

Вариант 39

ID: 14094

1.

Катер плывет по прямой реке, двигаясь относительно берега перпендикулярно береговой линии. Модуль скорости катера относительно берега равен 6 км/ч . Река течет со скоростью $4,5\text{ км/ч}$. Чему равен модуль скорости катера относительно воды? Ответ выразите в км/ч .

2.

Две лёгкие пружины прикреплены к потолку— каждая одним из своих концов. Для растяжения первой пружины на небольшую длину Δl требуется приложить силу, равную по модулю 10 Н . Для растяжения второй пружины на такую же длину Δl требуется сила, равная по модулю 4 Н . В обоих случаях силы прикладываются к свободным концам пружин. Определите отношение жёсткостей $\frac{k_1}{k_2}$ первой и второй пружин.

3.

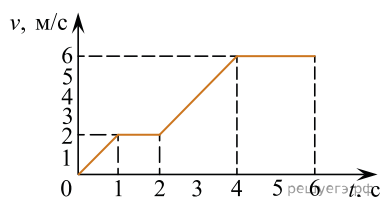
Ящик тянут по земле за веревку по горизонтальной окружности длиной $L = 60\text{ м}$ с постоянной по модулю скоростью. Работа силы тяги за один оборот по окружности $A = 3\text{ кДж}$. Чему равен модуль силы трения, действующей на ящик со стороны земли? (Ответ дайте в ньютонах.)

4.

Груз массой $0,16\text{ кг}$, подвешенный на пружине, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Груз какой массы нужно подвесить вместо первого груза, чтобы частота свободных колебаний уменьшилась в 2 раза? Ответ приведите в килограммах.

5.

Анализируя график зависимости модуля скорости тела от времени, выберите из приведенных ниже утверждений три правильных и укажите их номера.



1. Скорость тела за шесть секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
2. Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1с и в интервале от 2 до 4с, и равномерно в интервалах 1–2 и 4–6 с.
3. Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1с и в интервале от 2 до 4с, и не двигалось в интервалах 1–2 и 4–6 с.
4. За 6 с тело прошло путь 23 м.
5. За 6 с тело прошло путь 36 м.

6.

На шероховатой горизонтальной поверхности находится тело массой 3кг. К нему приложена горизонтально направленная сила, модуль которой равен 8Н. Коэффициент трения между поверхностью и телом равен 0,2. Модуль приложенной к телу силы увеличивают до 10 Н, не изменяя ее направления.

Как изменятся в результате этого модуль ускорения тела и модуль действующей на тело силы трения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

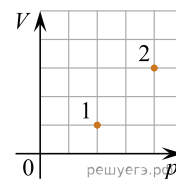
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Модуль ускорения тела	Модуль действующей на тело силы трения

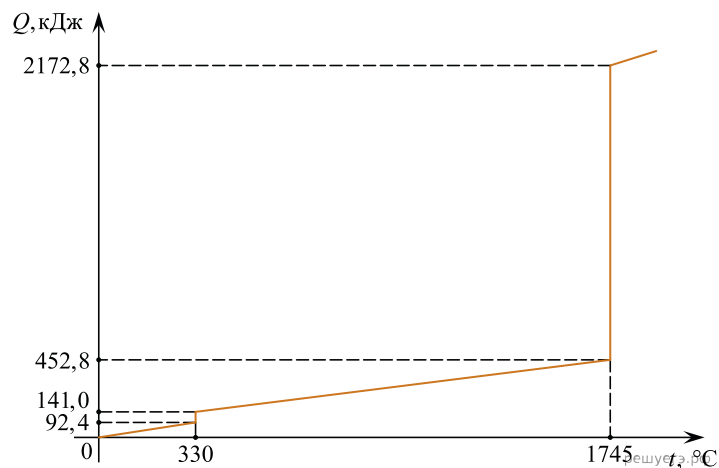
7.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



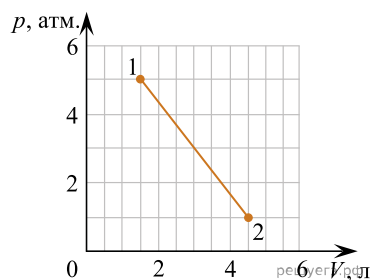
8.

