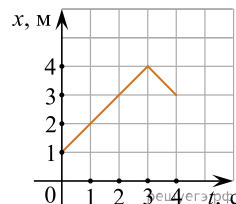


Вариант 20

№ 1.

На рисунке приведен график движения $x(t)$ электрокара. Определите по этому графику путь, проделанный электрокаром за интервал времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с. (Ответ дайте в метрах.)



№ 2.

В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой $m_1 = 1,2$ кг ускорение a . Какова должна быть масса другого тела m_2 , если сила в этой же системе отсчета сообщает ему ускорение $2a$? Ответ дайте в килограммах.

№ 3.

Мальчик столкнул санки с вершины горки. Высота горки 10 м, у ее подножия скорость санок равнялась 15 м/с. Трение санок о снег пренебрежимо мало. Какой была скорость санок сразу после толчка? (Ответ дайте в метрах в секунду.) Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

№ 4.

Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия рычага. Результаты, которые он получил, занесены в таблицу. Каково плечо l_1 , если рычаг находится в равновесии? Ответ запишите в метрах.

F_1 , Н	l_1 , м	F_2 , Н	l_2 , м
30	?	15	0,4

№ 5.

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг . На рисунке приведён график зависимости проекции u_x скорости этого тела от времени t .

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно этого движения.

□

1. В промежутке времени от 0 до 30 с модуль перемещения тела в 2 раза меньше, чем в промежутке времени от 60 до 90 с .
2. В момент времени 95 с проекция F_x равнодействующей сил, действующих на тело, отрицательна.
3. В промежутке времени от 90 до 100 с направление равнодействующей сил, действующих на тело, совпадает с направлением скорости тела.
4. В промежутке времени от 10 до 30 с равнодействующая сил, действующих на тело, совершает работу, равную нулю.
5. Кинетическая энергия тела в момент времени 15 с равна 40 Дж .

№ 6.

По гладкой горизонтальной поверхности движутся поступательно навстречу друг другу два одинаковых шара. Модули скоростей шаров одинаковые, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Между шарами происходит абсолютно неупругое лобовое соударение. Этот опыт повторяют с теми же шарами, увеличив модуль скорости каждого из них в два раза. Как для второго опыта по сравнению с первым изменились модуль суммарного импульса шаров и количество выделившейся при соударении теплоты?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

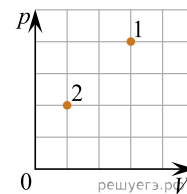
1. Увеличится.
2. Уменьшится.
3. Не изменится.

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

Модуль суммарного импульса шаров	Количество теплоты, выделившейся при соударении

№ 7.

В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Газ переходит из состояния 1 в состояние 2, как показано на рисунке (p — давление газа, V — его объём). Во сколько раз уменьшится температура газа в процессе 1–2?



№ 8.

В идеальной тепловой машине абсолютная температура нагревателя отличается от температуры холодильника в 2 раза. Чему равен КПД этой машины? Ответ приведите в процентах.

№ 9.

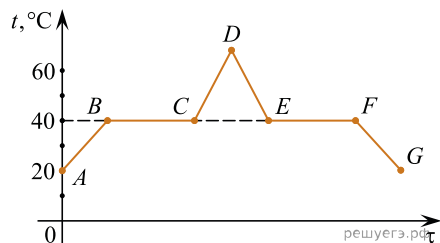
При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным одноатомным газом разделили на две одинаковые части неподвижной перегородкой, способной проводить тепло (см. рисунок). В разных частях сосуда газ был нагрет до разных температур. Температура газа в части А была равна 293K, а в части Б +40°C. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений все, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания к моменту установления теплового равновесия.



1. Температура газа в части Б повысится.
2. Внутренняя энергия газа в части А не изменится.
3. При теплообмене газ из части Б отдавал количество теплоты, а газ в части А его получал.
4. Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях станут одинаковыми и равными +30 °C.
5. В результате теплообмена газ, находящийся в части Б, совершил работу.

