» 04 2019 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цель учебного модуля: формирование компетентности студентов в области физики, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности, а именно:

- 1 изучение фундаментальных физических законов, теорий, методов классической и современной физики;
- 2 формирование научного мировоззрения;
- 3 способность владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных формирование навыков владения основными приемами и методами решения прикладных проблем;
- 4 формирование навыков проведения научных исследований, ознакомление с современной научной аппаратурой;
- 5 ознакомление с историей физики и ее развитием, а также с основными направлениями и тенденциями развития современной физики.

Задачи учебного модуля

Задачи, решение которых обеспечивает достижение цели:

- формирование у студентов системы теоретических знаний в области физики;
- актуализация способности студентов использовать теоретические знания при решении задач и проведении экспериментов;
- формирование у студентов понимания значимости знаний и умений по дисциплине при работе по специальности;
- стимулирование студентов к самостоятельной деятельности по освоению дисциплины и формированию необходимых компетенций.

Ведущая идея учебной дисциплины – приобретение базовых знаний о физических явлениях дает прочную основу для дальнейшего овладения профессией.

Паспорта компетенций содержатся в **Приложение В**

Таблица 1

№	Наименование компетенции
Общепрофессиональные	
1	ОПК-3 Способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности;

2 Место учебного модуля в структуре образовательной программы направления подготовки

Дисциплина «Физика» относится к дисциплинам по выбору учебного плана.

Для изучения учебного модуля используются знания по физике, полученные на предыдущем уровне образования (в общеобразовательной школе, колледже и т.п.). Кроме того, используются знания по высшей математике, которая изучается параллельно с освоением этого модуля в соответствии с образовательным стандартом.

Таблица 2

№	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Общепрофессиональные			
1	ОПК-3 Способность использовать теоретические основы фундаментальных	Математика.	Математика; уравнения математической физики; вычислительные методы в химии; химическая технология; квантовая

	разделов математики и физики в профессиональной деятельности;		химия; подготовка и защита выпускной квалификационной работы.
--	---	--	---

3 Структура и содержание учебного модуля

3.1 Трудоемкость учебного модуля

Таблица 3 Трудоемкость учебного модуля по видам учебной работы и по семестрам

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам				Коды формируемых компетенций
		1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	
Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕТ)	16	4	4	4	4	ОПК-3
Распределение трудоемкости по видам учебной работы в академ. часах (АЧ)	576	108	144	144	108	
Аудиторные занятия	252	54	72	72	54	
Аудиторная СРС	84	18	24	24	18	
- лекции	84	18	24	24	18	
- практические занятия	84	18	24	24	18	
- лабораторные работы	84	18	24	24	18	
Внеаудиторная СРС	252	54	72	72	54	
Аттестация	72	36 экзамен	Дифференцированный зачет	Дифференцированный зачет	36 экзамен	

3.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

Учебный модуль построен по «горизонтальной» схеме, где все составляющие модуля вносят приблизительно равный и относительно независимый вклад в образовательный результат. Это позволяет обеспечить системный подход к построению курса, определению его содержания и эффективный контроль усвоения знаний студентов. Каждый раздел модуля состоит из лекций, практических занятий, лабораторных работ, аудиторной самостоятельной работы студентов и внеаудиторной самостоятельной работы студентов.

Внеаудиторная СРС включает в себя подготовку к текущим практическим занятиям и лабораторным работам. Результаты этой подготовки проявляются:

- в активности студента на практических занятиях, при выполнении лабораторных работ;
- в качественном уровне подготовленных заданий.

Аудиторная СРС (выполнение дополнительных индивидуальных и групповых заданий, как обязательных, так и по выбору) направлена на самостоятельный поиск различных вариантов решения задач и объяснений результатов экспериментов, проводимых в ходе лабораторных работ, углубление и закрепление знаний по теории физических явлений. Результаты этой формы самостоятельной подготовки оцениваются в ходе индивидуальных консультаций с преподавателем, которые могут быть также дистанционными с использованием средств современных телекоммуникаций. Баллы за специальную самостоятельную подготовку также учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Учебный модуль состоит из следующих разделов:

Таблица 4 Разделы учебного модуля и их содержание

1 Механика
1.1.Измерение физических величин. Погрешности измерений.
1.2 Кинематика материальной точки.
1.3 Динамика материальной точки и твердого тела. Силы в механике
1.4 Кинематика вращательного движения.
1.5. Динамика вращательного движения
1.6 Законы сохранения в механике
1.7.Гидродинамика
1.8. Основы релятивистской механики
1.9. Колебания. Кинематика и динамика гармонических колебаний
1.10. Волновые процессы
2. Молекулярная физика и термодинамика
2.1. Идеальный газ. Внутренняя энергия идеального газа.
2.2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
2.3.Распределения Максвелла и Больцмана.
2.4. Явления переноса.
2.5.Первое начало термодинамики
2.6. Второе начало термодинамики
2.7.Третье начало термодинамики. Теорема Нэрнста.
3. Электростатика
3.1. Напряженность электростатического поля. Теорема Гаусса
3.2. Работа и потенциал электростатического поля
3.3. Проводники в электростатическом поле Электроемкость. Конденсаторы.
3.4. Электрическое поле в диэлектриках.

3.4. Энергия электростатического поля
4. Постоянный электрический ток
4.1. Постоянный электрический ток. Законы Ома. Тепловое действие тока.
4.2. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа
4.3. Электрический ток в металлах и полупроводниках.
4.5. Электрический ток в газах и жидкостях
5. Магнитное поле
5.1. Магнитное действие тока. Закон Био-Савара-Лапласа.
5.2. Магнитное поле прямого и кругового тока. Соленоиды и тороиды.
5.3. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
5.4. Магнитные свойства вещества. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики
6. Электромагнитная индукция.
6.1. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции
6.2. Самоиндукция. Взаимная индукция Индуктивность. Энергия магнитного поля
6.3. Уравнения Максвелла.
6.4. Электромагнитные волны.
6.5. Явления на границе раздела двух сред.
7. Геометрическая и волновая оптика
7.1. Геометрическая оптика
7.2. Световые волны. Интерференция света
7.3. Расчет интерференционной картины
7.4. Дифракция света
7.5. Дифракционная решетка
7.6. Поляризация света
7.7. Дисперсия света
8. Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра
8.1. Тепловое излучение и его законы
8.2. Фотоэффект и его законы
8.3. Эффект Комптона. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
8.4. Модели строения атома.
8.5. Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение.
8.6. Волновая функция и ее статистический смысл. Уравнение Шредингера.
8.7. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов.
8.8. Строение атомного ядра. Ядерные силы.
8.9. Элементарные частицы.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

3.3 Лабораторный практикум

Таблица 5 Перечень лабораторных работ

№ раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час
1.1	Измерение физических величин	4
1.3	Изучение соударения шаров	2
1.5	Исследование законов вращательного движения на маятнике Обербека	2
1.6	Определение скорости полета пули с помощью крутильно-баллистического маятника	2
1.6	Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника	2
1.7	Гармонические колебания	2
1.7	Универсальный маятник	2
1.9	Определение моментов инерции твердых тел методом крутильных колебаний	4
2.1 2.5	Определение отношения C_p/C_v методом Клемана и Дезорма.	4
2.2 2.4	Определение коэффициента теплопроводности воздуха.	2
2.4	Определение коэффициента вязкости жидкости с помощью вискозиметра и методом Стокса	2
2.4	Определение коэффициента вязкости методом Стокса	2
3.2	Исследование электростатического поля	2
3.3 3.5	Определение емкости конденсаторов	2
4.1	Исследование цепи постоянного тока	2
4.2	Измерение сопротивлений методом мостиковой схемы	2
4.2	Измерение ЭДС источника методом компенсации	2
5.1	Определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля Земли	2
5.1	Определение напряженности магнитного поля Земли с помощью индуктора	2
5.3	Определение удельного заряда электрона при помощи магнетрона	2
6.1	Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа	4
6.2	Определение коэффициента взаимной индукции 2-х соленоидов	2
7.1	Определение фокусного расстояния линз	2

7.1	Определение показателя преломления стекла с помощью микроскопа	2
7.2	Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона.	2
7.3	Определение длины волны света с помощью бипризмы Френеля	2
7.4	Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки	2
7.5		
7.6	Исследование поляризованного света.	2
7.6	Определение концентрации раствора сахара с помощью сахариметра.	2
8.1	Определение суммарного коэффициента поглощения тепла оптическим пирометром	4
8.2	Исследование вакуумного и газонаполненного фотоэлемента	4
8.2	Исследование внутреннего фотоэффекта	2
8.4	Исследование спектра испускания водорода и определение постоянной Ридберга	2
8.4	Опыт Франка и Герца.	2
8.5	Определение коэффициента поглощения β –излучения	4

Примечание. Лабораторные работы могут быть заменены аналогичными из имеющихся на кафедре лабораторных стендов.

