

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

Кафедра физики и методики её преподавания  
**Изучение темы «Основы молекулярно-кинетической теории» в школе**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**  
студентки 4 курса 452 группы  
направления 44.03.01 Педагогическое образование,  
профиль подготовки «Физика»  
факультета физико-математических и естественно-научных дисциплин  
**Балбаевой Хесел**

Тема работы:

Научный руководитель

канд. физ.-мат. наук



Н.А. Бойкова

Зав. кафедрой

доктор физ.-мат. наук, профессор



Т.Г. Бурова

Саратов 2026

## Введение

Молекулярная физика представляет собой базовую отрасль знаний о структуре и характеристиках материи на молекулярном уровне. Актуальность данной темы в последнее время выросла, так как результаты её развития используются в химии, биологии, материаловедении, а также в современных технологиях (нанотехнологиях, биоинженерии). [9]

Тем не менее, при всей важности молекулярной физики в учебном плане наблюдается дефицит доступных и наглядных учебных пособий по этому разделу. Это приводит к определенным сложностям у школьников при изучении фундаментальных закономерностей и механизмов, определяющих свойства веществ.

Изучение молекулярной физики в школе необходимо для формирования у учащихся системного научного мировоззрения. На основе представлений молекулярно-кинетической теории учащиеся осваивают представления о взаимодействии веществ на микроуровне, что способствует более глубокому пониманию физических процессов, происходящих вокруг нас.

Знания молекулярной физики позволяют понять, как ведут себя тела при изменении температуры, давления и других параметров. Изучение этого курса тренирует логическое мышление, учит видеть связь между теорией и реальными явлениями — от агрегатных состояний до причин теплового расширения.

Кроме того, размышление над молекулярными механизмами развивает системное мышление. Ребята учатся видеть явления не как отдельные факты, а как части целого. Это навык, который пригодится не только в науке, но и в жизни — учиться рассуждать, анализировать, применять знания в других предметах: химии, биологии, даже географии. [10]

Практические работы дают школьникам возможность не просто выучить теорию, а применить её на практике. Наблюдение за экспериментами с переходами агрегатных состояний, конденсацией и испарением помогает сделать урок интереснее. В классе учитель может использовать методы

активного обучения, чтобы учащиеся сами открывали законы молекулярной физики.

Объектом исследования является процесс обучения основам молекулярной физики в школе.

Цель работы: изучение особенностей преподавания раздела «Молекулярная физика» в школе.

Исходя из цели исследования определены следующие задачи:

1. Рассмотрение теоретического материала по теме исследования.
2. Разработка урока усвоения новых знаний по теме «Диффузия».
3. Разработка примеров фронтальных экспериментальных заданий.
4. Разработка учебно-методических материалов на тему: «Решение задач графическим способом»

# 1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

**Молекулярная физика** как самостоятельный раздел науки изучает природу, строение и особенности поведения молекул, а также характер их взаимодействия друг с другом.

Центральным понятием молекулярной физики является **молекула** — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами. Молекулы формируются из атомов, объединённых между собой химическими связями. Знание строения молекул необходимо для объяснения механизмов взаимодействия веществ и их превращений под влиянием внешних условий.

К числу других фундаментальных понятий относятся **атомы и ионы**. **Подвижность молекул** — это ключевое свойство, определяющее такие физические характеристики веществ, как текучесть, сжимаемость и особенности поведения в различных агрегатных состояниях.

Все вещества могут находиться в одном из трёх основных агрегатных состояний: твёрдом, жидком или газообразном. Ниже рассмотрены характерные особенности каждого из них.

Твёрдые тела характеризуются наличием постоянной формы и стабильной внутренней структуры.

Когда твёрдое тело становится жидкостью, молекулы теряют порядок.

Газ — это третье состояние вещества. Воздух, кислород, азот — всё это газы. Они отличаются тем, что молекулы очень свободно двигаются и могут заполнить собой любое пространство.

Идеальный газ — это фундаментальная теоретическая модель, широко используемая в физике и химии для описания поведения реальных газов в определённых условиях. Эта абстракция позволяет существенно упростить анализ термодинамических процессов и получить наглядные закономерности.

Принято считать, что все молекулы идеального газа двигаются с одинаковой скоростью, которую называли средней квадратичной.

