



РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ БАЗОВОГО УРОВНЯ

Файруза САБИРОВА, доцент ЕГПУ

Единый государственный экзамен — проблема, волнующая многих: учащихся, учителей, родителей, общественность. Именно результаты этих экзаменов являются сейчас основным показателем качества знаний обучаемых, по которому решается вопрос приема в высшие учебные заведения, особенно на бюджетные места, где наблюдается значительный конкурс. Вот почему в последнее время подготовке учащихся к ЕГЭ обращается самое пристальное внимание.

Среди преподавателей наблюдается тенденция поиска разнообразных форм работы: выбор оптимального времени и достаточного объема материала для консультаций; привитие необходимых навыков путем выполнения заданий и решения задач ЕГЭ за прошлые годы; организация пробного ЕГЭ и анализ его результатов; привлечение школьников к онлайн тестированию, которое производится на многих образовательных сайтах; включение тестовых заданий ЕГЭ в промежуточный и итоговый контроль; привлечение к помощи ученых высших учебных заведений, причем ныне добиваются их участия в процессе подготовки.

Поиски, разумеется, продолжаются, и их результатом можно было бы считать, **во-первых**, организацию образовательного портала на сайте вуза, посвященного подготовке к ЕГЭ по различным дисциплинам, **во-вторых**, проведение телевизионных уроков, адресованных к старшеклассникам, готовящимся к ЕГЭ. Некоторым опытом в этом направлении могли бы поделиться ученые нашего ЕГПУ. Руководство университета приняло участие в организации первого в республике образовательного канала, который работает в г.Елабуге на канале городского кабельного телевидения «Волна», а также на сайте вуза открыт образовательный портал, на котором ведущие учителя района и опытные преподаватели размещают материалы для подготовки к ЕГЭ: конспекты уроков по различным темам дисциплины, задания для самостоятельной работы, глоссарий, вопросы для обсуждения на форуме.

Так, телевизионные уроки по физике могут быть организованы один раз в неделю, в свободное от учебы в школе время. Опыт показал целесообразность такой формы обучения: передачи могут повторяться, оказавшиеся полезными для зрителей уроки записываться на видеоносители и повторно просматриваться. Кроме того, на образовательном портале университетского сайта помещаются конспекты таких уроков.

Для примера может быть предложен комплекс материалов для семи уроков раздела физики «Молекулярная физика и термодинамика», изучаемого в X классе. Комплекс рассчитан как часть элективного курса по физике, посвященного подготовке к ЕГЭ, он также может быть полезен и для текущей работы учителя физики в ходе изучения темы. Первые четыре урока являются обзорными, целью ко-

торых является повторение таких тем курса, как «Основы молекулярно-кинетической теории вещества», «Законы идеального газа»; «Влажность воздуха. Взаимные превращения вещества» и «Основы термодинамики». Необходимой частью уроков является закрепление материала с помощью решения задач базового уровня. Последующие три урока посвящаются уже решению задач повышенного уровня частей 1 и 2 ЕГЭ по физике. К некоторым темам, помимо изложения основного текстового материала, приводятся и эскизы слайдов, которые могут оказаться полезными учителю, использующему современные ТСО. В этой статье для образца мы приведем материалы для первого урока, посвященного подготовке к решению задач базового уровня по теме «Основы молекулярно-кинетической теории вещества». Материал представлен в виде эскизов слайдов презентаций. Решение же задач может производиться, на усмотрение учителя, либо в готовом виде (как слайд презентации), либо демонстрироваться наглядно на классной доске.

Материалами к уроку могут стать видеозаписи лекции (или слайды), примеры решения задач базового уровня, тестовые задачи для проверки опорных знаний, глоссарий, а также вопросы для открытого обсуждения (мы выставляем их для обсуждения на форуме).

Итак, **1-й урок «Основы молекулярно-кинетической теории вещества»**. Он состоит из трех тематических блоков: I. Основные понятия молекулярно-кинетической теории вещества. II. Молекулярное строение вещества: газы, жидкости, твердые тела. Понятие об идеальном газе. III. Понятие об идеальном газе. Основное уравнение кинетической теории газов.

