

Демонстрационный вариант

итоговой работы

по ФИЗИКЕ

10 класс (углублённый уровень)

Инструкция по выполнению работы

На выполнение работы по физике даётся 90 минут. Работа включает в себя 16 заданий.

К каждому заданию с выбором ответа (1–3, 6–14) даны 4 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 правильного ответа.

Ответы к заданиям с кратким ответом (4, 5, 15, 16) запишите в работе в отведённом для этого месте. В случае записи неверного ответа зачеркните его и запишите рядом новый.

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!

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

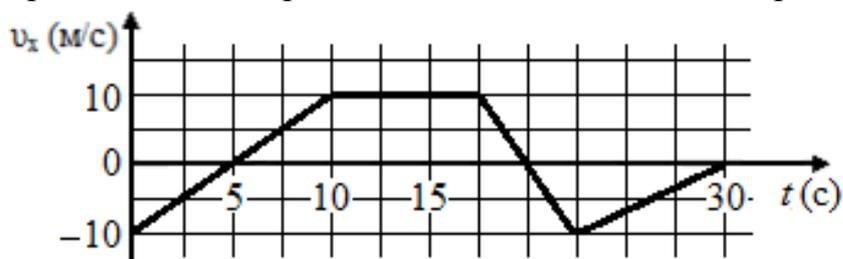
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{С}$

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

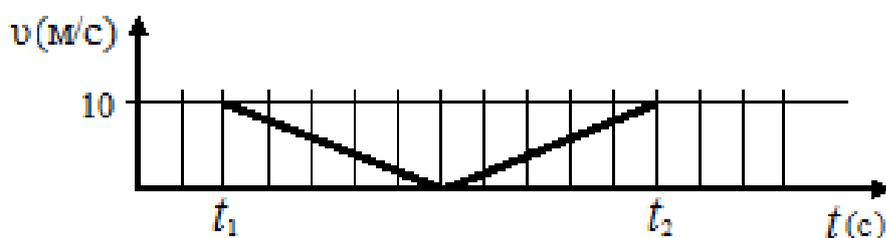
Прочитайте текст и рассмотрите график. Выполните задания 1–7.

Тело массой 500 г движется по однородной горизонтальной поверхности поступательно. Начальная координата тела $x_0 = 0$. На графике представлена зависимость проекции его скорости на линию движения от времени.



1

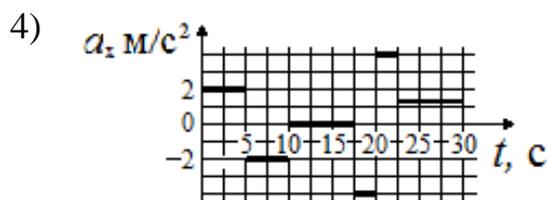
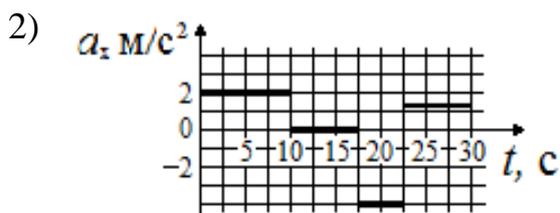
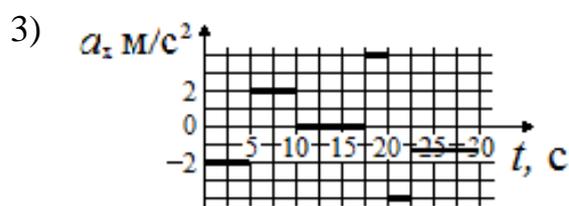
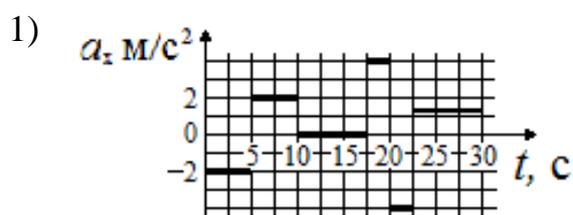
Укажите временной интервал, когда тело двигалось так, как представлено на следующем графике (масштаб по оси времени целочисленный).