3.4 Организация изучения учебного модуля

Образовательный процесс модуля строится на основе комбинации различных образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, организация самостоятельной работы, информационные технологии, технологии групповой работы, элементы технологии развития «критического мышления», развивающего обучения, исследовательской деятельности.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционных (вводная лекция, классическая, обзорная лекция);
- практических (индивидуальная работа, работа в группах);
- активизации творческой деятельности (приемы технологии развития критического мышления – верные и неверные утверждения ("верите ли вы"), ключевые слова, «тонкие» и «толстые» вопросы, «ромашка Блюма», дискуссия, кластер и др.);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов) (работа с источниками по темам дисциплины, подготовка к проведению лабораторных работ, создание словаря терминов и определений по материалам разделов, решение задач и др.).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и

консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедийных средств для проведения лекционных и практических занятий.

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

4 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами учебного модуля осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС).

Для оценки качества освоения учебного модуля используются следующие формы контроля:

- текущий (в течение всего семестра): оценка работы на практических занятиях, оценка выполнения и защиты лабораторных работ, внеаудиторная самостоятельная работа.
- рубежный: учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, результаты контрольных работ;
- семестровый: по окончании первого семестра и по окончании изучения учебной дисциплины в четвертом семестре – экзамен.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются разноуровневые задачи, лабораторные работы, контрольные работы, экзамен.

Критерии оценивания представлены в приложении (ФОС).

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

6 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

1. *Специализированная физическая лекционная поточная аудитория.*
2. *Кабинет для подготовки лекционных демонстраций.*
3. *Музей демонстрационных стендов.*
4. *2 параллельные учебные лаборатории по механике (по 11 лабораторных работ)*
5. *2 параллельные учебные лаборатории по электричеству (по 19 лабораторных работ)*
6. *2 параллельные учебные лаборатории по оптике (по 18 лабораторных работ)*

Приложение А
(обязательное)

А.1 Организация изучения учебного модуля «Физика»

Разделы модуля	Формы организации	Задания на аудиторную и внеаудиторную СРС	Литература
1 Механика 1.1.Измерение физических величин. Погрешности измерений.	Вводная лекция	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
	практическое занятие: решение задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное решение задач (домашнее задание)	Основная: приложение Г, таблица Г.1, № 6
	лабораторный практикум: вводное занятие	Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами Внеаудиторная СРС – самостоятельная подготовка к выполнению ЛР на следующем занятии используя метод. указ., выставленные на портале НовГУ	Основная: приложение Г, таблица Г.1, № 8, 9, 11
1.2 Кинематика материальной точки.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	

1.3 Динамика материальной точки. Силы в механике	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11
1.4 Кинематика вращательного движения.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
1.5. Динамика вращательного движения	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11
1.6 Законы сохранения в механике	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11

	решению задач	выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	
1.7. Гидродинамика	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
1.8. Основы релятивистской механики	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
1.9. Колебания. Кинематика гармонических колебаний	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
1.10. Динамика гармонических колебаний	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11

1.11. Волновые процессы	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
2. Молекулярная физика и термодинамика			
2.1. Идеальный газ. Внутренняя энергия идеального газа.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11
2.2. Основное уравнение мол.-кинетической теории идеального газа	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеаудиторная СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11

2.3.Распределения Максвелла и Больцмана.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
2.4. Явления переноса.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11
2.5.Первое начало термодинамики	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11
2.6. Второе начало термодинамики	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6

2.7. Третье начало термодинамики. Теорема Нэрнста.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
3. Электростатика			
3.1. Напряженность электростатического поля. Теорема Гаусса	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
3.2. Работа и потенциал электростатического поля	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12
3.3. Проводники в электростатическом поле Емкость. Конденсаторы	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12

	решению задач	выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	
3.4. Электрическое поле в диэлектриках.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
3.5. Энергия электростатического поля	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12
4. Постоянный электрический ток			
4.1. Постоянный электрический ток. Законы Ома. Тепловое действие тока	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12

		метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	
4.2. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12
4.3. Электрический ток в металлах и полупроводниках	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
4.5. Электрический ток в газах и жидкостях	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
5. Магнитное поле			
5.1. Магнитное действие тока. Закон Био-Савара-Лапласа	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме,	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13

	занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	
5.2. Магнитное поле прямого и кругового тока. Соленоиды и тороиды	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
5.3 Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13
5.4. Магнитные свойства вещества. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6

6. Электромагнитная индукция. Переменный электрический ток			
6.1.Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13
6.2. Самоиндукция. Взаимная индукция Индуктивность. Энергия магнитного поля	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 13
6.3.Уравнения Максвелла.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6

6.4. Электромагнитные волны.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
6.5. Явления на границе раздела двух сред.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6
7. Геометрическая и волновая оптика			
7.1 Геометрическая оптика	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14
7.2. Световые волны. Интерференция света	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14

	решению задач	выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	
7.3 Расчет интерференционной картины	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14
7.4. Дифракция света	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб. работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14
7.5. Дифракционная решетка	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 14

		метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	
7.6 Поляризация света	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5.
7.7 Дисперсия света	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8. Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра			
8.1. Тепловое излучение и его законы	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5.

		лаборатории) с лаб.работами	
8.2. Фотоэффект и его законы	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	
8.3 Эффект Комптона. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8.4 Модели строения атома.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, лабораторная работа, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание); самостоятельная подготовка к выполнению ЛР Ауд. СРС. – ознакомление по метод. указаниям (имеются в лаборатории) с лаб.работами	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5

8.5. Рентгеновское излучение. Тормозное рентгеновское излучение. Характеристическое рентгеновское излучение.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8.6 Волновая функция и ее статистический смысл. Уравнение Шредингера.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8.7. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8.8 Строение атомного ядра. Ядерные силы.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5
8.9. Элементарные частицы.	Лекция классического типа, подготовка конспекта, практическое занятие, домашняя контрольная работа по решению задач	Внеауд. СРС – самостоятельное изучение литературы по теме, самостоятельное решение задач (домашнее задание);	Основная: приложение Г, таблица Г.1, номера: 1, 2, 3, 4, 5

Образец варианта контрольной работы:

Контрольная работа №1

Вариант 1

1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси x имеет вид $x = A + Bt + Ct^3$, где $A = 2 \text{ м}$, $B = 7 \text{ м/с}$; $C = -0,5 \text{ м/с}^3$. Найти координату x , скорость v и ускорение a точки в момент времени t , равный 2 с .
2. Тележка с песком массой 40 кг движется горизонтально со скоростью 5 м/с . Камень массой 10 кг попадает в песок и движется вместе с тележкой. Найти скорость тележки после попадания камня: а) падающего по вертикали; б) летящего горизонтально навстречу тележке со скоростью 10 м/с .
3. Платформа в виде диска массой 120 кг вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью 4 рад/с . Человек массой 60 кг стоит на краю платформы. Какова будет угловая скорость платформы, если человек переместится в её центр? Момент инерции человека считать как для материальной точки. Трением об ось пренебречь.

Список вопросов для экзамена 1 семестр

- 1 Основные понятия кинематики. Материальная точка. Система отсчета. Радиус-вектор положения. Вектор перемещения. Траектория. Путь.
- 2 Скорость. Средняя скорость. Мгновенная скорость. Составляющие скорости по осям декартовой прямоугольной системы координат.
- 3 Ускорение. Среднее ускорение. Мгновенное ускорение. Тангенциальное, нормальное и полное ускорение. Составляющие ускорения по осям декартовой системы координат.
- 4 Ускорение при криволинейном движении.
- 5 Динамика материальной точки. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
- 6 Второй закон Ньютона. Сила, масса.
- 7 Третий закон Ньютона. Количество движения. Закон изменения и сохранения количества движения.
- 8 Принцип относительности Галилея. Преобразование координат Галилея. Границы применимости классической механики.
- 9 Движение твердого тела. Степени свободы. Поступательное движение твердого тела.
- 10 Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение. Векторное представление угловой скорости и ускорения.
- 11 Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.
- 12 Динамика вращательного движения. Момент силы. Момент инерции. Моменты инерции некоторых тел.
- 13 Момент количества движения. Закон сохранения момента количества движения. Аналогия между поступательным и вращательным движением.
- 14 Механическая работа. Работа переменной силы. Работа при вращательном движении.
- 15 Деформации твердого тела. Модуль Юнга, модуль сдвига, коэффициент Пуассона.
- 16 Средняя и мгновенная мощность. Мощность при вращательном движении.
- 17 Механическая энергия. Кинетическая энергия.
- 18 Потенциальная энергия. Поле сил. Консервативные силы. Закон сохранения энергии в механике.
- 19 Центральный удар шаров. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удары.

