

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Кафедра общей физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методи-
ческой работе

Подпись Деникин А.С. /
Фамилия И.О.

» 20 ____ г.

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИКА

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Профиль

«Математическое моделирование»

Форма обучения

очная

Дубна, 2021 г.

Преподаватель (преподаватели):

Литвиненко А.Г., профессор, д.ф.-м.н., доцент, кафедра общей физики

Фамилия И.О., должность, учёная степень, учёное звание, кафедра; подпись

Таначев И.А., доцент, к.ф.-м.н., доцент, кафедра общей физики

Фамилия И.О., должность, учёная степень, учёное звание, кафедра; подпись

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» профиль «Математическое моделирование».

код и наименование направления подготовки (специальности)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей физики

(название кафедры)

Протокол заседания № 6 от «25» 08 2021 г.

Заведующий кафедрой Токарев М.В.

(Фамилия И.О., подпись)

СОГЛАСОВАНО

Заведующая выпускающей кафедрой¹ д.т.н., профессор Кореньков В.В.

(Фамилия И.О., подпись)

« » 20 г.

Эксперт: Мелкумов Г.Л., д.ф.-м.н., профессор, гл.н.с. ЛФВЭ ОИЯИ

(Ф.И.О., учёная степень, учёное звание, место работы, должность; подпись, заверенная по месту работы)

Подпись Мелкумова Г.Л. Заверено

Учёный секретарь ЛФВЭ

Земляков А.П.



01.12.2021

¹ Для обеспечивающих кафедр

Оглавление

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	6
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине	6
4. Объем дисциплины	8
5. Содержание дисциплины	9
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине	10
7. Фонд оценочных по дисциплине	19
7.1 Перечень компетенций и описание 5 бальной шкалы оценивания	19
7.2 Типовые контрольные задания для оценки результатов обучения	21
7.2.1 Примеры типовых вопросов для устных опросов на практическом занятии	21
7.2.2 Примеры типовых контрольных работ	22
7.2.3 Примеры типовых домашних заданий	24
7.2.4 Примеры тестовых заданий	25
7.2.5 Примеры типовых вопросов для подготовки к экзамену	26
7.2.6 Примеры типовых экзаменационных билетов	27
7.2.7 Примеры типовых задач в экзаменационных билетах.....	29
8. Ресурсное обеспечение	30
8.1 Перечень основной и дополнительной учебной	30
8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	33
8.3 Описание материально-технической базы	34
9. Язык преподавания.....	45

Аннотация

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

Физика – наука о наиболее общих свойствах и формах существования материи. Материя существует в двух формах – вещество и поле. Вещество представляет собой объекты, состоящие из атомов и молекул. Поле существует в виде гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного полей. Движение – форма существования материи. Материя существует в пространстве-времени. Физические законы устанавливаются на основе обобщения опытных фактов и выражают объективные закономерности, существующие в природе. Законы формулируются в виде количественных соотношений между физическими величинами. Основным методом исследования в физике – опыт. Воссоздание условий для повторения опыта и наблюдение исследуемого явления является одним из доказательств объективности существования этого явления в природе. Для объяснения явления выдвигаются гипотезы, формулируются положения и строятся теории. Правильность теоретических гипотез проверяется посредством постановки экспериментального опыта. Положения, подтверждённые опытом, превращаются в физические законы. Физическая теория представляет собой систему основных идей, положений, принципов, законов, обобщающих опытные данные и отражающих объективные закономерности, существующие в природе. Физику условно разделяют на классическую и квантовую. Классическая физика включает такие разделы как механика, молекулярная физика и термодинамика, электричество и магнетизм, геометрическая и волновая оптика, элементы атомной и ядерной физики. Законы Ньютона и принцип относительности Галилея, основные положения молекулярно-кинетической теории и уравнение состояния идеальных и реальных газов, законы распределения Максвелла и Больцмана, уравнения Максвелла для электромагнитного поля, законы геометрической и волновой оптики – представляют совокупность систематизированных знаний накопленных к началу XX века. Открытие законов излучения абсолютно-чёрного тела, фотоэффекта, закономерностей спектров излучения атомов привело к созданию специальной теории относительности, квантовой механики, квантовой статистической физики, квантовой электродинамики и хромодинамики, теорий базирующихся на фундаментальном принципе существования поля и вещества в виде квантов. Курс «Физика» представляет собой базовый курс по разделу «Физика», предназначенный для освоения студентами естественнонаучных специализаций.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели изучения дисциплины «Физика» соотнесены с общими целями образовательной программы по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподаётся дисциплина «Физика». Задачи изучения дисциплины охватывают теоретическую, познавательную и практическую компоненты деятельности подготавливаемого специалиста.

Цели и задачи освоения дисциплины «Физика» формулируются в соответствии с требованиями ФГОС ВО к профессиональным задачам, которые должен быть готов решать выпускник по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподаётся дисциплина «Физика».

Физика создаёт универсальную базу для изучения общепрофессиональных и специальных дисциплин, закладывает фундамент последующего обучения в магистратуре, аспирантуре. Она даёт цельное представление о физических законах окружающего мира в их единстве и взаимосвязи, вооружает специалистов необходимыми знаниями для решения научно-технических задач в теоретических и прикладных аспектах.

Роль науки в современном обществе неуклонно растёт, охватывая все области жизнедеятельности человека. Дисциплина «Физика» имеет важное гносеологическое значение. Она

знакомит студентов с научными методами познания, учит отличать гипотезу от теории, теорию от эксперимента, указывает на отличие научного и антинаучного подходов в изучении окружающего мира.

Дисциплина «Физика» опирается на хорошо установленные экспериментальные и, следуя логике математических конструкций, является идеальной для формирования у студентов современного научного мировоззрения.

Дисциплина «Физика» предназначена для ознакомления студентов с современной физической картиной мира, приобретения навыков экспериментального исследования физических явлений и процессов, изучения теоретических методов анализа физических явлений, обучения грамотному применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми специалисту придётся сталкиваться при создании новых технологий, а также выработки у студентов основ естественнонаучного мировоззрения и ознакомления с историей развития физики и основных её открытий.

В результате освоения дисциплины «Физика» студент должен изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов.

В процессе освоения дисциплины «Физика» студент приобретёт навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения адекватного физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем.

Задачами курса физики являются:

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к научному анализу ситуаций, с которыми специалисту придётся сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий.

Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, являются информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в областях: машиностроение, приборостроение, техника, образование, медицина, административное управление, юриспруденция, бизнес, предпринимательство, коммерция, менеджмент, банковские системы, безопасность информационных систем, управление технологическими процессами, механика, техническая физика, энергетика, ядерная энергетика, силовая электроника, металлургия, строительство, транспорт, железнодорожный транспорт, связь, телекоммуникации, управление инфокоммуникациями, почтовая связь, химическая промышленность,

сельское хозяйство, текстильная и легкая промышленность, пищевая промышленность, медицинские и биотехнологии, горное дело, обеспечение безопасности подземных предприятий и производств, геология, нефтегазовая отрасль, геодезия и картография, геоинформационные системы, лесной комплекс, химико-лесной комплекс, экология, сфера сервиса, системы массовой информации, дизайн, медиаиндустрия, а также предприятия различного профиля и все виды деятельности в условиях экономики информационного общества.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Физика», как структурный элемент образовательной программы, относится к базовой части дисциплин. Она является обязательной для освоения на определённом периоде обучения, в качестве которого выбран 3-ий семестр. Курс «Физика» призван обеспечить общеобразовательную (теоретическую и практическую) подготовку по общим разделам физики. Курс предназначен для приобретения базовых знаний по основным разделам физики с целью формирования современного научного мировоззрения, основанного на достигнутых к настоящему времени знаниях о физических законах Природы.

Перечень дисциплин, изучение которых должно предшествовать данной дисциплине и усвоение которых студентами необходимо для изучения дисциплины «Физика»:

Для освоения ОП 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподаётся дисциплина «Физика» необходимы углублённые знания у абитуриентов по математике и естественнонаучным дисциплинам среднего полного общего образования. При изучении дисциплин (математика, физика, химия) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения ОП.

Изучение дисциплины «Физика» опирается на курс математики, включающий математический анализ, аналитическую геометрию, линейную и векторную алгебру, дифференциальные уравнения, численные методы, теорию вероятностей и математическую статистику.

Изучение дисциплины «Физика» необходимо для освоения последующих специализированных курсов инженерного профиля, требующих знаний из соответствующих разделов

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После изучения данной дисциплины студенты приобретают знания, умения и владения (навыки), соответствующие результатам основной профессиональной образовательной программы.

Формируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие	Знать специфику системного подхода
		Знать специфику логических методов анализа и синтеза
		Уметь проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть
		Уметь применять системный подход для анализа и решения поставленных задач

	УК-1.2. Определяет и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи	Владеть навыками работы с научной и учебной литературой
		Владеть методами критического анализа и синтеза информации
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Формулирует базовые понятия, доказывает основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин и решает типовые задачи с применением стандартных подходов.	Знать основную терминологическую базу математических и естественно-научных дисциплин, формирующую способность решать профессиональные задачи в соответствии с профилем подготовки
		Знать стандартные подходы для решения типовых задач в области математических и естественно-научных дисциплин
		Уметь доказывать основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин
		Уметь выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук
	ОПК-1.2.Использует фундаментальный аппарат математических и естественнонаучных дисциплин для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов	Уметь использовать фундаментальный понятийный аппарат математических, естественно-научных дисциплин и методы моделирования для формализации предметных задач профессиональной деятельности
		Уметь анализировать, выбирать и применять базовые модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов
		Владеть навыками работы с учебной литературой по базовым дисциплинам математики, информатики и естественных наук
		Владеть современными вычислительными средствами для обработки, визуализации и анализа результатов исследований в профессиональной деятельности

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины приведен в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины составляет **4** зачётных единиц, всего **144** часа, из которых:

68 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем¹:

34 часа — лекционные занятия;

30 часов — практические занятия;

4 часа — лабораторные занятия;

36 часов — мероприятия промежуточной аттестации;

40 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

5. Содержание дисциплины

В разделе приведено содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий.

Форма обучения – очная.

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (академ. часы)	в том числе:							Самостоятельная работа обучающегося
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) ²							
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	КРП ³	...	Всего		
3 семестр									
МЕХАНИКА	108	34	30	4			68	40	
Промежуточная аттестация: -- дифференцированный зачет	36 ⁴	X							
Итого за семестр	144	34	30	4			68	40	
в т.ч. с применением ДОТ, ЭО									
Итого по дисциплине (модулю)	144	34	30	4			68	40	

² Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

³ КРП – часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине (модулю). Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине (модулю).

⁴ Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) указываются в случае выделения их в учебном плане в графе «Контроль».

