

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра физики и методико-информационных технологий

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**  
**Методические аспекты изучения темы «Идеальный газ»**

студентки 4 курса 4122 группы  
направления подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование»  
института физики

**Течдурдыевой Динары**

Научный руководитель  
д.ф.-м.н., профессор



---

Т.Г.Бурова

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., профессор



---

Т. Г. Бурова

Саратов 2023

## ВВЕДЕНИЕ

Идеальный газ – это наиболее простая модель системы, состоящей из большого количества частиц [1].

Это газ, который состоит из материальных точек, имеющих конечную массу, но не имеющих объема. Данные частицы не могут взаимодействовать на расстоянии. Столкновения частиц идеального газа описываются при помощи законов абсолютно упругого соударения шаров. Следует отметить, что имеются в виду законы столкновения именно шаров, так как точечные частицы испытывают только лобовые столкновения, которые не могут изменять направления скоростей на разные углы.

Идеальный газ существует только в теории. В реальной жизни он не может существовать в принципе, так как точечные молекулы и отсутствие их взаимодействия на расстоянии аналогично их существованию вне пространства, то есть их не существованию. Ближе всех по своим свойствам к модели идеального газа приближаются газы при малом давлении (разреженные газы) и (или) высокой температуре. Модель идеального газа подходит для изучения методов исследования систем многих частиц, знакомства с соответствующими понятиями.

Цель данной работы: изучить методические аспекты темы «Идеальный газ».

Для достижения цели были поставлены следующие цели:

1. изложить основные понятия и определения по изучаемой теме;
2. рассмотреть сущность законов идеального газа;
3. изучить методические аспекты темы «Идеальный газ»;
4. представить урок усвоения новых знаний, подборку задач для закрепления материала;
5. представить подборку лабораторных работ и демонстрационных экспериментов с подробным описанием.

Работа состоит из введения, двух разделов, заключения и списка использованных источников.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

**Первый раздел** работы посвящен изучению теоретического материала по теме «Идеальный газ».

Рассмотрены основные понятия, свойства идеального газа, уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu RT,$$

где  $p$  – давление,  $\nu$  – количество молей,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура.

Отмечено, что при помощи модели идеального газа удалось качественно и количественно объяснить давление газа на стенки сосуда, в котором он находится. Газ оказывает давление на стенки сосуда потому, что его молекулы взаимодействуют со стенками как упругие тела по законам классической механики. Количественно давление ( $p$ ) идеального газа получили равным:

$$p = \frac{2}{3} n \langle E \rangle \quad (1)$$

где  $E$  — средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа;  $n = N/V$  — концентрация молекул газа ( $N$  – число молекул газа в сосуде;  $V$  – объем сосуда).

Рассмотрены *изопроцессы* в идеальном газе и соответствующие им физические законы.

Особое внимание уделено методическим аспектам изучения темы.

Модель идеального газа является одной из основополагающих в разделе "Молекулярная физика". В модели идеального газа не учитывается собственный объем молекул и силы межмолекулярного взаимодействия. Тщательная экспериментальная проверка газовых законов современными методами показала, что эти законы достаточно точно описывают поведение реальных газов при небольших давлениях и высоких температурах. При других

условиях наблюдаются значительные отступления от этих законов. Причина заключается в том, что, во-первых, при очень сильном сжатии газов объем незанятого молекулами пространства становится сравним с объемом, занимаемым самими молекулами; а во-вторых, при низких температурах становится заметным взаимодействие между молекулами. Поэтому для описания поведения газа при достаточно больших плотностях уравнения состояния идеального газа не пригодны.

При помощи модели идеального газа удалось качественно и количественно объяснить давление газа на стенки сосуда, в котором он находится. Газ оказывает давление на стенки сосуда потому, что его молекулы взаимодействуют со стенками как упругие тела по законам классической механики.

Большое внимание уделяется изучению изопроцессов в газе. При этом надо обратить внимание на то, что процесс должен происходить медленно, а температура должна быть достаточно высокой. Практически все газы ведут себя как идеальные при не слишком высоких давлениях и не слишком низких температурах.

Можно обратить внимание школьников на проявление законов для изопроцессов в природе и быту. Например, закон Шарля приближенно можно наблюдать, когда происходит увеличение давления газа в любой емкости или в электрической лампочке при нагревании. Изохорный процесс используется в газовых термометрах постоянного объема.

Проанализируем изложение темы "Идеальный газ" в наиболее распространенных учебниках.

В учебнике Г.Я. Мякишева с соавторами [3] Физика 10 класс (базовый уровень) тема изучается в параграфах 63-67.