№ 10.

В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Охлаждение паров эфира
- Б) Кипение эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) BC
- 2) CD
- 3) DE
- 4) EF

А	Б

№ 11.

Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами уменьшили в 3 раза, каждый из зарядов увеличили в 3 раза. Во сколько раз увеличился модуль сил электростатического взаимодействия между ними?

№ 12.

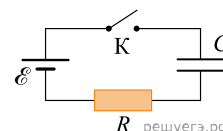
Во сколько раз уменьшится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если площадь пластин конденсатора, входящего в состав контура, увеличить в 9 раз, а индуктивность катушки уменьшить в 4 раза?

№ 13.

На некотором расстоянии от плоского зеркала находится предмет. На сколько увеличится расстояние между предметом и его изображением, если предмет отодвинуть от зеркала на 5 см? Ответ запишите в сантиметрах.

№ 14.

Полностью разряженный конденсатор подключен через разомкнутый ключ K к источнику постоянного напряжения последовательно с резистором сопротивлением $R = 20 \text{ кОм}$ (см.рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В таблице представлены результаты измерений силы тока в этой цепи. Сопротивлением ключа и проводов, а также внутренним сопротивлением источника напряжения можно пренебречь.



$t, \text{ мс}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в данном опыте. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1. Сила тока, текущего через резистор, в процессе наблюдения увеличивается.
2. Через 6 мс после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
3. Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 мс равно 4 В.
4. В момент времени $t = 4 \text{ мс}$ напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) Напряжение на конденсаторе с течением времени не изменяется.

№ 15.

Плоский воздушный конденсатор подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, уменьшили расстояние между пластинами конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

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.

Емкость конденсато- ра	Величина заря- да конденсатора

№ 16.

Каков заряд ядра ${}^1_5\text{B}$ (в единицах элементарного заряда)?

№ 17.

В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта
- Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
- 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
- 3) $h\nu - A_{\text{вых}}$
- 4) $\frac{m_e}{2}(h\nu - A_{\text{вых}})$

А	Б

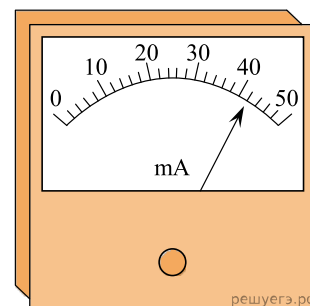
№ 18.

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

- 1. При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости ее полная механическая энергия остается неизменной, а потенциальная энергия убывает.
- 2. Средняя скорость движения броуновской частицы в газе зависит от температуры газа, но не зависит от массы самой частицы.
- 3. В цепи постоянного тока отношение напряжений на концах параллельно соединенных резисторов равно отношению их сопротивлений.
- 4. Дифракция рентгеновского излучения принципиально невозможна.
- 5. Фототок в установке по исследованию фотоэффекта прекращается при подаче на электроды задерживающего напряжения.

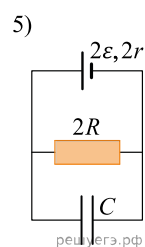
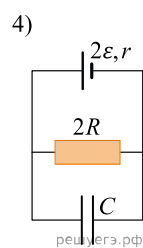
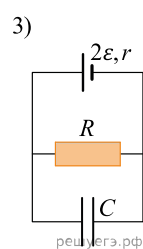
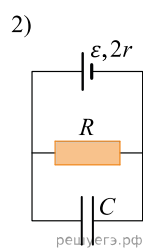
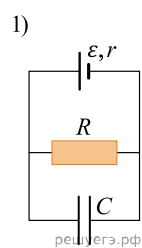
№ 19.

При помощи миллиамперметра измеряется ток в некоторой электрической цепи. Миллиамперметр изображен на рисунке. Чему равен ток в цепи, если погрешность прямого измерения тока составляет половину цены деления миллиамперметра? Ответ приведите в миллиамперах. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



№ 20.