На рисунке приведена зависимость количества теплоты Q , сообщаемой телу массой 2 кг, изначально находившемуся в твердом состоянии, от температуры t этого тела. Чему равна удельная теплота парообразования вещества, из которого состоит это тело? Ответ укажите в килоджоулях на килограмм.



9.

На pV -диаграмме показан процесс 1–2, в котором участвует 0,1 моля идеального одноатомного газа. $1 \text{ атм.} = 10^5 \text{ Па}$.

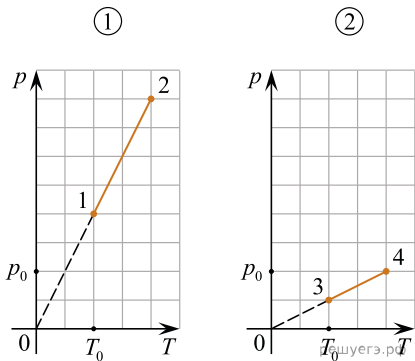


Выберите все верные утверждения относительно этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Температура газа в состоянии 2 больше 500 K.
2. Температура газа в состоянии 1 меньше 500 K.
3. В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только убывает.
4. В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только возрастает.
5. В процессе 1–2 газ совершает положительную работу.

10.

На рисунке1 представлен процесс перехода идеального газа из состояния1в состояние2. Как изменятся следующие физические величины: работа, совершенная газом, и изменение его внутренней энергии, по отношению к этим же величинам в процессе 1–2, при осуществлении процесса 3–4, изображенного на рисунке2? В обоих случаях количество газа равно 1 моль.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1. Увеличилась.
- 2. Уменьшилась.
- 3. Не изменилась.

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

Работа, совершенная газом	Изменение его внутренней энергии

11.

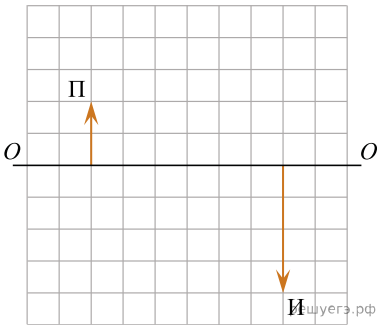
Сила электрического взаимодействия двух точечных зарядов равна 40мН. На сколько увеличится данная сила, если увеличить каждый заряд в 3раза и уменьшить расстояние между ними в 2раза? *Ответ запишите в миллиньютонах.*

12.

По проволочной рамке течет постоянный электрический ток силой 2А, который создает вокруг рамки магнитное поле. Поток вектора магнитной индукции этого поля через контур, ограниченный данной рамкой, равен 0,006 Вб. Чему равна индуктивность этой рамки? *Ответ дайте в миллигенри.*

13.

На рисунке показаны предмет Π и его изображение $И$, даваемое тонкой собирающей линзой с главной оптической осью OO' .

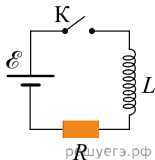


Чему равно даваемое этой линзой увеличение?

14.

Идеальная катушка индуктивности может быть подключена к источнику постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор с сопротивлением $R = 50\text{ Ом}$ (см. рис.).

В момент времени $t=0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в этой электрической цепи, измеренные в последовательные моменты времени, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
$I, \text{ А}$	0	0,24	0,38	0,46	0,52	0,56	0,58	0,60	0,60

- 1. Напряжение на резисторе в момент времени $t = 0,5\text{ с}$ равно по модулю 30 В .
- 2. Модуль ЭДС самоиндукции катушки в момент времени $t = 0\text{ с}$ равен 30 В .
- 3. ЭДС источника напряжения равна 60 В .
- 4. Напряжение на катушке максимально по модулю в момент времени $t = 0,6\text{ с}$.
- 5. Энергия катушки достигает максимума в момент времени $t = 0,5\text{ с}$ и после этого не изменяется.

15.

Частица с массой m и зарядом q движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Как изменятся период T и кинетическая энергия частицы W_k при увеличении ее скорости v ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

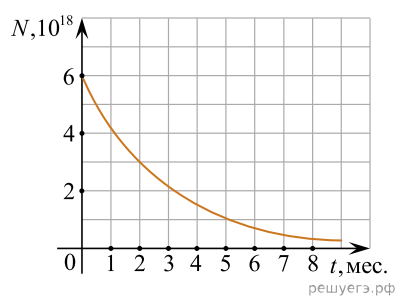
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Период обраще- ния	Кинетиче- ская энер- гия части- цы

16.

