

**Автономная некоммерческая организация дополнительного образования
Учебный Центр «Кругозор»**
3-й Митинский пер., д. 10, г. Москва, 125368
тел./факс (495) 752-00-03, e-mail: 3mit.uchentr@gmail.com, www.3mit.ru
ОКПО 18760332, ОГРН 1027739430960, ИНН/КПП 7733088721/773301001,

Рассмотрено

Протокол Методического

Совета № 12

от 28.10.2019г.

Утверждено
Директор
И. Я. Касперович
28.10.2019г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

«Физический практикум: электричество и магнетизм»

Направленность: техническая

Возраст обучающихся: 14-18 лет

Срок реализации: 1 год

Уровень освоения ДОП: ознакомительный

Автор - составитель:

Шонина Ирина Владимировна

Москва, 2019 г.

Пояснительная записка

Направленность программы: техническая

Актуальность и педагогическая целесообразность программы

Программа по дополнительному образованию «**Физический практикум: электричество и магнетизм**» направлена на формирование целостного представления о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач. Всестороннее изучение основополагающих физических понятий, закономерностей, законов и теорий; уверенное пользование физической терминологией и символикой должно способствовать овладению основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдению, описанию, измерению, эксперименту. Особое место отводится умению обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы. Наблюдение, эксперимент, осмысление полученной информации, умение применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни должны способствовать формированию собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников, воспитанию здоровой критической позиции в оценке собственных и чужих результатов, мнений и гипотез.

Цель и задачи программы

Цель программы

Предоставить каждому учащемуся возможность оценить степень своей готовности к обучению по выбранным специальностям через опыт изучения специализированных дисциплин в рамках выбранного направления. Адаптация учащихся разного типа мотивации к учебной и личностной задачам в области освоения технических дисциплин.

Задачи курса

- углубление, систематизация и расширение знаний по физике;
- формирование осознанных мотивов учения;
- усвоение учащимися общих алгоритмов решения задач;
- выработка навыков цивилизованного общения.

Сроки реализации программы

>**Срок реализации программы:** 1 год

>**Возраст обучающегося:** 14-18 лет

>**Периодичность занятий:** 2 раз в неделю по 1 часу (72 часа в год)

>**Форма занятий:** индивидуальная

>**Количество обучающихся:** 1 человек

Планируемые результаты изучения курса

Личностные результаты:

- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- готовность к выбору жизненного пути в соответствии с собственными интересами и возможностями;
- мотивация образовательной деятельности школьников на основе личностно ориентированного подхода;

- формирование ценностных отношений друг к другу, к учителю, к авторам открытий и изобретений, к результатам обучения.

Метапредметные результаты:

- овладение навыками самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- формирование умений воспринимать, перерабатывать и предъявлять информацию в словесной, образной, символической формах, анализировать и перерабатывать полученную информацию в соответствии с поставленными задачами, выделять основное содержание прочитанного текста, находить в нем ответы на поставленные вопросы и излагать его;
- приобретение опыта самостоятельного поиска, анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения познавательных задач;
- развитие монологической и диалогической речи, умения выражать свои мысли и способности выслушивать собеседника, понимать его точку зрения, признавать право другого человека на иное мнение;
- освоение приемов действий в нестандартных ситуациях, овладение эвристическими методами решения проблем;
- формирование умений работать в группе с выполнением различных социальных ролей, представлять и отстаивать свои взгляды и убеждения, вести дискуссию.

Предметные результаты:

В процессе практической деятельности в рамках элективного курса у учащегося сформируются:

- представления о роли и месте физики в современной научной картине мира; понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений; понимание роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное пользование физической терминологией и символикой;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- умение применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- собственная позиция по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.