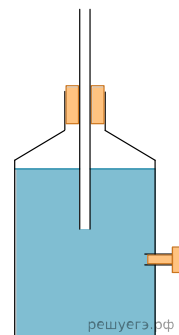
Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?



Запишите в ответе номера выбранных схем.

№ 21.

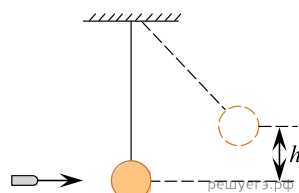
В боковой стенке покоящейся на столе бутылки проделано маленькое отверстие, в которое вставлена затычка. В бутылку налита вода, а горлышко бутылки закрыто резиновой пробкой, через которую пропущена вертикальная тонкая трубка. Нижний конец трубки находится выше отверстия в стенке бутылки, но ниже поверхности воды, а верхний конец сообщается с атмосферой (см.рис.). Затычку из отверстия в боковой стенке вынимают, и вода вытекает из бутылки через отверстие. При этом через трубку в бутылку входят пузырьки воздуха. Затем трубку начинают медленно опускать вниз и делают это до тех пор, пока нижний конец трубки не окажется на одном уровне с отверстием.



Опишите, как будет изменяться скорость вытекания воды из отверстия по мере опускания трубки. Считайте, что уровень воды всегда находится выше нижнего конца трубки и выше отверстия в стенке. Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

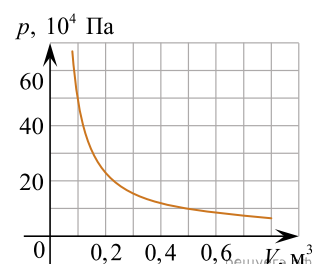
№ 22.

Пуля массой 10г, летящая со скоростью 100м/с, попадает в шарик, подвешенный к потолку на нити. Определите массу шарика, если после столкновения система "пуля + шарик" поднялась на высоту 0,2м. Силой сопротивления воздуха пренебречь.



№ 23.

На рисунке показан график изотермического сжатия газа при температуре 150К. Какое количество газообразного вещества содержится в этом сосуде? Ответ приведите в молях, округлив до целого.

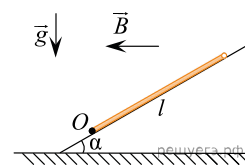


№ 24.

В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60% при постоянной температуре 100°C. В начальном состоянии его давление составляет $p_1 = 1,6 \cdot 10^5$ Па. Определите, во сколько k раз нужно уменьшить объем в сосуде, чтобы давление возросло в 3 раза?

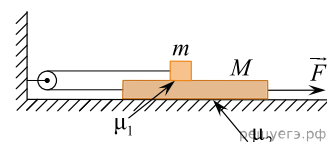
№ 25.

Квадратная проводящая рамка со стороной $l=50\text{см}$ и массой $m = 400\text{ г}$ лежит на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту, равным α . Нижняя горизонтальная сторона рамки шарнирно прикреплена к плоскости так, что рамка может без трения поворачиваться вокруг оси O , проходящей через эту сторону (см.рис., вид сбоку). Система находится в однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $B=1\text{Тл}$, направленной перпендикулярно оси O . Ток какой силой I и в каком направлении надо пропускать по рамке, чтобы она начала приподниматься над плоскостью, поворачиваясь вокруг оси O ?



№ 26.

Брусок опирается на массивную горизонтальную доску массы $M = 0,8\text{ кг}$, которая лежит на шероховатой горизонтальной плоскости. Брусок и доска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый и гладкий блок. Под действием горизонтальной силы $F = 6\text{ Н}$ доска движется поступательно вправо, в результате чего брусок приобретает ускорение $a = 1\frac{M}{c^2}$. Найдите массу бруска m , если коэффициент трения между бруском и доской $\mu_1 = 0,5$, а между доской и поверхностью — $\mu_2 = 0,3$. Сделайте рисунок, укажите все силы, действующие на груз и доску.



