

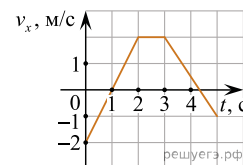
Вариант 23

№ 1.

Автомобиль трогается с места и движется с постоянным ускорением 5 м/с^2 . Какой путь прошел автомобиль, если его скорость в конце пути оказалась равной 15 м/с ? (Ответ дайте в метрах.)

№ 2.

Тело массой 2 кг движется вдоль оси Ox . На рисунке представлен график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Чему равен модуль проекции силы F_x , действующей на это тело в течение первой секунды движения? Ответ запишите в ньютонах.

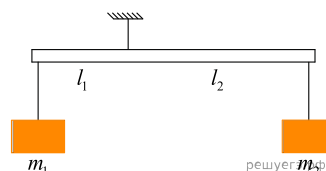


№ 3.

В инерциальной системе отсчета тело движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы $F = 20 \text{ Н}$. Модуль начального импульса тела $70 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каким станет модуль импульса тела через 4 с ? Ответ запишите в килограммах на метр за секунду.

№ 4.

К правому концу невесомого рычага прикреплен груз массой $m_2 = 0,25 \text{ кг}$ на расстоянии $l_2 = 45 \text{ см}$ от точки подвеса. На каком расстоянии l_1 от точки подвеса нужно закрепить груз массой $m_1 = 0,75 \text{ кг}$ (см. рисунок), чтобы рычаг находился в равновесии? Ответ запишите в сантиметрах.

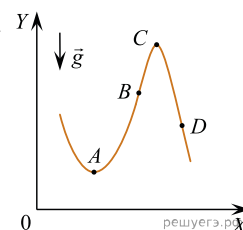


№ 5.

Материальная точка движется в поле силы тяжести по траектории, изображенной на рисунке, в направлении от точки A к точке D . Траектория лежит в вертикальной плоскости (ось Ox горизонтальна, ось Oy вертикальна). Модуль скорости точки постоянен.

Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения.

1. В положениях B и D проекции вектора скорости точки на ось Oy имеют противоположные знаки.
2. В положении A потенциальная энергия точки меньше, чем в положениях B , C и D .
3. В положении A кинетическая энергия точки меньше, чем в положениях B , C и D .
4. Кинетическая энергия точки в положении D больше, чем в положении C .
5. В положении C модуль ускорения точки больше, чем в положении A .



№ 6.

К легкой вертикальной пружине подвешивают гирию, в результате чего она в положении равновесия оказывается растянутой (по сравнению с недеформированным состоянием) на длину L . Затем груз толкают в вертикальном направлении, и он начинает колебаться с амплитудой $A < L$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими получившийся пружинный маятник, и формулами, при помощи которых их можно найти. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) период колебаний маятника
Б) модуль максимальной скорости гири в процессе колебаний

ФОРМУЛА

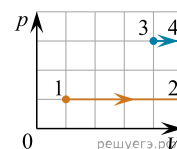
- 1) $A\sqrt{\frac{g}{L}}$
2) $\sqrt{gL}$
3) $2\pi\sqrt{\frac{A}{g}}$
4) $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

№ 7.

При температуре $2T_0$ и давлении $2p_0$ идеальный газ в количестве 2 моль занимает объем V_0 . Сколько моль газа при температуре T_0 и давлении p_0 занимают объем V_0 ?

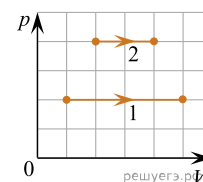
№ 8.

На pV -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Чему равно отношение работ $\frac{A_{34}}{A_{12}}$, совершённых газом в этих процессах?



№ 9.

На рисунке показаны два процесса, проведенных с одним и тем же количеством газообразного неона p — давление неона; V — его объем). Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.



1. В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
2. В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
3. В процессе 1 объем неона изобарно увеличился в 5 раз.
4. В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
5. Работа, совершенная неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

№ 10.

Температуру нагревателя тепловой машины Карно понизили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

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

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

№ 11.

Через поперечное сечение проводников за 8 с прошло 10^{20} электронов. Какова сила тока в проводнике?

№ 12.

Чему равна энергия магнитного поля катушки индуктивностью 0,4 Гн, если сила тока, протекающего через катушку, равна 2 А?
Ответ запишите в джоулях.