Структура (лекции - Л, практические занятия – Пр, лабораторные занятия - ЛЗ, самостоятельная работа - СР) преподавания разделов дисциплины «Физика» в семестре:

3 семестр

№ п.п.	Раздел (тема) дисциплины, содержание	Л	Пр	ЛЗ	СР
I	ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ	14	10	2	16
1.	Измерения. Погрешности измерений.	2	1		2
2.	Системы отсчёта. Понятие состояния. Кинематика, динамика материальной точки. Уравнения движения.	2	1	1	2
3.	Законы Ньютона. Закон сохранения импульса.	2	2		2
4.	Работа и мощность. Законы сохранения энергии	2	1	1	3
5.	Кинематика и динамика твёрдого тела. Закон сохранения момента импульса.	2	2		3
6.	Устойчивое и неустойчивое равновесие. Гармонические колебания.	2	1		2
7.	Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс.	2	2		2
	ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	20	20	2	24
8.	Электростатика. Электрическое поле в вакууме.	2	2	1	3
9.	Электрическое поле в веществе.	3	2		3
10.	Законы электрического тока.	2	3		3
11.	Магнитостатика. Магнитное поле в вакууме.	2	3	1	3
12.	Магнитное поле в веществе.	2	2		3
13.	Электромагнитная индукция.	2	2		3
14.	Теория электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Уравнение непрерывности.	4	3		3
15.	Колебания в электрических цепях. Резонанс.	3	3		3
Итого в 3-ем семестре		34	30	4	40

6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Для обеспечения реализации программы дисциплины разработаны:

- методические материалы к практическим (семинарским) занятиям;
- методические материалы к лабораторным работам;
- методические материалы по организации самостоятельной работы обучающихся;
- методические материалы по организации изучения дисциплины (модуля) с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;
- методические рекомендации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по освоению программы дисциплины (модуля).

Методические указания для проведения самостоятельной работы

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает следующие виды:

- проработку и повторение лекционного материала, используя конспекты лекций, учебники, учебные пособия;
- выполнение домашнего задания,

- подготовку к контрольным работам;
- подготовку, обработку и оформление лабораторных работ.

Список лабораторных работ, которые выполняют студенты при изучении курса «Физика» приведён в таблице.

Методические указания для подготовки к практическим и лабораторным занятиям, выполнения домашних заданий и работы с литературой

Выполнение домашних заданий:

1. Прежде чем приступить к решению задачи, ознакомьтесь с теоретическим введением методического пособия, задачника и таблицами данного раздела.
2. Внимательно прочитайте условие задачи, постарайтесь вникнуть в ее физическое содержание, сделайте рисунки, если это поможет в понимании сути задачи и облегчит ее решение.
3. Значения всех физических величин, указанных в задаче, переведите в одну систему единиц измерений.
4. Задачу решайте в общем виде. Ответ должен быть представлен в виде формулы или последовательности выражений, последовательный расчет, по которым позволит получить численное значение искомой величины.
5. Найдя решение в общем виде, проверьте размерность величины, ее значение и, если это возможно, оцените его правдоподобие, рассматривая предельные случаи.
6. Получив численное значение искомой величины, проверьте согласуется ли оно со здравым смыслом. Не доверяйте слепо здравому смыслу – ведь здравый смысл есть сумма предшествующего опыта, и его иногда приходится корректировать.
7. Не прекращайте попыток решения, если задача сразу «не получается». Помните, что решение трудной задачи – ваше личное открытие и, что привычка настойчиво решать «неподдающиеся» задачи, есть необходимый элемент любой творческой и, в частности, научной деятельности.

Подготовка к практическим занятиям:

1. Повторение и закрепление прослушанного на лекциях материала, чтение и разбор материала по изучаемой теме в рекомендованной обязательной, дополнительной литературе и интернет источниках.
2. Выполнение домашних заданий (решения задач, выполнение тестовых заданий), используя знания, полученные на предшествующих лекциях, практических занятиях и консультациях.
3. Повторение необходимого ранее пройденного материала для лучшего усвоения текущей темы.
4. Самостоятельное изучение нового материала, близко связанного с изучаемой темой, и формулировка вопросов, требующих пояснения преподавателя на лекциях и практических занятиях.
5. Готовность продемонстрировать приемлемый уровень усвоения материала изучаемой темы в виде публичного выступления на практическом занятии при решении типичных и усложнённых задач и формулировки важных понятий и законов данного раздела.

Работа с литературой и другими источниками, дополнительным учебным материалом, отражающим новейшие научно - технические достижения в области изучаемых вопросов, не нашедших должного отражения в литературе, рекомендованной программой, или восполняющих ее пробелы;

1. Материал курса, представляемый на лекциях, следует изучать, пользуясь конспектами лекций и основными учебниками по курсу физики. Это минимальный объем, требуемый для освоения программы курса.

2. **Дополнительная литература**, содержит дополнительный материал к основным разделам программы, необходимый для углублённого изучения дисциплины.

3. При изучении вопросов курса следует придерживаться системного подхода – ознакомиться с основными понятиями, положениями и законами изучаемого раздела, постараться понять описание и объяснения изучаемого явления на основе фундаментальных физических принципов и законов.

4. Для лучшего освоения материала курса следует, при необходимости, изучить или восстановить в памяти требуемые разделы математики. Математика позволяет записать физические законы в корректной и компактной форме, которая содержит как трансформационные свойства физических величин, так и количественные соотношения между ними.

5. Интернет предоставляет неограниченные возможности по получению новейших достижений по изучаемому материалу. Поиск по соответствующему запросу предоставит достаточное количество ссылок на книги, учебные пособия, статьи, рефераты и др. Огромный фактический материал потребует ещё в большей степени, системного подхода для его освоения, чем при работе с дополнительной литературой, рекомендованной при освоении программы курса.

Организация работы для выполнения и защиты работ по лабораторному практикуму

1. Перед выполнением работы по лабораторному практикуму внимательно ознакомьтесь с содержанием методического пособия по данной работе. Оно включает теоретическую часть, описание установки, порядок включения и выключения элементов установки, последовательность выполнения измерений, форму записи измеряемых величин, дополнительную информацию о величинах, требуемую для обработки результатов и контрольные вопросы по теме работы.

2. Подготовьте таблицы для записи измеряемых величин. В них должна содержаться информация о размерностях величин, количестве измерений, предусмотрены поля для записи результатов обработки экспериментальных данных. Установите точность измерений приборов, используемых в работе.

3. Перед непосредственным выполнением работы необходимо получить разрешение преподавателя, оценивающего вашу готовность к проведению работы.

4. Все измерения проводите тщательно, следя за соблюдением требуемых условий опыта и тем, чтобы отсутствовали причины, которые могли бы повлиять на результаты ваших измерений.

5. Проведите повторное измерение или даже весь цикл измерений, если предыдущие были по какой-либо причине ошибочным (изменились условия поведения опыта).

6. Если работа включает несколько заданий, то следуйте порядку выполнения измерений, рекомендованному в методическом пособии.

7. После выполнения всех заданий, переведите установку в первоначальное состояние и сообщите об этом преподавателю.

8. Проверьте, вся ли информация имеется у вас для проведения последующей обработки результатов.

9. Покажите таблицы результатов измерений преподавателю и заверьте их его подписью. Таблицы должны быть приложены к отчёту как Приложение.

10. Обработка результатов включает расчёт значений и погрешностей исследуемых величин, построение графиков зависимостей этих величин от различных параметров, объяснение полученных закономерностей на основе физических законов и общих принципов, формулирование основных результатов работы.

11. Подготовьте отчёт в виде, близком к принятому для научных публикаций.

12. Защита лабораторной работы включает представление отчёта в требуемой форме, представление и объяснение полученных результатов, включая ошибки, формулирование основных выводов, ответы на контрольные вопросы по теме работы.

Методические указания по организации изучения дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

1. Материал курса – программа курса, список основной и дополнительной литературы, список лабораторных работ, вспомогательные материалы для проведения лекций, семинарских занятий и лабораторного практикума, размещается в Системе Дистанционного Образования (СДО) Университета.
2. Преподаватель информирует студентов о порядке доступа и размещения материалов в системе СДО, расписании занятий, проводимых в дистанционном формате с использованием электронных средств, консультаций, зачетов.
3. Студенты размещают результаты своей работы (отчеты по лабораторному практикуму, тестовые задания, контрольные работы) для текущей проверки по освоению материала курса на указанный ресурс в СДО.
4. Преподаватель осуществляет проверку, присланных студентами материалов, и размещает в определенном ранее разделе СДО результаты этой проверки с необходимыми комментариями.
5. Студенты используют материалы проверки для подготовки заключительного отчета по работе, размещают их в разделе СДО и используют их на зачете, проводимом в дистанционном формате.

Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

В учебном процессе, помимо чтения лекций, которые достигают до 50% аудиторных занятий, широко используются активные и интерактивные формы обучения (обсуждение отдельных разделов дисциплины на практических занятиях, защита лабораторных работ, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой (самостоятельное изучение тем, подготовка отчётов по лабораторным работам, выполнение домашних и тестовых заданий) это способствует формированию и развитию общепрофессиональных навыков обучающихся.

Лабораторные занятия проводятся как для закрепления теоретических знаний студентов, полученных при изучении различных разделов курса «Общая физика», так и для формирования первых навыков самостоятельной экспериментальной работы (постановка физической задачи, сборка экспериментальной установки, работа с измерительными приборами, обработка результатов измерений, формулировка основных результатов исследования и представление отчёта).

Методические рекомендации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по освоению программы дисциплины

Для обеспечения инклюзивного образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в университете созданы специальные условия для получения образования указанными обучающимися: использование специальных (адаптированных) образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических

материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания университета, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, оборудованы рабочие места для лиц с ограниченными возможностями здоровья: установлены моноблоки, позволяющие работать на них обучающимся с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные, компьютерные джойстики, наборы цветных выносных малых и средних компьютерных кнопок, специализированные клавиатуры с минимальным усилием для позиционирования и ввода, программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи, брайлевский портативный дисплей, принтер с рельефно-точечным шрифтом Брайля, аппарат звукоусиливающий с модулем вибротактильного восприятия с переходником для подключения к компьютеру, аппарат звукоусиливающий с модулем вибротактильного восприятия с переходником для подключения к компьютеру, аппарат для коррекции речи.

В библиотеках, читальном зале оборудованы рабочие места для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, на которых установлены компьютеры (моноблоки) в комплекте с клавиатурами с большими кнопками, снабженными разделительными вставками, джойстиками, большими кнопками, что позволяет работать на них большинству инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Разработана версия официального сайта университета для лиц с нарушениями зрения.

Категории обучающихся	Материально-техническое обеспечение	Программное обеспечение
С нарушениями зрения	<ul style="list-style-type: none"> - тактильный (брайлевский) дисплей; - стационарный видеоувеличитель (например, Topaz, Onix); - видеоувеличивающее устройство; - цифровой планшет, обеспечивающий связь с интерактивной доской в классе (при наличии), с компьютером преподавателя; - увеличительные устройства (лупа, электронная лупа); - устройства для чтения текста для слепых («читающая машина»); - принтер для печати рельефно-точечным шрифтом Брайля и рельефно-графических изображений. 	<ul style="list-style-type: none"> - программа не визуального доступа к информации на экране компьютера (например, JAWSforWindows); - программа для чтения вслух текстовых файлов (например, Balabolka); - программа увеличения изображения на экране (Magic) (обеспечение масштаба увеличения экрана от 1,1 до 36 крат, возможность регулировки яркости и контрастности, а также инверсии и замены цветов; возможность оптимизировать внешний вид курсора и указателя мыши, возможность наблюдать увеличенное и не увеличенное изображение, одновременно перемещать увеличенную зону при помощи клавиатуры или мыши и др.).
С нарушениями слуха	<ul style="list-style-type: none"> - комплекты электроакустического и звукоусиливающего оборудования с комбинированными элементами проводных и беспроводных систем на базе профессиональных усилителей; - мультимедиа-компьютер; - мультимедийный проектор; 	<ul style="list-style-type: none"> - программы для создания и редактирования субтитров, конвертирующие речь в текстовый и жестовый форматы на экране компьютера (Communicatorи др.).