Каждый из изученных нами тематических блоков сопровождается эскизами слайдов и примерами решения типовых задач базового уровня из ЕГЭ по физике.

Слайд 1.1.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

1. Все тела состоят из молекул (атомов).
2. Молекулы (атомы) находятся в непрерывном хаотическом движении.
3. Молекулы (атомы) взаимодействуют друг с другом — притягиваются или отталкиваются.

Слайд 1.2.

ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Диффузия — явление проникновения молекул одного вещества в межмолекулярные промежутки другого



Броуновское движение — хаотическое движение взвешенных в жидкости или газе частиц под действием ударов молекул жидкости или газа



Слайд 1.3.

**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ
МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ**

1. Молекула — мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства.

◆ Молекулы состоят из **атомов**.
◆ Например, молекула воды (H_2O) состоит из двух атомов водорода и атома кислорода. Молекулы некоторых веществ (например, гелия He) состоят из одного атома.

2. Количество вещества ν пропорционально числу N молекул этого вещества: $\nu = N/N_A$

Слайд 1.4.

◆ **1 моль** любого вещества содержит столько же молекул, сколько атомов содержится в 0,012 кг изотопа углерода ^{12}C .

3. Число Авогадро N_A — число атомов или молекул, содержащихся в одном моле любого вещества.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

4. Молярная масса M масса 1 моля вещества:
 $M = N_A m_0$,

где m_0 — масса молекулы данного вещества.

Рассмотрим типовые задачи, встречающиеся по этой теме.

Задача 1. Какое количество вещества содержится в алюминиевой ложке массой 27 г? Относительная атомная масса алюминия 27.

Решение. По относительной атомной массе алюминия определим его молярную массу: $M = 27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$. Количество вещества

можно рассчитать по формуле $\nu = \frac{m}{M}$.

$$\nu = \frac{27 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} = 1 \text{ моль}.$$

Задача 2. Молярная масса кислорода $M = 0,032 \text{ кг/моль}$. Чему равна масса одной молекулы кислорода?

Решение. Массу одной молекулы кислорода можно найти, если разделить молярную

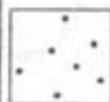
массу вещества на число Авогадро: $m_0 = \frac{M}{N_A}$.

$$m_0 = \frac{0,032 \text{ кг/моль}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ кг/моль}} = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ кг}.$$

**Тема 2. Молекулярное строение
вещества: газы, жидкости,
твердые тела**

Слайд 1.5

ГАЗЫ



Занимают весь предоставленный объем, не сохраняют форму.

Нет порядка в расположении молекул. Расстояние между молекулами значительно больше размеров молекул.

Молекулы свободно движутся во всех направлениях, столкновения относительно редки.

Слайд 1.6

ЖИДКОСТИ

Сохраняют объем. Обладают свойством текучести.



Упорядоченное расположение ближайших соседей (ближний порядок). Расстояние между молекулами сравнимо с их размерами.

Частицы колеблются вблизи положений равновесия, время от времени переходя в соседнее положение равновесия, что обуславливает текучесть жидкостей.

Слайд 1.7.

ТВЕРДЫЕ ТЕЛА

Сохраняют форму и объем.

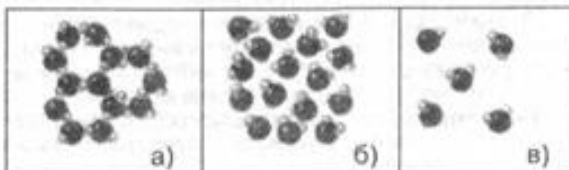


В кристаллических твердых телах молекулы располагаются в определенном порядке (дальний порядок). Расстояние между молекулами порядка размеров молекул.

Частицы колеблются вблизи положений равновесия, что обуславливает сохранение формы.

Рассмотрим задачу базового уровня из части А ЕГЭ по физике по пройденной теме:

Задача 3. На каком рисунке (а, б, в) представлена модель расположения молекул воды в твердом состоянии?



Ответ: а), где наблюдается наибольший порядок в расположении молекул. На рисунке б) приведена схема расположения молекул воды в жидком состоянии, а на рисунке в) — в газообразном.

