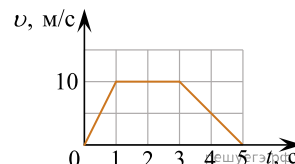


Вариант 34

ID: 13887

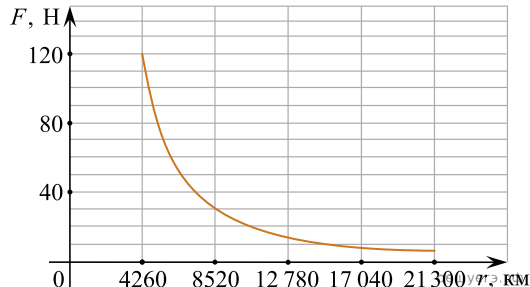
№ 1.

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v тела от времени t . Определите по графику путь, пройденный телом в интервале времени от 0 до 5с после начала движения. *Ответ запишите в метрах.*



№ 2.

На графике изображена зависимость модуля силы F взаимодействия точечного тела массой 50кг и некоторой планеты от расстояния r между ними. Радиус планеты 4260км. Определите величину ускорения свободного падения на расстоянии от поверхности планеты, равном радиусу этой планеты. *Ответ дайте в метрах на секунду в квадрате.*



№ 3.

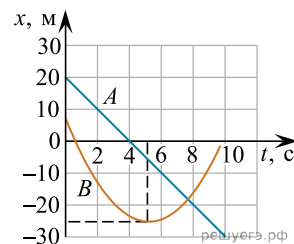
Жесткость пружины детского игрушечного пистолета равна 40Н/м. Для его зарядки нужно приложить максимальную силу 2Н, направленную вдоль оси пружины. Какую кинетическую энергию приобретает шарик, которым выстреливают из этого пистолета, если трение в механизме пистолета очень мало? *Ответ запишите в миллиджоулях.*

№ 4.

Груз на длинной легкой пружине совершает колебания с частотой 0,5Гц. Пружину разрезали на 4равные части и прикрепили к одной из частей тот же груз. Чему стал равен период колебаний получившегося пружинного маятника? (Ответ дайте в секундах.)

№ 5.

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел A и B , движущихся вдоль оси Ox . Выберите все верные утверждения о характере движения тел.



1. Проекция ускорения тела B на оси Ox положительна.
2. В момент времени 3 с проекция скорости тела A на ось Ox равна -5 м/с.
3. Импульс тела A с течением времени увеличивается.
4. За время от 3 до 9 с тело B прошло путь 15 м.
5. В момент времени 2 с скорость тела B равна 0.

№ 6.

Из точки, находящейся на высоте 101,25 м над горизонтальной площадкой, брошено тело массой 1 кг, начальная скорость которого направлена по горизонтали. Тело движется в плоскости XOY , уравнение его траектории имеет вид: $y = 101,25 - 1,25x^2$. В момент броска тело имело координату $x=0$ м. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) дальность полета тела
- Б) начальная кинетическая энергия тела

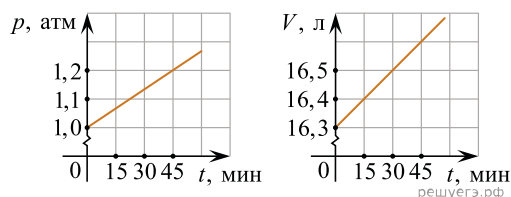
ЗНАЧЕНИЕ В СИ

- 1) 1,25
- 2) 2
- 3) 9
- 4) 101,25

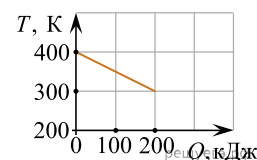
А	Б

№ 7.

На графиках приведены зависимости давления p и объема V от времени t для 0,4 молей идеального газа. Чему равна температура газа в момент $t = 45$ минут? Ответ выразите в кельвинах с точностью до 10 К.

**№ 8.**

На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела? Ответ дайте в джоулях на килограмм на кельвин.

