

Вариант 22

№ 1.

Точечное тело начинает движение из состояния покоя и движется равноускоренно вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности. Используя таблицу, определите значение проекции на ось Ox ускорения этого тела. (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате.)

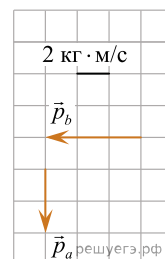
Момент времени $t, \text{с}$	Координата тела $x, \text{м}$
0	2
3	6,5
4	10

№ 2.

Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, к другому концу приложили силу равную 15 Н , при этом пружина растянулась на 2 см . Определите жесткость данной пружины. Ответ дайте в ньютонах на метр.

№ 3.

Система состоит из двух тел a и b . На рисунке стрелками в заданном масштабе указаны импульсы этих тел. Чему по модулю равен импульс всей системы? Ответ выразите в килограммах на метр в секунду и округлите до десятых.



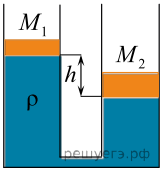
№ 4.

На рычаг действуют две силы. Момент первой силы относительно оси вращения рычага равен $50 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Какова величина второй силы, если ее плечо относительно этой же оси равно $0,5 \text{ м}$ и рычаг при этом находится в равновесии?

Ответ запишите в Ньютонах.

№ 5.

Два одинаковых вертикальных сообщающихся цилиндрических сосуда заполнены водой и закрыты поршнями массами $M_1=1\text{кг}$ и $M_2=2\text{кг}$. Когда система находится в равновесии, правый поршень с площадью основания 100 см^2 расположен ниже левого на величину $h = 10\text{ см}$.



Выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

- 1. Величина h при заданных массах поршней зависит от плотности материала, из которого они изготовлены.
- 2. Если на левый поршень поместить груз массой $m = 1\text{ кг}$, поршни будут находиться на одном уровне.
- 3. Если на правый поршень поместить груз массой $m=1\text{кг}$, разность уровней между левым и правым поршнями составит 15 см .
- 4. Если массу левого поршня увеличить на 1 кг , то он сдвинется на 5 см вниз.
- 5. Если вместо воды в сосуды налить керосин, то в состоянии равновесия левый поршень будет выше правого на $12,5\text{ см}$.

№ 6.

Изначально полностью погруженный в воду батискаф движется с постоянной скоростью вниз, при этом не достигая дна. Как при этом изменяются кинетическая энергия батискафа и сила Архимеда, действующая на него. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Кинетическая энергия	Сила Архимеда

№ 7.

В сосудах 1 и 2 находится один и тот же идеальный газ. Концентрации молекул газов в сосудах одинаковые, а среднеквадратичная скорость движения молекул газа в сосуде 1 в два раза больше, чем в сосуде 2.

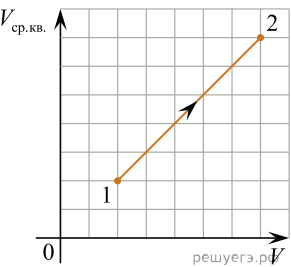
Чему равно отношение давлений $\frac{p_1}{p_2}$ газов в сосудах 1 и 2?

№ 8.

Алюминиевому и железному цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к увеличению температуры цилиндров, причем увеличение температуры алюминиевого цилиндра оказалось в 2 раза больше, чем железного: $\Delta t_{\text{Al}} = 2\Delta t_{\text{Fe}}$. Определите отношение масс этих цилиндров $\frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Fe}}}$. (Ответ округлите до сотых.) Удельная теплоемкость железа равна $460\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$, алюминия — $900\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

№ 9.

На рисунке показан график зависимости модуля среднеквадратичной скорости $V_{\text{ср. кв.}}$ атомов одноатомного идеального газа от объема V газа в некотором процессе 1→2. Количество атомов газа в течение этого процесса не изменяется.



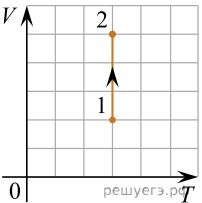
На основании анализа представленного графика выберите все верные утверждения.

- 1. В процессе 1→2 газ совершает положительную работу.
- 2. В процессе 1→2 внутренняя энергия газа уменьшается.
- 3. В процессе 1→2 давление p газа возрастает прямо пропорционально объему V газа.
- 4. В процессе 1→2 газ отдает некоторое количество теплоты окружающим телам.
- 5. Процесс 1→2 является изобарическим.

№ 10.