В §63 "Уравнение состояния идеального газа" обсуждается вывод уравнения состояния, исходя из ранее известного выражения, связывающего давление, концентрацию и температуру. Вводится понятие универсальной газовой постоянной и ее связи с постоянной Больцмана и числом Авогадро.

Также в этом параграфе вводится закон Дальтона для расчета давления смеси газов. В §64 приводятся примеры решения задач на уравнения состояния идеального газа.

В §65 "Газовые законы" излагаются законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля. Обращается внимание на то, что параметры газа можно определить лишь при наличии равновесного состояния. В §66-67 приводятся примеры решения задач на газовые законы и анализ графиков, отражающих эти законы.

В учебнике В.А.Касьянова Физика 10 как для базового, так и для углубленного уровней изучению темы посвящено только два параграфа и материал изложен крайне сжато.

Лабораторные работы по теме "Идеальный газ" не предусмотрены в учебнике В.А.Касьянова, а в учебнике Г.Я.Мякишева предлагается одна лабораторная работа на тему "Закон Гей-Люссака". В связи с этим при подготовке выпускной квалификационной работы было уделено особое внимание на поиск интересных виртуальных лабораторных работ.

Решение задач на тему "Идеальный газ" является важной частью изучения материала и необходимо в дальнейшем при изучении термодинамики, работы газа, изучении тепловых машин. Поэтому подбору задач по теме также уделяется значительное внимание в работе.

**Второй раздел** работы содержит учебно-методические материалы для проведения занятий.

Представлен материал для урока усвоения новых знаний по теме «Уравнение состояния идеального газа».

Подобраны задачи различного уровня сложности.

Изучение темы "Идеальный газ" в 10 классе накладывает особые требования к подаче учебного материала. Речь идет о том, что учащиеся сделали свой выбор в пользу обучения в школе, а не в среднем специальном учебном заведении. Велика вероятность, что школьники захотят продолжить свое образование по технической специальности и им придется сдавать ЕГЭ по

физике и в дальнейшем изучать физику в вузе. В связи с этим необходимо развить навыки самостоятельного решения задач по изучаемой теме, а для этого прежде всего, учитель должен разобрать основные типовые задачи, конечно, привлекая к решению и активизируя учащихся.

Ниже приведены выдержки из представленной в работе подборки задач с решениями по теме "Идеальный газ", которые можно предложить как для решения на уроке, так и в качестве домашнего задания.

### **Примеры решения задач**

1. Как будет изменяться давление идеального газа в процессе при котором масса газа постоянна, объем газа увеличивают, а температуру уменьшают?

*Решение:* За основу решения задачи примем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = m/\mu RT \quad (2.1)$$

Зная, что масса газа не изменяется, обозначим величину  $m/\mu R=C$ , помним, что эта величина в проводимом процессе постоянная. Из полученного уравнения выразим давление, имеем:

$$p = C T/V \quad (2.2)$$

В этом уравнении обозначим направление изменение параметра стрелками (увеличивается/уменьшается):

$$p = C T\downarrow/V\uparrow \quad (2.3)$$

В формуле (2.3) мы видим, что числитель дроби уменьшается, знаменатель растет, следовательно, результат (давление) в процессе уменьшается.

*Ответ:* Давление уменьшается.

2. В сосуде объемом 1 л находится 1 г газа с температурой 27 °С и давлением  $12,5 \cdot 10^5$  н/м<sup>2</sup>. Какой это газ?

ДАНО:  $V = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$ ,  $t = 27 \text{ °С} \rightarrow T = 300\text{К}$ ,  $R = 8,31 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ ,  
 $p = 12,5 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ,  $m = 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$

НАЙТИ:  $\mu = ?$

### РЕШЕНИЕ

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

найдем молярную массу газа:

$$\mu = \frac{mRT}{pV}$$

Подставляя численные значения, получим:

$$\mu = \frac{10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль} \cdot 300 \text{ К}}{12,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3} = 0,002 \text{ кг/моль}.$$

*ОТВЕТ:* данный газ – водород.

---

3. Какова плотность азота при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении  $105 \text{ н/м}^2$ ?

