

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ОТДЕЛЕНИЕ  
ФИЗИКИ»

ООО «ОФ»

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

  
Александра Сергеевна Курик

«22» августа 2024 г.



**Дополнительная общеобразовательная программа  
«Теория и практика решения олимпиадных заданий по физике»**

**10 класс**

Московская область, 2024 год

## 1. Общая характеристика программы

1.1. Целью реализации программы дополнительного образования является:

- Выявление и развитие талантливых учащихся, склонных к изучению физики;
- Формирование целостного представления о мире, основанного на приобретённых знаниях, умениях, навыках;
- Развитие мотивации личности ребёнка к познанию и творчеству.

1.2. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана дополнительная общеобразовательная программа (далее – программа): ученики 10 класса.

1.3. Нормативный срок освоения программы – 84 академических часа.

1.4. Форма обучения – дистанционная, очная.

1.5. Режим обучения – 7 ак. часов в день.

## 2. Планируемые результаты обучения

Освоение дисциплин направлено на формирование следующих компетенций учащихся:

- способность применять теорию и методы физики для построения качественных и количественных моделей объектов и физических процессов;
- способность критически оценивать применимость моделей и методов;
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

В результате освоения программы слушатель должен:

- знать основные методы решения задач повышенной сложности по темам: основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, термодинамика, фазовые равновесия и превращения, электростатика, электрический ток;
- уметь решать задачи повышенной сложности по темам: основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, термодинамика, фазовые равновесия и превращения, электростатика, электрический ток
- владеть: навыками работы с источниками информации (справочная и учебная литература, интернет-ресурсы и т.п.).

## 2. Содержание программы

Таблица 1 – Учебный план программы.

п/п	Наименование разделов	Всего, час	В том числе по видам занятий *				Форма контроля
			Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
1	Основы молекулярно-кинетической теории	4	2	2	-	-	Домашние задания
2	Уравнение состояния идеального газа	12	4	8	-	-	Домашние задания
3	Термодинамика	12	4	8	-	-	Домашние задания
4	Фазовые равновесия и превращения	3	1	2	-	-	Домашние задания
5	Электростатика	36	9	27	-	-	Домашние задания
6	Электрический ток	9	3	6	-	-	Домашние задания
7	Математика	8	4	4	-	-	Домашние задания
Всего:		84	27	57	-	-	

\*) – в учебно-методическом комплекте к каждому разделу присутствуют видеолекции, конспекты лекции, видеосеминары, комплект задач для самостоятельного решения.

### 3.1. Учебно-тематический план программы представлен в таблице 2

Таблица 2 Учебно-тематический план программы.

№	Тема	Всего часов	В том числе по видам занятий		Форма контроля
			лекционные	семинары	
<b>1. Основы молекулярно-кинетической теории</b>					
1.1	Атомы и молекулы	2	1	1	Домашние задания
1.2	Столкновение молекул	2	1	1	
	<b>Итого по теме 1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
<b>2. Уравнение состояния идеального газа</b>					
2.1	Изопроцессы	3	1	2	Домашние задания
2.2	Термодинамические системы с поршнями	3	1	2	
2.3	Уравнение состояния и гидростатика	3	1	2	

2.4	Смеси газов	3	1	2	
	<b>Итого по теме 2</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
<b>3. Термодинамика</b>					
3.1	Первое начало термодинамики	3	1	2	Домашние задания
3.2	Теплоёмкость газа в различных процессах	3	1	2	
3.3	Тепловые машины. КПД циклов	3	1	2	
3.4	Цикл Карно	3	1	2	
	<b>Итого по теме 3</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
<b>4. Фазовые равновесия и превращения</b>					
4.1	Пары. Влажность	3	1	2	Домашние задания
	<b>Итого по теме 4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>5. Электростатика</b>					
5.1	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона	4	1	3	Домашние задания
5.2	Напряжённость электрического поля	4	1	3	
5.3	Теорема Гаусса	4	1	3	
5.4	Потенциал	4	1	3	
5.5	Проводники в электростатическом поле	4	1	3	
5.6	Диэлектрики в электростатическом поле	4	1	3	
5.7	Емкость проводников и конденсаторов	4	1	3	
5.8	Объёмная плотность энергии электростатического поля	4	1	3	
5.9	Движение заряженных частиц в электрическом поле	4	1	3	
	<b>Итого по теме 5</b>	<b>36</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	
<b>6. Электрический ток</b>					
6.1	Закон Ома. Расчёт сопротивлений	3	1	2	Домашние задания
6.2	Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых электрических цепей	3	1	2	
6.3	Переходные процессы в цепях постоянного тока	3	1	2	
	<b>Итого по теме 6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	
<b>7. Математика</b>					
7.1	Применение производной при решении физических задач	4	2	2	

7.2	Интегрирование в физических задачах	4	2	2	
	<b>Итого по теме 7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
	<b>Всего</b>	<b>84</b>	<b>27</b>	<b>57</b>	

### 3.2 Содержание обучения по разделам программы представлено в таблице 3

Таблица 3 – Содержание обучения по разделам программы.