3. Понятие об идеальном газе. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа

Слайд 1.8.

Идеальный газ — модель реального газа, в которой можно пренебречь:

◆ размерами молекул по сравнению с расстоянием между ними;
◆ взаимодействием между молекулами по сравнению с кинетической энергией теплового движения.

В данной модели столкновения молекул между собой и стенками сосуда считают абсолютно упругими.

Давление газа на стенки сосуда обусловлено ударами хаотически движущихся молекул.

Слайд 1.9

Идеальный газ

Макропараметры (параметры молекул)	Макропараметры (термодинамические параметры)
m_0 — масса молекулы	p — давление
v — средняя квадратичная скорость	V — объем
E_k — средняя кинетическая энергия	T — температура
n — концентрация ...	m — полная масса ...

Слайд 1.10

ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА

устанавливает связь между микро- и макропараметрами:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2.$$

Так как средняя кинетическая энергия молекул

$$\bar{E}_k = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}, \text{ то } p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k.$$



Слайд 1.11.

При тепловом равновесии для одноатомного газа

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT,$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура, измеряется в кельвинах (К), является мерой средней кинетической энергии движения молекул.

Соотношение между абсолютной температурой T и температурой t по шкале Цельсия: $T = t + 273$. При изменении температуры $\Delta T = \Delta t$.

Соотношение между давлением, концентрацией молекул и абсолютной температурой: $p = nkT$.

Рассмотрим ряд задач базового уровня по применению основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов.

Задача 4. Как изменится средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул при повышении абсолютной температуры одноатомного идеального газа в 2 раза?

Решение. Для одноатомного газа средняя кинетическая энергия одной молекулы в первом

состоянии $\bar{E}_{k1} = \frac{3}{2} kT_1$, во втором $\bar{E}_{k2} = \frac{3}{2} kT_2$. Их

отношение: $\bar{E}_{k2} / \bar{E}_{k1} = T_2 / T_1 = 2$, значит, средняя кинетическая энергия увеличится в 2 раза.

Задача 5. Какова среднеквадратичная скорость движения молекул газа, если, имея массу 6,1 кг, он занимает объем 5 м³ при давлении $2 \cdot 10^5$ Па?

Решение. По основному уравнению МКТ

$$p = \frac{1}{3} nm_0 \bar{v}^2. \text{ Масса одной молекулы } m_0 = \frac{m}{N},$$

концентрация: $n = \frac{N}{V}$. Отсюда $p = \frac{mN}{3NV} \bar{v}^2$; тогда среднюю квадратичную скорость можно определить по формуле: $\bar{v} = \sqrt{\frac{3pV}{m}}$.

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 5 \text{ м}^3}{6,1 \text{ кг}}} = 700 \text{ м/с}.$$

Задача 6. Определите такое число молекул в 1 м³ газа, чтобы при температуре 27°C давление газа равнялось бы $4,14 \cdot 10^5$ Па.

Решение. Из основного уравнения молекулярно-кинетической теории газа

$$p = \frac{p}{kT} = \frac{4,14 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 300 \text{ К}} = 1,0 \cdot 10^{28} \frac{1}{\text{м}^3}.$$

Задача 7. При неизменной концентрации частиц абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. Как изменилось при этом давление?

Решение. В соответствии с основным уравнением МКТ газа давление в первом состоянии $p_1 = nkT_1$, во втором — $p_2 = nkT_2$. Тогда отношение давлений равно четырем:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{nkT_2}{nkT_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{4T_1}{T_1} = 4. \text{ Следовательно, давление возрастет в четыре раза.}$$

На этой задаче мы завершим рассмотрение молекулярно-кинетического подхода к изучению свойств вещества, в том числе идеальных газов. Повторению законов идеального газа посвящен следующий урок.

Для закрепления материала необходимо выполнить задания для самоподготовки, которые приведены в разделе самостоятельная работа. В этом же разделе приводится глоссарий для повторения основных понятий, пройденных на уроке.