*Средняя квадратичная скорость* — это скорость, равная корню квадратному из средней арифметической величины квадратов скоростей

отдельных молекул; она несколько отличается от средней арифметической скорости молекул.

$$V_{\text{ср.кв}} = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2}{N}}, \quad (1.2.1)$$

где  $V_1, V_2, V_n$  – скорости отдельных молекул,  $N$  – количество молекул.

Рассчитаем давление на стенки сосуда

$$p = \frac{F}{S}. \quad (1.2.2)$$

Рассмотрим силу, как изменение импульса частиц за единицу времени

$$F = nm_0V^2S, \quad (1.2.3)$$

$$\text{Получаем } p = \frac{nm_0V_x^2S}{S} = nm_0V_x^2 \quad (1.2.4)$$

Скорости всех молекул различны, для учета этого нужно взять среднее по всем направлениям значение квадрата скорости  $\overline{V_x^2}$  вместо  $V_x^2$ .

$$p = nm_0\overline{V_x^2}, \quad (1.2.5)$$

Учитывая, что  $V_x^2 = \frac{1}{3}\overline{V^2}$ , имеем

$$p = \frac{1}{3}nm_0\overline{V^2} \quad (1.2.6)$$

Движение атомов и молекул непосредственно связано с температурой вещества: чем выше температура, тем больше кинетическая энергия молекул.

Основные положения МКТ:

1. Вещество состоит из маленьких частиц – молекул или атомов.
2. Эти частицы постоянно и беспорядочно двигаются.
3. Атомы и молекулы взаимодействуют друг с другом: на малых расстояниях отталкиваются, а на больших притягиваются.

Диффузия — это процесс самопроизвольного проникновения молекул одного вещества в межмолекулярные промежутки другого, приводящий к их смешиванию.

Эта теория позволила объяснить множество явлений, включая тепловое расширение газов и фундаментальную связь между температурой и внутренней энергией вещества.

Моль – единица количества вещества в системе СИ. В одном моле вещества содержится такое число его структурных элементов (т. е. составляющих его атомов или молекул), которое равно числу атомов в 12 граммах изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ .

Число частиц, содержащихся в одном моле, называют числом Авогадро –  $N_A$ . Численное значение числа Авогадро

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \text{моль}^{-1} \quad (1.3.1)$$

Относительная атомная масса, или атомная масса химического элемента – это отношение массы атома этого элемента к 1/12 массы атома углерода.

Молярная масса – это масса одного моля вещества, выраженная в килограммах на моль (система СИ). Обозначается молярная масса буквой  $M$  (или  $\mu$ ). Из определения моля следует, что молярная масса  $M$ , выраженная в граммах, численно равна относительной молекулярной массе. Так, масса одного моля воды равна 18 г. Из определения моля следует также, что

$$M = N_A m_0, \quad (1.3.2)$$

Температура показывает, насколько быстро в среднем двигаются молекулы вещества. Средняя кинетическая энергия хаотичного поступательного движения молекул газа пропорциональна абсолютной температуре.[9]

Макроскопические параметры не исчерпываются объемом, давлением и температурой. Например, для смеси газов нужно знать концентрации отдельных компонентов смеси.

Если известны два параметра газа, можно определить и третий параметр. Связь между этими параметрами описывается уравнением состояния идеального газа. [11]

Уравнение, определяющее связь температуры, объема и давления тел, называют уравнением состояния. Каждая система – газ, жидкость или

твёрдое тело – характеризуется своим уравнением состояния. В одних случаях (например, разреженный газ) – уравнение состояния простое.

Рассмотрим уравнение состояния газа, а точнее уравнение состояния идеального газа, как наиболее простой случай:

$$pV = \nu RT \quad (1.6.1)$$

Здесь  $R$  – это универсальная газовая постоянная, она примерно равна 8.314 Дж/(моль·К),  $\nu$  – количество вещества. [15]

Законы, которые описывают поведение газов, известны давно. Они основаны на наблюдениях и опытах. Рассмотрим три закона для идеальных газов:

**Изотермический процесс** – процесс перехода идеального газа из одного состояния в другое без изменения температуры.

*Изохорный* (или *изохорический*) процесс – процесс перехода идеального газа из одного состояния в другое при постоянном значении объёма.