- 20 Основы релятивистской механики. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
- 21 Следствия из преобразований Лоренца. Сложение скоростей.
- 22 Взаимосвязь пространства и времени. 4-х мерный континуум. Влияние двух событий друг на друга. Абсолютное будущее и абсолютное прошлое. Интервал. Мировая линия.
- 23 Основы релятивистской динамики. Взаимосвязь массы и энергии.
- 24 Основы гидродинамики. Линии и трубки тока. Неразрывность струи.
- 25 Уравнение Бернулли. Следствия из уравнения Бернулли. Формула Торричелли. Водоструйный насос. Трубка Пито.
- 26 Реакция движущейся жидкости на стенки изогнутой трубы. Реакция вытекающей струи. Подъёмная сила крыла.
- 27 Силы внутреннего трения в жидкостях. Коэффициент вязкости, его зависимость от температуры.
- 28 Движение жидкости в трубах. Формула Пуазейля. Закон Стокса.
- 29 Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Границы применимости законов классической гидродинамики.
- 30 Колебательное движение. Упругие колебания груза, подвешенного на пружине.
- 31 Кинематика колебательного движения. Энергия колебательного движения.
- 32 Примеры колебательного движения: математический маятник, крутильный маятник, физический маятник.
- 33 Свободные колебания в электрическом контуре.
- 34 Затухающие колебания.
- 35 Вынужденные колебания. Явление резонанса.
- 36 Волны. Уравнение плоской волны. Волновое уравнение.
- 37 Скорость распространения упругих волн.
- 38 Энергия упругой волны. Плотность потока энергии. Вектор Умова.
- 39 Эффект Доплера.

Образец экзаменационного билета:

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Новгородский государственный университет
им. Ярослава Мудрого»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина «Физика»

кафедра О и ЭФ

1. Элементарные частицы. Свойства элементарных частиц. Классификация элементарных частиц
2. .
3. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракционная решетка.
4. Задача

Заведующий кафедрой О и ЭФ. _____ В.В.Гаврушко

Билеты для экзамена находятся на кафедре ОЭФ

Вопросы для дифференцированного зачета 2 семестр

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества и опытное обоснование.

2. Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Давление идеального газа. Измерение давлений. Барометры. Манометры.
3. Понятие температуры. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Термодинамическая шкала температур.
4. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная.
5. Изопроцессы в идеальных газах. Графическое изображение процессов в идеальных газах.
6. Распределение молекул идеального газа по скоростям. (Распределение Максвелла). Понятие молекулярного хаоса. Принцип детального равновесия. График функции распределения молекул идеального газа по скоростям. Наиболее вероятная скорость.
7. Применение функции распределения молекул идеального газа по скоростям. Определение средней и средней квадратичной скорости молекул.
8. Экспериментальное определение скоростей молекул. Экспериментальное подтверждение распределения Максвелла. Опыты Штерна и Ламмерта.
9. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Экспериментальная проверка распределения Больцмана. Опыты Перрена. Применение распределения Больцмана. Распределение Максвелла – Больцмана.
10. Термодинамическое и статистическое описание макроскопических систем. Нулевое начало термодинамики.
11. Понятие термодинамического равновесия. Внутренняя энергия. Внутренняя энергия идеального газа. Понятие о количестве теплоты. Способы теплопередачи.
12. Понятие теплоемкости. Теплоемкость системы. Удельная теплоемкость. Молярная теплоемкость. Теплоемкость как характеристика процесса теплопередачи.
13. Работа в механике и термодинамике. Работы идеального газа. Работа газа в различных изопроцессах.
14. Первое начало термодинамики и его различные формулировки.
15. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам в идеальных газах.
16. Классическая теория теплоемкостей идеальных газов. Уравнение Майера. Связь между теплоемкостями в различных процессах. Недостатки классической теории теплоемкостей.
17. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Работа газа при адиабатическом процессе. Показатель адиабаты.
18. Политропический процесс. Работа идеального газа при политропическом процессе.
19. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.
20. Тепловые двигатели. Классификация тепловых двигателей. Циклические тепловые двигатели. Коэффициент полезного действия тепловых двигателей.
21. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия.
22. Второе начало термодинамики. Различные формулировки второго начала термодинамики и их эквивалентность.
23. Первая и вторая теоремы Карно.
24. Понятие об энтропии. Термодинамическая вероятность.
25. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. Статистический смысл второго начала термодинамики.
26. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температур.
27. Термодинамические функции (потенциалы): энтальпия, свободная энергия, термодинамический потенциал Гиббса.
28. Применение термодинамических функций для описания макроскопических систем. Связь между термодинамическими функциями.
29. Основное термодинамическое равенство. Основное термодинамическое неравенство. Связь между энтропией и внутренней энергией.

30. Столкновения молекул в газе. Средняя длина свободного пробега молекул.
31. Число столкновений. Эффективный (газокинетический) диаметр молекул. Опытное определение средней длины свободного пробега молекул и эффективного диаметра молекул.
32. Явления переноса: закон Фика, закон Фурье, закон Ньютона для вязкого трения.
33. Понятие о потоке вещества, энергии, импульса. Коэффициенты диффузии, теплопроводности и вязкости.
34. Стационарная диффузия. Определение коэффициента самодиффузии газов из молекулярно – кинетической теории. Явление взаимной диффузии газов.
35. Стационарная теплопроводность. Определение коэффициента теплопроводности газов из молекулярно – кинетической теории.
36. Вязкое трение. Определение коэффициента вязкого трения из молекулярно – кинетической теории.
37. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.
38. Изотермы Эндрюса. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния.
39. Критическое состояние вещества. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Приведенное уравнение Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний.
40. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля – Томсона.
41. Методы получения низких температур. Свойства вещества при низких температурах.
42. Жидкости. Модели строения и молекулярного движения в жидкостях. Коэффициент объемного расширения жидкостей.
43. Поверхность жидкостей. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей и его опытное определение.
44. Смачивание и несмачивание. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
45. Тепловое движение частиц в кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Модель Эйнштейна и модель Дебая. Характеристические температуры Эйнштейна и Дебая.
46. Понятие о фазе и фазовых переходах. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Скрытая теплота перехода.
47. Испарение и конденсация. Скорость испарения. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность. Опытное определение влажности. Гигрометры и психрометры.
48. Кипение. Зависимость давления насыщенных паров от температуры. Удельная теплота парообразования
49. Плавление и кристаллизация. Диаграммы плавлений. Удельная теплота плавления.
50. Тройная точка. Тройная точка воды. Диаграммы фазовых равновесий.

Вопросы для дифференцированного зачета 3 семестр

- 40 Электрические заряды. Закон сохранения заряда. Закон Кулона.
- 41 Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей.
- 42 Поток вектора напряженности электрического поля. Теоремы Гаусса-Остроградского.
- 43 Напряженность поля заряженных шара, нити и плоскости.
- 44 Работа сил электростатического поля. Потенциал. Эквипотенциальные поверхности.
- 45 Связь между напряженностью и потенциалом электрического поля. Градиент.
- 46 Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов на проводнике. Явление электростатической индукции. Метод зеркальных отображений.
- 47 Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

- 48 Пьезоэлектрики, сегнетоэлектрики.
- 49 Конденсаторы. Емкость конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Применения конденсаторов.
- 50 Постоянный электрический ток. Закон Ома для однородного участка цепи. Удельное сопротивление и его зависимость от внешних условий.
- 51 Работа тока. Закон Джоуля-Ленца.
- 52 Полупроводники.
- 53 Сторонние силы. ЭДС источника тока. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
- 54 Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
- 55 Магнитостатика. Закон Био-Савара-Лапласа.
- 56 Сила, действующая на ток в магнитном поле. Закон Ампера.
- 57 Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.
- 58 Теорема о циркуляции магнитного поля.
- 59 Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитного поля.
- 60 Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея-Ленца.
- 61 Природа появления ЭДС при движении проводника в магнитном поле. Природа явления электромагнитной индукции в неподвижных проводниках. Вихревое электрическое поле и его свойства.
- 62 Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Взаимная индукция. Коэффициент взаимной индукции.
- 63 Магнитные свойства веществ.
- 64 Трансформаторы.
- 65 Принцип действия генератора и электродвигателя.
- 66 Ток смещения.
- 67 Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
- 68 Ротор и дивергенция.
- 69 Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме

Вопросы для экзамена 4 семестр

- 70 Геометрическая оптика. Линза. Погрешности оптических систем
- 71 Интерференция света. Когерентность. Интерференция двух плоских волн.
- 72 Интерференционная картина от двух разнесенных когерентных источников. Способы получения когерентных волн (метод Юнга, бипризма Френеля, зеркало Ллойда и др.). Использование явления интерференции в технике.
- 73 Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
- 74 Дифракция света на щели.
- 75 Дифракционная решетка. Главные и побочные максимумы и минимумы. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.
- 76 Дифракция рентгеновских лучей.
- 77 Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении и преломлении.
- 78 Поляризация света при двойном лучепреломлении. Одноосные и двуосные кристаллы. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Призма Николя.
- 79 Явление дихроизма. Интенсивность света, прошедшего через поляризатор. Закон Малюса. Искусственная анизотропия сред. Эффект Керра.
- 80 Оптически активные вещества. Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея.
- 81 Взаимодействие света с веществом. Нормальная и аномальная дисперсия света. Поглощение света. Закон Бугера. Рассеяние света.