Дополнительно к основным планируемым результатам у учащегося сформируются:

- система знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;
- умение исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и

устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;

- умение выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;
- владение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;
- умение прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

Содержание программы

Заряды и электрическое поле (5 часов)

Электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Опыт Милликена. Структура протона и нейтрона. Сохранение заряда. Электризация тел. Фундаментальные взаимодействия в природе. Стандартная модель. Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Электроскоп. Электромагнитное поле. Напряженность электрического поля. Поле системы зарядов. Теорема Гаусса–Остроградского. Экспериментальные основания закона Кулона. Дифференциальная форма теоремы Гаусса. Электрическое поле Земли. Электростатический фильтр. Атомный силовой микроскоп. Электрическое напряжение. Разность потенциалов. Потенциал. Локальная связь между напряженностью поля и потенциалом. Однородное поле внутри заряженного шара. Электромметр. Электростатический генератор Вимшурста электрофорная машина. Генератор Ван-де-Граафа. Статическое электричество. Энергия системы зарядов.

Металлы и диэлектрики в электростатическом поле (7 часов)

Поле в веществе. Электростатическая индукция в металлах. Практическое применение электростатической индукции. Дипольный момент проводящего шара во внешнем поле. Время установления электростатического равновесия. Диэлектрик в электростатическом поле. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Вектор поляризации и связанные заряды. Однородно поляризованный шар. Фактор формы. Вектор индукции. Граничные условия для векторов напряженности и индукции, преломление. Поле в однородном диэлектрике. Силы, действующие на диполь. Энергия диполя во внешнем поле. Энергия поля. Поверхностные силы. Общая задача электростатики. Метод зеркальных отображений. Электронная теория поляризации диэлектриков. неполярные диэлектрики. Полярные диэлектрики. Кристаллы. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. Электреты. Электрострикция. Электрический пробой диэлектриков. Конденсатор. Лейденская банка. Классификация и параметры конденсаторов. Соединение конденсаторов в батарее. Потенциальные и емкостные коэффициенты. Ионистор. Литий-ионные конденсаторы.

Постоянный электрический ток (4 часа)

Плотность и сила тока. Источники тока. Химические источники тока. Гальванический элемент Даниэля. Электродвижущая сила. Электрический ток в металлических проводниках. Закон Ома. Закон Ома в дифференциальной форме. Сторонние силы. Закон Джоуля–Ленца. Резисторы. RC-цепи. Баланс энергии в электрической цепи. Разветвленные цепи. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Метод контурных токов. Электрический ток в сплошной среде. Уравнение непрерывности.

Преломление линий тока. Электрический ток в жидкостях. Электролиз. Первый закон Фарадея. Второй закон Фарадея. Применение электролиза. Электрический ток в газах. Газовый разряд. Плазма. Плазмотрон.

Магнитное взаимодействие токов и зарядов (5 часов)

Основные этапы развития учения о магнетизме. Законы Ампера и Био–Савара–Лапласа. Магнитное напряжение. Теорема о циркуляции. Магнитное поле объемных токов. Вектор-потенциал магнитного поля. Опыты Роуланда, Рентгена и Эйхенвальда. Магнитное поле Земли. Природа геомагнитного поля. Сила Ампера. Магнитный диполь в магнитном поле. Гальванометр. Потенциальная функция тока во внешнем магнитном поле. Коэффициент взаимной индукции. Диполь-дипольное взаимодействие. Взаимодействие контуров и третий закон Ньютона. Рельсотрон. Сила Лоренца. Электронно-лучевая трубка. Циклотрон. Масс-спектрометр. Магнитные ловушки. Радиационные пояса Земли. Токамак. Пинч-эффект. Магнитогидродинамический генератор. Плазменный двигатель. Большой адронный коллайдер.

Магнетики (5 часов)

Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов \vec{H} индукции и напряженности. Преломление линий индукции магнитного поля. Влияние формы магнетика на его намагничивание. Силы, действующие на магнетик в магнитном поле. Силы на границе раздела магнетиков. Магнитный потенциал. Физический смысл индукции и напряженности магнитного поля. Формализм магнитных зарядов. Прецессия Лармора. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Механомагнитный эффект. Магнитомеханический эффект. Опыт Штерна и Герлаха. Квантовомеханическое описание движения электрона в атоме. Электронный парамагнитный резонанс ЭПР. Ядерный магнитный резонанс. Магнито-резонансная томография. Ферромагнетизм. Размагничивание тел. Поле постоянного магнита. Магнитная цепь. Магнитная левитация. Поезд на магнитной подушке. Магнитные носители информации. Антиферромагнетики, ферримагнетики, ферриты.

