

Диагностическая тематическая работа №2

по подготовке к ЕГЭ

по ФИЗИКЕ

*по теме «Молекулярная физика и термодинамика»***Инструкция по выполнению работы**

На выполнение диагностической работы по физике даётся 90 минут. Работа включает в себя 18 заданий.

К каждому заданию с выбором ответа (1–14) даны четыре варианта ответа, из которых только один верный. При выполнении такого задания обведите номер выбранного ответа в работе кружком. Если Вы обвели не тот номер, то зачеркните обведённый номер крестиком, а затем обведите номер нового ответа.

Ответы к заданиям 15 и 16 запишите в работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

Задания 17 и 18 требуют развёрнутого ответа. Ответы на эти задания запишите на отдельном листе.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий.

*Желаем успеха!***Часть 1**

К заданиям 1–14 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номера выбранных ответов обведите кружком.

1 В 1 моль азота содержится примерно

- 1) $1,68 \cdot 10^{21}$ молекул
- 2) $6 \cdot 10^{23}$ молекул
- 3) $3 \cdot 10^{23}$ молекул
- 4) $2,8 \cdot 10^{20}$ молекул

2 Броуновское движение можно объяснить, если допустить

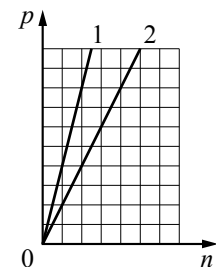
- 1) существование сил притяжения и отталкивания между атомами в молекуле
- 2) непрерывность и хаотичность движения атомов (молекул) вещества
- 3) проникновение питательных веществ из почвы в корни растений
- 4) процесс диссоциации молекул

3 В результате охлаждения идеального газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация молекул не изменилась. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа при этом

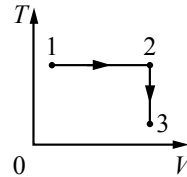
- 1) уменьшилась в 16 раз
- 2) уменьшилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) не изменилась

4 На графике показана зависимость давления от концентрации для двух идеальных газов при фиксированных температурах. Отношение температур $\frac{T_2}{T_1}$ этих газов равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 0,5
- 4) $\sqrt{2}$



5 Идеальный газ постоянной массы участвует в процессе, показанном на рисунке. Наибольшее давление газа достигается



- 1) в состоянии 1
- 2) в состоянии 3
- 3) в процессе 1–2
- 4) в процессе 2–3

6 Экспериментаторы закачивают воздух в стеклянный сосуд, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а его давление возросло в 3 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

- 1) в 2 раза 2) в 3 раза 3) в 6 раз 4) в 1,5 раза

7 При температуре $10\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 10^5 Па плотность газа равна $2,5\text{ кг/м}^3$. Какова молярная масса газа?

- 1) 59 г/моль
- 2) 69 г/моль
- 3) 598 кг/моль
- 4) $5,8 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

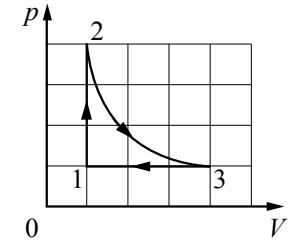
8 При одинаковой температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ давление насыщенного пара воды равно 10^5 Па , аммиака – $59 \cdot 10^5\text{ Па}$ и ртути – 37 Па . В каком из вариантов ответа эти вещества расположены в порядке убывания температуры их кипения в открытом сосуде?

- 1) вода → аммиак → ртуть
- 2) аммиак → ртуть → вода
- 3) вода → ртуть → аммиак
- 4) ртуть → вода → аммиак

9 В сосуде с подвижным поршнем находится вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

- 1) не изменилась
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 2 раза
- 4) увеличилась в 4 раза

10 На pV -диаграмме изображён циклический процесс изменения состояния идеального газа. На каком участке внутренняя энергия газа не изменялась?

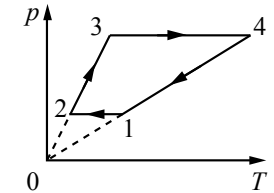


- 1) 1–2
- 2) 2–3
- 3) 3–1
- 4) 1–2 и 3–1

11 При нагревании текстолитовой пластинки массой $0,2\text{ кг}$ от $30\text{ }^\circ\text{C}$ до $90\text{ }^\circ\text{C}$ потребовалось затратить 18 кДж энергии. Следовательно, удельная теплоёмкость текстолита равна

- 1) $0,75\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$
- 2) $1\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$
- 3) $1,5\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$
- 4) $3\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$

12 На pT -диаграмме изображён циклический процесс изменения состояния идеального газа. На каких участках внутренняя энергия газа уменьшается?



- 1) 1–2 и 2–3
- 2) 2–3 и 3–4
- 3) 3–4 и 4–1
- 4) 4–1 и 1–2

13 Идеальному газу сообщили количество теплоты 400 Дж . В этом процессе газ расширился, совершив работу 600 Дж . Внутренняя энергия газа при этом

- 1) увеличилась на 1000 Дж
- 2) увеличилась на 200 Дж
- 3) уменьшилась на 1000 Дж
- 4) уменьшилась на 200 Дж

14 Тепловая машина имеет КПД 25% . Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе её работы составляет 3 кВт . Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с ?

- 1) $0,4\text{ Дж}$ 2) 40 Дж 3) 400 Дж 4) 40 кДж

Часть 2

При выполнении заданий с кратким ответом 15 и 16 запишите ответ так, как указано в тексте задания.