- 1) 0 с – 5 с
- 2) 0 с – 10 с
- 3) 17,5 с – 22,5 с
- 4) 22,5 с – 30 с

2

На каком рисунке правильно изображён график зависимости проекции ускорения тела от времени его движения?



3 К концу третьей секунды движения тело имело скорость

- 1) 4 м/с, сонаправленную оси ОХ
- 2) 4 м/с, направленную противоположно оси ОХ
- 3) 6 м/с, сонаправленную оси ОХ
- 4) 6 м/с, направленную противоположно оси ОХ

4 Установите соответствие между физическими величинами и их числовыми значениями для движения тела в промежутке времени от 17,5 с до 22,5 с. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) перемещение тела, s_x	1) 0 м
Б) координата тела, x в момент $t = 22,5$ с	2) 12,5 м
В) путь, ℓ	3) 25 м
	4) 75 м
	5) 100 м
	6) 175 м

Ответ:

А	Б	В

5 Известно, что в промежутке времени от 17,5 с до 20 с на тело в горизонтальном направлении действовала только сила трения. Рассчитайте проекцию силы тяги, действующую на брусок в течение первых 5 с движения. Ответ выразите в единицах СИ.

Ответ: _____ Н.

6 Верны ли следующие суждения об изменении импульса тела $\overline{\Delta p}$ за последние 7,5 с движения?

- А. $|\overline{\Delta p}| = 5$ кг·м/с, $\overline{\Delta p} \uparrow\uparrow \overline{Ox}$
Б. $|\overline{\Delta p}| = 5$ кг·м/с, $\overline{\Delta p} \uparrow\downarrow \overline{Ox}$

- 1) верно только суждение А
- 2) верно только суждение Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

7 Чему равны значения работы равнодействующей силы A и изменения кинетической энергии тела ΔW_k в течение первых 10 с движения?

- 1) $\Delta W_k = 0$ Дж; $A = 0$ Дж
- 2) $\Delta W_k = 25$ Дж; $A = 25$ Дж
- 3) $\Delta W_k = 50$ Дж; $A = 50$ Дж
- 4) $\Delta W_k = 0$ Дж; $A = 50$ Дж

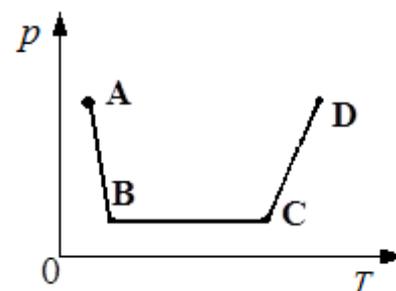
8 В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?

- 1) малую сжимаемость
- 2) текучесть
- 3) давление на дно сосуда
- 4) изменение объёма при нагревании

9 Как изменится средняя квадратичная скорость теплового движения частиц газа, состоящего из молекулярного водорода, при диссоциации молекул на отдельные атомы? Температуру газа считать постоянной.

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз
- 4) увеличится в $\sqrt{2}$ раз

10 В сосуде постоянного объёма находится идеальный газ, массу которого изменяют. На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния газа. Какая из точек диаграммы соответствует состоянию, в котором масса газа наибольшая?



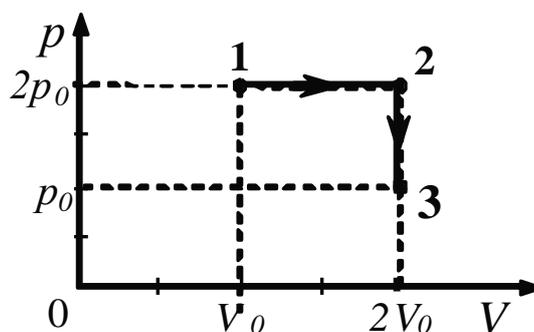
- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D

11 При температуре 10°C и давлении 10^5 Па плотность газа равна $2,5$ кг/м³. Какова молярная масса газа?