8. Квантовые свойства света. Строение атома и атомного ядра

- 82 Тепловое и люминесцентное излучение. Закон Кирхгофа.
- 83 Законы излучения абсолютно черного тела. Законы Стефана-Больцмана, Вина, формула Планка.
- 84 Оптическая пирометрия. Радиометры, яркостные пирометры, цветовые пирометры.
- 85 Фотоэффект. Опытные законы фотоэффекта. Формула Эйнштейна. Масса и импульс фотона. Корпускулярно-волновой дуализм света.
- 86 Эффект Комптона.
- 87 Строение атома. Опыт Резерфорда. Закономерности в излучении света атомами.
- 88 Постулаты Бора. Боровская модель атома. Постоянная Ридберга по этой модели.
- 89 Рентгеновское излучение. Тормозное и характеристическое излучение. Природа рентгеновского излучения.
- 90 Отличие рентгеновских спектров от оптических. Закон Мозли. Поглощение рентгеновского излучения веществом. Применение рентгеновского излучения в технике.
- 91 Волновая функция и ее статистический смысл. Уравнение Шредингера.
- 92 Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Усиление света. Устройство и применение ОКГ.
- 93 Физика атомного ядра. Строение ядра. Изотопы, изобары, изотоны. Энергия связи. Ядерные силы.
- 94 Радиоактивность. α , β , γ - излучение. Закон радиоактивного распада. Единицы активности и дозы облучения.
- 95 Современная физическая картина мира. Космические лучи. Элементарные частицы.

А.2 Методические рекомендации по изучению теоретической части учебного модуля

Теоретические занятия учебного модуля представлены в виде лекций.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Задачи лекционных занятий – дать связанное, последовательное изложение материала, сообщить студентам основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Структура и содержание основных разделов (приведена в рабочей программе учебной дисциплины, раздел 4.2)

Методы и средства проведения теоретических занятий

При изучении учебного модуля студенты могут посещать лекционные занятия и вести конспекты или самостоятельно прорабатывать по учебникам и дополнительной литературе вопросы, указанные преподавателем. (Список основной литературы приведен в приложении Г).

А.3 Методические рекомендации по лабораторному практикуму и практическим занятиям

Цель лабораторного практикума и практических занятий - формирование компетентности студентов в области физики, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности.

Задачи занятий - углубление знаний, полученных на теоретических занятиях и применение их в условиях, приближенных к условиям реальной профессиональной деятельности.

Структура и содержание основных разделов лабораторного практикума (приведена в рабочей программе учебного модуля, раздел 4.3)

Методы и средства проведения занятий

При проведении лабораторного практикума студенты максимально самостоятельно выполняют лабораторные работы. Занятия строятся следующим образом.

На первом занятии (вводном) проводится инструктаж по технике безопасности; студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР и получают указания по организационным вопросам: знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (по СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению).

На втором и последующих занятиях студенты выполняют лабораторные работы; оформляют отчеты по лабораторным работам. На этих же занятиях проводится защита выполненных лабораторных работ.

На последнем занятии семестра – защита последней лабораторной работы и ликвидация задолженности по защите других лабораторных работ.

Примечание – без защиты лабораторных работ можно выполнить только 2 работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы (максимальное количество баллов за одну защищенную лабораторную работу - 10).

Студенты, не защитившие лабораторные работы в срок и не набравшие необходимой суммы баллов, защищают все выполненные лабораторные работы на занятии, выделенном как защита блока лабораторных работ. Такая защита оценивается минимальным количеством баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент отработал и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов.

Для выполнения лабораторного практикума по учебной дисциплине студенты могут пользоваться методическими указаниями из следующего перечня.

Методические указания по лабораторным работам

1. Первичные представления об измерениях, измерительных приборах и методах определения погрешностей измерений: учеб.-метод. пособие по физическому практикуму/ сост. Н.П. Самолук.- Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2011. – 79 с.
2. Физические основы механики: сборник лабораторных работ/ сост. Т.П. Смирнова. Великий Новгород, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2008. – 128 с.
3. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч./сост.: Е.А.Ариас, З.С.Бондарева, Ф.А.Груздев, Г.Е.Коровина, А.О.Окунев, Н.А.Петрова. – 2-е изд.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2009. –Ч. 1. -103с.
4. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч./сост.: Е.А.Ариас, З.С.Бондарева, А.Н.Буйлов, Ф.А.Груздев, Г.Е.Коровина, В.Д.Лебедева, Н.А.Петрова, В.В.Шубин, В.Е.Удальцов – 2-е изд.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2009. –Ч. 2. – 81 с. .
5. Электростатика и постоянный ток: лабораторные работы /Р.П. Воронцова, Г.Е. Коровина, Д.В. Лебедева, Н.А. Петрова. - В. Новгород, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2001.- 58 с.
6. Электромагнетизм: методические указания /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, Н.А. Петрова, В.Е. Удальцов, В.В. Шубин. - Великий Новгород, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2001.- 70с.
7. Магнитное поле Земли. Определение модуля горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы / сост. Т.П. Смирнова.- Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2008. – 48 с.
8. Волновая и геометрическая оптика: сборник лабораторных работ /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, В.Д. Лебедева, Н.А. Петрова и др. – Великий Новгород, НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2005.- 76с.
9. Первичные представления об измерениях, измерительных приборах и методах определения погрешностей измерений: учеб.-метод. пособие по физическому практикуму/ сост. Н.П. Самолук.- Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2011. – 79 с.
10. Контрольные задания по курсу общей физики. /сост. А.М.Бобков, Ф.А.Груздев, НовГУ. – Великий Новгород, 2010 г. – 89 с.

Методы и средства проведения практических занятий

Проведение практических занятий строится следующим образом:

- 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения 1-2 типовых задач у доски;
- 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени – разбор типовых ошибок при решении задач (в конце текущего занятия).

На каждом практическом занятии по результатам самостоятельной работы проставляются баллы.

А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Примеры разноуровневых задач с решением представлены в учебном пособии: Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики – любое издание

Для подготовки к лабораторным работам, контрольной работе, экзамену рекомендуется пользоваться основной и дополнительной учебно-методической литературой, представленной в таблице А.1 и в карте учебно-методического обеспечения.

Для самопроверки результатов самостоятельной работы студенты могут воспользоваться контрольными заданиями, приведенными в методических разработках (см. перечень выше). Этой же цели служат приведенный ниже список вопросов для самопроверки.

Примеры решения задач

1. Механика

Пример 1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси x имеет вид $x = A + Bt + Ct^3$, где $A = 2 \text{ м}$, $B = 7 \text{ м/с}$; $C = -0,5 \text{ м/с}^3$. Найти координату x , скорость v и ускорение a точки в момент времени τ , равный 2 с .

Решение.

Координату x найдем, подставив в уравнение движения $x = A + Bt + Ct^3$ числовые значения коэффициентов A , B , C и времени t .

$$x(\tau) = A + B\tau + C\tau^3 = 2 + 7 \cdot 2 - 0,5 \cdot 2^3 = 12 \text{ м}$$

Скорость найдем из условия, что проекция мгновенной скорости на ось x равна первой производной от координат по времени:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = B + 3Ct^2.$$

В момент времени $t = \tau$

$$v_x(\tau) = \frac{dx}{dt} = B + 3C\tau^2 = 7 - 3 \cdot 0,5 \cdot 2^2 = 1 \text{ м/с}.$$

Ускорение точки находим из условия, что проекция ускорения на ось x равна первой производной от v_x по времени:

$$a_x(\tau) = \frac{dv_x}{dt} = 6Ct$$

В момент времени $t = \tau$

$$a_x(\tau) = \frac{dv_x}{dt} = 6C\tau = -6 \cdot 0,5 \cdot 2 = -6 \text{ м/с}^2.$$

Пример 2. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением 2 рад/с^2 . Через $0,5 \text{ с}$ после начала движения полное ускорение точек обода колеса $13,6 \text{ см/с}^2$. Найти радиус колеса.

Дано: $\varepsilon = 2 \text{ рад/с}^2$;

в момент $t = 0$

$v_0 = 0$, $\omega_0 = 0$;

в момент $t = 0,5 \text{ с}$

$a = 13,6 \text{ см/с}^2 = 0,136 \text{ м/с}^2$.