№ 13.

В состав колебательного контура входят конденсатор емкостью 2 мкФ, катушка индуктивности и ключ. Соединение осуществляется при помощи проводов с пренебрежимо малым сопротивлением. Вначале ключ разомкнут, а конденсатор заряжен до напряжения 8 В. Затем ключ замыкают. Чему будет равна запасенная в конденсаторе энергия через $1/6$ часть периода колебаний, возникших в контуре? Ответ выразите в микроджоулях.

№ 14.

В масс-спектрографе разные ионы, ускоренные предварительно электрическим полем до скорости u , попадают в область однородного магнитного поля с индукцией B , в котором они движутся по дуге окружности

радиусом R . В таблице представлены следующие данные: начальная скорость иона u , с которой он влетает в магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, и радиус R окружности, описываемой этим ионом в магнитном поле.

Выберите все верные утверждения, которые можно сделать на основании данных, приведенных в таблице.

u , км/с	100	200	300	400	600
R , мм	2,08	4,16	6,24	8,32	12,5

1. Все ионы, с которыми проводят эксперименты, имеют отрицательный электрический заряд.
2. Все ионы, с которыми проводят эксперименты, могут иметь разные массы.
3. Удельный заряд (отношение заряда иона к его массе) всех ионов, участвующих в эксперименте, одинаков и равен $\approx 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг.
4. Все ионы, с которыми проводят эксперименты, имеют одинаковые массы.
5. Заряд всех ионов, участвующих в эксперименте, одинаков.

№ 15.

Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока; U — напряжение; R — сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) $\frac{U}{I}$
Б) $\frac{U^2}{R}$

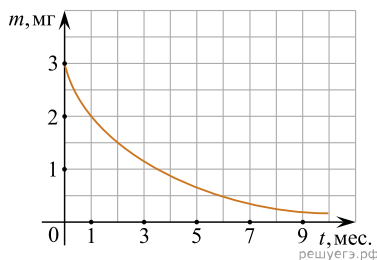
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1. Заряд, протекший через резистор
2. Сила тока через резистор
3. Мощность тока, выделяющаяся на резисторе
4. Сопротивление резистора

А	Б

№ 16.

На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного изотопа с течением времени.



Каков период полураспада этого изотопа? (Ответ дать в месяцах.)

№ 17.

Как изменятся при β^- -распаде ядра изотопа эйнштейния ${}_{99}^{256}\text{Es}$ массовое число ядра и заряд ядра?

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

Массовое число ядра	Заряд ядра

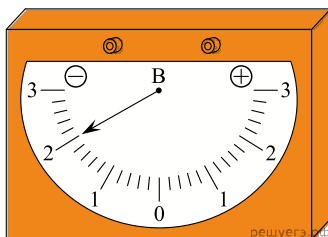
№ 18.

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

1. Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками зависит от соединяющей их траектории.
2. В ходе процесса кипения жидкости ее температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и ее пар» уменьшается.
3. Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален модулю каждого из зарядов.
4. Энергия магнитного поля катушки индуктивностью L увеличивается прямо пропорционально увеличению силы тока в катушке.
5. Атом излучает свет при переходе из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.

№ 19.

При различных измерениях часто используется прибор, который называется баллистическим гальванометром. При быстром протекании электрического заряда через этот прибор максимальное отклонение его стрелки от нулевого положения пропорционально протекшему заряду. На рисунке показана шкала баллистического гальванометра в момент, когда отклонение стрелки от нулевого положения максимально.



Зная, что коэффициент пропорциональности для этого гальванометра равен $3 \cdot 10^{-4}$ Кл/В, определите модуль заряда, протекшего через прибор. Погрешность прямого измерения при помощи данного баллистического гальванометра составляет половину цены его деления. Запишите ответ в мкКл. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

№ 20.

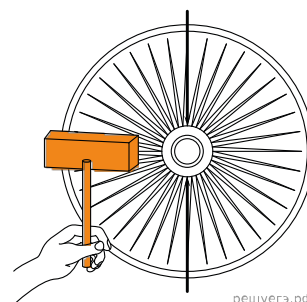
При помощи нитяного маятника необходимо экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник взял штатив с муфтой и лапкой, нить и стальной шарик. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1. Электронные весы.
2. Мензурка.
3. Линейка.
4. Динамометр.
5. Секундомер.