На рисунке представлен график изменения числа ядер находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени. Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в месяцах.)



17.

Некоторая частица приняла участие в ядерной реакции. В результате образовалась новая частица, масса которой оказалась больше массы исходной частицы, а скорость осталась прежней по модулю, но изменилась по направлению на 180° по отношению к направлению движения исходной частицы. Как изменились следующие физические величины: 1) кинетическая энергия; 2) длина волны де Бройля образовавшейся частицы по отношению к исходной?

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.

Кинетическая энергия	Длина волны де Бройля

18.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите в ответе их номера.

1. Механическим движением называется изменение положения тела или частей тела в пространстве относительно других тел с течением времени.
2. При сильном понижении температуры влажного воздуха может образовываться только роса.
3. В гальваническом элементе происходит преобразование химической энергии в электрическую.
4. Электромагнитные волны видимого света имеют меньшую частоту, чем ультрафиолетовое излучение.
5. Альфа-частицы движутся с относительно низкими скоростями по сравнению с бета-частицами, и они не могут вызвать ядерную реакцию.

19.

Для того чтобы более точно измерить массу одной шайбы, на электронные весы положили 40 шайб. Масса всех шайб оказалось равной $(16,0 \pm 2,0)$ г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений? Запишите ответ с учетом погрешностей измерений. *Ответ запишите в граммах.*

20.

Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления цилиндрического проводника от его диаметра ученику выдали пять разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

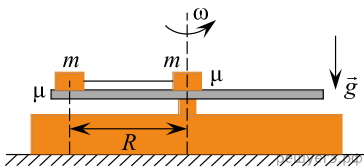
Запишите в ответ номера выбранных проводников.

21.

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают медленно выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

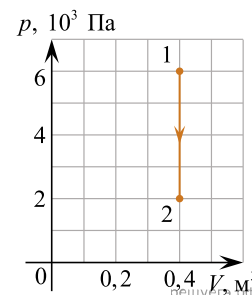
22.

На горизонтальный диск проигрывателя пластинок положили два одинаковых маленьких грузика массой m каждый, соединенных между собой горизонтальной нитью, один — в центре, другой — на расстоянии $R=12\text{см}$ от оси вращения (см.рисунок). Коэффициенты трения грузиков о диск одинаковы и равны $\mu=0,4$. Диск начали вращать, медленно увеличивая его угловую скорость. При каком значении частоты ν вращения грузики свалятся с диска? Считайте, что нить невесома, нерастяжима и вначале не была натянута.



23.

Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ количества молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом. (Ответ округлить до сотых.)

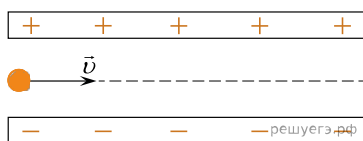


24.

Вертикальный цилиндр закрыт горизонтально расположенным поршнем массой 1 кг и площадью $0,02 \text{ м}^2$, который может свободно перемещаться. Под поршнем находится 0,1 моля идеального одноатомного газа при некоторой температуре T_0 . Над поршнем находится воздух при нормальном атмосферном давлении. Сначала газу сообщили количество теплоты 3 Дж, потом закрепили поршень и охладили газ до начальной температуры T_0 . При этом давление газа под поршнем стало равно атмосферному. Чему равна температура T_0 ? Ответ укажите в кельвинах с точностью до десятков.

25.

Протон влетает в электрическое поле вертикального плоского конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок, вид сверху).



Расстояние между пластинами конденсатора составляет 1 см, длина пластин — 5 см, разность потенциалов между пластинами — 50 В. Чему должна быть равна минимальная скорость, с которой протон влетает в конденсатор, чтобы он смог пролететь его насквозь? Силой тяжести пренебречь.

26.

Пластилиновый шарик массой $m = 0,5$ кг, подвешенный на нити длиной $l = 0,8$ м, отводят в сторону и отпускают. В нижней точке качения шарик налетает на покоящийся брусок. В результате абсолютно неупругого соударения брусок приобретает скорость $u = 0,4$ м/с. Определите массу бруска M , если в момент столкновения натяжение нити было $T = 8,6$ Н.