ДАНО:  $t = 0^\circ\text{C} \rightarrow T = 273 \text{ К}$ ,  $R = 8,31 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}$ ,

$p = 105 \text{ Н/м}^2$ ,  $\mu = 0,028 \text{ кг/моль}$

НАЙТИ:  $\rho = ?$

### РЕШЕНИЕ

По определению плотности

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

где  $m$  – масса,  $V$  – объем. Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

найдем отношение  $m/V$

$$\frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT}$$

Подставляя численные значения, получим:

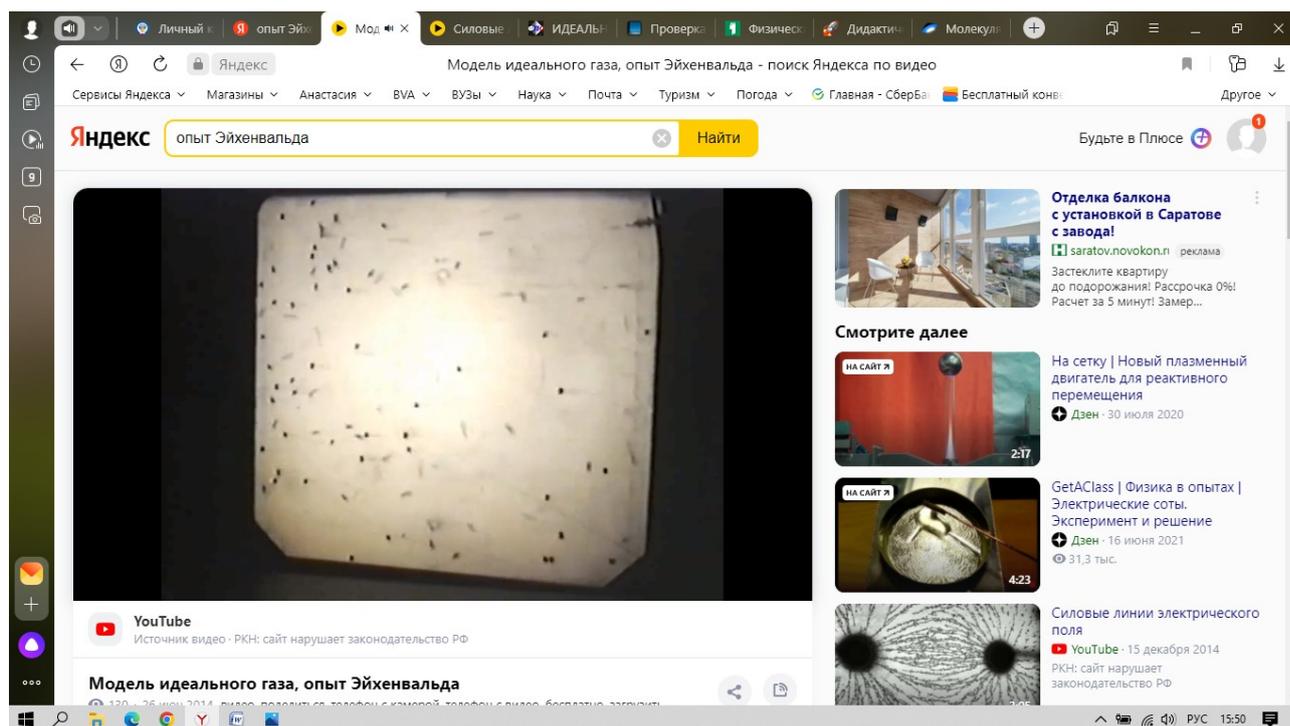
$$\rho = \frac{10^5 \text{ Н/м} \cdot 0,028 \text{ кг/моль}}{8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 273 \text{ К}} = 1,24 \text{ кг/м}^3.$$

*ОТВЕТ:* Плотность азота при данных условиях равна  $1,24 \text{ кг/моль}$ .

---

Важной частью работы является демонстрационный эксперимент и лабораторные работы.