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ОТКРЫТОГО ОБСУЖДЕНИЯ

1. Тестовые задания для самопроверки опорных знаний

1. Молекула — это мельчайшая частица вещества, сохраняющая

1) его химические свойства; 2) его физические свойства; 3) все его свойства; 4) его химические и физические свойства.

2. Если положить огурец в соленую воду, то через некоторое время он станет соленым. Какое явление объясняет этот процесс?

1) растворение; 2) диффузия; 3) распад ионов соли; 4) броуновское движение.

3. Броуновским движением является

1) беспорядочное движение мелких пылинок в воздухе; 2) беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарем; 3) проникновение питательных веществ из почвы в корни растений; 4) растворение твердых веществ в жидкостях.

4. Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

1) Кинетическая энергия всех атомов кристалла одинакова; 2) В расположении атомов кристалла отсутствует порядок; 3) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла; 4) Для расположения атомов кристалла характерен дальний порядок.

5. Один моль вещества равен...

1) количеству вещества массой 12 г; 2) количеству вещества системы, которая содержит столько же структурных элементов, сколько содержится в изотопе углерода массой 12 г;

3) количеству атомов и молекул, которое содержится в любом веществе массой 12 г;

4) количеству структурных элементов в изотопе углерода C₁₂ массой 12 г.

6. Некоторое вещество массой m и молярной массой M содержит N молекул. Количество вещества равно

1) $\frac{N_A m}{M}$; 2) $\frac{M}{m}$; 3) m ; 4) $\frac{N}{N_A}$.

7. Какие из приведенных ниже утверждений являются признаками идеального газа?

А. Молекулы рассматриваются как материальные точки. Б. Учитываются только силы притяжения между молекулами. В. Потенциальной энергией взаимодействия молекул пренебрегают, учитывают только среднюю кинетическую энергию их поступательного движения.

1) только А и Б; 2) только Б и В; 3) А, Б и В; 4) только А и В.

8. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяных паров, углекислого газа и др. При тепловом равновесии у этих газов обязательно одинаковы

1) температуры; 2) парциального давления; 3) концентрации молекул; 4) плотности.

9. С точки зрения физики имеет смысл измерять температуру

1) электрона; 2) атома; 3) молекулы; 4) жидких, твердых и газообразных тел.

10. Если средняя квадратичная скорость молекул газа равна 400 м/с, это означает, что

1) все молекулы газа движутся с такой скоростью;

2) большинство молекул движется с такой скоростью;

3) если сложить векторы скоростей молекул в данный момент и возвести в квадрат, то получится $(400 \text{ м/с})^2$;

4) если сложить квадраты скоростей молекул в данный момент и поделить на число молекул, то получится $(400 \text{ м/с})^2$.

11. При нагревании идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 2 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?

- 1) не изменилась;
- 2) увеличилась в $\sqrt{2}$ раз;
- 3) увеличилась в 2 раза;
- 4) увеличилась в 4 раза.

Ответы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	1	4	2	4	4	1	4	4	3

2. ГЛОССАРИЙ

Выражение	Определение
Абсолютная температура	Мера средней кинетической энергии теплового движения молекул
Броуновское движение	Беспорядочное движение взвешенных в жидкости мелких частиц под действием ударов молекул жидкости
Давление, производимое газом	Суммарный импульс, переданный за единицу времени единице площади
Диффузия	Самостоятельное перемешивание разных веществ вследствие проникновения молекул одного вещества между молекулами другого
Идеальный газ	Модель газа, в которой пренебрегают собственным объемом молекул по сравнению с объемом сосуда, в котором он находится; пренебрегают силами их взаимного притяжения; считают, что удары молекул друг с другом и со стенками сосуда являются абсолютно упругими
Микроскопический подход к изучению свойств газа	Подход, не учитывающий молекулярное строение, когда свойства идеального газа описываются макропараметрами: давлением p , объемом V , температурой T , полной массой всех молекул газа m , которые можно измерить, не вникая в внутреннюю структуру газа
Микроскопический подход к изучению свойств газа	Подход, при котором учитываются их молекулярное строение и микропараметры — масса молекул, их скорость, энергия, концентрация
Молекула	Мельчайшая частица вещества, сохраняющая его химические свойства
Моль	Количество вещества, в котором содержится число частиц (атомов, молекул, ионов и т.д.), равное числу атомов в 12 г изотопа углерода ^{12}C
Молярная масса M	Масса одного моля
Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа	Устанавливает связь между давлением и концентрацией или энергией молекул
Число Авогадро N_A	Число атомов или молекул, содержащихся в одном моле любого вещества. $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ НА ФОРУМЕ