Электромагнитное поле (3 часа)

Электромагнитная индукция. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Измерение магнитного напряжения и индукции. Самоиндукция. Собственная потенциальная функция тока. Релятивистское преобразование сил. Преобразование полей. Энергия тока. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция. Закон сохранения энергии для электрических цепей с магнитной связью. Вихревые токи. Металлодетекторы и металлоискатели. Токи смещения. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения среды. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Скин-эффект.

Электромагнитные колебания (4 часа)

Свободные колебания в электрическом колебательном контуре. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс напряжений. Переменный ток. Закон Ома. Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд. Резонанс токов. Работа и мощность переменного тока. Связанные колебательные контуры. Цепочка связанных контуров. Четырехполюсники. Частотные фильтры. Трансформатор. Виды трансформаторов. Генераторы электрического тока. Синхронный генератор переменного тока. Трехфазный ток. Электродвигатели. Асинхронный двигатель. Генерация электроэнергии. Колебания тока в двухпроводной линии. Телеграфные уравнения. Электромагнитная

волна. Резонансы Шумана. Распространение возбуждений между нейронами. Условие квазистационарности. Излучение электромагнитных волн. Волновое уравнение. Принципы организации сотовой связи. Система глобального позиционирования.

Зонная теория проводимости (3 часа)

Классическая теория электропроводности. Закон Видемана–Франца. Волновые свойства частиц. Уравнение Шредингера. Электронный газ в металле. Энергия Ферми. Распределение Ферми– Дирака. Химический потенциал. Опыт Толмена и Стюарта. Взаимодействие электронов с решеткой. Зоны Бриллюэна. Энергия электрона в кристалле. Движение электрона под действием внешнего электрического поля. Квазиклассическое описание электропроводности металлов. Взаимодействие электронов с тепловыми фононами. Температура Дебая. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера и Оксенфельда. Природа сверхпроводимости.

Полупроводники, контактные явления (4 часа)

Электропроводность полупроводников. Эффективная масса электрона и дырки. Концентрация электронов и дырок. Полупроводники с примесями. Донорные примеси. Акцепторные примеси. Основные выводы. Подвижность собственных носителей заряда. Эффект Холла. Свойства p-n перехода. Полупроводниковый диод. Транзистор. Полевой транзистор. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Эффект Пельтье. Термоэлектрический модуль. Флэш-память. Фотопроводимость. Фотододс. Фото- элементы. Экситон. Светодиод. Низкоразмерные структуры. Гетероструктуры. Молекулярно-лучевая эпитаксия.

Учебно – тематическое планирование

Раздел	Тема	Часы	Вид занятия
Заряды и электрическое поле		5	
	Электрический заряд. Элементарный электрический заряд. Опыт Милликена. Структура протона и нейтрона. Сохранение заряда. Электризация тел. Фундаментальные взаимодействия в природе. Стандартная модель.	1	Лекция Практика
	Закон Кулона. Принцип суперпозиции. Электроскоп. Электромагнитное поле. Напряженность электрического поля. Поле системы зарядов. Теорема Гаусса–Остроградского.	1	Лекция Практика

	Экспериментальные основания закона Кулона. Дифференциальная форма теоремы Гаусса. Электрическое поле Земли. Электростатический фильтр. Атомный силовой микроскоп.	1	Лекция Практика
	Электрическое напряжение. Разность потенциалов. Потенциал. Локальная связь между напряженностью поля и потенциалом. Однородное поле внутри заряженного шара. Электрометр. Электростатический генератор Вимшурста электрофорная машина. Генератор Ван-де-Граафа. Статическое электричество. Энергия системы зарядов.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Металлы и диэлектрики в электростатическом поле		7	
	Поле в веществе. Электростатическая индукция в металлах. Практическое применение электростатической индукции. Дипольный момент проводящего шара во внешнем поле. Время установления электростатического равновесия.	1	Лекция Практика
	Диэлектрик в электростатическом поле. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Вектор поляризации и связанные заряды. Однородно поляризованный шар. Фактор формы. Вектор индукции.	1	Лекция Практика
	Граничные условия для векторов напряженности и индукции, преломление. Поле в однородном диэлектрике. Силы, действующие на диполь. Энергия диполя во внешнем поле. Энергия поля. Поверхностные силы. Общая задача электростатики. Метод зеркальных отображений.	1	Лекция Практика