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

№ 21.

Велосипедное колесо, у которого вместо металлических спиц обод удерживают натянутые резинки, установлено в вертикальной плоскости и может свободно вращаться вокруг своей горизонтальной оси, зажатой в штативе. К неподвижному колесу подносят слева мощную лампу и начинают нагревать резиновые «спицы» (см.рис.). Резина, в отличие от металла, при нагревании не расширяется, а сжимается. Опишите, опираясь на известные физические законы, что будет происходить с резинками и как колесо будет двигаться.



№ 22.

В стакан налита вода, а поверх неё — керосин. Однородный шар плавает, погружённый в обе жидкости. При этом объёма шара находится в воде, а объёма — в керосине. Найдите плотность материала шара.

№ 23.

В атмосферном воздухе содержатся кислород и азот. Среднеквадратичная скорость молекул кислорода равна 468 м/с. Чему равна среднеквадратичная скорость молекул азота? Ответ укажите в метрах в секунду с точностью до целых.

№ 24.

В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

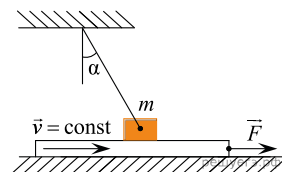
№ 25.

Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром с сопротивлением 50 Ом , находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от $B_{1z} = -0,15 \text{ Тл}$ до некоторого конечного значения B_{2z} , по контуру протекает заряд $0,008 \text{ Кл}$. Найдите B_{2z} .

№ 26.

Брусok массой $m=1 \text{ кг}$, привязанный к потолку легкой нитью, опирается на массивную горизонтальную доску. Под действием горизонтальной силы $\vec{F}$ доска движется поступательно вправо с постоянной скоростью (см.рис.). Брусok при этом неподвижен, а нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$ (см.рис.). Найдите F , если коэффициент трения бруска по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре пренебречь.

Какие законы Вы используете для описания движения бруска и доски? Обоснуйте их применение.



Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	4759	22,5
2	6039	4
3	43185	150
4	36750	15
5	11262	125
6	12933	41
7	35193	2
8	38048	0,75
9	38549	13
10	16853	22
11	9288	2
12	43194	0,8
13	7356	16
14	9153	23
15	5381	43
16	2210	2
17	38199	31
18	29437	35
19	8953	60030
20	29459	35

№ 21.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>1–3</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (<i>в данном случае — явлений сжатия резинок при нагревании, смещения центра тяжести колеса, возникновения вращения колеса вокруг оси при появлении не скомпенсированного момента силы с указанием верного направления вращения</i>).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится один из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме, или в них содержатся логические недочеты.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. 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 верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Когда лампа нагреет резинки слева от оси колеса, они сожмутся и сдвинут обод колеса направо.

2. При этом центр тяжести колеса сместится вправо, и появится момент силы тяжести относительно оси колеса, стремящийся повернуть колесо вправо. Равновесие колеса нарушится, и оно начнет вращаться по часовой стрелке.

3. При вращении колеса нагретые резинки будут удаляться от лампы и охлаждаться за счет теплообмена с окружающей средой, а ненагретые резинки будут приближаться к лампе и нагреваться ее излучением. Описанные процессы будут повторяться. В результате колесо будет непрерывно вращаться, если нагретые резинки за время его оборота будут успевать достаточно охладиться.

№ 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; 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 объеме 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 шар действуют три силы: силы Архимеда со стороны керосина и воды, направленные вертикально вверх и сила тяжести, направленная вертикально вниз. Так как шар плавает, то выполняется условие равновесия:

Сила Архимеда со стороны керосина сила Архимеда со стороны воды масса тела $m = \rho V$, где V — объем тела. При объединении уравнений находим плотность материала шарика:

Ответ:

№ 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. Среднеквадратичная скорость молекул газа равна $\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$, где T — температура газа. Пусть величины с индексом1 относятся к кислороду, а с индексом2— к азоту. Выразим температуру из этого уравнения $T = \frac{M\bar{v}^2}{3R}$. Поскольку газы находятся в тепловом равновесии, их температуры равны $T_1 = T_2$, откуда получаем:

$$\frac{M_1 \bar{v}_1^2}{3k} = \frac{M_2 \bar{v}_2^2}{3k}, \text{ следовательно, } \bar{v}_2 = \bar{v}_1 \sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$$

$$v_2 = 468 \sqrt{\frac{32}{28}} \approx 500 \text{ м/с.}$$

Ответ: 500 м/с.