На VT -диаграмме изображен процесс перехода одного моля идеального газа из состояния 1 в состояние 2.

Определите, как при этом переходе изменяются давление газа и плотность газа. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.



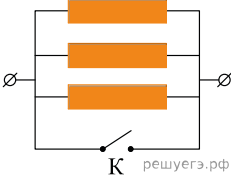
- 1. Увеличивается.
- 2. Уменьшается.
- 3. Не изменяется.

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

Давление газа	Плотность газа

№ 11.

На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно $R = 1 \text{ Ом}$. Чему равно полное сопротивление участка при замкнутом ключе К?



№ 12.

Два прямолинейных проводника помещают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Первый проводник длиной L помещён в поле с модулем индукции B , а второй, длиной $4L$, — в поле с модулем индукции $4B$. В проводниках протекают одинаковые токи. Чему равно отношение модулей сил Ампера, действующих на проводники?

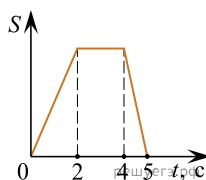
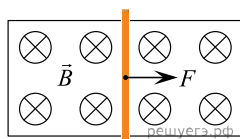
№ 13.

В идеальном колебательном контуре, состоящем из плоского конденсатора и катушки индуктивности, происходят электромагнитные колебания с периодом 2 мс. Каким будет период колебаний в этом контуре, если увеличить расстояние между пластинами конденсатора в 4 раза?

Ответ дайте в миллисекундах.

№ 14.

По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рис.). На графике приведена зависимость площади контура от времени. Модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4 \text{ Тл}$, длина проводника $l = 0,1 \text{ м}$. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.



1. В момент времени 1 с сила Ампера, действующая на перемычку, направлена вправо.
2. В интервале времени от 2 до 4 с по перемычке ток не течет.
3. Наибольший ток по перемычке протекает в интервале времени от 4 до 5 с.
4. На всех участках к перемычке не прикладывается сила, поскольку рельсы гладкие.
5. В интервале времени от 4 до 5 с модуль ЭДС индукции минимален.

№ 15.

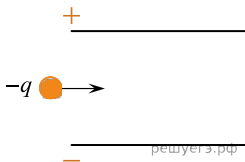
Отрицательно заряженная пылинка, движущаяся со скоростью, намного меньшей скорости света, влетает в пространство между пластинами заряженного плоского конденсатора так, как показано на рисунке. Пылинка пролетает через конденсатор. Действием сил тяжести и трения, а также искажениями электрического поля вблизи краев пластин конденсатора можно пренебречь.

Как изменятся за время пролета через конденсатор модуль импульса пылинки и расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора, если увеличить напряжение между его пластинами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1. Увеличивается.
- 2. Уменьшается.
- 3. Не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.



Модуль импульса пылинки в момент вылета из конденса- тора	Расстояние от пылинки до положительно заряженной пласти- ны конденсатора в момент вылета

№ 16.

Ядро $^{128}_{52}\text{Te}$ может испытывать двойной бета-распад, при котором образуются два электрона, два антинейтрино и дочернее ядро (продукт распада). Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в дочернем ядре?

Число протонов	Число нейтронов

В ответе запишите число протонов и нейтронов слитно без пробела.

№ 17.

Металлическую пластинку облучают светом с длиной волны λ . Как изменятся запирающее напряжение и энергия падающего излучения, если увеличить длину волны падающего излучения?

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.

Запирающее напряжение	Энергия падающего излучения

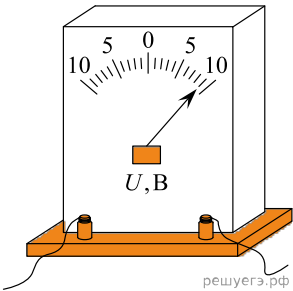
№ 18.

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

- 1) При увеличении длины нити математического маятника частота его колебаний уменьшается.
- 2) Явление диффузии невозможно в твёрдых телах.
- 3) Если линии индукции однородного магнитного поля параллельны прямому проводнику, по которому течёт электрический ток, то сила Ампера на этот проводник не действует.
- 4) Дифракция — это зависимость показателя преломления материала от длины волны света.
- 5) Если период полураспада радиоактивных ядер равен T , то за время, равное $2T$, распадутся все изначально имевшиеся радиоактивные ядра.

№ 19.

Запишите результат измерения электрического напряжения, учитывая, что погрешность равна половине цены деления. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 20.