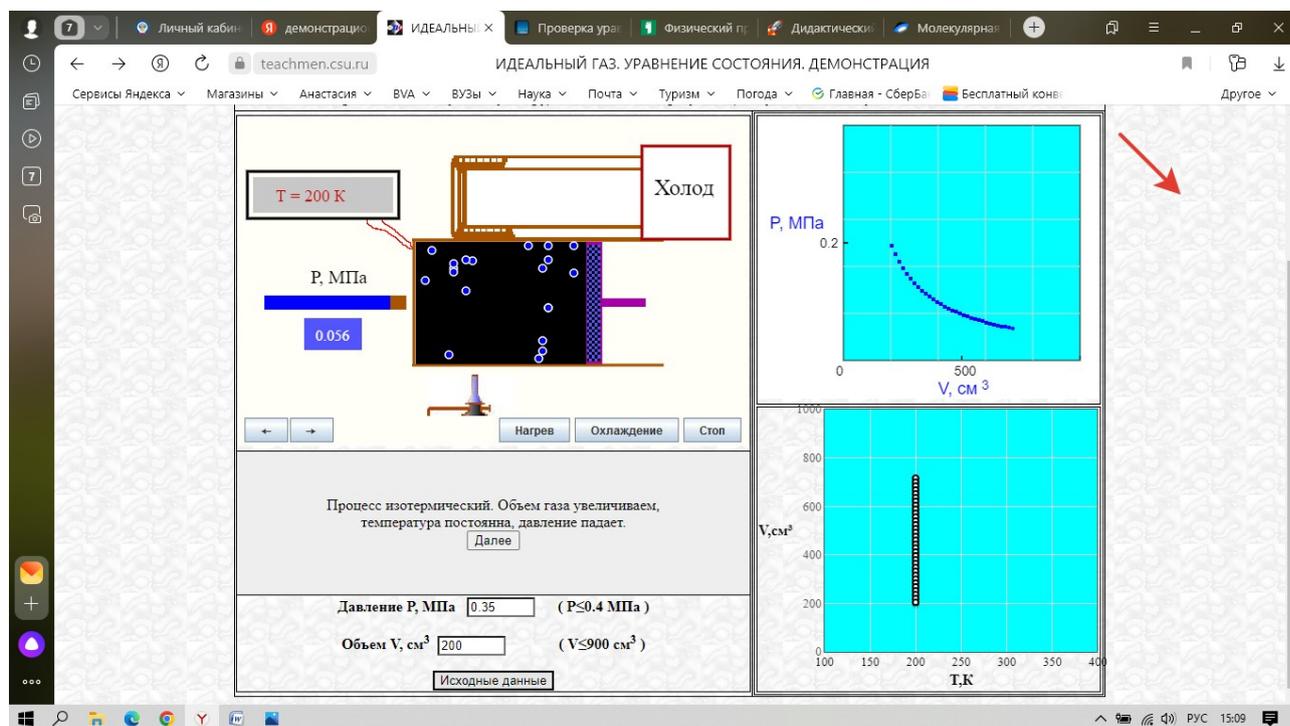
1) Рассмотрим механическую модель идеального газа, предложенную Эйхенвальдом. Видеоролики с этой моделью легко найти на YouTube. Модель состоит из прозрачного поля, окруженного электромагнитами, и стальных шариков. При включении электромагнитов шарики начинают двигаться, отражаясь от стенок, и создавая картину хаотического движения молекул идеального газа. Если использовать шарики большей массы, можно заметить, что они движутся не так интенсивно. Можно также смоделировать движение молекул смеси газов, если одновременно использовать шарики разных масс и размеров.



2) Ниже предлагается рассмотреть виртуальный демонстрационный эксперимент для усвоения зависимостей характеристик газа при изопроцессах. Удобным инструментом для этого является учебная платформа teachmen.csu.ru. На ней предлагается множество экспериментов, в том числе по исследованию идеального газа. В частности, можно рекомендовать эксперимент, в котором в