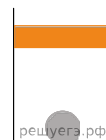
**№ 9.**

Объём сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1,5 моля гелия. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде увеличилось.
- 5) Парциальное давление водорода уменьшилось.

№ 10.

В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплен и может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик (см. рисунок). Газ нагревают. Как изменятся в результате этого давление газа и действующая на шарик сила Архимеда? Атмосферное давление неизменно.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Давление газа	Сила Архимеда

№ 11.

Резистор1с электрическим сопротивлением 3Ом и резистор2с электрическим сопротивлением 6Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе 1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе 2 за одинаковое время?

№ 12.

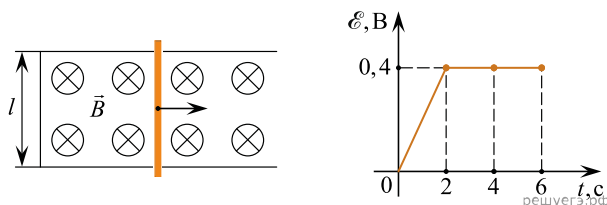
Протон p , имеющий скорость v , и нейтрон n , имеющий скорость $2v$, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции. Определите отношение $\frac{F_n}{F_p}$ модулей сил, действующих со стороны магнитного поля на эти частицы.

№ 13.

При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 53° , а угол преломления 37° ($\sin 37^\circ = 0,6$, $\sin 53^\circ = 0,8$). Каков относительный показатель преломления второй среды относительно первой? (Ответ округлить до сотых.)

№ 14.

По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см.рис.). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4$ Тл, длина проводника $l = 0,1$ м.



1. Проводник все время двигался с одинаковой скоростью.
2. Через 2 с проводник остановился.
3. В момент времени 4 с скорость проводника была равна 10 м/с.
4. Первые 2 с сила тока в проводнике увеличивалась.
5. Через 2 с проводник начал двигаться в противоположную сторону.

№ 15.

Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Энергия запасенная в колебательном контуре
- Б) Максимальная сила тока, протекающего через катушку

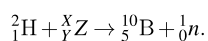
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 2) $\frac{q^2}{2C}$
- 3) $\frac{Cq^2}{2}$
- 4) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$

А	Б

№ 16.

В результате реакции синтеза ядра дейтерия с ядром ${}^X_Z$ образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией:



Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?

X	Y

№ 17.

Ядро атома претерпевает альфа-распад. Как изменяется массовое число ядра и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Массовое число	Число протонов в ядре

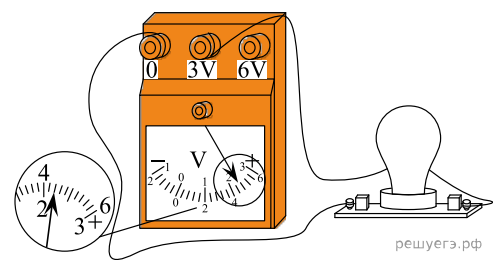
№ 18.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1.Если тело движется равноускоренно, то его ускорение увеличивается за одинаковые промежутки времени равномерно.
- 2. При изотермическом расширении постоянной массы идеального газа его внутренняя энергия увеличивается
- 3.В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение свободных электронов, происходящее на фоне их теплового движения.
- 4.Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 5. При β -распаде заряд ядра увеличивается на один элементарный заряд.

№ 19.

Чему равно напряжение на лампочке (см.рис.), если погрешность прямого измерения напряжения на пределе измерения 3В равна $\pm 0,15\text{В}$, а на пределе измерения 6 В равна $\pm 0,25\text{ В}$? *Ответ дайте в вольтах $\pm$ погрешность. В ответ перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*



№ 20.

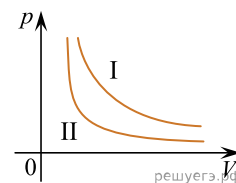
В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закреплённой с двух сторон, от силы её натяжения. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

№ установки	Сила натяжения струны, Н	Диаметр струны, мм	Материал струны
1	15	0,5	Сталь
2	10	1	Сталь
3	10	0,5	Медь
4	25	1	Сталь
5	20	1	Пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

№ 21.