Категории обучающихся	Материально-техническое обеспечение	Программное обеспечение
	- интерактивные и сенсорные доски - усилители слуха.	
<i>С нарушениями опорно-двигательного аппарата</i>	- специальные клавиатуры (с увеличенным размером клавиш, со специальной накладкой, ограничивающей случайное нажатие соседних клавиш, сенсорные, использование голосовой команды); - специальные мыши (джойстики, роллеры, а также головная мышь); - выносные кнопки;	- программа «виртуальная клавиатура»; - специальное программное обеспечение, позволяющие использовать сокращения, дописывать слова и предсказывать слова и фразы, исходя из начальных букв и грамматической формы предыдущих слов; - специальное программное обеспечение, позволяющее воспроизводить специальные математические функции и алгоритмы.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебники, учебные пособия, материалы для самостоятельной работы и др.), а также оценочными материалами, в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

При проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации университет при необходимости обеспечивает специальные условия для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, определенные локальными нормативными актами университета, регламентирующими организацию и проведение процедур текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий
- ответы на теоретические вопросы на практическом занятии
- решение практических задач и заданий на практическом занятии
- подготовка и допуск к лабораторным работам
- выполнение лабораторных работ
- оформление и защита лабораторных работ
- выполнение контрольных работ

- выполнение домашних работ
- выполнение тестовых заданий.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях (лекция - Л, практические занятия - Пр, лабораторная работа - ЛР, самостоятельная работа - СР)

Семестр	Вид занятия (Л, Пр, ЛР, ТЗ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов (%)
3	Л	Компьютерные презентации	30%
	Пр	Контрольные работы	30%
		Подготовка к практическим занятиям	60%
	ЛР	Допуск к лабораторной работе	5%
		Выполнение лабораторной работы	15 %
		Подготовка отчёта по ЛР	40%
		Защита лабораторной работы	40%
	ТЗ	Выполнение тестового задания	80%
		Защита тестового задания	20%

При выполнении работ лабораторного физического практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека. Каждая группа выполняет задание (лабораторную работу) из лабораторного практикума по общей физике (разделы – механика, электромагнетизм). Процесс выполнения каждой лабораторной работы осуществляется на основе методических указаний и рекомендаций, содержащихся в методических пособиях.

Допуск к выполнению работы представляет собеседование, на котором студент формулирует цели и задачи, порядок выполнения работы, состав установки, порядок включения и выключения приборов и измерений. Выполнение работы представляет проведение измерений и запись результатов в лабораторный журнал. При необходимости, в ходе работы проводятся вспомогательные расчёты и построение графических зависимостей на компьютере с использованием стандартных пакетов программ.

Защита лабораторной работы состоит из подготовки и оформления отчёта в заданной форме, ответов на контрольные вопросы, связанные с методикой работы, полученными результатами и выводами по результатам работы.

Групповая работа в физической лаборатории способствует согласованному взаимодействию между студентами при выполнении работы, развитию отношений взаимной ответственности и сотрудничества. Совместная работа способствует повышению качества усвоения материала курса.

Лекции.

Лекции представляют собой аудиторные занятия, на которых преподаватель излагает теоретический материал курса. Предусматривается активное освоение студентами материала дисциплины. Отдельные темы курса выделяются для самостоятельного изучения. Предусматривается использование, по мере необходимости, лекционных презентаций по отдельным темам или разделам курса.

План лекций на 3 семестр

№ п.п.	Содержание лекции
	ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ
Л1	Измерения. Погрешности измерений.
Л2	Системы отсчёта. Понятие состояния. Кинематика, динамика материальной точки. Уравнения движения.
Л3	Законы Ньютона. Закон сохранения импульса.
Л4	Работа и мощность. Законы сохранения энергии
Л5	Кинематика и динамика твёрдого тела. Закон сохранения момента импульса.
Л6	Устойчивое и неустойчивое равновесие. Гармонические колебания.
Л7	Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс.
	ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ
Л8	Электростатика. Электрическое поле в вакууме.
Л9	Электрическое поле в веществе.
Л10	Законы электрического тока.
Л11	Магнитостатика. Магнитное поле в вакууме.
Л12	Магнитное поле в веществе.
Л13	Электромагнитная индукция.
Л14	Теория электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Уравнение непрерывности.
Л15	Теория электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Уравнение непрерывности.
Л15	Колебания в электрических цепях. Резонанс.

План практических занятий на 3 семестр.

Раздел дисциплины	Содержание занятия
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ	
Измерения и погрешности	Система единиц СИ. Единицы измерений. Основное уравнение теории размерностей. Абсолютная и относительная погрешности измерений физических величин. Прямые и косвенные измерения
Кинематика материальной точки	Кинематика материальной точки. Основные понятия. Система отсчёта. Системы координат. Уравнение движения. Тангенциальное и нормальное ускорения.
Динамика. Законы Ньютона.	Динамика материальной точки. Понятие силы. Законы Ньютона. Масса как мера инерции. Закон сохранения импульса.
Энергия и работа. Мощность.	Закон сохранения энергии механической системы. Консервативные и диссипативные силы. Связь силы и потенциальной энергии. Понятие градиента. Теорема Кёнига. Применение законов сохранений в упругих и неупругих столкновениях.
Кинематика и динамика твёрдого тела.	Кинематика вращательного движения. Угловое перемещение, скорость, ускорение. Уравнение движения. Момент инерции. Работа момента силы. Закон сохранения момента количества движения. Момент инерции. Теорема Штейнера.
Затухающие и вынужденные колебания.	Определение амплитуд, декрементов затухания. Исследования резонансных кривых для амплитуд и сдвигов фаз.
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	
Электрическое поле в вакууме.	Расчёт напряжённости и потенциалов с использованием принципа суперпозиции. Применение теоремы Гаусса.
Электрическое поле в веществе	Расчёт электрического поля в диэлектриках обладающих симметрией. Поверхностная плотность заряда на границе металла и диэлектрика.
Законы электрического тока, токи в средах	Вычисления токов, падений напряжения и мощности в цепях постоянного тока содержащих э.д.с. и пассивные сопротивления
Магнитостатика. Магнитное поле в вакууме	Расчёты магнитных полей с использованием принципа суперпозиции и теоремы о циркуляции индукции магнитного.
Магнитное поле в веществе	Расчёты магнитных полей в средах с использованием теоремы о циркуляции напряжённости магнитного поля. Энергия, запасённая в индуктивности
Электромагнитная индукция.	Понятие дивергенции и ротора. Навыки работы с переменными векторными полями. Расчёты потоков и ЭДС самоиндукции.
Теория электромагнитного поля. Уравнения Максвелла.	Понятие дивергенции и ротора. Навыки работы с переменными векторными полями. Уравнение непрерывности. Ток смещения. Связь между ними.
Колебания в электрических цепях.	Уравнение свободных, затухающих, вынужденных колебаний. Резонанс
Итого в третьем семестре	

Лабораторные работы.

Студенты выполняют работы лабораторного физического практикума из приведённого ниже перечня согласно запланированному в начале каждого семестра списку работ и расписания

№ п.п.	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы
3 семестр		
1.	Кинематика	Изучение законов равноускоренного движения на машине Атвуда
2.	Работа и энергия	Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника
3.	Магнитное поле	Получение и измерение магнитных полей
4.	Электростатика	Определение удельного заряда электрона

7. Фонд оценочных по дисциплине

Для промежуточной аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции. Эти фонды включают теоретические вопросы, типовые практические задания, контрольные работы, домашние работы, тесты, тестовые задания, и критерии их оценивания и иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

7.1 Перечень компетенций и описание 5 бальной шкалы оценивания

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

Описание шкал оценивания

Пятибалльная шкала оценивания результатов обучения по дисциплине «Физика»

5 баллов:

- чёткий и полный ответ на занятии по вопросам заданным на дом, без использования конспекта лекций с дополнением ответа интересным материалом и исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы преподавателя и аудитории;
- оригинальное решение сложных задач, впервые предлагаемых на практических занятиях, с обоснованием решения и ссылками на соответствующую литературу.

4 балла:

- чёткий и полный ответ на занятии без использования конспекта лекций, но неверные ответы на дополнительные вопросы или их отсутствие; или ответ только в пределах материала лекций, правильные ответы на дополнительные вопросы;
- правильное решение задачи без пояснений.

3 балла:

- слабый ответ в пределах лекций без использования конспекта, неверные или сбивчивые ответы на дополнительные вопросы или их отсутствие; или ответ с использованием конспекта (чтение отдельных моментов или в целом лекции) и наличие удовлетворительного ответа на дополнительные вопросы.

- решение задач с подсказками со стороны преподавателя и аудитории;

2 балла:

- очень слабый ответ со сбивчивым чтением конспекта лекций, неспособность ответить на вопросы преподавателя и аудитории;
- неспособность решить задачу без помощи преподавателя и аудитории;
- неспособность студента отвечать на вопросы преподавателя.

1 балл:

- неспособность понять вопрос преподавателя даже с использованием конспекта лекций и наводящих вопросов преподавателя;
- неспособность понять условие типичной задачи даже с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Ожидаемые результаты обучения, оцениваемые по 5-ти бальной шкале:

Знать специфику системного подхода

Знать специфику логических методов анализа и синтеза

Уметь проводить анализ задачи, выделять ее базовые составляющие и формулировать результаты, которые необходимо достигнуть

Уметь применять системный подход для анализа и решения поставленных задач

Владеть навыками работы с научной и учебной литературой

Владеть методами критического анализа и синтеза информации

- Знать** основную терминологическую базу математических и естественно-научных дисциплин, формирующую способность решать профессиональные задачи в соответствии с профилем подготовки
- Знать** стандартные подходы для решения типовых задач в области математических и естественно-научных дисциплин
- Уметь** доказывать основные положения теории математических и естественно-научных дисциплин
- Уметь** выполнять стандартные действия, решать типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук
- Уметь** использовать фундаментальный понятийный аппарат математических, естественно-научных дисциплин и методы моделирования для формализации предметных задач профессиональной деятельности
- Уметь** анализировать, выбирать и применять базовые модели, методы и алгоритмы моделирования для построения моделей и вычислительных схем при разработке решений прикладных задач в области профессиональных интересов
- Владеть** навыками работы с учебной литературой по базовым дисциплинам математики, информатики и естественных наук
- Владеть** современными вычислительными средствами для обработки, визуализации и анализа результатов исследований в профессиональной деятельности

7.2 Типовые контрольные задания для оценки результатов обучения

Данный подраздел включает типовые наборы устных вопросов, вариантов контрольных работ, домашних заданий, тестов, экзаменационных вопросов, задач и билетов по всем разделам курса «Физика», характеризующих этапы формирования компетенций для промежуточной аттестации.