- 1) 5,9 г/моль
- 2) 69 г/моль
- 3) 587 кг/моль
- 4) $59 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

- 12** 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

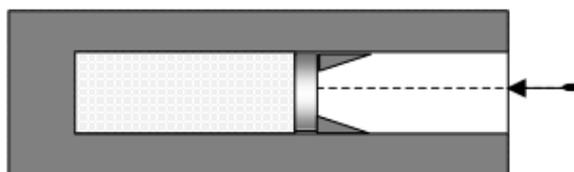
- 13** Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа от объёма. Количество теплоты, переданное газу в этом процессе, равно
- 1) $p_0 V_0$
 - 2) $2 p_0 V_0$
 - 3) $5 p_0 V_0$
 - 4) $8 p_0 V_0$



- 14** Температура воздуха на улице равна $-10\text{ }^\circ\text{C}$. Кусок льда внесли с улицы в подвал, температура воздуха в котором поддерживается равной $0\text{ }^\circ\text{C}$. Какие изменения произойдут со льдом через большой промежуток времени?
- 1) температура льда станет равной нулю, лед размягчится.
 - 2) температура льда станет равной нулю, лед частично расплавится.
 - 3) температура льда станет равной нулю, лед полностью расплавится.
 - 4) температура льда станет равной нулю, лед плавиться не будет.

- 15** Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. На высоте, где температура воздуха $17\text{ }^\circ\text{C}$ и давление 10^5 Па , шар может удерживать груз массой 225 кг. Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара.

- 16** 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. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нем. 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.



Система оценивания итоговой работы по физике

№ задания	Ответ
1	2
2	2
3	2
4	145
5	-1
6	1
7	1
8	2
9	4
10	1
11	4
12	1
13	3
14	4
15	100
16	90

Критерии оценивания задания с развёрнутым ответом

15

Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. На высоте, где температура воздуха $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давление 10^5 Па , шар может удерживать груз массой 225 кг. Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара.

Образец возможного решения

1. Воздушный шар на указанной высоте находится в равновесии,

следовательно: $(m_{\text{обол}} + m_{\text{гелия}} + m_{\text{груза}})g = F_{\text{Арх}}$;
 $F_{\text{Арх}} = \rho_{\text{возд}} g V_{\text{шара}}$,

где $m_{\text{обол}}$, $m_{\text{гелия}}$ – массы оболочки шара и гелия в оболочке соответственно, $m_{\text{груза}}$ – масса груза, $F_{\text{Арх}}$ – архимедова сила, действующая на шар, $V_{\text{шара}}$ – объём шара, $\rho_{\text{возд}}$ – плотность воздуха на высоте, где находится шар.

2. Массу гелия и плотность воздуха на заданной высоте найдем, используя уравнение Менделеева-Клапейрона и определение плотности вещества:

$$p_{\text{гелия}} V_{\text{гелия}} = \frac{m_{\text{гелия}}}{M_{\text{гелия}}} RT_{\text{гелия}} ;$$

$$p_{\text{возд}} V_{\text{возд}} = \frac{m_{\text{возд}}}{M_{\text{возд}}} RT_{\text{возд}} ;$$

$$\rho_{\text{возд}} = \frac{m_{\text{возд}}}{V_{\text{возд}}} = \frac{p_{\text{возд}} M_{\text{возд}}}{RT_{\text{возд}}} ;$$

при этом давление гелия в оболочке равно давлению воздуха на заданной высоте, температуры воздуха и гелия одинаковы (тепловое равновесие), а молярные массы гелия и воздуха – табличные величины.

3. Подставляя полученные выражения в уравнение равновесия шара, получим:

$$m_{\text{гелия}} = \frac{F_{\text{Арх}}}{g} - (m_{\text{обол}} + m_{\text{груза}})$$

$$m_{\text{гелия}} = \frac{p_{\text{возд}} M_{\text{возд}}}{RT_{\text{возд}}} \cdot V_{\text{шара}} - (m_{\text{обол}} + m_{\text{груза}});$$

$$V_{\text{шара}} = V_{\text{гелия}} = \frac{m_{\text{гелия}}}{M_{\text{гелия}} \cdot p_{\text{гелия}}} RT_{\text{гелия}}$$

$$m_{\text{гелия}} = \frac{p_{\text{возд}} M_{\text{возд}}}{RT_{\text{возд}}} \cdot \frac{m_{\text{гелия}}}{M_{\text{гелия}} \cdot p_{\text{гелия}}} RT_{\text{гелия}} - (m_{\text{обол}} + m_{\text{груза}});$$

$$m_{\text{гелия}} = \frac{(m_{\text{обол}} + m_{\text{груза}})}{\frac{M_{\text{возд}}}{M_{\text{гелия}}} - 1}.$$