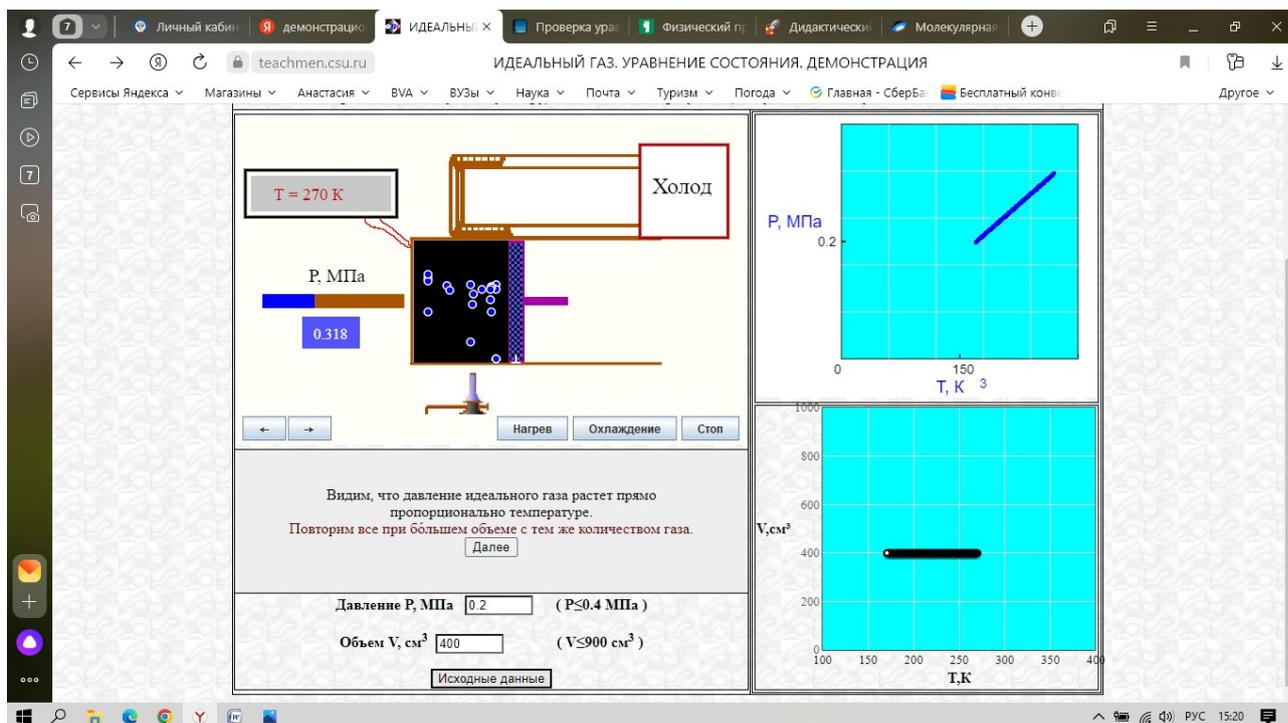
реальном времени происходит визуализация зависимостей между различными параметрами газа, т.е. между давлением, объемом и температурой.

Сначала рассмотрим изотермический процесс. Установим значение температуры и будем увеличивать объем идеального газа. На экране видно, как меняется при этом давление и возникает кривая зависимости давления от объема.

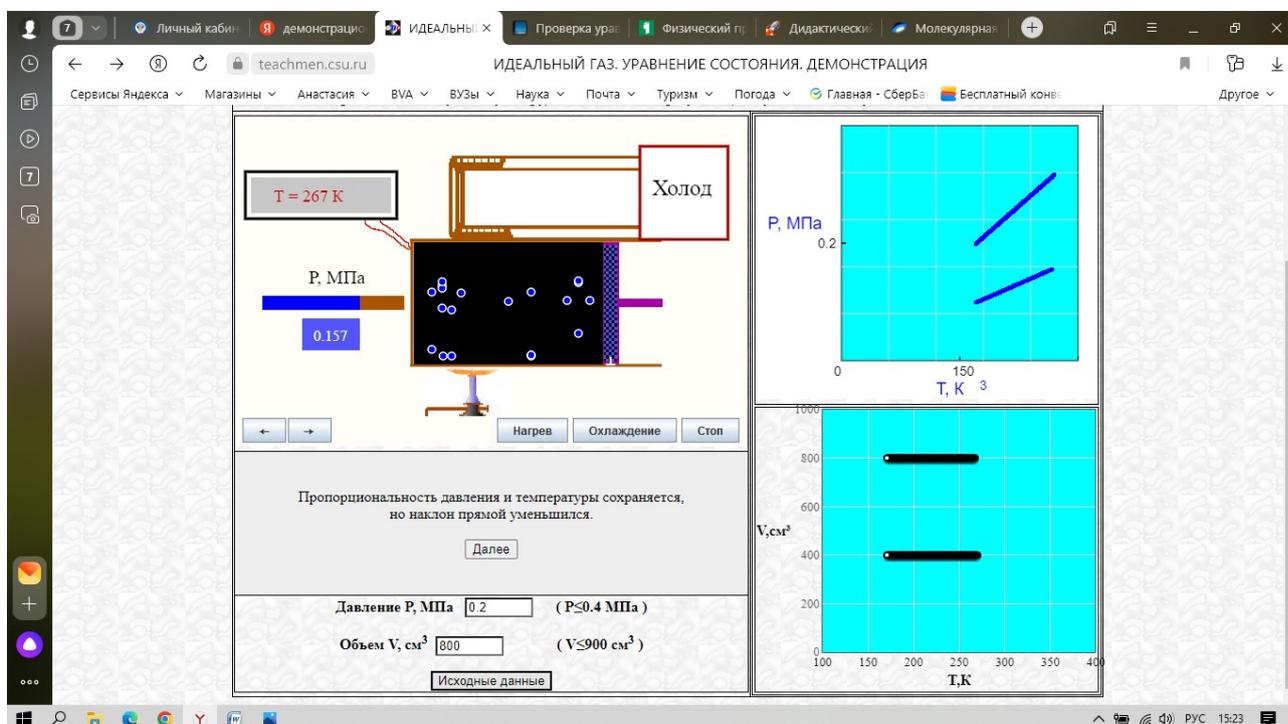


Затем повторим все при большей температуре. На графике будет видно, что новая изотерма расположена выше предыдущей.