Найти: R .

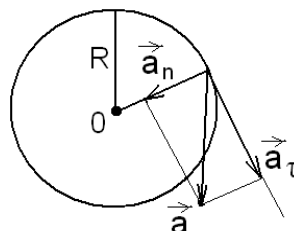


Рис. 1

Решение.

Полное ускорение точек обода колеса $a =$

$\sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$. Отсюда

$$a^2 = a_n^2 + a_\tau^2 \quad (1.1)$$

Нормальное ускорение $a_n = \omega^2 R$. Так как движение происходит с постоянным угловым ускорением, угловая скорость точки на обода колеса

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t.$$

В нашем случае $\omega_0 = 0$, а $\omega = \varepsilon t$, поэтому

$$a_n = \varepsilon^2 t^2 R. \quad (1.2)$$

Тангенциальное ускорение связано с угловым

$$a_\tau = \varepsilon R. \quad (1.3)$$

Подставим выражения (1.2) и (1.3) в формулу (1.1):

$$a^2 = \varepsilon^4 t^4 R^2 + \varepsilon^2 R^2.$$

Отсюда
$$R = \frac{a}{\varepsilon \sqrt{1 + \varepsilon^2 t^4}} = \frac{0,136}{2\sqrt{1 + 2^2(0,5)^4}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 6 \text{ см}.$$

Пример 3. Через неподвижный блок массой $m = 0,2 \text{ кг}$ перекинут шнур, к концам которого подвешены грузы массами $m_1 = 0,3 \text{ кг}$ и $m_2 = 0,5 \text{ кг}$. Определить силы натяжения шнура T_1 и T_2 по обе стороны блока во время движения грузов, если массу блока можно считать равномерно распределенной по ободу.

Дано: $m = 0,2 \text{ кг}$; $m_1 = 0,3 \text{ кг}$; $m_2 = 0,5 \text{ кг}$.

Найти: T_1, T_2 .

Решение.

Два тела m_1 и m_2 движутся поступательно. Воспользуемся вторым законом Ньютона

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m\vec{a}$$

Для первого тела имеем

$$\vec{T}_1 + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}_1.$$

В скалярном виде (выбираем положительным направление движения вверх)

$$T_1 - m_1 g = m_1 a. \quad (3.1)$$

Для второго тела

$$\vec{T}_2 + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}_2.$$

Выбираем положительным направление движения вниз

$$m_2 g - T_2 = m_2 a. \quad (3.2)$$

Мы учли, что модули ускорений $\vec{a}_1$ и $\vec{a}_2$ равны: $a_1 = a_2 = a$.

Третье тело – блок – вращается.

Воспользуемся основным законом динамики вращательного движения

$$\sum \vec{M}_i = I \vec{\varepsilon}.$$

В нашем случае

$$\vec{M}_1 + \vec{M}_2 = I \vec{\varepsilon}.$$

Считая положительным направление вращения по часовой стрелке, получаем

$$M_2 - M_1 = I \varepsilon.$$

Учитывая, что $M_1 = T_1^* R$; $M_2 = T_2^* R$; $I_{\text{обода}} = mR^2$; $\varepsilon = a/R$, получаем

$$T_2^* R - T_1^* R = mR^2 \cdot \frac{a}{R},$$

то есть

$$T_2^* - T_1^* = ma.$$

Согласно третьему закону Ньютона с учетом невесомости шнура

$$T_2^* = T_2 \text{ и } T_1^* = T_1.$$

Таким образом

$$T_2 - T_1 = ma. \quad (3.3)$$

Итак, получили систему трех уравнений с тремя неизвестными: a , T_1 и T_2 .

$$\begin{cases} T_1 - m_1 g = m_1 a, \\ m_2 g - T_2 = m_2 a, \\ T_2 - T_1 = ma. \end{cases}$$

Сложив, соответственно, левые и правые стороны уравнений, находим

$$(m_2 - m_1)g = (m_1 + m_2 + m)a.$$

Отсюда

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m}. \quad (3.4)$$

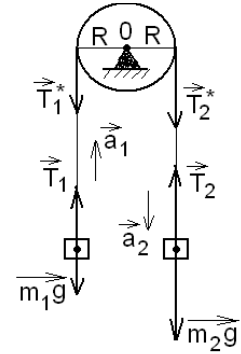


Рис. 2

Подставляя формулу (3.4) в первое уравнение системы, получаем

$$T_1 = m_1 \left[g + \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m} \right] = m_1 g \left(1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m} \right).$$

После подстановки численных значений

$$T_1 = 0,3 \cdot 10 \left(1 + \frac{0,5 - 0,3}{0,3 + 0,5 + 0,2} \right) = 3,6 \text{ Н}.$$

Соответственно, второе уравнение системы с учетом формулы (3.4) примет вид

$$T_2 = m_2 \left[g - \frac{(m_2 - m_1)g}{m_1 + m_2 + m} \right] = m_2 g \left(1 - \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m} \right).$$

$$T_2 = 0,5 \cdot 10 \left(1 - \frac{0,5 - 0,3}{0,3 + 0,5 + 0,2} \right) = 4 \text{ Н}.$$

Пример 4. Тележка с песком массой 40 кг движется горизонтально со скоростью 5 м/с. Камень массой 10 кг падает в песок и движется вместе с тележкой. Найти скорость тележки после попадания камня: а) падающего по вертикали; б) летящего горизонтально навстречу тележке со скоростью 10 м/с.

Дано:

$$m_1 = 40 \text{ кг};$$

$$v_1 = 5 \text{ м/с};$$

$$m_2 = 10 \text{ кг}.$$

$$v_2 = 10 \text{ м/с}$$

Найти: $u = ?$

Решение.

а) Рассмотрим систему, состоящую из тележки и камня. Внешняя сила (сила тяжести) направлена вертикально, поэтому, по отношению к вертикальному движению система незамкнута, и закон сохранения импульса неприменим. В горизонтальном направлении внешние силы отсутствуют, и закон сохранения импульса выполняется в проекции на направление движения. В качестве положительного направления оси X примем направление движения тележки.

После вертикального падения камня скорость системы уменьшится только в связи с увеличением массы. Закон сохранения импульса для данного случая имеет вид

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) u, \quad (1)$$

откуда

$$u = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 \quad (2)$$

После подстановки числовых значений в выражение (2), получим:

$$u = \frac{40 \cdot 5}{40 + 10} = 4 \text{ м/с}.$$

б) Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось X для случая, когда камень летит горизонтально со скоростью $v_2 = 10 \text{ м/с}$ и застревает в песке:

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u, \quad (3)$$

откуда

$$u = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{m_1 + m_2}. \quad (4)$$

Произведем вычисления величины u :

$$u = \frac{40 \cdot 5 - 10 \cdot 10}{40 + 10} = 2 \text{ м/с}.$$

Пример 8. Платформа в виде диска массой 120 кг вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью 4 рад/с. Человек массой 60 кг стоит на краю платформы. Какова будет угловая

скорость платформы, если человек переместится в её центр? Момент инерции человека считать как для материальной точки. Трением об ось пренебречь.

Дано:

$$m_1 = 120 \text{ кг};$$

$$\omega_1 = 4 \text{ рад/с};$$

$$m_2 = 60 \text{ кг};$$

$$v_2 = 0$$

Найти: $\omega_2 = ?$

Решение.

Систему, состоящую из человека и платформы, при отсутствии сил трения считаем замкнутой.

Поэтому, для решения применим закон сохранения момента количества движения:

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2, \quad (1)$$

где I_1 – момент инерции платформы с человеком, стоящим на её краю; I_2 – момент инерции платформы с человеком в её центре.

Поскольку

$$I_1 = \frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2 \text{ и } I_2 = \frac{m_1 R^2}{2}, \quad (2)$$

то, подставив эти выражения в формулу (1), получим

$$\left(\frac{m_1 R^2}{2} + m_2 R^2 \right) \omega_1 = \frac{m_1 R^2}{2} \cdot \omega_2,$$

откуда

$$\omega_2 = \left(1 + \frac{2m_2}{m_1} \right) \cdot \omega_1 \quad (3)$$

В результате вычислений получим для ω_2 :

$$\omega_2 = \left(1 + \frac{2 \cdot 60}{120} \right) \cdot 4 = 8 \text{ рад/с}.$$

2.«Молекулярная физика. Термодинамика»

Пример 1. Определить молярную массу газа, находящегося при нормальных условиях (н.у.), если его плотность равна $0,18 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

н.у.

$$P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$T = 273 \text{ К};$$

$$\rho = 0,18 \text{ кг/м}^3.$$

Найти: $\mu = ?$

Решение.

Плотность вещества равна

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где m – масса вещества, V – объём.