*Изобарный процесс* – процесс изменения состояния определенной массы газа, протекающей при постоянном давлении ( $p=\text{const}$ )

## 2 ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В работе приведен пример урока усвоения новых знаний для 7 класса.

*Тема урока:* диффузия в твердых тела, жидкостях и газах.

*Цель урока:* раскрыть суть явления диффузии, установить причины ее возникновения и значение этого явления в природе, технике и быту. [9]

### Ход урока

1. *Мотивационный этап.*
2. *Этап актуализации знаний по предложенной теме и осуществление первого пробного действия*
3. *Выявление затруднения: в чем сложность нового материала, что именно создает проблему, поиск противоречия*
4. *Разработка проекта, плана по выходу из создавшегося затруднения, рассмотрения множества вариантов, поиск оптимального решения.*
5. *Реализация выбранного плана по разрешению затруднения. Это главный этап урока, на котором и происходит "открытие" нового знания.*
6. *Первичное закрепление нового знания*
7. *Рефлексия, включающая в себя и рефлексия учебной деятельности, и самоанализ, и рефлексия чувств и эмоций.*

### Примеры фронтальных экспериментальных заданий

Сущность физики как научной дисциплины имманентно предполагает единство её теоретических и практических аспектов. В контексте образовательного процесса критически важно, чтобы преподаватель систематически демонстрировал студентам эту внутреннюю взаимосвязь.

### *Демонстрация диффузии*

1) Оборудование: пробирка с ватой, смоченной спиртом, пробирка с кристалликами марганцовки, пробирка с водой, лист бумаги (или разрезанная картофелина).

Ход работы: Откройте на короткое время пробирку с ватой, смоченной спиртом. Что вы почувствовали? Как можно объяснить распространение запаха спирта с точки зрения молекулярного строения вещества?

-Смочите часть листа бумаги водой, положите на увлажненное место кристаллик марганцовки. (Можно взять сырую картофелину и разрезать пополам. В центре среза поместить кусок марганцовки и соединить обе половинки, через некоторое время разъединить их).

Что вы наблюдаете?

Назвать наблюдаемое явление и объяснить его.

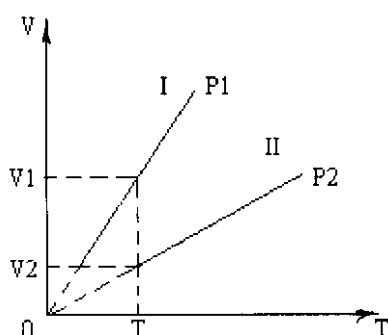
-Где быстрее происходит диффузия: в жидкостях или газах?

-О чем свидетельствует явление диффузии?

2.3 Разработка учебно-методических материалов на тему: «Решение задач графическим способом»

Отражение информации посредством графических методов характеризуется высокой наглядностью и информативностью, что позволяет эффективно выявлять закономерности, присущие исследуемым явлениям или процессам. [3]

Задача 1



Даны два изобарных процесса, происходящих с одной и той же массой газа, какой из них происходит при более высоком давлении? [17]

*Решение*

Рассмотрим состояния 1 и 2, которым соответствует одна и та же температура. Из уравнения Менделеева-Клапейрона

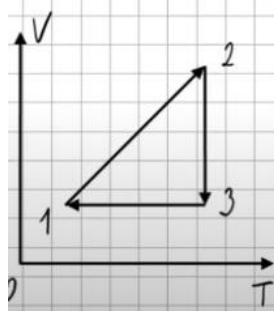
$$pV = \nu RT$$

следует, что если  $V_1 > V_2$ , то  $p_1 < p_2$ , т.е. чем больше угол наклона графика к оси абсцисс, тем меньше соответствующее давление.

Ответ: второй процесс происходит при более высоком давлении.

#### Задача 4

На рисунке дан график изменения состояния идеального газа в координатных осях V-T. Представить этот график в осях p-V и p-T.