1. Объясните с точки зрения молекулярно-кинетической теории:

- а) возможность сжатия тела под давлением;
- б) невозможность бесконечного сжатия тел;
- в) расширение тела при нагревании;
- г) растворение соли в воде;
- д) текучесть жидкости и сохранение форм твердыми телами.

2. Почему в горячей воде сахар растворяется быстрее и в большем количестве, чем в холодной?

3. С какой целью при складировании полированных стекол между ними прокладывают бумажные ленты?

4. Почему броуновское движение в микроскопе заметно лишь у чрезвычайно мелких, взвешенных в жидкости частичек?

5. Почему испытания атомных и водородных бомб, сопровождающиеся образованием большого количества радиоактивной пыли, особенно опасны для человечества, когда они проводятся в атмосфере?

Таким образом, мы рассмотрели материалы одного урока, посвященного подготовке школьников к решению задач базового уровня ЕГЭ по физике. Аналогично построены еще три урока, которые также охватывают теоретический материал, необходимый для повторения раздела физики, посвященного молекулярной физике и термодинамике. Для решения задач повышенного и высокого уровня, содержащихся в частях 1 и 2 экзамена, требуется уже классифицировать типы задач и методы их решения, поэтому подход к организации должен быть несколько иным. По такому же принципу могут быть построены занятия, посвященные подготовке к ЕГЭ, и по другим разделам физики.

Литература.

1. Аганов А.В. Физика вокруг нас: Качественные задачи по физике. — Казань: Изд-во КГУ, 1997. — 336 с.

2. Бабаев В.С. Физика: весь курс: для выпускников и абитуриентов. — М.: Эксмо, 2009. — 400 с.

3. Богатин А.С. Пособие для подготовки к единому государственному экзамену и централизованному тестированию по физике. Изд. 3-е, доп. и испр. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. — 480 с.

4. Гельфгат И.М. Физика в таблицах. — М.: ООО «Илекса», Харьков: Гимназия, 2002. — 80 с.

5. Демонстрационные варианты ЕГЭ по физике: 2007, 2008, 2009, 2010. — URL: <http://www1.ege.edu.ru/content/view/21/43/>

6. Единый государственный экзамен: физика: контрольные измерительные материалы: 2006 — 2007. — М.: Просвещение, 2007. — 208 с.

7. Единый государственный экзамен: 2009. Физика. Универсальные материалы для подготовки учащихся / ФИПИ. — М.: Интеллект-Центр, 2009. — 224 с.

8. ЕГЭ: 2008. Физика. Репетитор. / В.А.Грибов, Н.К.Ханнанов. — М.: Эксмо, 2008. — 432 с.

9. Касаткина И.Л. Физика. Полный курс подготовки: разбор реальных экзаменационных заданий. — М.: АСТ: Астрель, 2009. — 366 с.

10. Мякишев Г.Я. Физика. 10 класс: учеб. для общеобразовательных учреждений: базовый и профильный уровни. / — 18-е изд. — М.: Просвещение, 2009. — 366 с.

11. Никифоров Г.Г. ЕГЭ 2008. Физика: сборник заданий. — М.: Эксмо, 2008. — 240 с.

12. Одинцова Н.И. Поурочное планирование по физике к Единому Государственному экзамену. — М.: Изд-во «Экзамен», 2009. — 414 с.

13. Самое полное издание реальных заданий ЕГЭ: 2008: Физика. / Авт.-сост. А.В.Берков, В.А.Грибов. — М.: АСТ: Астрель, 2009. — 159 с.

14. Тренин А.Е. Физика. Интенсивный курс подготовки к Единому государственному экзамену. — М.: Айрис-пресс, 2004. — 288 с.