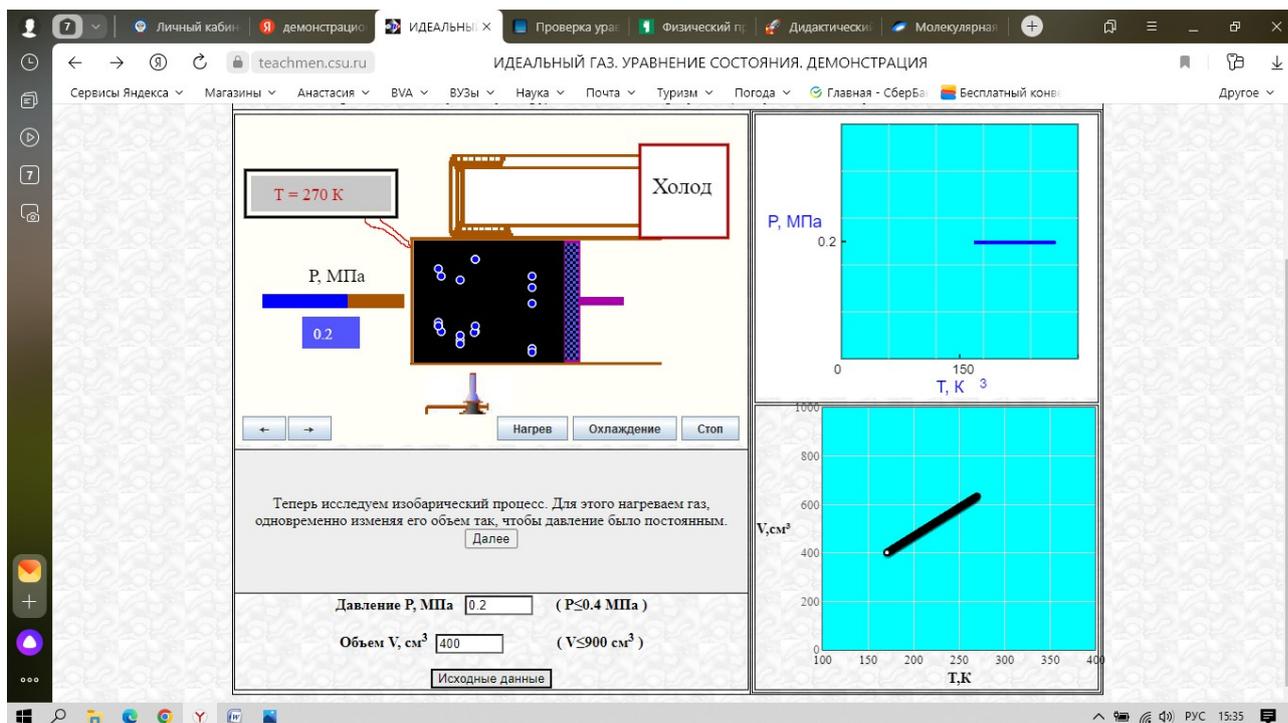
Зафиксируем объем и будем нагревать газ, следим за изменением давления. Давление прямо пропорционально абсолютной температуре.