15 В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура газов в сосуде поддерживалась неизменной. Как изменились в результате парциальные давления газов и их суммарное давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде

16 Используя первый закон термодинамики, установите соответствие между описанными в первом столбце особенностями изопроцесса в идеальном газе и его названием.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОПРОЦЕССА	НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА
А) Всё переданное газу количество теплоты идёт на совершение работы, а внутренняя энергия газа остаётся неизменной.	1) изотермический
Б) Изменение внутренней энергии газа происходит только за счёт совершения работы, так как теплообмен с окружающими телами отсутствует.	2) изобарный
	3) изохорный
	4) адиабатный

Ответ:

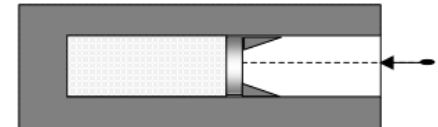
А	Б

Часть 3

Для записи ответов на задания 17 и 18 используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания (17 или 18), а затем полное решение, включающее запись краткого условия задачи (Дано), формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования и расчёты, приводящие к числовому ответу.

17 В медный стакан калориметра массой 200 г, содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0 °С. Начальная температура калориметра с водой 25 °С. В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5 °С. Рассчитайте массу льда. Удельная теплоёмкость меди 390 Дж/(кг·К), удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг·К). Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

18 В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр с поршнем. В цилиндре находится 0,1 моль гелия. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения (см. рисунок). В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.



Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
1	2
2	2
3	2
4	3
5	1
6	3
7	1
8	4
9	1
10	2
11	3
12	4
13	4
14	4

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
15	123
16	14

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

17 В медный стакан калориметра массой 200 г, содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0 °С. Начальная температура калориметра с водой 25 °С. В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5 °С. Рассчитайте массу льда. Удельная теплоёмкость меди 390 Дж/(кг·К), удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·К), удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплоёмкость льда 2100 Дж/(кг·К). Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

Возможное решение

1. Процесс охлаждения калориметра и воды:

$$Q_1 = Q_B + Q_K = c_B m_B \Delta t_1 + c_M m_M \Delta t_1, \text{ где}$$

m_B, m_M – соответственно массы воды и медного калориметра;

c_B, c_M – соответственно удельные теплоемкости воды и меди;

$\Delta t_1 = t_{\text{тепл.равн.}} - t_{0B}$ – изменение температуры воды (калориметра) в процессе охлаждения.

2. Процесс плавления льда и нагревание образовавшейся при плавлении воды до температуры теплового равновесия:

$$Q_2 = \lambda m_{\text{л}} + c_B m_{\text{л}} \Delta t_2, \text{ где}$$

$m_{\text{л}}$ – масса льда,

λ – удельная теплота плавления льда,

$\Delta t_2 = t_{\text{тепл.равн.}} - t_{0\text{л}}$ – изменение температуры воды, образовавшейся в результате полного плавления льда.

3. Так как потери энергии отсутствуют, то по закону сохранения энергии $Q_1 + Q_2 = 0$.

4. Проводя математические преобразования, получим выражение для массы льда:

$$m_{\text{л}} = - \frac{\Delta t_1 (c_B m_B + c_M m_M)}{\lambda + c_B \Delta t_2}.$$

5. Проведем вычисления (все величины в СИ)

$$m_{\text{л}} = - \frac{(5 - 25)(4200 \cdot 0,15 + 390 \cdot 0,2)}{335000 + 4200 \cdot (5 - 0)} = 0,04 \text{ (кг)}.$$

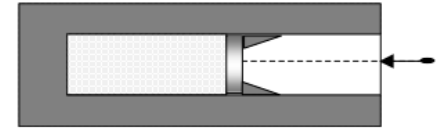
Ответ: масса льда 0,04 кг

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: Г) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии, формулы для расчета количества теплоты для нагревания, охлаждения, плавления</i>);	3

<p>II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин;</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

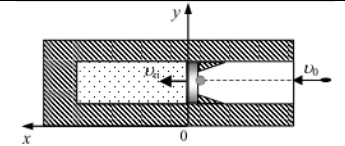
18

В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр с поршнем. В цилиндре находится 0,1 моль гелия. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения (см. рисунок). В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.



Возможное решение

1. Гелий в цилиндре можно рассматривать, как идеальный газ, изменение температуры ΔT которого пропорционально изменению внутренней энергии ΔU : $\Delta U = \nu \frac{3}{2} R \Delta T$.



Здесь ν – количество молей гелия.

Изменение внутренней энергии, в соответствии с первым началом термодинамики, пропорционально количеству теплоты, подведённой к газу Q и работе A силы давления поршня, сжимающего газ: $\Delta U = Q + A$.

В задаче теплообменом пренебрегают, поэтому $\Delta U = A$.

2. При движении поршня от начала его движения в результате неупругого соударения с пулей и до остановки, изменение его кинетической энергии равно работе всех сил, действующих на поршень. Т.к. трения нет, то эта работа равна по модулю и противоположна по знаку работе силы давления. В инерциальной системе отсчёта, связанной с цилиндром (см. рис.), это приводит к выражению $\frac{(m + M)v_n^2}{2} = A$.

Здесь m и M – соответственно масса пули и масса поршня, v_n – скорость поршня сразу после попадания пули.

Скорость поршня сразу после попадания в него пули можно определить при помощи закона сохранения проекции импульса системы поршень + пуля на горизонтальную ось за время соударения, поскольку импульс внешних сил (силы давления газа и действия упоров) пренебрежимо мал за это время: $mv_0 = (m + M)v_n$.

Здесь v_0 – скорость пули перед соударением.

3. Из приведённых выражений получаем: $\frac{m}{M + m} \cdot \frac{mv_0}{2} = \nu \frac{3}{2} R \Delta T$, что

позволяет определить массу поршня $M = \frac{m^2 v_0^2}{3Rv\Delta T} - m$.

Ответ: $M \approx 90$ г

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, формула для внутренней энергии идеального одноатомного газа, уравнение Менделеева – Клапейрона, закон сохранения энергии</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин; III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0