Какие законы Вы использовали для описания движения тел и блоков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	3545	3
2	50695	0,3
3	507	5
4	38712	0,2
5	50720	25 52
6	29110	31
7	43084	6
8	6818	50
9	36755	34
10	5171	31
11	10472	81
12	28086	1,5
13	38522	10
14	36760	23
15	6736	11

16	3342	5
17	32075	13
18	28046	15
19	8050	421
20	16864	13 31

№ 21.

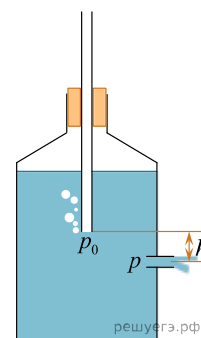
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее полное верное объяснение (в данном случае: п. 1, 2, 3) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон Паскаля; формула для давления в жидкости, покоящейся в ИСО в однородном поле силы тяжести; зависимость (качественная) скорости вытекания жидкости из отверстия от разности давлений по разные стороны от отверстия).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.) И (или) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочет. И (или) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачеркнуты. И (или) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	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) При вытекании воды из отверстия в бутылке в нее через трубку входят пузырьки воздуха. Это означает, что давление в жидкости на уровне нижнего конца трубки равно атмосферному давлению p_0 . На уровне отверстия в боковой стенке, которое находится ниже конца трубки на величину h , давление в жидкости равно $p = p_0 + \rho gh$, где ρ — плотность воды. Это следует из закона Паскаля и из формулы для давления в жидкости, покоящейся в ИСО в однородном поле силы тяжести.

2. Скорость вытекания воды из отверстия определяется разностью давлений внутри и снаружи сосуда на уровне отверстия в стенке: $\Delta p = p - p_0 = \rho gh$, то есть зависит только от h . Поэтому при неподвижной трубке скорость вытекания будет постоянной.

3. Если опускать трубку, разность высот h будет уменьшаться, а значит, будут уменьшаться разность давлений Δp и зависящая от нее скорость вытекания воды. Поэтому при опускании трубки вода будет вытекать из отверстия все медленнее и медленнее. Когда нижний конец трубки окажется на одном уровне с отверстием, давление внутри воды в бутылке на этом уровне станет равно атмосферному, и вода перестанет вытекать из бутылки.



№ 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 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
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. Пуля застревает в шарике, следовательно, взаимодействие между шариком и пулей неупругое. В силу малого промежутка времени столкновения систему «шарик+пуля» можно считать замкнутой. Применим закон сохранения импульса:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)u,$$

где u — скорость шарика и пули после взаимодействия.

Будем считать начальное положение шарика нулевым уровнем высоты. Тогда в этой точке система "пуля + шарик" будут обладать кинетической энергией $E_k = \frac{(m_1 + m_2)u^2}{2}$. При подъеме шарика с пулей на максимальную высоту их скорость станет равной нулю, поэтому система будет обладать только потенциальной энергией $E_{\text{п}} = (m_1 + m_2)gh$.

По закону сохранения энергии в при отсутствии сопротивления воздуха $E_k = E_{\text{п}}$, откуда получаем соотношение

$$\frac{u^2}{2} = 2gh.$$

Объединяя выражения, находим массу шарика:

$$m_2 = m_1 \left(\frac{v_1}{\sqrt{2gh}} - 1 \right) = 0,01 \cdot \left(\frac{100}{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,2}} - 1 \right) = 0,49 \text{ кг} = 490 \text{ г}.$$

Ответ: 490 г.

№ 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
<i>Максимальный балл</i>	2

Решение. Идеальный газ подчиняется уравнению состояния Клапейрона — Менделеева:

$$pV = \nu RT, \text{ откуда } \nu = \frac{pV}{RT}.$$

Подставим из графика значения p и V из любой удобной точки и найдем количество вещества газа:

$$\nu = \frac{50 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot 0,1 \text{ м}^3}{8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 150 \text{ К}} = 40 \text{ моль}.$$

Ответ: 40 моль.

