

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ЦЕНТР ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ  
«ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»  
ВАСИЛЕОСТРОВСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

«ПРИНЯТО»

Решение Педагогического Совета  
Протокол № 1  
«31» августа 2023 г.  
Председатель Педагогического Совета  
\_\_\_\_\_ Н.В. Гапоненко

«УТВЕРЖДЕНО»

Приказ № 40 - ИМС  
«31» августа 2023 г.  
Директор  
\_\_\_\_\_ А. Л. Гехтман

**Образовательная программа  
«Основные направления деятельности  
школьного методического объединения в условиях модернизации  
общего образования»**

*(Лицензия Комитета по образованию Санкт-Петербурга: Серия 78Л02  
№0000792, регистрационный номер №1860 от 27 апреля 2016 года)*

**Учебная программа дополнительного профессионального  
педагогического образования  
«Методика решения задач по молекулярно-кинетической теории и  
термодинамике в рамках подготовки к ЕГЭ по физике»  
(с использованием дистанционных технологий)  
(72 часов)**

**Разработчик программы:**  
Кравченко К.О., к. ф.-м. н,  
методист ГБУ ДППО ЦПКС  
«Информационно-методический центр»  
Василеостровского района  
Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург,  
2023 г.

## Раздел 1. Характеристика программы

### 1.1 Цель:

совершенствование профессиональных компетенций педагогов, необходимых для подготовки учащихся к прохождению ГИА по физике в 11-ом классе в условиях реализации Федерального государственного образовательного стандарта образования.

### 1.2. Планируемые результаты

Трудовая функция	Трудовое действие	Знать	Уметь
Общепедагогическая функция. Обучение	ТД1. Осуществление профессиональной деятельности в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов основного общего, среднего общего образования.	<ul style="list-style-type: none"><li>• физические основы явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;</li><li>• основные законы термодинамики, методы термодинамического и статистического описания многочастичных систем;</li><li>• основные трудности, возникающие у школьников при освоении молекулярной физики и термодинамики.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• применять статистические и термодинамические методы к описанию явлений, связанных с атомарно-корпускулярным строением вещества;</li><li>• устанавливать взаимосвязь молекулярных явлений с другими разделами физики, и особо, в пограничных областях - физической химии и химической физики;</li><li>• решать типовые задачи и задачи повышенной сложности по молекулярной физике и термодинамике.</li><li>• планировать и проводить учебные занятия по молекулярной физике и термодинамике</li></ul>

**Категория обучаемых:** молодые специалисты- учителя физики, учителя физики 10 и 11-х классов.

**Срок обучения:** 72 часов, 7 недель

**Форма обучения:** очная с использованием дистанционных технологий

**Режим занятий:** очные занятия 2 раз в неделю по 3 академических часа и 4 часа в неделю на самостоятельное выполнение практических заданий.

**Форма контроля:** выполнение практических заданий, итоговая аттестация.

По окончании курса при положительной аттестации выдается удостоверение о повышении квалификации ГБУ ДППО ЦПКС «Информационно-методический центр» Василеостровского района.

## Раздел 2. Содержание программы

### 2.1. Учебный (тематический) план

№	Модули обучения	Количество часов	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельные занятия	
1	Модуль 1. Введение. Основы МКТ вещества	10	4	2	4	зачет
2	Модуль 2. Температура. Газовые законы	10	4	2	4	зачет
3	Модуль 3. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа	10	4	2	4	зачет
4	Модуль 4. Термодинамика	10	4	2	4	зачет
5	Модуль 5. Агрегатные состояния вещества, фазовые переходы	10	4	2	4	зачет
6	Модуль 6. Твердые тела	10	4	2	4	зачет
7	Модуль 7. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей	10	4	2	4	зачет
8	Итоговая аттестация	2	-	2		зачет
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>				

### Основное содержание программы

**Модуль 1. Введение. Основы МКТ вещества** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Основные понятия и положения МКТ. Взаимодействие молекул. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 2. Температура. Газовые законы** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Состояние макроскопических тел в термодинамике. Температура и тепловое равновесие. Уравнение состояния. Газовые законы. Идеальный газ и уравнение состояния идеального газа. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 3. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Основное уравнение кинетической теории газов. Скорости молекул. Энергия молекул. Распределение Максвелла-Больцмана. Распределение молекул по скоростям и импульсам. Внутренняя энергия идеального газа. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 4. Термодинамика** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Работа расширения газа и количество теплоты. Работа. Закон сохранения энергии и Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеального газа. Круговые процессы. Цикл Карно. Энтропия. Второе и третье начала термодинамики. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 5. Агрегатные состояния вещества, фазовые переходы** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Испарение жидкостей. Равновесие между жидкостью и паром. Изотермы реального газа. Критическая температура. Кипение. Влажность воздуха. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 6. Твердые тела** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Твердое состояние вещества. Кристаллическая решетка. Аморфные тела. Жидкие кристаллы. Плавление и отвердевание. Теплота плавления. Тройная точка. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Модуль 7. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей** (лекция 4 ч., практическое занятие 2 ч., самостоятельная работа 4 ч.):

Лекция: Тепловое расширение на молекулярном уровне. Линейное и объемное тепловое расширение. Методы решения типовых задач.