Две порции одного и того же идеального газа изотермически расширяются при одной и той же температуре. Изотермы представлены на рисунке. Почему изотерма I лежит выше изотермы II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



№ 22.

На заводе изготовили биметаллическую деталь в виде сплошного цилиндра, внутренняя осесимметричная цилиндрическая часть которого выполнена из железа, а остальная — из алюминия. Площадь поперечного сечения алюминиевой части цилиндра в 2 раза больше, чем у железной, а масса всей детали равна $m = 1,5 \text{ кг}$. Какое количество теплоты нужно сообщить этой детали для того, чтобы повысить ее температуру на 1 К ?

№ 23.

В жёстком теплоизолированном сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной $u_1 = 1400 \text{ м/с}$. В сосуд добавили $\nu_2 = 0,8$ моля гелия с температурой $T_2 = 350 \text{ К}$. Какая температура T гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

№ 24.

Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^5 \text{ Па}$. Чему равна внутренняя энергия газа после расширения?

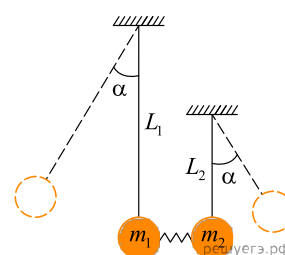
№ 25.

Положительно заряженный шар массой m и зарядом q подвешен на тонкой нерастяжимой нити длиной l в однородном электрическом поле с напряженностью $\vec{E}$, направленной вниз. Шар совершает круговые движения в горизонтальной плоскости, при этом нить составляет угол α с вертикалью. Нарисуйте все силы, действующие на шар, и найдите частоту его обращения.

№ 26.

Между шариками массами m_1 и m_2 соответственно зажата пружина, которая стянута нитью. Нить пережигают и пружина разжимается, в результате шарики отклоняются на одинаковый угол α . Найдите отношение длин нитей $\frac{L_1}{L_2}$. Сжатие пружины намного меньше длины нитей.

Какие законы Вы использовали для описания взаимодействия тел? Обоснуйте их применение к данному случаю.



Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	38709	35
2	19719	0,6
3	31877	50
4	7281	1
5	35137	12
6	12856	32
7	8440	600
8	1003	500
9	44613	345 354 435 453 534 543
10	29449	32
11	1428	0,5
12	41543	0
13	1838	1,33
14	8202	34 43
15	3612	24
16	2104	94
17	35178	22
18	42284	35
19	20032	2,200,15
20	46129	24 42

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведен правильный ответ, и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Решение. Идеальный газ подчиняется уравнению состояния Клапейрона — Менделеева: $pV = \nu RT$.

Следовательно, процесс изотермического расширения фиксированного количества газа ν изображается на диаграмме $p - V$ линией $p(V) = \nu RT \frac{1}{V}$. То есть чем больше количество газа ν , тем выше проходит гипербола, изображающая процесс. Именно этим и объясняется тот факт, что изотерма I лежит выше изотермы II: в первом случае в сосуде находилось больше газа, чем во втором: $\nu_1 > \nu_2$.

Более того, поскольку газ в обоих случаях одинаковый, можно заключить, что в первом случае масса газа больше, чем во втором: $\nu = \frac{m}{\mu} \Leftrightarrow m_1 > m_2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для связи массы с плотностью и объемом тела и выражение для теплоемкости тела с известными массой и удельной теплоемкостью); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты. ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Обозначим длину цилиндра l , площадь сечения железной части детали S , тогда алюминиевая часть по условию будет иметь площадь сечения $2S$. Плотности железа и алюминия $\rho_{\text{ж}}$ и $\rho_{\text{ал}}$ приведены в таблицах, как и удельные теплоемкости этих металлов $c_{\text{ж}}$ и $c_{\text{ал}}$.