	Электронная теория поляризации диэлектриков. неполярные диэлектрики. Полярные диэлектрики. Кристаллы. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. Электреты.	1	Лекция Практика
	Электрострикция. Электрический пробой диэлектриков. Конденсатор. Лейденская банка. Классификация и параметры конденсаторов.	1	Лекция Практика
	Соединение конденсаторов в батареи. Потенциальные и емкостные коэффициенты. Ионистор. Литий-ионные конденсаторы.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Постоянный электрический ток		4	
	Плотность и сила тока. Источники тока. Химические источники тока. Гальванический элемент Даниэля. Электродвижущая сила. Электрический ток в металлических проводниках. Закон Ома. Закон Ома в дифференциальной форме. Сторонние силы. Закон Джоуля–Ленца. Резисторы. RC-цепи.	1	Лекция Практика
	Баланс энергии в электрической цепи. Разветвленные цепи. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Метод контурных токов. Электрический ток в сплошной среде. Уравнение непрерывности. Преломление линий тока.	1	Лекция Практика
	Электрический ток в жидкостях. Электролиз. Первый закон Фарадея. Второй закон Фарадея. Применение электролиза. Электрический ток в газах. Газовый разряд. Плазма. Плазмотрон.	1	Лекция Практика

	Контрольная работа	1	Диагностика
Магнитное взаимодействие токов и зарядов		5	
	Основные этапы развития учения о магнетизме. Законы Ампера и Био–Савара–Лапласа. Магнитное напряжение. Теорема о циркуляции. Магнитное поле объемных токов. Вектор-потенциал магнитного поля. Опыты Роуланда, Рентгена и Эйхенвальда.	1	Лекция Практика
	Магнитное поле Земли. Природа геомагнитного поля. Сила Ампера. Магнитный диполь в магнитном поле. Гальванометр.	1	Лекция Практика
	Потенциальная функция тока во внешнем магнитном поле. Коэффициент взаимной индукции. Диполь-дипольное взаимодействие. Взаимодействие контуров и третий закон Ньютона. Рельсотрон.	1	Лекция Практика
	Сила Лоренца. Электронно-лучевая трубка. Циклотрон. Масс-спектрометр. Магнитные ловушки. Радиационные пояса Земли. Токамак. Пинч-эффект. Магнитогидродинамический генератор. Плазмменный двигатель. Большой адронный коллайдер.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Магнетики		5	
	Магнитное поле в веществе. Вектор намагниченности. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов индукции и напряженности. Преломление линий индукции магнитного поля.	1	Лекция Практика

	Влияние формы магнетика на его намагничивание. Силы, действующие на магнетик в магнитном поле. Силы на границе раздела магнетиков. Магнитный потенциал. Физический смысл индукции и напряженности магнитного поля. Формализм магнитных зарядов.	1	Лекция Практика
	Прецессия Лармора. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Механомагнитный эффект. Магнитомеханический эффект. Опыт Штерна и Герлаха. Квантовомеханическое описание движения электрона в атоме. Электронный парамагнитный резонанс ЭПР. Ядерный магнитный резонанс. Магнито-резонансная томография.	1	Лекция Практика
	Ферромагнетизм. Размагничивание тел. Поле постоянного магнита. Магнитная цепь. Магнитная левитация. Поезд на магнитной подушке. Магнитные носители информации. Антиферромагнетики, ферримагнетики, ферриты.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Электромагнитное поле		3	
	Электромагнитная индукция. Скалярный и векторный потенциалы электромагнитного поля. Измерение магнитного напряжения и индукции. Самоиндукция. Собственная потенциальная функция тока. Релятивистское преобразование сил. Преобразование полей.	1	Лекция Практика
	Энергия тока. Энергия магнитного поля. Взаимная индукция. Закон сохранения энергии для электрических цепей с магнитной связью. Вихревые токи.	1	Лекция Практика