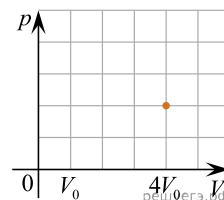
Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения стали по дереву. Для этого школьник взял стальной брусок с крючком. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Деревянная рейка.
2. Динамометр.
3. Мензурка.
4. Пластмассовая рейка.
5. Линейка.

В ответ запишите номера выбранных предметов.

№ 21.

В стеклянном цилиндре под поршнем при комнатной температуре t_0 находится только водяной пар. Первоначальное состояние системы показано точкой на pV -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объем V под поршнем изотермически уменьшают от $4V_0$ до V_0 . Когда объем V достигает значения $2V_0$, на внутренней стороне стенок цилиндра выпадает роса. Постройте график зависимости давления p в цилиндре от объема V на отрезке от V_0 до $4V_0$. Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



№ 22.

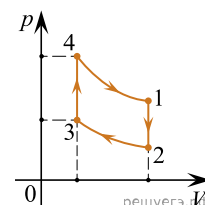
Груз массой 400г подвешен на пружине жесткостью 250Н/м к потолку неподвижного лифта. Лифт равноускоренно опускается вниз в течение 3с. На какое расстояние опускается лифт, если удлинение пружины при установившемся движении груза равно 1,5 см?

№ 23.

В стакан калориметра налили 150г воды. Начальная температура калориметра и воды 55°C. В эту воду опустили кусок льда, имевшего температуру 0°C. После того как наступило тепловое равновесие, температура воды в калориметре стала 5°C. Определите массу льда. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Удельную теплоту плавления льда принять равной $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг. Ответ приведите в граммах и округлите до целого числа.

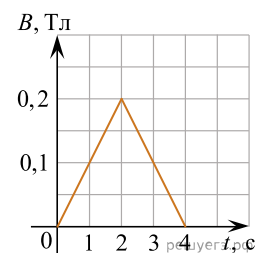
№ 24.

Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль участвует в циклическом процессе, состоящем из двух изохор и двух адиабат. В процессе 1–2 давление газа уменьшается в 3 раза, а в процессе 3–4 давление газа увеличивается в 2 раза. Температуры газа в состояниях 1 и 3 равны соответственно $T_1 = 600$ К и $T_3 = 500$ К. Определите КПД данного цикла.



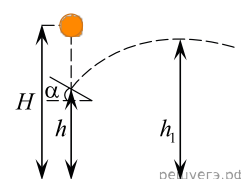
№ 25.

Намотанная на каркас проволочная катушка сопротивлением $R = 2 \text{ Ом}$, выводы которой соединены друг с другом, помещена в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витков катушки. Модуль вектора магнитной индукции B поля изменяется с течением времени t так, как показано на графике. К моменту времени $\tau = 1 \text{ с}$ через катушку протек электрический заряд $q = 5 \text{ мКл}$. Сколько витков содержит катушка, если все витки одинаковые и имеют площадь $S = 100 \text{ см}^2$?



№ 26.

Шарик падает из состояния покоя и на высоте $h=1\text{м}$ от поверхности Земли абсолютно упруго ударяется о доску, расположенную под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см.рисунок). Модуль скорости шарика после отскока от доски равен модулю скорости шарика непосредственно перед ударом. После удара шарик поднялся на максимальную высоту $h_1=1,25\text{м}$ от поверхности Земли. Определите с какой высоты H над поверхностью Земли упал шарик, если после удара его скорость направлена под углом 2α к вертикали. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	4338	1
2	50698	750
3	402	7,2
4	26715	100
5	28111	245
6	43109	33
7	27120	4
8	6304	0,26
9	11268	13 31
10	12965	22
11	1415	0
12	50756	2
13	29797	1
14	37896	23
15	27986	12
16	11276	5474
17	7298	22
18	39957	13
19	8060	9,00,5 90,5
20	9323	12 21

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведен правильный ответ (в данном случае — график зависимости давления под поршнем от объема при постоянной температуре, где верно указаны числовые данные п. 1) и представлено полное верное объяснение (в данном случае — п. 2, 3) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — конденсация пара, зависимость давления насыщенного пара только от температуры, закон Бойля — Мариотта для ненасыщенного пара).	3
Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении содержится один из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. 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
Максимальный балл	3

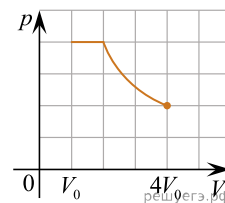
Решение. 1. На участке от $4V_0$ до $2V_0$ давление под поршнем при сжатии растет, подчиняясь закону Бойля— Мариотта. На участке от $2V_0$ до V_0 давление под поршнем постоянно (давление насыщенного пара на изотерме).