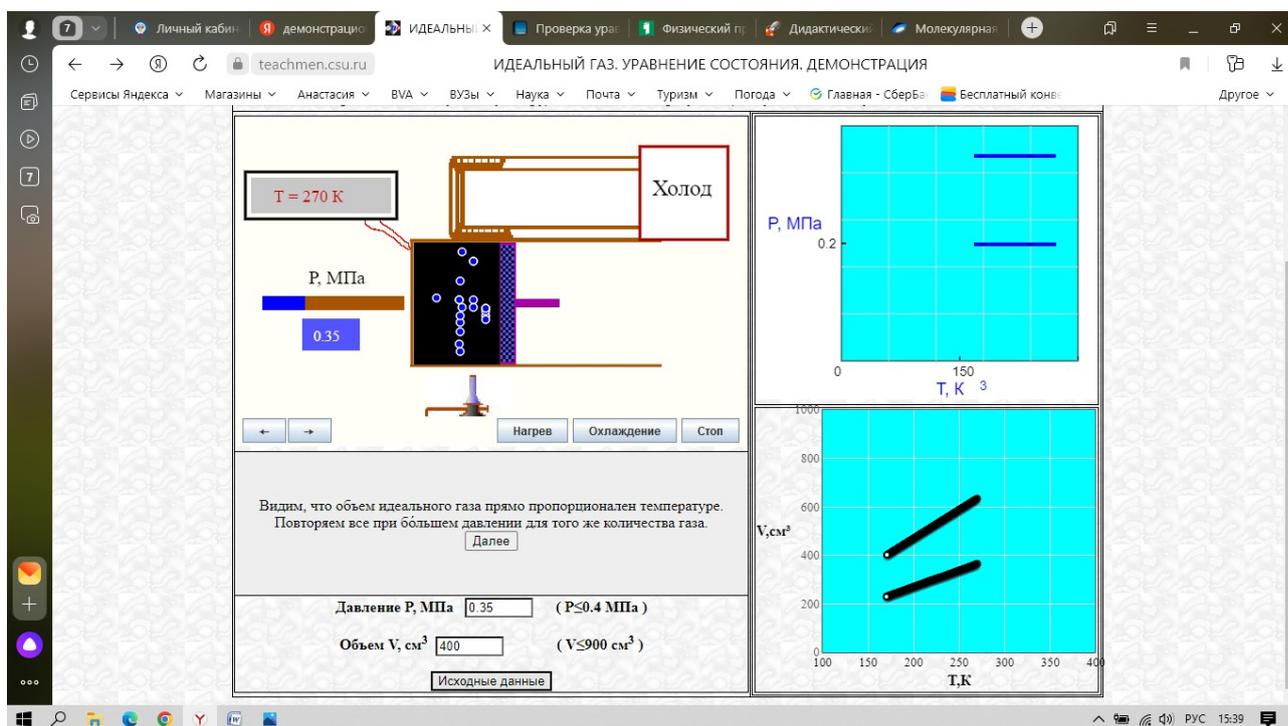
Если повторить опыт при большем значении объема, зависимость давления от абсолютной температуры останется линейной, но угол наклона графика к оси температур будет меньше.



Теперь зафиксируем давление и проследим, как меняется объем при нагревании. Видим, что объем прямо пропорционален температуре, получена линейная зависимость.



Если выбрать большее значение давления, зависимость объема от температуры останется линейной, но угол наклона к оси температур станет меньше.



Таким образом, учащиеся наглядно изучают, как зависят друг от друга давление, объем и температура идеального газа. Использование этой демонстрации целесообразно как на уроке, так и при самостоятельном изучении темы дома.

В учебнике Г.Я.Мякишева Физика 10 приводится одна лабораторная работа, посвященная изучению закона Гей-Люссака. Однако, тема позволяет разнообразить набор лабораторных работ, поэтому в данной выпускной квалификационной работе предлагается рассмотреть другие лабораторные работы : две натурные -"Опытная проверка закона Бойля-Мариотта" и "Проверка уравнения состояния идеального газа" и виртуальная работа "Определение универсальной газовой постоянной".

Все лабораторные работы сопровождаются подробным объяснением и содержат пошаговый порядок выполнения.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Одной из наиболее известных моделей, с которыми приходится сталкиваться при изучении физики, является модель идеального газа. Как всякая модель, идеальный газ представляет собой упрощенное описание газа, при котором сохраняются наиболее существенные свойства и отбрасываются второстепенные. Идеальный газ представляют как разреженный газ, молекулы которого можно рассматривать как упругие шарики, практически не взаимодействующие между собой.

В курсе физики средней школы тема "Идеальный газ" занимает достаточно важное место, т.к. не только позволяет изучить характеристики газа и их взаимосвязь, но и часто используется при изучении последующих тем - законов термодинамики, работы газа, тепловых машин. Это определяет необходимость тщательного изучения данной темы учащимися.

В данной работе рассмотрены основные понятия и определения темы «Идеальный газ», изложены газовые законы, и разработан урок для учащихся 10 класса, подобраны задачи для закрепления материала. Кроме того, обсуждены демонстрационные опыты и лабораторные работы, которые можно предложить учащимся.