7.2.1 Примеры типовых вопросов для устных опросов на практическом занятии

Механика

1. Измерения физических величин и погрешности измерений.
2. Размерности физических величин.
3. Системы координат. Базис.
4. Векторные и скалярные величины. Операции с векторами.
5. Основные понятия кинематики материальной точки.
6. Уравнения равномерного и равнопеременного движения материальной точки.
7. Движение тела брошенного под углом к горизонту.
8. Кинематика вращательного движения материальной точки.
9. Уравнение движения для равномерного и равнопеременного вращения.
10. Законы Ньютона.
11. Закон сохранения энергии и импульса.
12. Центр масс системы материальных точек.
13. Условия равновесия твёрдого тела.
14. Золотое правило механики.
15. Закон Гука.
16. Работа. Мощность.

Электричество и магнетизм.

1. Электрический заряд. Единицы измерения заряда в системе СИ.

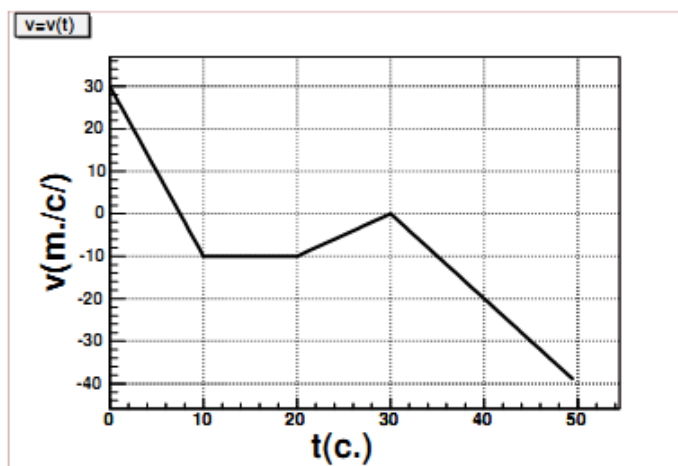
2. Закон Кулона. Закон сохранения заряда.
3. Напряжённость и потенциал электрического поля, принцип суперпозиции.
4. Силовые линии электростатического поля и их свойства.
5. Поток вектора через поверхность. Теорема Гаусса.
6. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
7. Электростатическое поле точечного заряда, плоскости, шара,
8. бесконечной нити, сферы, бесконечного цилиндра.
9. Циркуляция вектора напряжённости электрического поля.
10. Дивергенция и ротор электрического поля.
11. Градиент потенциала.
12. Уравнения электростатики в вакууме.
13. Преобразования Лоренца 4-вектора координаты, потенциала.

7.2.2 Примеры типовых контрольных работ

Механика

Вариант 1

1. Точка движется по плоскости в соответствии с уравнениями $x = A \cos \omega t$, $y = B \sin \omega t$. Какой угол φ с осью x составляет вектор скорости и ускорения точки в момент времени T ?
2. Тепловая мощность, выделяемая на нагрузке с сопротивлением R при напряжении V , равна $W = V^2/R$. С какой точностью может быть рассчитана мощность, если относительные погрешности напряжения и сопротивления составляют 2% и 4%, соответственно.
3. Скорости частиц с массами $M_1 = 1 \text{ кг}$ и $M_2 = 2 \text{ кг}$ в декартовой системе координат равны $\vec{V}_1 = 1\vec{e}_x + 2\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$ (м/с) и $\vec{V}_2 = 1\vec{e}_x - 2\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$ (м/с). Определить импульс и кинетическую энергию системы. Какова скорость системы центра масс?
4. По графику зависимости $v(t)$ изобразить зависимость $x(t)$ и $s(t)$.

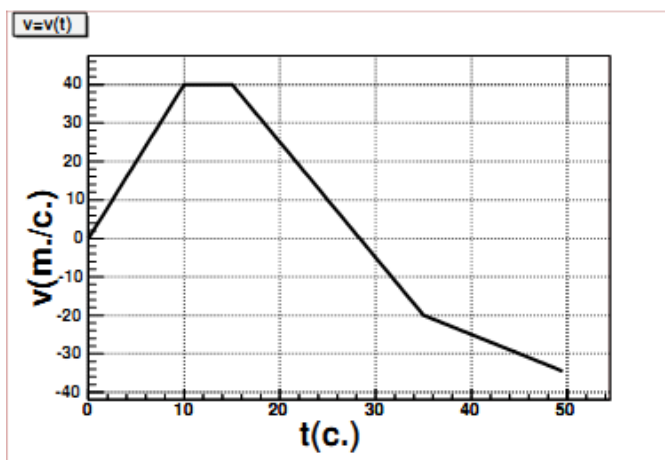


Вариант 2

1. Задано уравнение движения частицы в декартовой системе координат $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \vec{a}_0 t^2/2$, где постоянные векторы \vec{r}_0 , \vec{v}_0 , \vec{a}_0 имеют компоненты $\vec{r}_0 = (1, 0, 0)$, $\vec{v}_0 = (0, 1, 0)$, $\vec{a}_0 = (0, 0, 1)$. Найти скорость, полное, тангенциальное и нормальное ускорения.
2. Векторы \vec{a} и \vec{b} заданы в декартовой системе координат: $\vec{a} = 1\vec{e}_x + 3\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$, $\vec{b} = 6\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 2\vec{e}_z$. Найти модули этих векторов, угол между векторами, их скалярное произведение $(\vec{a}\vec{b})$, компоненты и модуль векторного произведения $\vec{a} \times \vec{b}$.

3. Найти кинетическую энергию стержня массы M , вращающегося с угловой скоростью ω , вокруг оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения перпендикулярна стержню.

4. По графику зависимости $v(t)$ изобразить зависимость $x(t)$ и $s(t)$.



Электромагнетизм

Вариант 1

1. Найти силу кулоновского отталкивания двух атомных ядер железа при расстоянии между их центрами $r = 10^{-12}$ см.

2. Три точечных заряда по 10 мкКл каждый попарно соединены легкими непроводящими нерастяжимыми нитями длины 20 см каждая. Найти силу натяжения нитей.

3. На нити подвешен шарик массы $m=9,8$ г с зарядом $q=1$ мкКл. Когда к нему поднесли снизу такой же заряженный шарик, то сила натяжения нити уменьшилась в 4 раза. Определить расстояние между центрами шариков.

4. Два одинаковых маленьких шарика массы 1 г каждый подвешены в одной точке на легких непроводящих нитях длины 1 м. Какой заряд q надо сообщить каждому шарiku, чтобы угол между нитями составил 90° ?

Вариант 2

1. Две бесконечные параллельные плоскости имеют поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 . Найти напряженность поля в пространстве.

2. Длинные коаксиальные цилиндры радиусов r и R ($R > r$) имеют поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 . Найти напряженность поля в пространстве (внутри меньшего цилиндра, между цилиндрами и вне большего цилиндра).

3. В однородно заряженном шаре радиуса R с объемной плотностью заряда ρ сделана сферическая полость диаметра R . Найти напряженность поля в точках A и B (см. рис. 1).

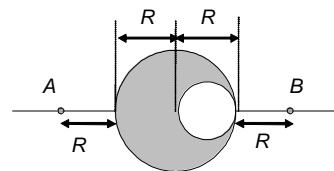


Рис. 1.

4. Три куска провода одинаковой длины соединены последовательно и подключены к источнику тока с напряжением на клеммах 12В. Сечения проводов 1 мм^2 , 2 мм^2 и 3 мм^2 . Каковы напряжения на каждом из кусков?

Методические рекомендации для выполнения контрольных работ:

- Уяснить содержание и смысл каждого контрольного вопроса.
- Вспомнить и сформулировать закон, гипотезу, принцип, положение, необходимых для ответа на вопрос.
- Записать закон в математически и физически корректной форме, отражающей физический смысл величин, входящих в уравнение.
- Указать размерности физических величин, входящих в уравнение, и единицы измерения в системе СИ.
- Методические рекомендации для решения задач приведены в соответствующем разделе ниже.

7.2.3 Примеры типовых домашних заданий

Механика

1. Точка движется по плоскости в соответствии с уравнениями $x = A \cos \omega t$, $y = B \sin \omega t$. Какой угол φ с осью x составляет вектор скорости и ускорения точки в момент времени T ?
2. Тепловая мощность, выделяемая на нагрузке с сопротивлением R при напряжении V , равна $W = V^2/R$. С какой точностью может быть рассчитана мощность, если относительные погрешности напряжения и сопротивления составляют 2% и 4%, соответственно.
3. Скорости частиц с массами $M_1 = 1 \text{ кг}$ и $M_2 = 2 \text{ кг}$ в декартовой системе координат равны $\vec{V}_1 = 1\vec{e}_x + 2\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$ (м/с) и $\vec{V}_2 = 1\vec{e}_x - 2\vec{e}_y + 3\vec{e}_z$ (м/с). Определить импульс и кинетическую энергию системы. Какова скорость системы центра масс?
4. Задано уравнение движения частицы в декартовой системе координат $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \vec{a}_0 t^2/2$, где постоянные векторы \vec{r}_0 , \vec{v}_0 , \vec{a}_0 имеют компоненты $\vec{r}_0 = (1, 0, 0)$, $\vec{v}_0 = (0, 1, 0)$, $\vec{a}_0 = (0, 0, 1)$. Найти скорость, полное, тангенциальное и нормальное ускорения.
5. Векторы \vec{a} и \vec{b} заданы в декартовой системе координат: $\vec{a} = 1\vec{e}_x + 3\vec{e}_y + 5\vec{e}_z$, $\vec{b} = 6\vec{e}_x + 4\vec{e}_y + 2\vec{e}_z$. Найти модули этих векторов, угол между векторами, их скалярное произведение (\vec{a}, \vec{b}) , компоненты и модуль векторного произведения $\vec{a} \times \vec{b}$.
6. Найти кинетическую энергию стержня массы M , вращающегося с угловой скоростью ω , вокруг оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения перпендикулярна стержню.

Электричество и магнетизм

1. Найти силу кулоновского отталкивания двух атомных ядер железа при расстоянии между их центрами $r = 10^{-12} \text{ см}$.
2. Три точечных заряда по 10 мкКл каждый попарно соединены лёгкими непроводящими нерастяжимыми нитями длины 20 см каждая. Найти силу натяжения нитей.
3. На нити подвешен шарик массы $m = 9,8 \text{ г}$ с зарядом $q = 1 \text{ мкКл}$. Когда к нему поднесли снизу такой же заряженный шарик, то сила натяжения нити уменьшилась в 4 раза. Определить расстояние между центрами шариков.
4. Два одинаковых маленьких шарика массы 1 г каждый подвешены в одной точке на лёгких непроводящих нитях длины 1 м. Какой заряд q надо сообщить каждому шарiku, чтобы угол между нитями составил 90° ?
5. Две бесконечные параллельные плоскости имеют поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 . Найти напряжённость поля в пространстве.