На участке от $4V_0$ до $2V_0$ график $p(V)$ — фрагмент гиперболы, на участке от $2V_0$ до V_0 — горизонтальный отрезок прямой (для экспертов: отсутствие названий не снижает оценку, названия помогают оценке графика, сделанного от руки).

2. В начальном состоянии $V = 4V_0$ под поршнем находится ненасыщенный водяной пар, при сжатии число молекул пара неизменно, пока на стенках сосуда не появится роса. В момент появления росы пар становится насыщенным, его давление равно p_n . Поэтому на участке от $4V_0$ до $2V_0$ давление под поршнем растет, подчиняясь закону Бойля — Мариотта: $pV = const$, то есть $p \sim 1/V$.

График зависимости $p(V)$ — фрагмент гиперболы.

3. После того как на стенках сосуда появилась роса, пар при медленном изотермическом сжатии остается насыщенным, в том числе при $V = V_0$. При этом количество вещества пара уменьшается, а количество вещества жидкости увеличивается (идет конденсация пара). Поэтому график $p(V)$ на участке от $2V_0$ до V_0 будет графиком константы, то есть отрезком горизонтальной прямой.



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. На груз действуют сила тяжести mg , направленная вертикально вниз, и сила упругости, равная по закону Гука $F_{\text{упр}} = kx$ и направленная вертикально вверх. При равноускоренном движении вниз по второму закону Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = m\vec{a},$$

$$\text{Оу: } mg - F_{\text{упр}} = ma.$$

Таким образом, ускорение лифта равно $a = \frac{mg - kx}{m}$.

При равноускоренном движении без начальной скорости $s = \frac{at^2}{2}$. В результате находим:

$$s = \frac{(mg - kx)t^2}{2m} = \frac{(0,4 \cdot 10 - 250 \cdot 0,015) \cdot 9}{2 \cdot 0,4} \approx 2,8 \text{ м.}$$

Ответ: $s \approx 2,8 \text{ м.}$

№ 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. При контакте тел с разной температурой, между ними начинается теплообмен. он продолжается до тех пор, пока температуры тел не выровняются. Так как система находится в калориметре, теплопотерями можно пренебречь. На плавление льда требуется количество теплоты $Q_1 = m_{\text{л}}\lambda$ и его нагревание $Q_2 = m_{\text{л}}c(t - t_{\text{пл}}$, при охлаждении воды выделяется количество теплоты $Q_3 = cm_{\text{в}}(t - t_2)$.

Составим уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0.$$

$$m_{\text{л}}\lambda + m_{\text{л}}c(t - t_{\text{пл}}) + cm_{\text{в}}(t - t_1) = 0.$$

В итоге, масса растаявшего льда равна

$$\begin{aligned}
 m_{\text{л}} &= \frac{c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_1 - t)}{\lambda + ct} = \frac{0,15 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (55 - 5) ^\circ\text{C}}{3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг} + 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 5 ^\circ\text{C}} = 0,090 \text{ кг} = 90 \text{ г}. \quad m_{\text{л}} = \frac{c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_1 - t)}{\lambda + ct} = \\
 &= \frac{0,15 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (55 - 5) ^\circ\text{C}}{3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг} + 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 5 ^\circ\text{C}} = 0,090 \text{ кг} = 90 \text{ г}. \quad m_{\text{л}} = \frac{c_{\text{в}}m_{\text{в}}(t_1 - t)}{\lambda + ct} = \\
 &= \frac{0,15 \text{ кг} \cdot 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (55 - 5) ^\circ\text{C}}{3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг} + 4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot 5 ^\circ\text{C}} = \\
 &= 0,090 \text{ кг} = 90 \text{ г}.
 \end{aligned}$$

Ответ: 90 г.

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	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, 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	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>	3

Решение. Проанализируем процессы, происходящие с идеальным одноатомным газом:

На участке 1—2 происходит изохорное охлаждение. Работу газ не совершает, изменение внутренней энергии газа равно

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(p_2 - p_1)V_1 = \frac{3}{2}\left(\frac{p_1}{3} - p_1\right)V_1 = -p_1V_1.$$

По первому закону термодинамики $Q_{12} = \Delta U_{12}$. Газ теплоту отдает холодильнику.