Выразим молярную массу газа из уравнения Менделеева-Клапейрона.

$$PV = \frac{m}{\mu} RT, \text{ откуда } \mu = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P},$$

где P – давление газа, T – термодинамическая температура.

В полученное выражение подставим плотность и найдем искомую молярную массу

$$\mu = \rho \cdot \frac{RT}{P}.$$

Произведем вычисления с использованием табличных данных

$$\mu = \rho \cdot \frac{0,18 \cdot 8,31 \cdot 273}{1,01 \cdot 10^5} \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}.$$

Пример2. Баллон содержит 80 г кислорода и 300 г аргона. Давление смеси 10 атм, температура 15°C. Принимая данные газы за идеальные, определить объём баллона.

Дано:

$$O_2 - m_1 = 80 \text{ г} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ кг};$$

$$\mu_1 = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$Ar - m_2 = 300 \text{ г} = 3 \cdot 10^{-1} \text{ кг};$$

$$\mu_2 = 40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$P = 10 \text{ атм} = 1,01 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

$$t = 15^\circ C \Rightarrow T = 288 \text{ K};$$

Найти: $V = ?$

Решение.

По закону Дальтона давление смеси равно сумме парциальных давлений газов, входящих в состав смеси. Парциальным давлением газа называется давление, которое производил бы газ, если бы только он один находился в сосуде, занятом смесью.

По уравнению Менделеева-Клапейрона парциальные давления кислорода P_1 и аргона P_2 выражаются формулами

$$P_1 = \frac{m_1}{\mu_1} \cdot \frac{RT}{V} \text{ и } P_2 = \frac{m_2}{\mu_2} \cdot \frac{RT}{V}.$$

Следовательно, по закону Дальтона для смеси газов $P = P_1 + P_2$ или

$$V = \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right) \cdot \frac{RT}{P}, \quad (1)$$

Подставим числовые значения в формулу (1) и произведем вычисления

$$V = \left(\frac{0,08}{32 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,3}{40 \cdot 10^{-3}} \right) \cdot \frac{8,31 \cdot 288}{10 \cdot 1,01 \cdot 10^5} \approx 0,024 \text{ м}^3 = 24 \text{ л}.$$

Пример 3. Найти кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 13°C, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

Дано:

$$O_2 - m = 4 \text{ г} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг};$$

$$\mu = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$t = 13^\circ C \Rightarrow T = 286 \text{ K};$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К};$$

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Найти: $\varepsilon_{\text{вр}} = ?$, $W_{\text{вр}} = ?$

Решение.

Известно, что на каждую степень свободы молекулы газа приходится одинаковая энергия, выражаемая формулой

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{2} kT, \quad (1)$$

где k – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура газа.

Так как вращательному движению двухатомной молекулы (молекула кислорода – двухатомная) приписываются две степени свободы, то энергия вращательного движения молекулы кислорода выразится формулой

$$\varepsilon_{\text{вр}} = 2 \cdot \frac{1}{2} kT. \quad (2)$$

Подставив числовые значения в формулу (2), получим

$$\varepsilon_{\text{вр}} = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 286 = 3,94 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}.$$

Кинетическая энергия вращательного движения всех молекул газа определяется из равенства

$$W_{\text{вр}} = N \varepsilon_{\text{вр}}, \quad (3)$$

где N – число всех молекул газа.

Число молекул N можно получить по формуле

$$N = N_A \cdot \nu, \quad (4)$$

где N_A – число Авогадро, ν – число молей газа.

Если учесть, что число молей равно

$$\nu = \frac{m}{\mu},$$

где m – масса газа, μ – масса одного киломоля газа, то формула (4) примет вид

$$N = N_A \cdot \frac{m}{\mu}. \quad (5)$$

Подставив это выражение N в равенство (3), получим

$$W_{\text{вр}} = N \cdot \frac{m}{\mu} \cdot \varepsilon_{\text{вр}} \quad (6)$$

Подставив числовые значения в формулу (6), найдем

$$W_{\text{вр}} = N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3}}{32 \cdot 10^{-3}} \cdot 3,94 \cdot 10^{-21} = 296 \text{ Дж}.$$

Пример 4. Чему равны удельные теплоёмкости c_V и c_P некоторого двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях равна $1,43 \text{ кг/м}^3$?

Дано:

н.у.

$$P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$T = 273 \text{ К};$$

$$\rho = 1,43 \text{ кг/м}^3;$$

$$i = 5.$$

Найти: $c_V = ?$, $c_P = ?$

Решение.

Удельные теплоёмкости равны

$$c_V = \frac{i R}{2 \mu} \text{ и } c_P = \frac{(i + 2) R}{2 \mu}.$$

Из уравнения Клапейрона-Менделеева находим

$$\mu = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{P} = \rho \cdot \frac{RT}{P},$$

так как плотность газа $\rho = m/V$.

Подставляя молярную массу в формулы для теплоёмкости, имеем:

$$c_V = \frac{i P}{2 \rho T} \text{ и } c_P = \frac{(i + 2) P}{2 \rho T}.$$

Произведем вычисления, учитывая, что для двухатомного газа число степеней свободы $i = 5$.

Так как при нормальных условиях давление $P = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $T = 273 \text{ К}$, находим:

$$c_V = \frac{5 \cdot 1,01 \cdot 10^5}{2 \cdot 1,43 \cdot 273} = 650 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)},$$

$$c_P = \frac{(5 + 2) \cdot 1,01 \cdot 10^5}{2 \cdot 1,43 \cdot 273} = 970 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

Пример 5. Кислород массой 2 кг занимает объем 1 м³ и находится под давлением 0,2 МПа. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема 3 м³, а затем при постоянном объеме до давления 0,5 МПа. Найти изменение внутренней энергии газа, совершенную им работу и теплоту, переданную газу. Построить график процесса.

Дано:

$$O_2 - m = 2 \text{ кг};$$

$$V_1 = 1 \text{ м}^3;$$

$$P_1 = 0,2 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

$$1) 1 \rightarrow 2, P = \text{const}$$

$$P_2 = P_1, V_2 = 3 \text{ м}^3;$$

$$2) 2 \rightarrow 3, V = \text{const},$$

$$V_3 = V_2,$$

$$P_3 = 0,5 \text{ МПа} = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

$$\text{Найти: } \Delta U = ?, A = ?, Q = ?$$

Решение.

Изменение внутренней энергии газа

$$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R \Delta T = \frac{i}{2} \frac{m}{\mu} R (T_3 - T_1), \quad (1)$$

где i – число степеней свободы молекул газа (для двухатомных молекул кислорода $i = 5$), $\Delta T = T_3 - T_1$ – изменение температуры газа при переходе из начального состояния в конечное (состояние 3).

Начальную и конечную температуру газа найдем из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{\mu} RT,$$

откуда

$$T = \frac{\mu PV}{mR}.$$

Работа расширения газа при постоянном давлении выражается формулой

$$A_{12} = P_1(V_2 - V_1) = P_1 V_2 - P_1 V_1 = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1).$$

Работа газа, нагреваемого при постоянном объеме, равна нулю

$$A_{23} = 0.$$

Следовательно, полная работа, совершаемая газом,

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1).$$

Согласно первому началу термодинамики количество теплоты Q , переданное газу, равна сумме изменения внутренней энергии ΔU газа и работы A , совершённой газом

$$Q = \Delta U + A.$$

Произведем вычисления, учтя, что для кислорода $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль (см. справочные таблицы):

$$T_1 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 1}{2 \cdot 8,31} = 385 \text{ K};$$

$$T_2 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8,31} = 1155 \text{ K};$$

$$T_3 = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 3}{2 \cdot 8,31} = 2887 \text{ K};$$

$$A = A_{12} + A_{23} = A_{12} = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

$$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot \frac{2 \cdot 8,31 \cdot (2887 - 385)}{32 \cdot 10^{-3}} = 3,24 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 3,24 \text{ МДж};$$

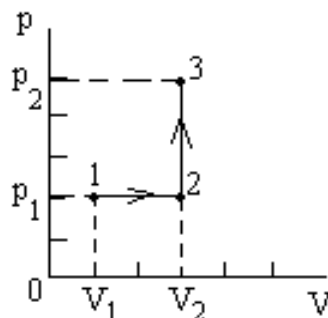


Рис. 2

$$A = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot (1155 - 385)}{32 \cdot 10^{-3}} = 0,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} = 4 \text{ МДж};$$

$$Q = (3,24 + 0,4) = 3,64 \text{ МДж}.$$

График процесса приведен на рис. 2.

2.«Электричество»

Пример 1. К бесконечной, равномерно заряженной, вертикальной плоскости подвешен на нити одноименно заряженный шарик массой $m = 40 \text{ мг}$ и зарядом $q = 670 \text{ нКл}$, Натяжение нити, на которой висит шарик, $F_n = 490 \text{ мкН}$. Найти поверхностную плотность заряда на плоскости.