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

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	9493	7,5
2	38042	2,5
3	502	50
4	17649	0,64
5	8132	124
6	10215	13
7	1214	6
8	7286	860
9	27089	15
10	6646	33
11	43114	1400
12	19732	3
13	3713	2
14	29798	125
15	35201	31
16	4602	2
17	6830	12
18	25543	134
19	24372	0,400,05
20	37574	24

21.

Критерии оценивания ответа на задание С1	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 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
<i>Максимальное количество баллов</i>	3

Решение. 1. Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

2. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

3. При выдвигании поршня пар изотермически расширяется. Давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, для пополнения количества вещества пара будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

22.

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: второй и третий законы Ньютона, выражения для центростремительного ускорения, силы сухого трения покоя и скольжения, для связи угловой скорости и частоты вращения)¹; 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)²; III) представлены 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 имеется 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 и не зачеркнуты. 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).	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	2

¹В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основных образовательных программ среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

² Стандартными считаются обозначения величин, принятые в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основных образовательных программ среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

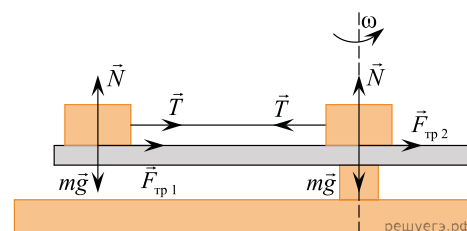
Решение. 1. Проанализируем процессы, происходящие в системе при раскручивании диска проигрывателя, изобразив силы, действующие при этом на грузики (см. рисунок). Силы натяжения, действующие на каждый груз, равны по модулю в силу невесомости нити.

2. До начала раскручивания все тела находятся в покое, и сумма сил, действующих на грузики по вертикали и по горизонтали, равна нулю. Силы нормального давления N грузиков на диск и диска на грузики, одинаковые по третьему закону Ньютона, равны весам грузиков: $N = mg$. Это же соотношение выполняется и после начала раскручивания диска.

3. После начала медленного раскручивания первый грузик приобретает центростремительное ускорение $a = 4\pi^2 \nu^2 R$, которое возникает по второму закону Ньютона за счет действия силы трения покоя $F_{\text{тр}1} \leq \mu N = \mu mg$, откуда $m\omega^2 R \leq \mu mg$.

4. В момент достижения предельного значения силы трения покоя первый грузик сдвигается и натягивает нить, то есть появляется сила натяжения нити T , действующая также и на второй грузик и возрастающая по мере ускорения вращения диска. При этом центральный грузик будет оставаться на месте, и $T = F_{\text{тр}2} \leq \mu N = \mu mg$.

5. Это происходит с ростом ω до тех пор, пока сила трения $F_{\text{тр}2}$ не достигнет своего предельного значения



$\mu mg = T_M$, после чего второй грузик начнет скользить от оси вращения, и оба грузика свалятся с диска.

6. В момент начала скольжения центрального грузика по диску уравнение движения первого грузика имеет вид: $4\pi^2 v^2 R m = T_M + \mu mg = 2\mu mg$, откуда частота вращения диска:

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2\mu g}{R}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,4 \cdot 10}{0,12}} \approx 1,3 \text{ Гц.}$$

Ответ: $\approx 1,3 \text{ Гц}$.

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. Запишем уравнение состояния для идеального газа $p = nkT$, где $n = \frac{N}{V}$. Найдем отношение количества частиц в конце и в начале опыта:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = N_2 k \frac{T}{2}, \\ p_1 V_1 = N_1 k T, \end{cases} \text{ откуда } \frac{N_2}{N_1} = \frac{2p_2 V_2}{p_1 V_1}.$$

Подставим данные из графика и получим:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{2 \cdot 2}{6} = \frac{2}{3} \approx 0,67.$$

Ответ: 0,67.