4. Выполняя вычисления, получим массу гелия:

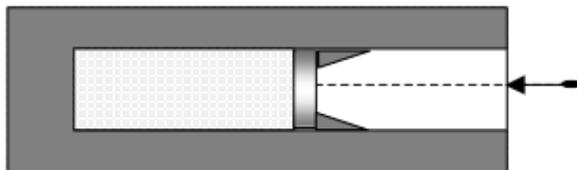
$$m_{\text{гелия}} = \frac{(400 + 225)}{\frac{29}{4} - 1} = 100 \text{ (кг)}.$$

Ответ: масса гелия в оболочке шара равна 100 кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории, физические законы и формулы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение равновесия шара, уравнение Менделеева-Клапейрона, формула плотности вещества);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

<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 объёме или отсутствуют. ИЛИ Пункт III представлен не в полном объёме, содержит ошибки или отсутствует. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному 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. ИЛИ 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. ИЛИ 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

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. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нем. 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.

Образец возможного решения

1. В описанном процессе увеличивается температура газа в цилиндре и, следовательно, возрастает его внутренняя энергия.
2. Гелий в цилиндре можно считать идеальным газом, его внутренняя энергия и изменение внутренней энергии равны

$$U = \frac{3}{2} \nu RT,$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T,$$

где ν – количество вещества в цилиндре; ΔT – изменение температуры газа в ходе процесса.

3. Так как теплообменом между газом, цилиндром и поршнем можно пренебречь, то изменение внутренней энергии газа происходит только за счет работы внешних сил (силы давления поршня на газ): $\Delta U = A_{\text{внеш}}$ (первое начало термодинамики), так как поршень движется внутри цилиндра без трения.

4. По закону сохранения импульса в случае неупругого столкновения пули и поршня имеем:

$$m_{\text{п}} v_{\text{п}} = (m_{\text{п}} + M) v_{\text{поршня}};$$

$$v_{\text{поршня}} = \frac{m_{\text{п}} v_{\text{п}}}{m_{\text{п}} + M},$$

где $m_{\text{п}}$ – масса пули, $v_{\text{п}}$ – скорость пули в момент удара в поршень, $v_{\text{поршня}}$ – скорость поршня после застревания в нем пули, M – масса поршня.

5. Кинетическая энергия, приобретенная поршнем в результате попадания в него пули, равна

$$W_{\text{поршня}} = \frac{(m_{\text{п}} + M)v_{\text{поршня}}^2}{2};$$

$$W_{\text{поршня}} = \frac{(m_{\text{п}} + M)m_{\text{п}}^2 v_{\text{п}}^2}{2(m_{\text{п}} + M)^2} = \frac{m_{\text{п}}^2 v_{\text{п}}^2}{2(m_{\text{п}} + M)}.$$

6. Газ в цилиндре сжимается и нагревается до тех пор, пока поршень не остановится, то есть

$$\Delta W_{\text{поршня}} + \Delta U = 0;$$

$$\frac{m_{\text{п}}^2 v_{\text{п}}^2}{2(m_{\text{п}} + M)} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

$$(m_{\text{п}} + M) = \frac{m_{\text{п}}^2 v_{\text{п}}^2}{3\nu R \Delta T};$$

$$M = \frac{m_{\text{п}}^2 v_{\text{п}}^2}{3\nu R \Delta T} - m_{\text{п}}.$$

7. Выполняя расчеты, найдем массу поршня:

$$M = \frac{0,01^2 \cdot 400^2}{3 \cdot 0,1 \cdot 8,31 \cdot 64} - 0,01 = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ (кг)}.$$

Ответ: масса поршня равна 0,09 кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории, физические законы и формулы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, теорема о кинетической энергии, формула внутренней энергии идеального газа);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

<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 объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Пункт III представлен не в полном объёме, содержит ошибки или отсутствует.</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 одному 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