Дано:

$$F_n = 490 \text{ мкН} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ Н};$$

$$m = 40 \text{ мг} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ кг};$$

$$q = 670 \text{ нКл} = 6,7 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}.$$

Найти: $\sigma = ?$

Решение.

Напряженность $\vec{E}$ электрического поля, созданного бесконечной равномерно заряженной плоскостью, направлена перпендикулярно плоскости и численно определяется формулой

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}, \text{ откуда } \sigma = 2\varepsilon_0\varepsilon E.$$

По определению же этой величины имеем

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_3}{q} \text{ или } E = \frac{F_3}{q}.$$

Значит

$$\sigma = \frac{2\varepsilon_0\varepsilon F_3}{q}, \quad (1)$$

где F_3 – сила, действующая на заряд q со стороны электрического поля заряженной плоскости. Запишем условие равновесия заряженного шарика

$$m\vec{g} + \vec{F}_3 + \vec{F}_n = 0.$$

Введем силу $\vec{F} = m\vec{g} + \vec{F}_3$.

Очевидно, что силы $\vec{F}_n$ и $\vec{F}$ должны быть направлены вдоль одной прямой, чтобы выполнялось

$$\vec{F} + \vec{F}_n = 0.$$

В скалярном виде

$$F - F_n = 0. \quad (2)$$

Как видно из рисунка

$$F = \sqrt{m^2 g^2 + F_3^2}.$$

Тогда уравнение (2) приобретает вид

$$\sqrt{m^2 g^2 + F_3^2} = F_n$$

Отсюда

$$F_3 = \sqrt{F_n^2 - m^2 g^2}. \quad (3)$$

Учитывая, что $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, $\varepsilon = 1$ (воздух) и $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, вычисляем σ :

$$\sigma = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 1}{6,7 \cdot 10^{-10}} \sqrt{(4,9 \cdot 10^{-4})^2 + (4 \cdot 10^{-5} \cdot 9,81)^2} = 7,75 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}.$$

Пример 4. Э. д. с. батареи $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\text{макс}} = 6 \text{ А}$. Определить максимальную мощность $P_{\text{макс}}$, которая может выделяться во внешней цепи.

Дано:

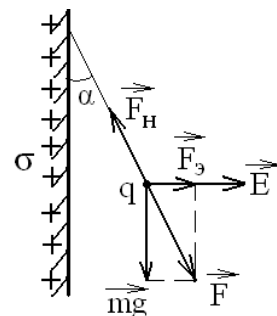


Рис. 3.

$$\mathcal{E} = 12 \text{ В};$$

$$I_{\text{макс}} = 6 \text{ А}.$$

Найти: $P_{\text{макс}} = ?$

Решение.

Мощность, выделяемую во внешней цепи, определяем по формуле

$$P = I^2 R,$$

где I – сила тока в цепи, R – внешнее сопротивление.

По закону Ома для замкнутой цепи

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \quad (1)$$

где r – внутреннее сопротивление источника тока.

Учитывая формулу (4.1), получаем

$$P = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}. \quad (2)$$

Для нахождения $P_{\text{макс}}$ вычислим производную $P(R)$ и приравняем её нулю

$$\left[\frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2} \right]' = 0; \quad \frac{(R + r)^2 - 2R(R + r)}{(R + r)^4} = 0.$$

Отсюда получаем $R = r$.

Значит, $P = P_{\text{макс}}$, если внешнее сопротивление цепи равно внутреннему.

Тогда формула (4.2) примет вид

$$P_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}^2 r}{(r + r)^2} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}. \quad (3)$$

Как видно из формулы (4.1) $I = I_{\text{макс}}$ при равенстве нулю внешнего сопротивления (ток короткого замыкания)

$$I_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Отсюда находим

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I_{\text{макс}}} \quad (4)$$

Подставляя формулу (4.4) в уравнение (4.3), окончательно находим

$$P_{\text{макс}} = \frac{\mathcal{E}^2 I_{\text{макс}}}{4\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E} I_{\text{макс}}}{4}.$$

С учетом заданных величин получаем

$$P_{\text{макс}} = \frac{12 \cdot 6}{4} = 18 \text{ Вт}.$$

Пример 5. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл движется протон. Траектория его движения представляет собой винтовую линию с радиусом $R = 10$ см и шагом $h = 60$ см. Определить кинетическую энергию протона.

Дано:

$$B = 2 \text{ Тл};$$

$$R = 10 \text{ см};$$

$$h = 60 \text{ см};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Найти: $W_{\text{кин}} = ?$

Решение.

Кинетическая энергия протона (при $v \ll c$)

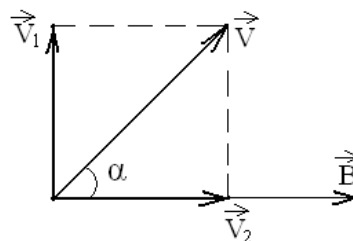


Рис. 4

$$W_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света.

Заряженная частица движется в магнитном поле по винтовой линии в случае, когда её скорость $\vec{v}$ составляет с направлением вектора индукции $\vec{B}$ угол α , не равный 90° . В таком случае частица движется по окружности в плоскости, перпендикулярной линиям индукции $\vec{B}$ со значением составляющей скорости $\vec{v}_1 \perp \vec{B}$ и одновременно поступательно вдоль силовых линий $\vec{B}$ со значением составляющей скорости $\vec{v}_2 \parallel \vec{B}$.

Как видно из рисунка 4 $v_1 = v \sin \alpha$; $v_2 = v \cos \alpha$.

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2. \quad (2)$$

Согласно второму закону Ньютона

$$F_{\text{л}} = ma_n.$$

Сила Лоренца перпендикулярна вектору скорости $\vec{v}_1$ и сообщает протону нормальное ускорение

$$eBv_1 = \frac{mv_1^2}{R}.$$

Отсюда
$$v_1 = \frac{eBR}{m} \quad (3)$$

где R – радиус окружности.

Шаг h винтовой линии – это расстояние, пройденное протоном со скоростью v_2 вдоль силовой линии $\vec{B}$ за время, равное периоду его вращения T по окружности

$$h = v_2 T.$$

Так как $T = \frac{2\pi R}{v_1}$, то $h = \frac{2\pi R v_2}{v_1}$.

Отсюда
$$v_2 = \frac{h v_1}{2\pi R} = \frac{heB}{2\pi m}. \quad (4)$$

Подставляя формулы (1.3) и (1.4) в уравнение (1.2), находим

$$v^2 = \frac{R^2 e^2 B^2}{m^2} + \frac{h^2 e^2 B^2}{4\pi^2 m^2} = \frac{e^2 B^2 (4\pi^2 R^2 + h^2)}{4\pi^2 m^2}$$

Отсюда

$$v = \frac{eB}{2\pi m} \sqrt{4\pi^2 R^2 + h^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} \sqrt{4 \cdot 3,14^2 \cdot 0,1^2 + 0,6^2} = 2,65 \cdot 10^7 \text{ м/с}.$$

Как видно, $v \ll c$.

Таким образом, для кинетической энергии протона по формуле (1.1) получаем значение

$$W_{\text{кин}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot (2,65 \cdot 10^7)^2}{2} = 5,86 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}.$$

Приложение Б
(обязательное)

Технологическая карта
Учебного модуля «Физика»

семестры 1, 2, 3, 4; 16 ЗЕТ; вид аттестации - в 1 семестре - экзамен, во 2 и 3 семестрах – дифференцированный зачет; в четвертом семестре – экзамен. 576 академических часов; 800 баллов рейтинга

Первый семестр

Номер и наименование раздела учебной дисциплины	№ недели семестра	Трудоемкость, ак. час					Форма текущего контроля успеваемости	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ 1	1-9	9	9	9	9	27	решение задач	5
							выполнение и защита ЛР (3 работы)	30
							Контрольная работа	25
УЭМ 2	10 - 18	9	9	9	9	27	решение задач	5
							выполнение и защита ЛР (3 работы)	30
							Контрольная работа	25
	9						Коллоквиум	30
Экзамен								50
Итого	18	18	18	18	18	54	Все формы контроля	200

Второй семестр

Номер и наименование раздела учебного модуля	№ недели семестра	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ 3	1 - 6	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
УЭМ 4	7 -12	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
УЭМ 5	13-18	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
Дифференцированный зачет	9						Коллоквиум	50
Итого	18	24	24	24	24	72	Все формы контроля	200

Третий семестр

Номер и наименование раздела учебного модуля	№ недели семестра	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ 6	1 - 6	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
УЭМ 7	7 -12	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
УЭМ 8	13 - 18	8	8	8	8	24	решение задач	10
							выполнение и защита ЛР (2 работы)	20
							Контрольная работа	20
Дифференцированный зачет	9						Коллоквиум	50
Итого	18	24	24	24	24	72	Все формы контроля	200