№ 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. При сообщении льду количества теплоты Q часть из нее пойдет на плавление льда $Q_1 = m\lambda$, часть — на нагревание образовавшейся воды $Q_2 = mc(t_2 - t_1)$, где m — первоначальная масса льда.

При сообщении льду количества теплоты $q = \frac{Q}{2}$ оно пойдет на плавление массы льда $m_1 = km$. Тогда получаем два уравнения:

$$Q = m(\lambda + c(t_2 - t_1)),$$

$$\frac{Q}{2} = km\lambda.$$

Решая систему уравнений, находим:

$$k = \frac{\lambda + c(t_2 - t_1)}{2\lambda} = \frac{330 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 30}{2 \cdot 330 \cdot 10^3} \approx 0,69.$$

Ответ: $k \approx 0,69$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>формулы для ЭДС индукции, заряда, протекающего в цепи, и закон Ома</i>; 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков. В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. ИЛИ Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены. ИЛИ Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. ИЛИ Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	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 1, 2, 3 балла.	0

Решение. Согласно закону Ома, сила тока в рамке $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, где ЭДС индукции $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Изменение магнитного потока $\Delta\Phi = \Delta B S_z \cos \alpha$.

Здесь R — сопротивление рамки, S — ее площадь, Δt — время изменения поля, $\cos \alpha = 1$, так как проекция магнитной индукции перпендикулярна плоскости рамки, ΔB_z — изменение проекции магнитной индукции на ось Oz .

Поскольку сила тока в рамке по определению $I = \frac{q}{\Delta t}$, то получаем выражение для прошедшего заряда $\Delta q = \frac{S}{R} |B_{2z} - B_{1z}|$, откуда:

$$B_{2z} = B_{1z} + \frac{R \Delta q}{S},$$

$$B_{2z} = -0,15 + \frac{5 \cdot 0,008}{0,1} = 0,25 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B_{2z} = 0,25 \text{ Тл.}$

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 (<i>в данном случае — уравнения движения двух тел системы, уравнение кинематической связи и закон Амонтона — Кулона</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); 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
<i>Максимальный балл</i>	4

Решение. Обоснование. Систему отсчета, связанную с горизонтальной поверхностью, будем считать инерциальной. Брусок и массивная доска движутся поступательно. Поэтому их можно считать материальными точками.

На брусок действуют силы тяжести, натяжения нити, реакции опоры и трения между бруском и доской. На доску действуют горизонтальная сила, сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения между бруском и доской, вес бруска. В инерциальной системе отсчета, связанной с горизонтальной поверхностью, можно применить второй и третий законы Ньютона.

Перейдем к решению.

1. Доска движется с постоянной скоростью — это значит, что равнодействующая всех сил, действующих на нее, равна нулю:

$$m_1 \vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{P}_2 + \vec{F} + \vec{N}_1 = 0.$$

В проекции на горизонтальную ось:

$$F - F_{\text{тр}} = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр}} = F. \quad (1)$$

2. Брусок неподвижен — это значит, что равнодействующая всех сил, действующих на него, равна нулю:

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T} + \vec{N}_2 = 0.$$

В проекции на горизонтальную ось:

$$F_{\text{тр}} - T \sin \alpha = 0, \text{ следовательно, } T = \frac{F_{\text{тр}}}{\sin \alpha} \stackrel{(1)}{=} \frac{F}{\sin \alpha} = 2F. \quad (2)$$

В проекции на вертикальную ось:

$$T \cos \alpha + N - mg = 0, \text{ значит, } N = mg - T \cos \alpha. \quad (3)$$

Сила трения скольжения равна $F_{\text{тр}} = \mu N$. Подставляя выражения из (1), (2) и (3), получаем:

$$F = \mu(mg - T \cos \alpha) = \mu(mg - 2F \cos \alpha), \text{ откуда получаем:}$$

$$F = \frac{\mu mg}{1 + 2\mu \cos \alpha} = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{1 + 2 \cdot 0,2 \cdot 0,87} = 1,5 \text{ Н.}$$

Ответ: 1,5 Н.