2. Исходя из формулы для связи массы с плотностью и объемом тел, можно записать для массы всей детали, состоящей из двух частей: $m = \rho_{\text{ж}}Sl + 2\rho_{\text{ал}}Sl$. Отсюда объем железа равен $Sl = \frac{m}{\rho_{\text{ж}} + 2\rho_{\text{ал}}}$, его масса равна $m_{\text{ж}} = m\rho_{\text{ж}}/(\rho_{\text{ж}} + 2\rho_{\text{ал}})$, и аналогичным образом получаем, что масса алюминия равна $m_{\text{ал}} = \frac{2m\rho_{\text{ал}}}{\rho_{\text{ж}} + 2\rho_{\text{ал}}}$.

3. Для того чтобы повысить температуру этой детали на $\Delta T = 1 \text{ К}$, необходимо сообщить ей количество теплоты

$$Q = c_{\text{ж}}m_{\text{ж}}\Delta T + c_{\text{ал}}m_{\text{ал}}\Delta T = \frac{m\Delta T(c_{\text{ж}}\rho_{\text{ж}} + 2c_{\text{ал}}\rho_{\text{ал}})}{\rho_{\text{ж}} + 2\rho_{\text{ал}}}.$$

Подставляя численные значения, получаем:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ К} \cdot (460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 7800/\text{кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3)}{7800 \text{ кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3} = 960 \text{ Дж.} \\
 Q &= \frac{1,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ К} \cdot (460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 7800/\text{кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3)}{7800 \text{ кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3} = \\
 &= \frac{1,5 \text{ кг} \cdot 1 \text{ К} \cdot (460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 7800/\text{кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3)}{7800 \text{ кг}/\text{м}^3 + 2 \cdot 2700 \text{ кг}/\text{м}^3} = \\
 &= 960 \text{ Дж.}
 \end{aligned}$$

Ответ: $Q = 960 \text{ Дж}$.

№ 23.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

Решение. 1.Порции гелия, помещённые в жёсткий теплоизолированный сосуд, не совершают работу и не обмениваются количеством теплоты с окружающей средой, поэтому из первого закона термодинамики следует, что их суммарная внутренняя энергия сохраняется: $U = U_1 + U_2$.

2.Выражения для внутренней энергии двух порций одноатомного идеального газа имеют вид: $U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT_2$.

3. Для дальнейших расчётов необходимо найти температуру T_1 , связанную со среднеквадратичной скоростью v_1 движения атомов гелия: $\frac{\mu v_1^2}{2} = \frac{3}{2} RT_1$, откуда

$$T_1 = \frac{\mu v_1^2}{3R} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 1400^2}{3 \cdot 8,31} \approx 314,5 \text{ К.}$$

4.Газы в сосуде после перемешивания и установления равновесия приобретут искомую температуру T , так что

$$U = U_1 + U_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) RT$$

и

$$T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2} = \frac{1 \cdot 314,5 + 0,8 \cdot 350}{1 + 0,8} \approx 330,3 \text{ К.}$$

Ответ: $T \approx 330,3 \text{ К.}$

№ 24.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева — Клапейрона, первое начало термодинамики и выражение для внутренней энергии газа); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам — II и III, — представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
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 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
Максимальный балл	3

Решение. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия определяется только его температурой:

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

Согласно условию, процесс идет таким образом, что давление изменяется обратно пропорционально квадрату объема, то есть можно записать $p = \frac{\alpha^2}{V^2}$, где α — некоторая постоянная (константа выбрана таким образом для удобства дальнейшего изложения). Обращая данное равенство получаем, что $V = \frac{\alpha}{\sqrt{p}}$.

Идеальный газ подчиняется уравнению Клапейрона — Менделеева $pV = \nu RT$, откуда получаем:

$$p \frac{\alpha}{\sqrt{p}} = \nu RT,$$

$$\alpha\sqrt{p} = \nu RT.$$

Записав последнее выражение для начального и конечного состояний, после чего поделив одно на другое, получаем выражение для конечной температуры:

$$T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} = 600 \text{ К} \sqrt{\frac{10^5 \text{ Па}}{4 \cdot 10^5 \text{ Па}}} = 300 \text{ К}.$$

Таким образом, внутренняя энергия газа после расширения равна:

$$U = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 300 \text{ К} \approx 3740 \text{ Дж}.$$

Ответ: 3740 Дж.