	Металлодетекторы и металлоискатели. Токи смещения. Уравнения Максвелла. Материальные уравнения среды. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Скин-эффект.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Электромагнитные колебания		4	
	Свободные колебания в электрическом колебательном контуре. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс напряжений. Переменный ток. Закон Ома. Метод векторных диаграмм. Метод комплексных амплитуд. Резонанс токов. Работа и мощность переменного тока. Связанные колебательные контуры. Цепочка связанных контуров. Четырехполюсники.	1	Лекция Практика
	Частотные фильтры. Трансформатор. Виды трансформаторов. Генераторы электрического тока. Синхронный генератор переменного тока. Трехфазный ток. Электродвигатели. Асинхронный двигатель. Генерация электроэнергии.	1	Лекция Практика
	Колебания тока в двухпроводной линии. Телеграфные уравнения. Электромагнитная волна. Резонансы Шумана. Распространение возбуждений между нейронами. Условие квазистационарности. Излучение электромагнитных волн. Волновое уравнение. Принципы организации сотовой связи. Система глобального позиционирования.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Зонная теория проводимости		3	

	Классическая теория электропроводности. Закон Видемана–Франца. Волновые свойства частиц. Уравнение Шредингера. Электронный газ в металле. Энергия Ферми. Распределение Ферми– Дирака. Химический потенциал. Опыт Толмена и Стюарта.	1	Лекция Практика
	Взаимодействие электронов с решеткой. Зоны Бриллюэна. Энергия электрона в кристалле. Движение электрона под действием внешнего электрического поля. Квазиклассическое описание электропроводности металлов. Взаимодействие электронов с тепловыми фононами. Температура Дебая. Сверхпроводимость. Эффект Мейснера и Оксенфельда. Природа сверхпроводимости.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Полупроводники, контактные явления		4	
	Электропроводность полупроводников. Эффективная масса электрона и дырки. Концентрация электронов и дырок. Полупроводники с примесями. Донорные примеси. Акцепторные примеси. Основные выводы. Подвижность собственных носителей заряда.	1	Лекция Практика
	Эффект Холла. Свойства p-n перехода. Полупроводниковый диод. Транзистор. Полевой транзистор. Контактная разность потенциалов. Термоэлектричество. Эффект Пельтье. Термоэлектрический модуль.	1	Лекция Практика

	Флэш-память. Фотопроводимость. Фотоэдс. Фото-элементы. Экситон. Светодиод. Низкоразмерные структуры. Гетероструктуры. Молекулярно-лучевая эпитаксия.	1	Лекция Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Итоговая контрольная работа		1	
Итог по часам:		36	

Содержание программы

Термодинамические системы и их характеристики (7 часов)

Термодинамические системы. Размеры атомов и молекул. Взаимодействие атомов и молекул. Ковалентная связь. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь. Ван-дер-ваальсовы силы. Потенциал Леннарда-Джонса. Классическая модель молекулы. Масса атомов и молекул. Количество вещества. Температура. Термометры и температурные шкалы. Температурная шкала Ремера. Шкала Фаренгейта. Температурная шкала Реомюра. Температурная шкала Цельсия. Шкала Кельвина. Абсолютная термодинамическая шкала. Методы описания термодинамических систем. Динамические методы. Термодинамический метод. Статистический метод. Идеальный газ.

Статистическое описание. Пространственное распределение частиц (7 часов)

Статистические закономерности. Вероятность. Простейшие математические операции с вероятностями. Среднее значение случайной величины. Дисперсия. Центральная предельная теорема. Микро- и макросостояния. Постулат равновероятности. Макросостояние. Эргодическая гипотеза. Статистика Больцмана. Пространственное распределение молекул. Биномиальное распределение. Термодинамическая вероятность для изолированной системы частиц идеального газа. Температура и ее статистический смысл. Распределение Гиббса.

Статистические распределения по скоростям и энергиям (8 часов)

Микроканоническая и каноническая системы. Вырождение газа. Намагничивание парамагнетика. Распределение Максвелла по скоростям. Распределение по энергиям. Частота ударов молекул о стенку. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение молекул газа в поле силы тяжести. Принцип детального равновесия. Распределение Максвелла–Больцмана. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Атмосфера планет. Броуновское движение Б. Д. Давление идеального газа. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Энтропия и вероятность. Энтропия системы парамагнитных атомов.