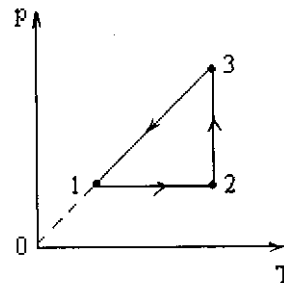
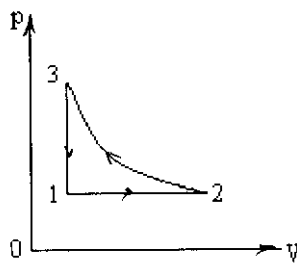
Сначала проанализируем график.

1-2:  $V \sim T$ ,  $p = \text{const}$ ,  $V \uparrow$ ,  $T \uparrow$  - изобарное расширение;

2-3:  $T = \text{const}$ ,  $V \downarrow \Rightarrow p \uparrow$  - изотермическое сжатие,  $pV = \text{const}$ .

3-1:  $V = \text{const}$ ,  $T \downarrow \Rightarrow p \downarrow$  - изохорное охлаждение.

Теперь построим график в других координатных плоскостях.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбранная тема работы, крайне важна для изучения всего курса физики, в частности для изучения молекулярно-кинетической теории идеального газа и газовых законов, внутренней энергии и т.д. Она закладывает основы для дальнейшего понимания молекулярной теории строения вещества.

Предложенные методические материалы удовлетворяют как личностным, так и предметным и метапредметным требованиям нового стандарта и позволяют достичь следующих результатов:

- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности;

- освоение межпредметных понятий и универсальных учебных действий (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использования в учебной, познавательной и социальной практике, самостоятельность планирования и осуществления учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками,

- освоение специфических для физики видов деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета, его преобразованию и применению в учебных, учебно-проектных и социально-проектных ситуациях, формирование научного типа мышления, научных представлений о ключевых теориях, типах и видах отношений, владение научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева Т.И. Экспериментальные методы изучения молекулярной физики в школе // Научные труды высшей школы. – 2019. – № 6. – С. 52–58.
2. Бурова Е.П. Визуализация молекулярных процессов как способ повышения интереса учащихся // Педагогика и психология. – 2020. – № 3. – С. 74–80.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. — Санкт-Петербург: Лань, 2002
4. Генденштейн Л. Э., Дик Ю. И. Физика 10 класс. – М.: Илекса, 2005.
5. Задачи вступительных экзаменов по физике и математике в МФТИ в 1986 - 2015 // Изд-во МФТИ.
6. Иванов И.И. Основы молекулярной физики: учебник для 8-9 классов / И.И. Иванов. – Москва: Просвещение, 2019. – 240 с.
7. Карпенков С.Х. Общая химия. Учебник для вузов. — Москва: Высшая школа, 2003  
Касьянов В. А. Физика 10 класс. – М.: Дрофа, 2010.
8. Кузнецова Н.Н. Проблемы преподавания молекулярной физики в школе // Научно-методический журнал «Физика и информатика в школе». – 2021. – № 4. – С. 18–22.
9. Лебедев А.В. Молекулярная физика в контексте ФГОС: современный подход к обучению // Педагогические технологии. – 2022. – № 1. – С. 10–15.
10. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. — Москва: Высшая школа, 1987
11. Мякишев Г. Я., Синяков А. З. Молекулярная физика. Термодинамика. – М.: Дрофа, 2010.
12. Орлов Е.Е. Методика преподавания молекулярной физики в основной школе / Е.Е. Орлов. – Москва: Наука, 2017. – 180 с.

- 13.Петрова А.А. Использование интерактивных методов обучения в преподавании молекулярной физики // Физика в школе. – 2020. – № 3. – С. 25–30.
- 14.Сидоров В.П. Молекулярная физика: теория и практика / В.П. Сидоров. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 216 с.
- 15.Смирнов Д.Ю. Формирование представлений о молекулярной структуре вещества у школьников // Физическое воспитание. – 2022. – № 2. – С. 30–35.
- 16.Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики : учеб. Пособие для студентов вузов / Т. И. Трофимова. – 2-е изд., стер. – Москва : Высш. шк., 1996 – 303 с.
- 17.Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 1. — Москва: Мир, 1965.
18. Фролов С.А. Проверка лабораторных работ по молекулярной физике: опыт и рекомендации // Образование и саморазвитие. – 2021. – № 5. – С. 45–50.
- 19.Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. — Москва: Наука, 1996.