№ 25.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной 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 данной 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
Максимальный балл	3

Решение. На шар действуют силы тяжести, сила электрического поля и сила натяжения нити. Поскольку $q > 0$, сила электрического поля сонаправлена с вектором напряженности.

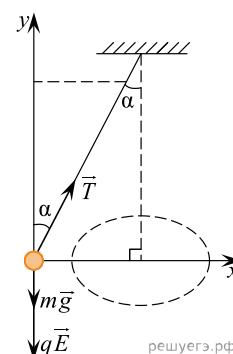
Направим оси в отдельно взятый момент вращения как показано на рисунке. Шар движется по окружности, поэтому $a_{\tau} = 0$, $a_{н.с.} = \frac{V^2}{R}$. Запишем второй закон Ньютона для шара:

$$q\vec{E} + m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}.$$

В проекции на ось Ox : $T \sin \alpha = ma_{н.с.}$ (1).

В проекции на ось Oy : $T \cos \alpha - mg - qE = 0 \Leftrightarrow T \cos \alpha = mg + qE$ (2).

Из (2) выразим T и подставим в (1):



$$T = \frac{mg + qE}{\cos \alpha},$$

$$(mg + qE) \operatorname{tg} \alpha = \frac{mV^2}{l \sin \alpha} \Leftrightarrow V^2 = \frac{l(mg + qE) \sin^2 \alpha}{m \cos \alpha},$$

$$V = \sin \alpha \sqrt{\frac{l(mg + qE)}{m \cos \alpha}}.$$

Частота обращения равна:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{V}{R} \cdot \frac{1}{2\pi},$$

$$\nu = \frac{1}{2\pi l \sin \alpha} \cdot \sin \alpha \sqrt{\frac{l(mg + qE)}{m \cos \alpha}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mg + qE}{ml \cos \alpha}}.$$

Ответ: $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mg + qE}{ml \cos \alpha}}.$

№ 26.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачеркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной 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 данной 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
<i>Максимальный балл</i>	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной.

Шарики имеют малые размеры по сравнению с длиной нити, поэтому будем считать их материальными точками.

При пережигании нити пружина толкает оба шарика, действуя на шарики внутренней силой— силой упруго-

сти, все внешние силы, действующие на систему двух шариков, направлены вертикально (силы тяжести и натяжения нитей), поэтому сохраняется горизонтальная проекция импульса системы шариков, поскольку импульс пружины пренебрежимо мал из-за ее малой массы.

В процессе движения каждого шарика на нити к верхней точке своей траектории на каждый из них действуют сила тяжести $\vec{m}\vec{g}$ и сила натяжения нити $\vec{T}$. Изменение механической энергии шарика в ИСО равно работе всех непотенциальных сил, приложенных к нему. В данном случае единственной такой силой является сила натяжения нити $\vec{T}$. Заметим, что в каждой точке траектории $\vec{T}$ перпендикулярен $\vec{v}$, где $\vec{v}$ — скорость шарика, поэтому работа силы $\vec{T}$ равна нулю, а механическая энергия каждого шарика на этом участке его движения сохраняется.

Перейдем к решению.

1. После пережигания нити шарики взаимодействуют друг с другом. По закону сохранения импульса $0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$. В проекции на горизонтальную ось получаем $m_1 v_1 = m_2 v_2$.

2. Шарики поднимаются на некоторую высоту. По закону сохранения энергии:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h_1, \text{ где } h_1 = L_1 (1 - \cos \alpha);$$

$$\frac{m_2 v_2^2}{2} = m_2 g h_2, \text{ где } h_2 = L_2 (1 - \cos \alpha).$$

Объединяя формулы, получаем:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^2 = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2.$$

Ответ: $\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^2$.