№ п/п	Наименование разделов, подразделов	Содержание обучения, наименование и тематика лабораторных работ, практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий, учебно-методическое обеспечение модуля	Объем, ак.час.
1	Основы молекулярно-кинетической теории		4
1.1	Атомы и молекулы	Лекция: Молекулярно-кинетический и термодинамический подходы к изучению явлений природы. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Моль вещества. Число Авогадро. Оценка размеров молекул.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	1
1.2	Столкновение молекул	Лекция: Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Температура. Температурные шкалы Цельсия и Кельвина. Постоянная Больцмана. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Температура – мера средней кинетической энергии молекул. Равномерное распределение кинетической энергии по степеням свободы. Распределение молекул по скоростям. Средняя и среднеквадратичная скорости. Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Количество соударений молекул со стенкой, потоки молекул через малые отверстия.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	1
2	Уравнение состояния идеального газа		12
2.1	Изопроцессы	Лекция: Макроскопические параметры. Уравнение состояния. Квазистатические процессы. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая	1

		<p>постоянная. Уравнение состояния смеси газов. Законы идеального газа. Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта. Изохорический процесс. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Графики процессов на диаграммах <math>pV</math>, <math>pT</math> и <math>VT</math>. Реальные газы. Идеальный газ в однородном поле тяжести. Барометрическая формула.</p>	
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
2.2.	Термодинамические системы с поршнями	Лекция: Условия равновесия, системы с поршнями.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
2.3	Уравнение состояния и гидростатика	Лекция: Уравнение состояния и гидростатика.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
2.4	Смеси газов	Лекция: Смеси различных газов, парциальные давления. Закон Дальтона.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
3	Термодинамика		12
3.1	Первое начало термодинамики	Лекция: Понятие о внутренней энергии. Внутренняя энергия идеального газа. Внутренняя энергия реальных газов. Работа в термодинамике. Работа идеального газа в изопроцессах. Работа в круговых процессах (циклах). Первое начало термодинамики	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
3.2	Теплоёмкость газа в различных процессах	Лекция: Теплоёмкость. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеального газа. Теплоёмкость идеального газа. Уравнение Роберта Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Внутренняя энергия газа и механическая энергия в системах газ – макроскопические тела, пружины. Теплоёмкость газа в различных процессах.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
3.3	Тепловые машины. КПД циклов	Лекция: Тепловая машина. Коэффициент полезного действия тепловой машины.	1

		Семинар с решением задач по теме лекции	2
3.4	Цикл Карно	Лекция: Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Машина Карно и её КПД. Холодильная установка.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
4	Фазовые равновесия и превращения		3
4.1	Пары. Влажность	Лекция: Фаза вещества. Фазовый переход. Диаграмма состояний. Тройная точка. Парообразование и конденсация. Испарение. Влажность. Насыщенный пар. Кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
5	Электростатика		36
5.1	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона	Лекция: Электрический заряд и электрическое поле. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.2	Напряжённость электрического поля	Лекция: Напряжённость – силовая характеристика поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатических полей. Электрический диполь.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.3	Теорема Гаусса	Лекция: Поток векторного поля. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчёта электростатических полей. Поле сферы и бесконечной плоскости, равномерно заряженных по поверхности. Поле бесконечного цилиндра и шара, равномерно заряженных по объёму.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.4	Потенциал	Лекция: Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции для потенциалов. Связь напряжённости и потенциала. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.	1

		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.5	Проводники в электростатическом поле	Лекция: Электрическое поле в веществе. Проводники в электростатическом поле.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.6	Диэлектрики в электростатическом поле	Лекция: Диэлектрики в электростатическом поле. Метод электростатических изображений.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.7	Емкость проводников и конденсаторов	Лекция: Емкость проводников и конденсаторов. Емкость уединённого проводника. Емкость конденсатора. Плоский конденсатор. Сферический конденсатор. Соединения конденсаторов в электрической цепи.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.8	Объёмная плотность энергии электростатического поля	Лекция: Энергия заряженного конденсатора. Объёмная плотность энергии электрического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
5.9	Движение заряженных частиц в электрическом поле	Лекция: Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение в однородном поле. Движение в неоднородном поле.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
6	Электрический ток		9
6.1	Закон Ома. Расчёт сопротивлений	Лекция: Электрический ток. Плотность тока и сила тока. Условия, необходимые для существования электрического тока. Закон Ома. Удельная проводимость и удельное сопротивление. Сопротивление проводника. Последовательное и параллельное соединение проводников. Методы расчёта сопротивлений.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
6.2	Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых электрических цепей	Лекция: Нелинейные элементы в цепях постоянного тока. Измерение силы тока и напряжения. Амперметр и вольтметр.	1



		Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Сторонние силы. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома с учётом сторонних сил. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых цепей: метод эквивалентного источника, метод наложения токов, метод контурных токов, метод узловых потенциалов. Мостовая схема. Бесконечные электрические цепи.	
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
6.3	Переходные процессы в цепях постоянного тока	Лекция: Переходные процессы в цепях постоянного тока. Процессы зарядки и разрядки конденсатора.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
7	Математика		8
7.1	Применение производной при решении физических задач	Лекция: Примеры задач на применение производной при решении задач по физике	2
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
7.2	Интегрирование в физических задачах	Лекция: Применение интегрирования в задачах по физике	2
		Семинар с решением задач по теме лекции	2
Итого			84

## 4. Информационные и учебно-методические условия реализации программы

### 4.1. Информирование и учебные условия реализации программы

#### 4.1.1. Список литературы:

1. Физика в примерах и задачах. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С., Быков А.А. – М.: МЦНМО, 2019г. – 516 с.
2. Физика. Сборник задач. Кондратьев А.С., Уздин В.М. – М.: Физматлит, 2020 г. – 392с.
3. Задачи по физике: учебное пособие; [сборник задач по физике / И. И. Воробьёв и др.]; под редакцией О. Я. Савченко. – СПб: Издательство «Лань», 2001.
4. Всероссийские олимпиады по физике. 1992-2001: Под. ред. С.М. Козела, В.П. Слободянина. – М.: «Вербум-М», 2002 г.

5. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 1: Механика. М.: Мнемозина, 2010 г.
6. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 2: Электродинамика, Электромагнитные колебания и волны, Оптика, Специальная теория относительности, Квантовая физика, Физика атома и атомного ядра. М.: Мнемозина, 2010 г.
7. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика. Учебное издание для углублённого изучения. В 3-х книгах. М.: Физматлит, 2008 г. Книга 1: Механика, Книга 2: Электродинамика. Оптика, Книга 3: Строение и свойства вещества.
8. Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. Физика в примерах и задачах. М.: МЦНМО, 2008 г.

#### 4.1.2. Интернет-ресурсы

1. <https://os.mipt.ru/> [Официальный сайт сетевой олимпиадной школы «Физтех-регионам»];
2. <http://4ipho.ru/> [Информационный сайт о Всероссийской олимпиаде школьников по физике];
3. <https://olimpiada.ru/> [Информационный сайт об олимпиадах и других мероприятиях для школьников].

**4.2. Материально-технические условия реализации программы** представлены в таблице 4

*Таблица 4 – Материально-технические условия реализации программы.*

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, меловая/маркерная доска, принтер, доступ к сети интернет
Аудитория	Семинары	Меловая/маркерная доска, компьютер для преподавателя

#### 4.3. Организация образовательного процесса

Аудиторные занятия проводятся по 7 акад. часов в день на протяжении 12 дней. В середине смены дается один выходной день.

Самостоятельная работа проводится слушателем в удобном для него режиме.

В таблице 5 описаны образовательные технологии.

Таблица 5 – Образовательные технологии.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Изложение материала в устной форме, а также при помощи подготовленных видеоматериалов	Ознакомление слушателей с базовым материалом по тематике курса
2	Семинары	Разбор правил и методов решения задач в формате видеосеминаров	Практическое освоение теоретических знаний
4	Самостоятельная работа	Изучение материалов по теме курса в указанных источниках	Закрепление знаний

## 5. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения модуля осуществляется комиссией в виде текущего контроля по результатам сдачи домашних работ.

Оценка качества освоения программы проводится по пятибалльной системе по результатам промежуточного контроля (домашние задания).

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Основы молекулярно-кинетической теории	Знание эффективных методов решения задач на олимпиадах по физике	Домашнее задание, максимальный балл за каждое задание - 5
Уравнение состояния идеального газа		
Термодинамика		
Фазовые равновесия и превращения		
Электростатика		
Электрический ток		

## 6. Примерные задачи

1. Одинаковые массы водорода и гелия поместили в сосуд вместимостью  $V_1$ , который отделен от откачанного сосуда вместимостью  $V_2$  полупроницаемой неподвижной

перегородкой, свободно пропускающей только молекулы водорода. После установления равновесия давление в первом сосуде упало в два раза. Определите отношение  $V_2/V_1$ . Во время процесса температура поддерживалась постоянной.

2. При изотермическом сжатии 9 г водяного пара при температуре 373 К его объём уменьшился в три раза, а давление возросло вдвое. Найдите начальный объём пара.

3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки площадью  $S$ , расстояние между обкладками  $d \ll S$ . Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,25d$  от положительно заряженной обкладки, стартует с нулевой начальной скоростью положительно заряженная частица и через время  $T$  вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам. Удельный заряд частицы  $\gamma$ . Система находится в вакууме. 1) Найдите скорость  $V_1$  частицы при вылете из конденсатора. 2) Найдите величину  $Q$  заряда обкладок конденсатора. 3) С какой скоростью  $V_2$  будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора? При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.