На участках 2—3 и 4—1 происходят адиабатное сжатие и расширение, поэтому $Q_{23} = Q_{41} = 0$.

На участке 3—4 происходит изохорное нагревание. Работу газ не совершает, изменение внутренней энергии газа равно

$$\Delta U_{34} = \frac{3}{2}(p_4 - p_3)V_3 = \frac{3}{2}(2p_3 - p_3)V_3 = 1,5p_3V_3.$$

По первому закону термодинамики $Q_{34} = \Delta U_{34}$. Газ теплоту получает от нагревателя.

Из уравнения Клапейрона-Менделеева $p_1V_1 = \nu RT_1$ и $p_3V_3 = \nu RT_3$.

Таким образом, получаем, что количество теплоты, полученное от нагревателя, равно $Q_{\text{н}} = 1,5\nu RT_3$, количество теплоты, отданное холодильнику, равно $Q_{\text{х}} = \nu RT_1$.

Следовательно, КПД теплового двигателя

$$\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} = 1 - \frac{\nu RT_1}{1,5\nu RT_3} = 1 - \frac{T_1}{1,5T_3} = 1 - \frac{600}{1,5 \cdot 500} = 0,2 = 20\%.$$

Ответ: 20%.

Критерии оценивания ответа на задание С5	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 вводимые в решении 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 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. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, 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 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 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
Максимальное количество баллов	3

Решение. При изменении магнитной индукции через катушку меняется магнитный поток через нее $\Delta\Phi = \Delta BSN \cos \alpha$, где по условию $\cos \alpha = 1$.

По закону электромагнитной индукции возникает ЭДС индукции $|\mathcal{E}| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, сила тока в катушке в соответствии с законом Ома $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

Учитывая, что сила тока по определению равна $I = \frac{q}{\Delta t}$, то заряд, протекший через проводящий контур, равен $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$. Объединяя формулы, найдем число витков в катушке:

$$N = \frac{\Delta\Phi}{S\Delta B} = \frac{qR}{S\Delta B}.$$

Подставляя в полученную формулу числовые данные, находим:

$$N = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{0,01 \cdot 0,1} = 10.$$

Ответ: $N = 10$ витков.

№ 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 (в данном случае: второй и третий законы Ньютона, выражение для силы трения скольжения, условие равновесия твёрдого тела); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены 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	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 объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём 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	4

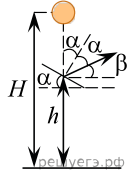
Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Шарик движется поступательно, поэтому его можно принять за материальную точку. По условию задачи силой сопротивления воздуха можно пренебречь. Поэтому шарик движется в поле Земного тяготения. Следовательно, для описания движения тел до столкновения с доской можно использовать закон сохранения энергии

Поскольку при ударе о доску модуль шарика не изменился, то можно считать, что удар абсолютно упругий, следовательно, угол отскока равен углу при падении и равен α .

Движение шарика после отскока от доски происходит под действием только силы тяжести, поэтому он движется с ускорением свободного падения.

Перейдем к решению.

Рассмотрим движение шарика до соударения о доску. В верхней точке он обладал потенциальной энергией $E_{п1} = mgH$, в момент удара — потенциальной $E_{п2} = mgh$ и кинетической $E_{к2} = \frac{mv^2}{2}$, где m — масса шарика, v — скорость шарика в момент удара о доску. По закону сохранения энергии $E_{п1} = E_{п2} + E_{к2}$. Тогда получаем:



$$mgH = mgh + \frac{mv^2}{2},$$

$$H = h + \frac{v^2}{2g}. \quad (1)$$

Из рисунка следует, что угол между скоростью при отскоке и горизонтом равен $\beta = 90^\circ - 2\alpha$.

Дальнейшее движение шарика происходило с ускорением свободного падения g . Проекция начальной скорости на вертикальную ось равна $v_y = v \sin \beta = v \sin(90^\circ - 2\alpha) = v \cos 2\alpha$. В точке максимального подъема $v_{y1} = 0$. Если выбрать в качестве начального уровня высоты точку отскока, то максимальная высота подъема при равноускоренном движении

$$h_1 - h = \frac{v_{y1}^2 - v_y^2}{-2g} = \frac{v^2 \cos^2 2\alpha}{2g}. \quad (2)$$

Объединяя формулы (1) и (2), получаем:

$$H = h + \frac{h_1 - h}{\cos^2 2\alpha} = 1 + \frac{1,25 - 1}{0,25} = 2 \text{ м.}$$

Ответ: 2 м.