6. Длинные коаксиальные цилиндры радиусов r и R ($R > r$) имеют поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 . Найти напряжённость поля в пространстве (внутри меньшего цилиндра, между цилиндрами и вне большего цилиндра).

7. В однородно заряженном шаре радиуса R с объёмной плотностью заряда ρ сделана сферическая полость диаметра R . Найти напряжённость поля в точках A и B (см. рис. 1).

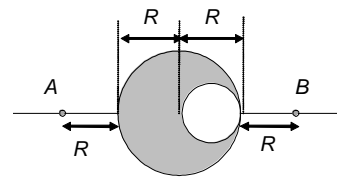


Рис. 1.

8. Сферический конденсатор представляет собой две концентрические сферы радиусов R_1 и R_2 , пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε . Найти ёмкость конденсатора.

9. Три куска провода одинаковой длины соединены последовательно и подключены к источнику тока с напряжением на клеммах 12 В. Сечения проводов 1 мм^2 , 2 мм^2 и 3 мм^2 . Каковы напряжения на каждом из кусков?

10. Какой ток I течет через нагрузку $R = 5 \text{ Ом}$, если ЭДС $E_1 = 10 \text{ В}$, ЭДС $E_2 = 20 \text{ В}$, а внутренние сопротивления элементов $r_1 = 1 \text{ Ом}$ и

$r_2 = 1,5 \text{ Ом}$? (Рис.2)

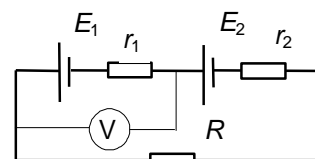


Рис. 2

11. Индуктивности катушек L_1 и L_2 . Они соединены последовательно (рис.3) и параллельно (рис.4) между собой и с конденсатором ёмкости C . Написать уравнение контура. Найти значение собственной частоты. Сопротивление соединяющих проводов пренебрежимо мало.

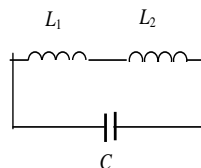


Рис. 3.

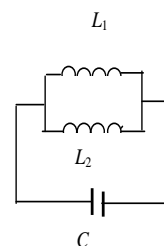


Рис. 4.

12. Проводящее кольцо радиуса $r = 10 \text{ см}$ вращается с угловой скоростью $\omega = 100 \text{ рад/с}$ вокруг оси, совпадающей с диаметром кольца и перпендикулярной однородному магнитному полю с индукцией $B = 0,1 \text{ Тл}$. Омическое сопротивление кольца $R = 0,1 \text{ Ом}$. Найти среднюю мощность джоулева тепла, выделяющегося в кольце.

Методические рекомендации для выполнения домашних заданий

- Повторить материал изучаемого раздела по Программе курса, используя конспекты лекций, практических занятий, учебные пособия и учебники.
- Выучить и суметь чётко формулировать определения физических величин, законы, гипотезы, принципы, положения.
- Уметь записать закон в математически и физически корректной форме, отражающей физический смысл величин, входящих в уравнение.
- Знать размерности физических величин, входящих в уравнение, и их единицы измерения в системе СИ.
- Уметь проверить правильность записи физических уравнений, используя метод размерностей физических величин.

7.2.4 Примеры тестовых заданий

Механика

Тестовое задание 1

1. Основные единицы измерения механических величин в системе СИ.
2. Относительная и абсолютная погрешности случайной величины.

3. Основной закон теории размерностей.
4. Система отсчёта, система координат.
5. Ортонормированный базис.
6. Векторное произведение 2 векторов.
7. Символ Кронекера.
8. Символ Леви-Чивита.
9. Векторное произведение 3 векторов.
10. Скорость угловая.

Электричество и магнетизм

Тестовое задание 1

1. Основные единицы измерения величин в системе СИ.
2. Относительная и абсолютная погрешности случайной величины.
3. Основной закон теории размерностей.
4. Закон сохранения заряда.
5. Закон Кулона.
6. Напряжённость электрического поля.
7. Принцип суперпозиции.
8. Силовые линии электростатического поля и их свойства.
9. Поток вектора E через поверхность.
10. Теорема Гаусса.

Методические рекомендации для выполнения тестового задания:

- Дать определение величины, сформулировать закон, гипотезу, принцип, положение.
- Записать закон в математически корректной форме, отражающей физический смысл величин, входящих в уравнение.
- Указать размерности физических величин, входящих в уравнение, и единицы измерения в системе СИ.

7.2.5 Примеры типовых вопросов для подготовки к экзамену

Механика

1. Измерения физических величин и погрешности измерений.
2. Размерности физических величин.
3. Основные понятия кинематики материальной точки.
4. Уравнения равномерного и равнопеременного движения материальной точки.
5. Движение тела брошенного под углом к горизонту.
6. Кинематика вращательного движения материальной точки.
7. Уравнение движения для равномерного и равнопеременного вращения.
8. Законы Ньютона.
9. Закон сохранения энергии и импульса.
10. Центр масс системы материальных точек.
11. Условия равновесия твёрдого тела.
12. Работа. Мощность.
13. Кинетическая энергия системы материальных точек.
14. Закон всемирного тяготения.
15. Момент силы. Момент инерции.
16. Теорема Гюйгенса – Штейнера.
17. Уравнение динамики вращательного движения.
18. Работа момента силы при вращательном движении.
19. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.

20. Закон сохранения момента импульса.
21. Гармонические колебания.
22. Математический маятник.
23. Физический маятник.
24. Уравнение затухающих гармонических колебаний.
25. Уравнение вынужденных колебаний.

Электричество и магнетизм.

1. Электрический заряд. Единицы измерения заряда в системе СИ.
2. Закон Кулона. Закон сохранения заряда.
3. Напряжённость и потенциал электрического поля, принцип суперпозиции.
4. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
5. Дивергенция и ротор электрического поля.
6. Градиент потенциала.
7. Уравнения электростатики в вакууме.
8. Электрическая ёмкость конденсатора.
9. Поляризуемость, диэлектрическая восприимчивость и проницаемость диэлектрика.
10. Теорема Гаусса для вектора D .
11. Уравнения электростатики в среде.
12. Энергия системы точечных зарядов.
13. Плотность энергии электрического поля.
14. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
15. Закон Ома.
16. Правила Кирхгофа.
17. Закон Джоуля - Ленца.
18. Закон Био – Савара-Лапласа.
19. Теорема Гаусса для вектора магнитной индукции.
20. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции.
21. Уравнения магнитостатики в вакууме.
22. Векторный потенциал движущегося точечного заряда.
23. Сила Лоренца.
24. Закон Ампера.
25. Эффект Холла.
26. Парамагнетики. Диамагнетики. Ферромагнетики.
27. Уравнения магнитостатики в среде.
28. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея.
29. Правило Ленца.
30. Самоиндукция.
31. Энергия магнитного поля.
32. Уравнения Максвелла.

7.2.6 Примеры типовых экзаменационных билетов

Механика и электромагнетизм

Университет «Дубна»

Экзаменационный билет № 1

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина: Физика. Механика и электромагнетизм.

1. Измерения. Единицы измерений. Система единиц СИ.
2. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.
3. Задача

Зав. кафедрой общей физики

М.В. Токарев

Университет «Дубна»

Экзаменационный билет № 8

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина: Физика. Механика и электромагнетизм.

1. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса.
2. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики.
3. Задача

Зав. кафедрой общей физики

М.В. Токарев

Университет «Дубна»

Экзаменационный билет № 19

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина: Физика. Механика и электромагнетизм.

1. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.
2. Законы постоянного тока. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах. Закон Джоуля — Ленца.
3. Задача

Зав. кафедрой общей физики

М.В. Токарев

Университет «Дубна»

Экзаменационный билет № 26

Направление: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина: Физика. Механика и электромагнетизм.

1. Законы Ньютона. Импульс системы. Импульс силы.
2. Циркуляция вектора магнитной индукции.
3. Задача

Методические рекомендации для ответа на вопросы экзаменационного билета:

- Сформулировать закон, положение, принцип по заданному вопросу.
- Записать закон в математической форме, отражающей физический смысл величин, входящих в уравнение.
- Дать определение величин, входящих в математическую формулу.
- Указать размерности физических величин, входящих в уравнение, и единицы измерения в системе СИ.
- Раскрыть физический смысл закона, положения, принципа.

7.2.7 Примеры типовых задач в экзаменационных билетах**Механика****Задача № 1.**

Зависимость координаты x от времени задана формулой: $x = A \sin(\omega t + \alpha)$. Найдите зависимость от времени скорости и ускорения тела. В какие моменты времени скорость точки максимальна? В какие моменты времени максимально ее ускорение?

Задача № 2

Движение материальной точки дается уравнениями: $x = r \cos \omega t$, $y = r \sin \omega t$, $z = bt$. Найти модуль линейной скорости точки и модуль ее линейного ускорения.

Задача № 3

Точка движется по плоскости в соответствии с уравнениями $x = A \cos \omega t$, $y = B \sin \omega t$. Какой угол φ с осью x составляет вектор ускорения точки в момент времени T ?

Задача № 4

Группа студентов отправляется на лодочную прогулку. Они плывут на лодке вниз по течению р. Волги 5 км, а после этого поворачивают вверх по течению р. Дубны и плывут по ней 3 км. Скорость лодки относительно воды 6 км/ч, скорость течения Волги 3 км/ч, Дубны — 4 км/ч. Найти среднюю скорость лодки относительно берегов.

Электричество и магнетизм**Задача № 1**

Три точечных заряда по 10 мкКл каждый попарно соединены легкими непроводящими нерастяжимыми нитями длины 20 см каждая. Найти силу натяжения нитей.

Задача № 2

Четыре точечных заряда по 10 мкКл каждый соединены легкими непроводящими нерастяжимыми нитями так, что образуют квадрат со стороной 20 см. Найти силу натяжения нитей.

Задача № 3

Точечные заряды q и $9q$ закреплены на расстоянии l друг от друга. Где следует поместить третий заряд, чтобы на него не действовала электрическая сила?

Задача № 4

Найти напряженность электрического поля на расстоянии 10^{-12} см от центра ядра урана ($A=238$, $Z=92$).

Задача № 5

Две бесконечные параллельные плоскости имеют поверхностные плотности заряда σ и $-\sigma$. Найти напряженность поля в пространстве.

Методические рекомендации для решения задачи экзаменационного билета:

- Уяснить основное содержание, наличие и значения исходных данных в задаче.
- Установить физическое явление, лежащее в основе сформулированного вопроса.
- Сформулировать закон, гипотезу, принцип или положение, необходимое для их математической записи.
- Записать закон в математически корректной форме, отражающей физический смысл величин, входящих в уравнение.
- Выяснить наличие дополнительных уравнений, связывающих физические величины, входящие в основное уравнение.
- Попытаться определить неизвестную величину, решая полученную систему уравнений.
- Размерности всех физических величин, входящих в уравнение, перевести в единицы измерения в системе СИ.
- Провести численные расчеты, используя известные значения исходных данных. При необходимости использовать табличные значения некоторых величин.