Практическое занятие: Разбор задач повышенного уровня сложности.

Самостоятельное занятие: решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

**Итоговая аттестация (2 час)** в форме контрольной работы.

**Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы**

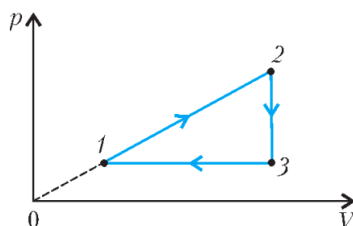
### 3.1. Текущий контроль

**Форма:** в каждом модуле программы предусмотрена самостоятельная работа (домашнее задание) - решение 5 задач различного уровня сложности по теме модуля.

#### ПРИМЕР ЗАДАЧИ из Модуля 4. Термодинамика

##### Задача

На  $pV$ -диаграмме, изображенной на рисунке, показано изменение состояния газа, используемого в качестве рабочего вещества теплового двигателя. Отношение максимальной абсолютной температуры газа к его минимальной температуре в данном цикле равно 4. Во сколько раз отличается КПД  $\eta$  этого цикла от максимально возможного?



##### Решение.

Произведение  $pV$  достигает наибольшего значения в точке 2, а наименьшего – в точке 1. В силу уравнения Клапейрона–Менделеева, максимальная температура газа будет в точке 2, а минимальная – в точке 1. Таким образом,  $T_2 = 4T_1$ .

Запишем уравнения состояния для вершин цикла:

$$p_1 V_1 = \nu RT_1, \quad p_2 V_2 = \nu RT_2, \quad p_3 V_3 = \nu RT_3.$$

Учтем, что точки 1 и 2 лежат на прямой, проходящей через начало координат:

$$p_1 = \alpha V_1, \quad p_2 = \alpha V_2. \quad \text{Значит, } p_1 V_2 = V_1 p_2.$$

Из всех ранее полученных уравнений легко найдем, что  $p_2 = 2p_1$  и  $T_3 = 2T_1$ .

Известно, что КПД любой тепловой машины, работающей в некотором интервале температур, не может быть больше КПД машины, работающей по циклу Карно в том же интервале температур. В нашем случае

$$\eta_{\max} = \frac{T_2 - T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$$

Найдем теперь КПД данного цикла  $\eta$ . Работа газа за цикл равна:

$$A = \frac{1}{2}(V_3 - V_1)(p_2 - p_3) = \frac{1}{2}(V_3 p_2 - V_3 p_3 - V_1 p_2 + V_1 p_3) = \frac{1}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3 - \nu RT_1) = \frac{\nu RT_1}{2}$$

Очевидно, что к газу подводится тепло только на участке 1–2, поэтому:

$$Q_1 = Q_{12} = A_{12} + (U_2 - U_1) = A + p_1(V_3 - V_1) + \left(\frac{3}{2}vRT_2 - \frac{3}{2}vRT_1\right)$$

Следовательно,  $\eta = \frac{0,5vRT_1}{6vRT_1} = \frac{1}{12}$ .

Таким образом интересующий нас ответ,  $\frac{\eta_{\max}}{\eta} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{1}{12}} = 9$ .

### Критерии оценивания:

Решенные задачи оцениваются по шкале от 0 до 3 баллов: выполнено без замечаний – 3 балла, выполнено с незначительными замечаниями – 2 балла, выполнено с серьезными замечаниями или частично не выполнено – 1 балл, не выполнено – 0 баллов.

Слушатель получает “зачтено” и модуль считается завершенным, если он получил не менее 10 баллов.

### 3.2.Итоговая аттестация

**Форма:** в ходе итоговой аттестации слушателям предлагается решить 5 заданий по различным модулям курса

### Критерии оценивания:

Решенные задачи оцениваются по шкале от 0 до 3 баллов:

выполнено без замечаний – 3 балла,

выполнено с незначительными замечаниями – 2 балла,

выполнено с серьезными замечаниями или частично не выполнено – 1 балл,

не выполнено – 0 баллов.

Программа считается успешно пройденной при наличии зачетов по всем пройденным модулям и не менее 10 баллов за итоговую аттестацию.

## Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

### 4.1.Литература

1. Мякишев Г.Я., Физика. Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл. Профильный уровень: учебник для общеобразоват. Учреждений. /Г.Я. Мякишев, А.З. Сиянков
2. Дворсон А.Н., Термодинамика и молекулярная физика. Факультативный курс для средней школы. Спб: СММО Пресс, 2002
3. Дельцов В.П. Дельцов В.В., Физика: дойти до самой сути! Настольная книга для углубленного изучения физики в средней школе. Термодинамика и молекулярная физика: Учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2017
4. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. Том 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика/ Под ред. Г. С. Ландсберга. М.: ФИЗМАЛИТ, 2020
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука, 1990
6. Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и для самообразования. М.: Наука, 1989

### 4.2. Материально-техническое и ресурсное обеспечение

Аудитория для лекционных и практических занятий; мультимедийная установка, экран, ноутбук с программами: Word, Power Point; компьютерный класс для подготовки и выполнения практических заданий.