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; 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
Максимальный балл	3

Решение. Поскольку поршень может свободно двигаться, процесс передачи тепла газу происходит при постоянном давлении. При этом условие равновесия поршня:

$$p = p_{\text{атм}} + \frac{mg}{S}.$$

Согласно первому началу термодинамики, переданное газу тепло идет на изменение его внутренней энергии и на работу против внешних сил:

$$Q = \Delta U + A = p\Delta V + \frac{3}{2}\nu R\Delta T.$$

Идеальный газ подчиняется уравнению Менделеева—Клапейрона: $pV = \nu RT$. Следовательно, при постоянном давлении изменения объема и температуры связаны соотношением:

$$p\Delta V = \nu R\Delta T.$$

Следовательно:

$$Q = \frac{5}{2}p\Delta V, \text{ откуда } \Delta V = \frac{2Q}{5p}.$$

Температура в начальном и конечном состоянии совпадает, а значит, давление и объем в начальном и конечном состояниях связаны соотношением:

$$pV_0 = p_{\text{атм}}(V_0 + \Delta V),$$

откуда:

$$V_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{p - p_{\text{атм}}} \Delta V = \frac{p_{\text{атм}} S}{mg} \cdot \frac{2Q}{5p}.$$

Таким образом, для температуры имеем:

$$T_0 = \frac{pV_0}{\nu R} = \frac{2p_{\text{атм}}SQ}{5mg\nu R} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 0,02 \cdot 3}{5 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 8,31} \approx 290 \text{ К.}$$

Ответ: 290 К.

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, и обозначений величин, используемых в условии задачи); 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 объеме или отсутствуют. ИЛИ 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
Максимальный балл	3

Решение. 1. Между пластинами конденсатора существует однородное электрическое поле, вектор напряженности которого направлен вертикально вниз и модуль равен $E = \frac{U}{d}$. На протон электрическое поле действует силой $F = Eq$.

2. В результате действия силы протон движется с ускорением, которое по второму закону Ньютона направле-

но вертикально вниз и по модулю равно $a = \frac{F}{m}$.

3.Проекция ускорения на ось Ox равна нулю, поэтому движение по горизонтали равномерное. Учитывая, что протон должен вылететь из конденсатора, перемещение по горизонтали равно длине пластин конденсатора. Перемещение в горизонтальном направлении равно:

$$s_x = l = vt.$$

4.Проекция ускорения на ось Oy , направленную вертикально вниз, положительна. Проекция начальной скорости на вертикальную ось равна нулю. Следовательно, по вертикали протон движется равноускорено и проекция его перемещения на вертикальную ось:

$$s_y = \frac{d}{2} = \frac{at^2}{2}.$$

5.Объединяя все полученные уравнения, найдем скорость, с которой протон должен влететь в электрическое поле:

$$v = \frac{l}{d} \sqrt{\frac{qU}{m}} = \frac{0,05}{0,01} \cdot \sqrt{\frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 50}{1,673 \cdot 10^{-27}}} \approx 35 \cdot 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 350 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Ответ: 350 км/с.

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 величин, 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.	1
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.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	4

Решение. Обоснование

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Поскольку размеры шарика и бруска в данных условиях малы, то их можно принять за материальные точки. Поскольку в момент столкновения все внешние силы (сила натяжения нити, силы тяжести и сила реакции опоры), действующие на тела, вертикальны, то сумма проекций этих сил на горизонтальную ось равна нулю. Значит, можно применить закон сохранения импульса при абсолютно неупругом соударении.

Равнодействующая силы натяжения нити и силы тяжести, действующих на шарик, в момент удара является причиной возникновения центростремительного ускорения для равномерного движения по окружности. Можем применять для инерциальной системы отсчета второй закон Ньютона.

Перейдем к решению.

До столкновения шарик движется по окружности. В нижней точке по второму закону Ньютона:

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

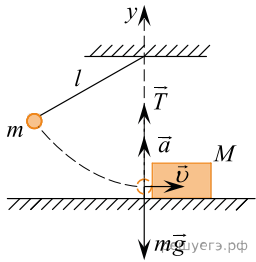
В проекции на вертикальную ось:

$$T - mg = ma.$$

Центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{l}$. Тогда скорость шарика в нижней точке равна:

$$v = \sqrt{\frac{l(T - mg)}{m}} = \sqrt{\frac{0,8 \cdot (8,6 - 0,5 \cdot 10)}{0,5}} = 2,4 \text{ м/с}.$$

При абсолютно неупругом столкновении выполняется закон сохранения импульса:



$$mv = (m + M)u$$

$$mv = (m + M)u.$$

Откуда находим массу бруска:

$$M = \frac{m(v - u)}{u} = \frac{0,5 \cdot (2,4 - 0,4)}{0,4} = 2,5 \text{ кг.}$$

Ответ: 2,5 кг.