Термодинамическое описание. Нулевое и первое начала термодинамики. Теплоемкость. (9 часов)

Нулевое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Уравнение состояния, внутренняя энергия и работа. Термодинамическая аддитивность. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Формула Майера. Теплоемкость твердых тел. Тепловые фононы. Теплоемкость жидкостей. Процессы в идеальных газах. Циклические процессы. Цикл Карно. Двигатель Стирлинга. Паровая турбина. Холодильная установка и тепловой насос. Двигатели внутреннего сгорания. Тепловой баланс Земли.

Второе и третье начала термодинамики (4 часа)

Второе начало термодинамики. Формулировка Кельвина. Формулировка Клаузиуса. Эквивалентность обеих формулировок. Термодинамическое определение энтропии. Первая теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Энтропия и термодинамическая вероятность. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики и энтропия. Третье начало термодинамики. Магнитное адиабатическое охлаждение. Флуктуации. Термодинамические функции и статистическая сумма. Эволюционно-синергетическая парадигма. Тепловая смерть Вселенной. Самоорганизация. Порядок и хаос. Бифуркации.

Учебно – тематическое планирование

Раздел	Тема	Часы	Вид занятия
Термодинамические системы и их характеристики		7	
	Термодинамические системы. Размеры атомов и молекул. Взаимодействие атомов и молекул. Ковалентная связь. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь. Ван-дер-ваальсовы силы. Потенциал Леннарда-Джонса. Классическая модель молекулы. Масса атомов и молекул. Количество вещества.	1	Лекция

	Термодинамические системы. Размеры атомов и молекул. Взаимодействие атомов и молекул. Ковалентная связь. Ионная связь. Водородная связь. Металлическая связь. Ван-дер-ваальсовы силы. Потенциал Леннарда-Джонса. Классическая модель молекулы. Масса атомов и молекул. Количество вещества.	1	Практика
	Температура. Термометры и температурные шкалы. Температурная шкала Ремера. Шкала Фаренгейта. Темпертурная шкала Реомюра. Температурная шкала Цельсия. Шкала Кельвина. Абсолютная термодинамическая шкала.	1	Лекция
	Температура. Термометры и температурные шкалы. Температурная шкала Ремера. Шкала Фаренгейта. Темпертурная шкала Реомюра. Температурная шкала Цельсия. Шкала Кельвина. Абсолютная термодинамическая шкала.	1	Практика
	Методы описания термодинамических систем. Динамические методы. Термодинамический метод. Статистический метод. Идеальный газ.	1	Лекция
	Методы описания термодинамических систем. Динамические методы. Термодинамический метод. Статистический метод. Идеальный газ.	1	Практика
	Контрольная работа	1	Диагностика
Статистическое описание. Пространственное распределение частиц		7	

	Статистические закономерности. Вероятность. Простейшие математические операции с вероятностями. Среднее значение случайной величины. Дисперсия. Центральная предельная теорема. Микро- и макросостояния.	1	Лекция
	Постулат равновероятности. Макросостояние. Эргодическая гипотеза.	1	Лекция
	Статистика Больцмана. Пространственное распределение молекул. Биномиальное распределение.	1	Лекция
	Статистика Больцмана. Пространственное распределение молекул. Биномиальное распределение.	1	Практика
	Термодинамическая вероятность для изолированной системы частиц идеального газа. Температура и ее статистический смысл. Распределение Гиббса	1	Лекция
	Термодинамическая вероятность для изолированной системы частиц идеального газа. Температура и ее статистический смысл. Распределение Гиббса	1	Практика
	Контрольная работа	1	
Статистические распределения по скоростям и энергиям.		8	

	<p>Микроканоническая и каноническая системы. Вырождение газа. Намагничивание парамагнетика. Распределение Максвелла по скоростям. Распределение по энергиям. Частота ударов молекул о стенку. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение молекул газа в поле силы тяжести. Принцип детального равновесия.</p>	1	Лекция
	<p>Микроканоническая и каноническая системы. Вырождение газа. Намагничивание парамагнетика. Распределение Максвелла по скоростям. Распределение по энергиям. Частота ударов молекул о стенку. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение молекул газа в поле силы тяжести. Принцип детального равновесия.</p>	1	Лекция
	<p>Микроканоническая и каноническая системы. Вырождение газа. Намагничивание парамагнетика. Распределение Максвелла по скоростям. Распределение по энергиям. Частота ударов молекул о стенку. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Распределение молекул газа в поле силы тяжести. Принцип детального равновесия.</p>	1	Практика
	<p>Распределение Максвелла–Больцмана. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Опыты Перрена по определению числа Авогадро. Атмосфера планет.</p>	1	Лекция
	<p>Броуновское движение Б. Д. Давление идеального газа. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Энтропия</p>	1	Лекция