Четвертый семестр

Номер и наименование раздела учебного модуля	№ недели семестра	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успеваемости	Максимальное количество баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
УЭМ 9	1 - 9	9	9	9	9	27	решение задач	5
выполнение и защита ЛР (3 работы)							30	
Контрольная работа							25	
УЭМ 10	10 - 18	9	9	9	9	27	решение задач	5
выполнение и защита ЛР (3 работы)							30	
Контрольная работа							25	
							Коллоквиум	30
Экзамен								50
Итого	18	18	18	18	18	54	Все формы контроля	200

Для итоговой аттестации по модулю баллы выставляются по шкале:

«отлично» - 720 – 800 баллов

«хорошо» - 640 - 719 баллов

«удовлетворительно» - 528 – 639 баллов

Приложение В
(обязательное)

Паспорта компетенций

ОПК-3 Способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности;

Уровни	Планируемые результаты обучения	Оценочная шкала		
		удовлетворительно	хорошо	отлично
Базовый уровень	Владеет основными понятиями математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории вероятности, математической статистики, механики, электродинамики, оптики, квантовой механики; начальными представлениями о физических и математических моделях, а также об ограничениях и границах их применимости при описании различных физических явлений (механических и электромагнитных, колебательными и волновыми процессами в механических, электрических и оптических системах); навыками практической работы с физическими приборами.	Владеет теорией и методами дифференциального и интегрального исчисления функций одного и нескольких переменных; владеет навыками работы на простых физических приборах для изучения механики и кинематики процессов и методами аппроксимации результатов измерений.	Владеет методологией матричного анализа и теорией определителей второго и третьего порядка; владеет навыками работы на простых физических приборах для изучения электродинамических и оптических характеристик процессов, а также методами аппроксимации результатов измерений.	Владеет методами теории вероятности, математической статистики, численных методов, методами нахождения законов движения систем с нелинейными взаимодействиями.
	Умеет решать задачи, имитирующие реальные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в практике химических исследований.	Умеет строить аналитические модели элементарных механических, электрических и оптических систем; умеет перечислить физические	Умеет решать типовые задачи, имитирующие реальные химические проблемы, с привлечением аппарата высшей математики и общей физики; умеет объяснить	Умеет решать задачи повышенной сложности, имитирующие реальные химические проблемы, с привлечением аппарата высшей математики и общей физики; имеет опыт решения

		явления, положенные в основу работы различных приборов; умеет выполнять стандартные операции на простом физическом оборудовании при наличии инструкций.	принцип работы физического оборудования и привести примеры химических задач, в которых это оборудование может быть использовано.	простейших квантово-механических задач..
	Знает базовые разделы математики (математический анализ, аналитическую геометрию, линейную алгебру, дифференциальные уравнения, численные методы, теорию вероятности и математическую статистику) и физики (классическую механику, молекулярную физику и термодинамику, электродинамику и оптику, основы теоретической механики) теоретические основы физических методов исследования в химии	Знает основные понятия и теоремы математического анализа; векторной алгебры, аналитической геометрии на плоскости и в пространстве; знает методы теоретического описания основных колебательных и волновых процессов в механических, электрических и оптических системах.	Знает основные понятия теории векторных пространств, определителей и матриц, евклидовых пространств, теории квадратичных форм и линейных преобразований, элементов теории групп; знает теорию и способы использования основных механических и электромагнитных явлений в физических приборах, в т.ч. применяемых в химии.	Знает основные понятия теории вероятностей, основные элементы комбинаторного анализа, основные модели теории вероятностей и возможности их применения, наиболее часто используемые распределения и их свойства, основные понятия и теоремы математической статистики, основные методы обработки данных, возможности и способы их применения знает молекулярную физику и термодинамику, основные методы теоретической механики.

Приложение Г
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения

Учебного модуля Физика

Направление **04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия**

Формы обучения **очная**

Курс **1,2** Семестры **1, 2, 3,4**

Часов: всего **576**, лекций **84**, практ. зан. **84**, лаб. раб. **84**, СРС **336**

Обеспечивающая кафедра **ОиЭФ**

Таблица Г.1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.)	Кол.экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х томах. Учебное пособие – С-Пб.: Лань», 2007..	296	
2. Детлаф А. А., Яворский Б.М. Курс физики. Учеб.пособие для студ. вузов – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 720 с.	30	
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики . – СПб.: Книжный мир, 2008 -- 327 с.:ил. -- [2005, 2004]	30	
4. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч./сост.: Е.А.Ариас, З.С.Бондарева, Ф.А.Груздев, Г.Е.Коровина, А.О.Окунев, Н.А.Петрова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2-е изд. – Великий Новгород, 2009. –Ч. 1. -103с.	190	
5. Сборник лабораторных работ по общему курсу физики: в 2 ч./сост.: Е.А.Ариас, З.С.Бондарева, А.Н.Буйлов, Ф.А.Груздев, Г.Е.Коровина, В.Д.Лебедева, Н.А.Петрова, В.В.Шубин, В.Е.Удальцов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – 2-е изд.; – Великий Новгород, 2009. –Ч. 2. – 81 с.	171	
Учебно-методические издания		
6. Рабочая программа по физике [Электронный ресурс] /Авт. – сост. В.Г.Анисимов; НовГУ им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород; 2017 г.- 52с. – Режим доступа: www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10		
7. Электромагнетизм: методические указания /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, Н.А. Петрова, В.Е. Удальцов, В.В. Шубин; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2001.- 70с.	296	
8. Магнитное поле Земли. Определение модуля горизонтальной составляющей напряженности геомагнитного поля: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы [электронный ресурс] / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород 2008. – 48 с. www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10		

9. Первичные представления об измерениях, измерительных приборах и методах определения погрешностей измерений: учеб.-метод. пособие по физическому практикуму [электронный ресурс]/ сост. Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2011. – 79 с. Режим доступа: www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10	160	
10. Волновая и геометрическая оптика: сборник лабораторных работ /З.С. Бондарева, Г.Е. Коровина, В.Д. Лебедева, Н.А. Петрова и др.; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2005.- 76с.	213	
11. Определение показателя преломления жидкости с помощью рефрактометра. [электронный ресурс]: методические рекомендации к выполнению лабораторной работы / сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2008. – 50 с. – Режим доступа: www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10		
12. Физические основы механики: сборник лабораторных работ/ сост. Т.П. Смирнова; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2008. – 128 с.	191	
13. Электростатика и постоянный ток: лабораторные работы [электронный ресурс] /З.С.Бондарева, Р.П. Воронцова, И.А.Гессе, Г.Е. Коровина, Д.В. Лебедева, Н.А. Петрова, Н.П. Самолук; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014.- 156 с.. – Режим доступа: www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10		

Таблица Г.2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
	http://www.7knig.net/index.php/fizika.html	

Таблица Г 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1. Г.А.Зисман, О.М. Тодес Курс общей физики В 3тт, Издательство Санкт-Петербург, Лань, 2007.	51	
2. Д.А. Паршин, Г.Г. Зегря. Конспект лекций по общему курсу физики [электронный ресурс] – Издательство: Санкт-Петербург, 2008. – 111 с. – Режим доступа: www.bib.convdocs.org		
3.А.Н. Зайдель_Ошибки измерений физических величин: учеб.пособие. Издательство: <u>Лань</u> СПб,2005. – 112 с.	8	
4. Контрольные задания по курсу общей физики. [электронный ресурс] /сост. А.М.Бобков, Ф.А.Груздев; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2010 г. – 89 с. – Режим доступа: www.novsu.ru/doc/study/dep/1245/?id=10	159	

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка

Действительно для учебного года _____/_____

Зав. кафедрой _____

подпись

И.О.Фамилия

20..... г.

Примечания:

- Карта учебно-методического обеспечения (УМО) составляется совместно для учебного модуля всех форм обучения.
- Название учебного модуля берется из рабочего учебного плана текущего учебного года.
- В таблицу 1 входят:
 - в раздел «Учебники и учебные пособия» не более пяти изданий основной литературы:
 - учебники и учебные пособия с грифом Минобразования или других органов исполнительной власти РФ;
 - учебные издания НовГУ, допущенные к использованию Учёным советом, конспект лекций;
 - издания должны быть не старше 5 лет для цикла Б1 и не старше 10 лет для других циклов.
 - в раздел «Учебно-методические издания»:
 - рабочая программа учебного модуля с обязательными приложениями;
 - учебно-методические издания НовГУ и/или других вузов, если они разрешены Ученым советом института к использованию в учебном процессе в НовГУ.
- В таблицу 2 входят:
 - необходимые комплекты лицензионного программного обеспечения;
 - рекомендуемые интернет - ресурсы.