8. Ресурсное обеспечение

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной

Основная учебная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика / Савельев Игорь Владимирович. - 14-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 432с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Классическая учебная литература по физике). - Предм.указ.:с.429. - ISBN 978-5-8114-0630-2.
2. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / Савельев Игорь Владимирович. - 14-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 500с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Классическая учебная литература по физике). - Предм.указ.:с.493. - ISBN 978-5-8114-0631-9.
3. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике: Учебное пособие для вузов / Савельев Игорь Владимирович. - 8-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 292с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - (Классическая учебная литература по физике). - Прил.:с.271. - ISBN 978-5-8114-0638-8.

Дополнительная учебная литература:

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.1 : Механика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 6-е изд., стер. - М.: Физматлит: 2014. - 560с.: ил. - Прил.:с.468.- Имен.указ.:с.554.-Предм.указ.:с.555. - ISBN 9785922115124.

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.2 : Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 6-е изд., стер. - М.: Физматлит: 2014. - 544с.: ил. - Имен.указ.:с.559.-Предм.указ.:с.531.-Прил.:с.538. - ISBN 9785922115148.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.3 : Электричество / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 6-е изд., стер. - М.: Физматлит: 2015. - 656с.: ил. - Прил.:с.640.-Имен.указ.:с.646.-Предм.указ.:с.648. - ISBN 9785922116435.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.4 : Оптика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 3-е изд., стер. - М.: Физматлит: 2013. - 792с.: ил. - Имен.указ.:с.780.-Предм.указ.:с.783. - ISBN 9785922107631.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.5 : Атомная и ядерная физика / Д. В. Сивухин. - 3-е изд., стер. - М. :Физматлит : МФТИ, 2008. - 784с. : ил. - Табл.:с.766.-Имен.указ.:с.769.-Предм.указ.:с.773. - ISBN 9785922106450.
6. Иродов И.Е. Механика: Основные законы : Учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 5-е изд., испр. - М.; СПб. :Физматлит; Невский Диалект; Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 320с. : ил. - Предм.указ.:с.315.-Прил. - ISBN 5-93208-032-9.
7. Иродов И.Е. Электромагнетизм: Основные законы : Учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 4-е изд., испр. - М. :Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 320с. : ил. - Прил.:с.311.-Предм.указ.:с.347. - ISBN 5-93208-109-0.
8. Иродов И.Е. Квантовая физика: Основные законы : Учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - М. :Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний ; СПб. : Невский Диалект, 2002. - 272с. - Прил.:с.249.-Предм.указ.:с.262. - ISBN 5-93208-055-8.
9. Иродов И.Е. Задачи по общей физике : Учебное пособие для студентов вузов / И. Е. Иродов. - 5-е изд., испр. - М. :Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 432с. - Прил.:с.410. - ISBN 5-93208-128-7.
10. Иродов И.Е. Волновые процессы: Основные законы : Учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., доп. - М. : Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний ; СПб. : Невский Диалект, 2002. - 264с. : ил. - Предм.указ.:с.259. - ISBN 5-93208-108-2.
11. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике : Учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., испр. - М. :Физматлит : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 216с. : ил. - Прил.:с.207. - ISBN 5-93208-056-6.
12. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике : Задачи и упражнения с ответами и решениями к вып.1-4 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Пер.сангл., сост. ответов и решений Ю.В.Конобеева и др.; Под ред.и с предисл. А.П.Леванюка. - 9-е изд. - М. : УРСС : Либроком, 2015. - 280с. : ил. - ISBN 9785397047661.
13. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике : Задачи и упражнения с ответами и решениями к вып.5-9 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Пер.сангл., сост. ответов и решений Ю.В.Конобеева и др.; Под ред.и с предисл. А.П.Леванюка. - 8-е изд. - М. : УРСС : Либроком, 2014. - 278с. : ил. - ISBN 9785397045551.
14. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны / Зисман Гирш Абрамович, Тодес Оскар Моисеевич. - 7-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 344с.: ил. - (Классическая учебная литература по физике). - Прил.1,2:с.328.-Предм.указ.:с.334. - ISBN 9785811407538.
15. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.2 : Электричество и магнетизм / Зисман Гирш Абрамович, Тодес Оскар Моисеевич. - 7-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 360с.: ил. - (Классическая учебная литература по физике). - Прил.1,2:с.338.-Предм.указ.:с.350. - ISBN 9785811407545.

16. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.3 : Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц / Зисман Гирш Абрамович, Тодес Оскар Моисеевич. - 6-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2018. - 504 с., 4 л. цв. вкл.: ил. - (Классическая учебная литература по физике). - Предм. указ.: с. 491. - ISBN 9785811407552.

Авторские методические разработки.

1. Анищенко Н.Г. и др. Упражнения и задачи по физике. Ч.1 / Анищенко Николай Григорьевич, Федоров Сергей Анатольевич, Хорозов Сергей Александрович; Под ред. И.М. Граменицкого; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2004. - 144 с. - Лит.: с. 138. - ISBN 5-89847-013-1
2. Анищенко Н.Г. и др. Лабораторный практикум по физике. Ч.1 : Механика / Анищенко Николай Григорьевич, Журавлев Игорь Павлович, Салецкий Александр Михайлович и др.; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; Под ред. И.М. Граменицкого. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2004. - 112 с.: ил. - Лит.: с. 110. - ISBN 5-89847-013-1.
3. Анищенко Н.Г. и др. Сборник задач по физике: учебное пособие для студентов университета "Дубна". Ч.2 / Анищенко Николай Григорьевич, Журавель Даниил Валерьевич, Исаева Ольга Геннадьевна и др.; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; под редакцией И.М. Граменицкого; рецензенты Э. А. Перельштейн; редактор В. В. Труба. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2002. - 136 с.: ил. - Библиогр. список: с. 136. - ISBN 5-89847-093-X.
4. Анищенко Н.Г. и др. Сборник задач по физике: учебное пособие для студентов университета "Дубна". Ч.3 / Анищенко Николай Григорьевич, Борзаков Сергей Борисович, Журавель Даниил Валерьевич и др.; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; Под ред. И.М. Граменицкого; Рец. Ю.А. Александров; редактор В. В. Труба. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2006. - 72 с.: ил. - Библиогр. список: с. 72. - ISBN 5-89847-175.
5. Анищенко Н.Г. и др. Лабораторный практикум по электротехнике и физике: учебное пособие / Анищенко Николай Григорьевич, Блинов Николай Алексеевич, Громок Вера Леонидовна и др.; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; Под ред. И.М. Граменицкого. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2004. - 133 с.: ил. - Прил.: с. 131. - ISBN 5-89847-126-X.
6. Анищенко Н.Г. и др. Общая физика. Оптика: Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие / Анищенко Н. Г., Афанасьев С. В., Блинов Н. А. и др.; Под общ. ред. И.М. Граменицкого; Министерство образования Московской области; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; Рец. А.И. Малахов; редактор В. В. Труба. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2011. - 88 с.: ил. - Библиогр. список: с. 87.
7. Борзаков С.Б. и др. Квантовая физика. Дифракция электронов на кристаллических структурах. Закон излучения Стефана-Больцмана: лабораторный практикум по общей физике:

- учебное пособие / Борзаков Сергей Борисович, Граменицкий Игорь Михайлович, Литвиненко Анатолий Григорьевич, Токарев Михаил Владимирович; Министерство образования Московской области; Государственный университет "Дубна". Кафедра общей физики; Под ред. М.В.Токарева; Рец. В.А.Никитин; Техн.ред. Ю.С.Цепилова; в авторской редакции. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2015. - 48 с. - Список реклит.:с.47. - ISBN 978-5-89847-427-0.
8. Анищенко Н.Г и др. Общая физика. Оптика: Лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие. / Анищенко Н. Г., Афанасьев С. В., Блинов Н. А. и др.; Подобщ.ред. И.М.Граменицкого; Министерство образования Московской области; Международный университет природы, общества и человека "Дубна". Кафедра общей физики; Рец. А.И.Малахов; редактор В. В. Труба. - Дубна: Международный университет природы, общества и человека "Дубна", 2011. - 88 с.: ил. - Библиогр.список:с.87.
9. Доркин С.М. и др. Механика. Измерение размеров твердых тел. Изучение колебательного движения маятника Поля :лабораторный практикум по общей физике: учебное пособие для студентов / Доркин Сергей Михайлович, Литвиненко Анатолий Григорьевич, Токарев Михаил Владимирович, Шевчук Ирина Иосифовна; в авторской редакции; Под ред. М.В.Токарева; Рец. В.А.Никитин; Министерство образования Московской области; Государственный университет "Дубна". Кафедра общей физики. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2015. - 42 с
- 10..А. Клименко и др. Акустика: дифракция ультразвука на одинарной щели, дифракция ультразвука в многощелевых системах: практикум: учебное пособие / Клименко А. А., Литвиненко А. Г., Токарев М. В., Шевчук И. И.; Министерство образования Московской области; Государственный университет "Дубна". Кафедра общей физики; Рец. В.А.Никитин; редактор Ю. С. Цепилова. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2019. - 56 с.: ил. - Прил.:с.50-55.-Список реклит.:с.56. - ISBN 978-5-89847-565-9.

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных научного содержания сети «Интернет»:

1. ЭБС и БД на основе лицензионных соглашений с университетом Дубна:
<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/search/resources.asp?sid=18>
2. Библиографические базы данных:
<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/search/resources.asp?sid=44>
3. Библиотечный комплекс Международного университета «Дубна»:
<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/search/resources.asp?sid=45>
4. Ядерная физика в Интернете:
<http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
5. Анимация физических процессов:
<http://physics.nad.ru/physics.htm>
6. Математика на страницах WWW:
http://www.nsc.ru/win/mathpub/math_www.html

Библиотечно-информационные ресурсы:

1. Научная электронная библиотека:
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. База данных ВИНИТИ:
<http://www2.viniti.ru/>
3. Журналы американского физического общества:

<http://www.aps.org/>

4. Журнал «Science» издательства American Association for the Advancement of Science:

www.sciencemag.org/

5 Новости физика в сети Интернет (научно-поисковая система):

<http://ufn.ru/ru/rubrics/physics-news-on-the-internet/>

6 Энциклопедия «Физика в Интернет» (общезначимые ресурсы)
<https://rc.nsu.ru/text/encyclopedia/physics.html>

8.3 Описание материально-технической базы

Специализированные аудитории оснащены оборудованием, предназначенным для проведения лекций, практических (практических) занятий и лабораторных практикумов. Все оборудование находится на балансе университета. Учебные пособия для выполнения работ лабораторного физического практикума имеются в достаточном количестве в библиотеке университета и физических кабинетах.

1. Лекционные (поточные) аудитории, оборудованы досками и электронными проекторами для демонстрации иллюстративного лекционного материала.

2. Аудитории для практических занятий оборудованы электронными проекторами.