Таким образом, поставленная в работе цель может считаться достигнутой, а задачи - выполненными.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Орехова, В. П. Методика преподавания физики в 8 – 10 классах средней школы / В. П. Орехова, А. В. Усова. – М.: Просвещение, 2011. – 243 с.
- 2 Кикоин, И. К. Физика: Учеб. для 9 кл. сред. шк. / И. К. Кикоин. – М.: Просвещение, 2014. – 191 с.
- 3 Физика. 10 класс: учеб, для общеобразоват. организаций с прил. на электрон, носители : базовый уровень / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. Н. А. Парфентьевой
- 4 Бабанский, Ю. К. Оптимизация процесса обучения / Ю. К. Бабанский. – М.: Просвещение, 2011. – 197 с.
- 5 Савельев, И. В, Курс общей физики. Механика, колебания и волны, молекулярная физика / И. В. Савельев. – М.: Издательство «Наука», 2017 – 352 с.
- 6 Вигнер, Э. Инвариантность и законы сохранения энергии / Э. Вигнер. – М.: Издательство «Эдиториал», 2012. – 357 с.
- 7 Перышкин, А. В. Физика 9 кл. : Учебник для общеобразовательных учебных заведений / Перышкин А. В., Гутник Е. М. – 5-е изд. – М.: Дрофа, 2012. – 122 с.
- 8 Покровский, А. А Демонстрационный эксперимент по физике в старших класса средней школы / А. А. Покровский.– М.: Просвещение, 2011. – 303 с.
- 9 Свитков, Л. П. Термодинамика и молекулярная физика / Л. П. Свитков. – М.: Просвещение, 2012. – 260 с.
- 10 Яворский, Б. М. Основы физики / Б. М. Яворский, А. А. Пинский. – М.: Наука, 2012. – 102 с.
- 11 Касьянов В.А. Физика 10 класс (базовый уровень) : Учебник для общеобразовательных учебных заведений / В.А.Касьянов.- М. Дрофа.- 2019. 287с.

- 12 Каменецкий, С. Е. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы / С. Е. Каменецкий, Н. Е. Пурышева. – М.: Академия, 2000. – 384 с.
- 13 Эвенчик, Э. Е. Методика преподавания физики в средней школе: Механика / Э. Е. Эвенчик, В. А. Орлов. – М.: Просвещение, 2017. – 273 с.
- 14 Каменецкий, С. Е. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы / С. Е. Каменецкий, Н. Е. Пурышева. – М.: Академия, 2000. – 384 с.
- 15 Голин, Г. М. Вопросы методологии физики в средней школе / Г. М. Голин. – М.: Просвещение, 2012. – 200 с.
- 16 Лукашик, В. И. Сборник задач по физике для 7-9 классов общеобразовательных учреждений / Лукашик В. И., Иванова Е. В. – 17-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 191 с.
- 17 Глазунов, А. Т. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных процессов. Квантовая физика / А. Т. Глазунов, И. И. Нурминский, А. А. Пинский. – М.: Просвещение, 2008. – 297 с.
- 18 Перышкин, А. В. Физика 7 кл.: Учебник для общеобразовательных учреждений / Перышкин А. В. – 11-е изд. – М.: Дрофа, 2007. – 91 с.
- 19 Объедков, Е. С. Ученический эксперимент на уроках физики / Е. С. Объедков. – М.: Просвещение, 2011. – 240 с.
- 20 Мякишев, Г. Я. Физика. 10 класс: учебник – 20-е издание / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский. – М.: Просвещение, 2011. – 186 с.
- 21 Малафеев, Р. И. Проблемное обучение в средней школе / Р. И. Малафеев. – М.: Просвещение, 2010. – 127 с.
- 22 Буров, В. А. Фронтальные экспериментальные задания по физике (в 8 классе) / В. А. Буров. – М.: Просвещение, 2011. – 206 с.
- 23 Бударный, А. И. Какой урок можно считать современным / А. И. Бударный // Народное образование. – 2014. – 247 с.
- 24 Антипин, И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6 – 7 классах / И. Г. Антипин. – М., 2017. – 132 с.

25 Рымкевич, А. П. Сборник задач по физике. – 8 – 10 классов средней школы / А. П. Рымкевич, П. А. Рымкевич. – М.: Просвещение, 2011. – 140 с.

26 [http://kvant.mccme.ru/1983/10/fizicheskij\\_smysl\\_universalnoj.htm](http://kvant.mccme.ru/1983/10/fizicheskij_smysl_universalnoj.htm) [Электронный ресурс] Дата обращения 12.02.2023

27 [http://kvant.mccme.ru/1990/08/temperatura\\_teplota\\_termometr.htm](http://kvant.mccme.ru/1990/08/temperatura_teplota_termometr.htm) [Электронный ресурс] Дата обращения 12.02.2023

28 <http://efizika.ru/html5/23/index.html> [Электронный ресурс] Дата обращения 12.02.2023