	и вероятность. Энтропия системы парамагнитных атомов.		
	Броуновское движение Б. Д. Давление идеального газа. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Энтропия и вероятность. Энтропия системы парамагнитных атомов.	1	Практика
	Броуновское движение Б. Д. Давление идеального газа. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Уравнение Клапейрона–Менделеева. Энтропия и вероятность. Энтропия системы парамагнитных атомов.	1	Практика
	Контрольная работа	1	
Термодинамическое описание. Нулевое и первое начала термодинамики. Теплоемкость.		9	
	Нулевое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Уравнение состояния, внутренняя энергия и работа. Термодинамическая аддитивность. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Формула Майера.	1	Лекция
	Нулевое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Уравнение состояния, внутренняя энергия и работа. Термодинамическая аддитивность. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Формула Майера.	1	Практика

	Нулевое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Уравнение состояния, внутренняя энергия и работа. Термодинамическая аддитивность. Теплоемкость процесса. Теплоемкость идеального газа. Формула Майера.	1	Практика
	Теплоемкость твердых тел. Тепловые фононы. Теплоемкость жидкостей.	1	Лекция
	Процессы в идеальных газах. Циклические процессы. Цикл Карно. Двигатель Стирлинга.	1	Лекция
	Процессы в идеальных газах. Циклические процессы. Цикл Карно. Двигатель Стирлинга.	1	Практика
	Процессы в идеальных газах. Циклические процессы. Цикл Карно. Двигатель Стирлинга.	1	Практика
	Паровая турбина. Холодильная установка и тепловой насос. Двигатели внутреннего сгорания. Тепловой баланс Земли.	1	Лекция
	Контрольная работа	1	
Второе и третье начала термодинамики.		4	
	Второе начало термодинамики. Формулировка Кельвина. Формулировка Клаузиуса. Эквивалентность обеих формулировок. Термодинамическое определение энтропии. Первая теорема Карно.	1	Лекция, Практика

	Термодинамическая шкала температур. Энтропия и термодинамическая вероятность. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики и энтропия.	1	Лекция,
	Третье начало термодинамики. Магнитное адиабатическое охлаждение. Флуктуации. Термодинамические функции и статистическая сумма.	1	Лекция
	Эволюционно-синергетическая парадигма. Тепловая смерть Вселенной. Самоорганизация. Порядок и хаос. Бифуркации.	1	Лекция
	Контрольная работа	1	Диагностика
Итоговая контрольная работа		1	
Итог по часам:		36	

Учебно-методический комплекс

Физика 9 класс. – М.: .В. Перышкин, Е.М. Гутник Дрофа, 2008.
 Рабочая программа «Физика 7–9 классы» к линии УМК А.В. Перышкина, Е.М. Гутника.
 Авторы: Н.В. Филонович, Е.М. Гутник. - М.: Дрофа 2017.

для преподавателя

учебник Г.Я.Мякишев, Б.Б.Буховцев, Н.Н.Сотский «Физика» классический курс. 10 класс» – Москва, Просвещение, 2017 г.

Дидактические материалы Физика 11 класс / А.Е.Марон, Е.А.Марон. – М.: Издательство «Дрофа», 2014.

Тематические контрольные и самостоятельные работы по физике 10 класс / О.И.Громцева. – М.: Издательство «Экзамен», 2012 г.

Интернет-ресурсы

1. Анимации физических объектов. <http://physics.nad.ru/>
2. Живая физика: обучающая программа. <http://www.int-edu.ru/soft/fiz.html>
9. Уроки физики с использованием Интернета. <http://www.phizinter.chat.ru/>
3. Физика.ru. <http://www.fizika.ru/>
4. Физика: коллекция опытов. <http://experiment.edu.ru/>
5. Физика: электронная коллекция опытов. <http://www.school.edu.ru/projects/physicexp>