3. Специализированные лаборатории кафедры общей физики для проведения занятий Лабораторного физического практикума по разделам общей физики (лаборатория механики и молекулярной физики, лаборатория электромагнетизма, лаборатория оптики и квантовой физики) снабжены необходимым оборудованием и приборами.

4. Учебно-методическая литература для проведения лабораторного практикума имеется в физических кабинетах, библиотеке университета и доступна через электронную библиотечную систему университета.

5. Оборудование кабинетов физического лабораторного практикума предназначено для сбора установок и выполнения практических работ по разделам курса «Физика».

Лаборатория механики и молекулярной физики		
1.	экспериментальная установка - машина Атвуда	Лабораторная работа № 1м. Изучение законов равноускоренного движения на машине Атвуда. - 3 шт.
2.	таймер	
3.	набор перегрузов	
4.	линейка	
5.	экспериментальная установка – Колесо	Лабораторная работа № 2м. Измерение момента инерции колеса. - 3 шт.
6.	секундомер	
7.	линейка	
8.	штангенциркуль	
9.	экспериментальная установка - для проверки закона сохранения момента количества движения	Лабораторная работа № 3м. Проверка закона сохранения момента количества движения. - 3 шт.
10.	Секундомер	
11.	линейка	

12. установка обратного маятника 13. обратный маятник 14. таймер 15. линейка	Лабораторная работа № 4м. Определение ускорения свободного падения при помощи обратного маятника (метод Бесселя). - 3 шт.
16. экспериментальная установка 17. набор грузов 18. секундомер 19. линейка	Лабораторная работа № 5м. Изучение вращательного движения твердого тела. - 3 шт.
20. экспериментальная установка 21. набор пуль	Лабораторная работа № 6м. Измерение скорости пули с помощью баллистического маятника. - 3 шт.
22. экспериментальная установка - трифилярный подвес 23. набор грузов 24. таймер 25. линейка 26. штангенциркуль	Лабораторная работа № 7м. Определение момента инерции и проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера методом крутильных колебаний. - 1 шт.
27. экспериментальная установка 28. пластинки из разных материалов 29. таймер	Лабораторная работа № 8м. Определение коэффициентов трения качения. - 1 шт.
30. экспериментальная установка 31. набор стержней из разных металлов	Лабораторная работа № 9м. Определение модуля упругости. - 1 шт.
32. экспериментальная установка	Лабораторная работа Упругий и неупругий удар шаров. - 1 шт.
33. экспериментальная установка 34. пьезоэлектрический датчик 35. компьютер 36. пружина и набор весов	Лабораторная работа №10м. Изучение колебаний пружинного маятника. - 1 шт.
37. Кавендиш баланс / компьютеризированные 38. Круглый уровень, D = 36 мм 39. Кабель для передачи данных, 2 x SUB-D, 9-контактный	Лабораторная работа Определение гравитационной постоянной/Весы Кавендиша, подсоединенные к компьютеру. - 1 шт.
40. Маятник Поля 41. Регулируемый трансформатор DC: 20 В, 12 А / AC: 25 В, 12 А 42. Мостовой выпрямитель, 25V AC / 1A 43. Цифровой мультиметр 2005 44. Секундомер, цифровой, 1/100 сек 45. Соединительный шнур	Лабораторная работа Изучение законов вынужденных колебаний с помощью маятника Поля. - 2 шт.

46. Всасывания и давление вентилятора 47. Аэродинамика работает раздел 48. Аэродинамика аксессуара 49. Aerofoil с боковыми листами 50. Измерение тележка для аэродинамической трубы. 51. Напорные после Прандтлем 52. Сектор динамометра 0,65 N 53. Mobile-CASSY 54. Датчик давления S, ± 70 гПа 55. Седло База 56. Стенд базовый V-образную форму, небольшая	Лабораторная работа Изучение аэродинамической подъемной силы. - 2 шт.
57. Гониометр с отражающим зеркалом 58. Гониометр эксплуатационным блок 59. Операционный блок УЗИ 60. Держатель Объект гониометре 61. Ультразвуковой передатчик 62. Ультразвуковой приемник на стебле 63. Дифракция объекты f.ультразвуковой 64. Питание 5 В постоянного тока / 2,4 А 65. Программное обеспечение Гониометр ультразвуковой 66. Конвертор USB - RS232, активный 67. Экранированный кабель, BNC, л 750 мм	Лабораторная работа Изучение преломления ультразвука в системе одинарной и двойной щелей (эффект Доплера в ультразвуке). - 2 шт.
68. Стекланный цилиндр. 69. Набор металлических шариков разного диаметра. 70. Секундомер. 71. Линейка. 72. Штатив	Лабораторная работа № 11мф Проверка закона Стокса. Измерение вязкости жидкости. - 3шт.
73. Весы лабораторные ВЛР-200г-М 74. Сосуд с исследуемой жидкостью. 75. Штатив 76. Капельница с клапаном. 77. Набор игл (трубочек) разного диаметра.	Лабораторная работа № 12мф Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. - 3шт.
78. Штангенциркуль с нониусом 79. Микрометр 80. Сферометр 81. Световой барьер 82. Цифровой счетчик, 6 декад 83. Прецизионные весы, 2х -чашечные, 500 г 84. Набор разновесов, 1мг - 200 г 85. Железная колонна 86. Железная проволока, d=0,1 мм, l=10 м 87. Алюминиевая фольга, набор из 4 листов	Лабораторная работа Измерение основных величин: длины, массы и времени, - 2 шт.

88. Базовая установка системы Кобра3 89. Датчик Ньютона 90. Измерительный модуль, Ньютон 91. 4Лабораторная подъемная платформа, 160 x 130 мм 92. Треножник Rhywe 93. Измерительное кольцо для определения поверхностного натяжения 94. Программное обеспечение для датчика Силы/Тесла системы Кобра3 95. Блок питания 12V / 2A 96. Прямоугольный зажим «PASS» 97. Стержень штативный «PASS», прямоугольный l = 250 мм 98. Чашка Петри, 200 мм, стекло	Лабораторная работа Определение натяжения поверхности методом отрыва кольца. - 2 шт.
99. Набор оборудования для проверки газовых законов со стеклянным кожухом 100. Регулятор мощности, 230 В, макс. 3450 Вт 101. Аналоговый цифровой преобразователь. Должно быть не менее 2-х аналоговых входов, дополнительно должно быть не менее 2 каналов для встроенного счетчика и одного входа для сменных модулей. На лицевой части преобразователя должны располагаться выходы интегрированного источника питания до 5 В для оптических световых барьеров. 102. Соединение аналоговых выходов, интегрированного источника питания и каналов для встроенного счетчика должны быть штекерного типа диаметром 4 мм, соединение модульного канала со сменными модулями через 25-пиновый SUB-D разъем. Соединение с ПК должно быть через USB. Напряжение питания преобразователя 12 В. 103. Источник питания для преобразователя, с выходным напряжением 12 В. Питание от сети 220В	Лабораторная работа Уравнение состояния идеального газа с использованием универсальной установки Кобра3 (Уравнение состояния идеального газа). - 1 шт.
104. Блок пара высокого давления 105. Тепловое оборудование для системы стекло пиджака 106. Треножник RHYWE 107. Теплопроводящая паста, 50 г 108. Верхний 109. Лабораторный термометр, -10 .. + 250С 110. Внесите с резиновой грушей, долго 111. Штатив, нержавеющая сталь, L = 250 мм, D = 10 мм	Лабораторная работа Изучение давление пара воды при высокой температуре. - 1 шт.
Лаборатория электромагнетизма	

1. Соленоид 2. Катушки Гельмгольца 3. Датчик Холла 4. Источник стабилизированного тока 5. Цифровой мультиметр М-830В	Лабораторная работа № 14эм. Получение и измерение магнитных полей. - 3шт.
6. Вакумный диод 7. Соленоид 8. Источник питания 9. Цифровой мультиметр М-830В 10. Лабораторная работа №4. Определение удельного заряда электрона. - 3шт. 11. Вакумный диод 12. Соленоид 13. Источник питания 14. Цифровой мультиметр М-830В	Лабораторная работа № 13эм. Определение удельного заряда электрона. - 3шт.
15. Цифровой мультиметр М-830В 16. Осциллограф С1-94 17. Монтажная плата 18. Соединительные провода	Лабораторная работа №18эм. Изучение р-п - перехода (полупроводниковый диод). - 3шт.
19. Компьютер 20. Программное обеспечение “Electronics Workbench”	Лабораторная работа с “Electronics Workbench” и проведение измерений с помощью ее инструментария. – 6 шт. 1. Цепи постоянного тока (EW). 2. Цепи переменного тока (EW). 3. Трехфазные цепи (EW).
21. Phywe supplyDC Мощность: 5 В, 1 А; ± 15 В, 0,2 А 22. Слайд изм проволоки. Мост, просто 23. Сопротивление доска, металл 24. Цифровой мультиметр 2005 25. Соединительная коробка 26. 1 Ом резистор 2%, 2W, G1 27. 2 Ом резистор 2%, 2W, G1 28. 5 Ом резистор 5%, 2W, G1 29. Набор резисторов 30. Соединительный шнур	Лабораторная работа Измерительный мост Уитстона. – 6 шт.
31. Коммуникационная коробка для составления электрической цепи из сборочных блоков с элементами электрической цепи. Соединения происходит за счет штекеров диаметром 4 мм 32. Аналогово-цифровой преобразователь для датчиков. Подключается к ПК через соединительный провод USB. Разрешение передачи данных 12 бит. Скорость передачи данных до 7800 значений в секунду. Ток потребления через USB до 500 мА. К преобразователю, одновременно можно подключать до 8 разнородных датчиков (которые могут мерить	Лабораторная работа Закон Кулона/зеркальный заряд. – 1 шт.

различные величины, например, ток, напряжение, давление, температура, ускорение, индуктивность, и пр.) и транслировать показания на ПК. Соединения между датчиками и преобразователем должно происходить через 15 пиновый разъем. Габариты преобразователя (ДхШхВ) 50х25х60 мм, Масса 100 г.

33. Источник питания для АЦП. Напряжение питания от сети 220 В, 50 Гц. Напряжение на выходе 12 В постоянного тока

34. Высоковольтный источник питания 10 кВ с плавной регулировкой. Напряжение питания от сети 220 В, 50 Гц. Наличие 3-х разрядного цифрового дисплея с плавающей точкой. Наличие защиты от короткого замыкания

35. Измерительный модуль силы с внешним датчиком. Соединение между датчиком и модулем происходит через гибкий соединительный провод, длиной 1,2 м с 5-и пиновым DIN разъемом. Модуль подключается к АЦП через 15 –и пиновый разъем. Чувствительность 1 мН, максимальный значение измеряемой величины 4 Н

36. Оптическая скамья, длина 60 см. материал сталь

37. Основание для оптической скамьи, регулируемое

38. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 30 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.

39. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 80 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.

40. Горизонтальное передвижное устройство. Цена деления шага перемещения 0,1 мм.

41. Соединительный провод высоковольтный, длиной не менее 500 мм, со штекерами на концах диаметром 4 мм

42. Соединительный провод, длиной не менее 250 мм, со штекерами на концах диаметром 4 мм

<p>43. Тесламетр, цифровой</p> <p>44. Гельмгольца машина, одна пара</p> <p>45. Phywe питания, universalDC: 0 ... 18 В, 0 ... 5 / AC: 2/4/6/8/10/12/15 В, 5</p> <p>46. Датчик Холла, осевая</p> <p>47. Цифровой мультиметр 2005</p> <p>48. Ядро ствола Phywe</p> <p>49. Метр весы, демо. л = 1000мм</p> <p>50. Право английский носилки Phywe</p> <p>51. Штатив Phywe, квадрат, его 250мм</p> <p>52. G-зажим</p> <p>53. Соединительный шнур, 32, 500 мм, синий</p> <p>54. Соединительный шнур, 32, 500 мм, красный</p>	<p>Лабораторная работа</p> <p>Измерение магнитного поля пары катушек Гельмгольца с использованием тесламетра (Измерение магнитного поля катушек Гельмгольца) – 2 шт.</p>
<p>55. Гельмгольца машина, одна пара</p> <p>56. Phywe Источник питания, универсальный, аналоговый displayDC: 18 В, 5 А / AC: 15 В, 5 А</p> <p>57. Кручения динамометр, 0,01 N</p> <p>58. Phywe питания DC 15 переменных: 12 В, 5 А / AC: 15 В, 5 А</p> <p>59. Дирижер, круговой, семь</p> <p>60. Катушка держатель для 02416-00</p> <p>61. Поддержка ядра DEMO</p> <p>62. Цифровой мультиметр 2005</p> <p>63. Распространитель</p> <p>64. Штатив Phywe, квадрат, его 630mm</p> <p>65. Право английский носилки Phywe</p> <p>66. Соединительный шнур, 32, 750 мм, красный</p> <p>67. Соединительный шнур, 32, 750 мм, синий</p>	<p>Лабораторная работа</p> <p>Магнитный момент в магнитном поле. – 1 шт.</p>
<p>68. Трансформатор, с выпрямителем, с плавной регулировкой напряжения. Выходное напряжение до 15 В, максимальный ток нагрузки до 5 А. Напряжение питания от сети 220 В, 50Гц</p> <p>69. U – образный сердечник для трансформатора. Материал электротехническая сталь. Габариты (ДхШхВ) 170x150x40 мм, в сечении сердечника 40x40 мм</p> <p>70. Крепления с основанием для трансформатора</p> <p>71. Катушка индуктивности 140 витков. Катушка намотана на пластиковый корпус. Возможность комбинировать количество витков</p> <p>72. Катушка индуктивности 6 витков. Катушка намотана на пластиковый корпус.</p> <p>73. Набор контуров проводников. Состоит их 4-х образцов. Материал контуров медь, диаметр провода 5 мм</p> <p>74. Цилиндрическое основание для стержней круглого сечения. Материал сталь. Масса не менее 650 г</p>	<p>Лабораторная работа</p> <p>Магнитное поле катушек / изучение закона Био-Савара. – 1 шт.</p>

<p>75. Муфта для круглых стержней, материал сталь</p> <p>76. Стержень для штатива, квадратного сечения. Длина не менее 250 мм, материал нержавеющей сталь</p> <p>77. Струбцина. Материал сталь хромированная</p> <p>78. Датчик Холла, осевой с блоком управления</p> <p>79. Цифровой мультиметр</p> <p>80. Адаптер для определения величины тока в проводнике бесконтактным способом</p> <p>81. Метр демонстрационный, длиной 1000 мм</p> <p>82. Лабораторная платформа подъемная, габариты площадки (ДхШ) 160х140 мм</p> <p>83. Комплект катушек – соленоидов. Комплект состоит из: катушки 300 витков, средний размер витка 40 мм, длина катушки 210 мм; катушки 300 витков, средний размер витка 32 мм, длина катушки 210 мм; катушки 300 витков, средний размер витка 25 мм, длина катушки 210 мм; катушки 200 витков, средний размер витка 40 мм, длина катушки 210 мм; катушки 100 витков, средний размер витка 40 мм, длина катушки 210 мм; катушки 150 витков, средний размер витка 25 мм, длина катушки 210 мм; катушки 75 витков, средний размер витка 25 мм, длина катушки 100 мм;</p> <p>84. Соединительный провод, длиной не менее 500 мм, со штекерами на концах диаметром 4 мм</p>	
<p>85. Кобра 3 BASIC-UNIT, USB</p> <p>86. Phywe Источник питания, универсальный, аналоговый displayDC: 18 В, 5 А / AC: 15 В, 5 А</p> <p>87. Изме</p> <p>88. Датчик Холла, по касательной, защитный колпачок</p> <p>89. Реостат 10 Ом, 5.7А</p> <p>90. Железный сердечник, U-образную форму, твердое</p> <p>91. Катушка 600 Повороты</p> <p>92. Железный сердечник, U-образный, пластинчатый</p> <p>93. коммутатор переключатель</p> <p>94. Железный сердечник, твердый</p> <p>95. Программное обеспечение Кобра 3-Force / Тесла</p> <p>96. Железный сердечник, короткий, ламинированный</p> <p>97. Блок питания 12V / 2A</p> <p>98. Ядро ствола Phywe</p> <p>99. Право английский носилки Phywe</p> <p>100. Штатив, нержавеющей сталь, 150 мм</p> <p>101. Соединительный шнур, 32, 750 мм, красный</p> <p>102. Соединительный шнур, 32, 750 мм, синий</p>	<p>Лабораторная работа Трансформатор. – 1 шт.</p>

103. РНУWE Узкая трубка луча 104. Катушки Гельмгольца, одна пара 105. РНУWE питания, регулируется DC: 0 12 V, 0,5; 0 ... 650 B, 50 мА / AC: 6,3 B, 2 A 106. РНУWE питания, universalDC: 0 ... 18 B, 0 ... 5 / AC: 2/4/6/8/10/12/15 V, 5 107. э / м - камера наблюдения 108. Цифровой мультиметр 2005 109. Набор Conn.cord 110. набор Соединительный шнур	Лабораторная работа Удельный заряд электрона – e/m. – 3 шт.
111. Бипризма Френеля 112. Столик с держателем для бипризмы 113. Зеркало Френеля 114. Линза в оправе с фокусным расстоянием +20 мм 115. Линза в оправе, с фокусным расстоянием +300 мм, ахромат. 116. Держатель для линзы 117. Поворотный кронштейн 118. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 30 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм. 119. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 80 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм. 120. Оптическая скамья, длиной 1000 мм, материал сталь 121. Основание для оптической скамьи, регулируемое 122. Лазер He-Ne, мощность излучения 1,0 мВт, напряжение питания от сети 220 В переменного тока 123. Измерительная рулетка, длиной не менее 2 м	Лабораторная работа Лабораторная установка для Построение зон Френеля / зонные пластины. – 1 шт.
Лаборатория оптики и квантовой физики	
1. Стекланный полуцилиндр 2. Оптический столик 3. Лазер 4. Скамья оптическая 5. 5. Источник питания	Лабораторная работа №1. Изучение законов отражения и преломления света. – 3 шт.
6. Оптическая скамья 7. Набор рейтеров 8. Лазер 9. Дифракционная решетка 10. Экран 11. Линейка 12. Источник питания	Лабораторная работа №2. Измерение длины волны света с помощью прозрачной дифракционной решетки. – 3 шт.

13. Оптическая скамья 14. Лазер 15. Поляриды в оправках 16. Фотометрический датчик 17. Источник питания	Лабораторная работа №3. Исследование поляризованного света. Экспериментальная проверка закона Малюса. – 3 шт.
18. Бинокулярный микроскоп МБС-10 19. Осветитель со светофильтром 20. Оправка с пластиной и плоско-выпуклой линзой	Лабораторная работа №4. Определение радиуса кривизны линзы в интерференционном опыте с кольцами Ньютона. – 3 шт.
21. Компьютер 22. 2. Гониометр Г5М	Лабораторная работа №5. Дифракция Фраунгофера (на линии с РС). - 1 шт.
23. Источник питания высокого напряжения 0...10 кВ; 24. 2 Универсальный источник питания 0...600 В; 25. 3 Электронно-лучевая трубка.	Лабораторная работа «Дифракция электронов». - 2 шт.
26. Универсальная установка Cobra 3 27. Источник питания, 12 В для Cobra 3 28. Информационный стандартный кабель RS 232 29. Программное обеспечение 30. Термоэлемент 31. Экранирующая трубка для термоэлемента 32. Источник напряжения 15 В/12 В/5А 33. Подставка для лампы Е14 34. Лампа 6 В/5 А, Е14, 3 шт. 35. Цифровой мультиметр 36. Соединительный шнур, 500 мм, синий, 3 шт. 37. Соединительный шнур, 500 мм, красный, 2 шт. 38. Линейка, 1 м 39. Опора, 2 шт.	Лабораторная работа Закон излучение Стефана-Больцмана с усилителем. - 2 шт.

<p>40. Конденсор для источника света с держателем для объектов 50x50 мм. Диаметр конденсора 60 мм, фокусное расстояние 50 мм. Дополнительно прилагаются 5 объектов.</p> <p>41. Трансформатор 6В/12 В. Выходное напряжение: 6 В / 5 А и 12 В / 2,5 А через два 4 мм разъема.</p> <p>42. Напряжение питания от сети 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность: 60 ВА, защита: защита от перегрева, габариты (ДхШхВ) 210x170x90 мм, масса 2,6 кг</p> <p>43. Линза в оправе с фокусным расстоянием +50. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 50 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>44. Линза в оправе с фокусным расстоянием +100. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 100 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>45. Линза в оправе с фокусным расстоянием +150. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 150 мм, диаметр объектива 75 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>46. Линза в оправе с фокусным расстоянием +200. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 200 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>47. Линза в оправе с фокусным расстоянием +200. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 200 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>48. Линза в оправе с фокусным расстоянием +500. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 500 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>49. Линза в оправе с фокусным расстоянием -100. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза рассеивающая, фокусное расстояние 100 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>50. Масштабная линейка стеклянная, шкала до 5 см с ценой деления 1 мм</p> <p>51. Держатель для оптических объектов в оправе. Диаметр оправы 130 мм, диаметр стержня 10 мм. Размер окна 45x45 мм</p>	<p>Лабораторная работа Законы линз и оптических приборов. - 3 шт.</p>
---	--

<p>52. Плоское зеркало. Диаметр стержня 10 мм. Размеры зеркала 140x90 мм</p> <p>53. Экран 300x300 мм</p> <p>54. Оптическая скамья, длиной 1000 мм, материал алюминий</p> <p>55. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 65 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.</p> <p>56. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 35 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.</p> <p>57. Измерительная рулетка, длиной не менее 2 м</p> <p>58. Метр демонстрационный, длиной не менее 1000 мм</p> <p>59. Основание для штатива, цилиндрическое. Диаметр 60 мм, высота 55 мм, масса 750 г.</p>	
--	--

9. Язык преподавания

Язык преподавания русский. Значение терминов на латыни, английском, французском и немецком языках поясняется. В написании формул используются буквы и символы из других алфавитов (латинский, древнегреческий).