№ 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) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе; III) 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); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) 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 пунктам II и III, 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 V, или в нем допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины).	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. Давление влажного воздуха равно сумме парциальных давлений воздуха p_0 и водяного пара $p_{\text{н.п.}}$:

$$p_1 = p_0 + \varphi p_{\text{н.п.}}$$

При температуре 100 °С давление насыщенных водяных паров равно $p_{\text{н.п.}} = 10^5$ Па.

При уменьшении объема в k раз парциальное давление воздуха по закону Бойля— Мариотта увеличивается в k раз. У водяного пара при уменьшении объема парциальное давление сначала увеличивается до тех пор, пока не достигнет давления насыщенных паров, после чего его парциальное давление будет оставаться постоянным, а часть пара сконденсируется (изменением объема влажного воздуха из-за капелек воды можно пренебречь). Таким образом, в конечном состоянии:

$$3p_1 = kp_0 + p_{\text{н.п.}}$$

Откуда:

$$k = \frac{3p_1 - p_{\text{н.п.}}}{p_0} = \frac{3p_1 - p_{\text{н.п.}}}{p_1 - \varphi p_{\text{н.п.}}} = \frac{3 \cdot 1,6 \cdot 10^5 - 10^5}{1,6 \cdot 10^5 - 0,6 \cdot 10^5} = 3,8.$$

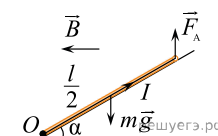
Ответ: в 3,8 раз.

№ 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 (в данном случае: закон Ома и закон электромагнитной индукции, формула для магнитного потока); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования 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 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. Рамка с током начнет поворачиваться, когда момент сил относительно оси O , действующий на рамку в магнитном поле, превысит момент силы тяжести. Если пропускать ток через рамку, то на все стороны рамки будет действовать сила Ампера. Моменты силы, приложенные к боковым сторонам, лежащим в плоскости рисунка, равны нулю. Сила F_A , действующая на верхнюю горизонтальную сторону рамки, по модулю равна $F_A = BIl \sin \alpha$, где $\sin \alpha = 1$, и должна действовать вверх, для чего ток в ней по правилу левой руки должен идти «от нас», за плоскость рисунка (см.рис.). Плечо этой силы относительно оси O равно $l \cos \alpha$, а момент силы равен $BIl^2 \cos \alpha$.



Момент силы тяжести относительно оси O равен $mg \frac{l}{2} \cos \alpha$.

Таким образом, должно выполняться соотношение:

$$BIl^2 \cos \alpha \geq mg \frac{l}{2} \cos \alpha, \text{ откуда } I \geq \frac{mg}{2Bl} = \frac{0,4 \cdot 10}{2 \cdot 1 \cdot 0,5} = 4 \text{ А.}$$

Ответ: 4 А.

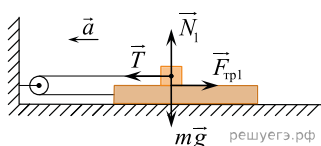
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует.	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие 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, и обозначений, используемых в условии задачи); 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 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
Максимальный балл	4

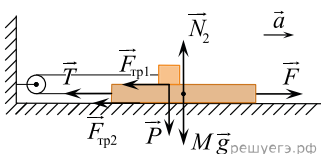
Решение. Обоснование

1. Будем считать систему отсчета, связанную с Землей, инерциальной.
2. И брусок, и доска движутся поступательно, поэтому их движение можно описывать моделью материальной точки. Поэтому для тел в ИСО можно применять законы Ньютона.
3. По условию нить невесома и блок идеальный (в нем отсутствует сила трения), следовательно, сила натяжения нити, действующая на брусок, равна по модулю силе натяжения нити, действующей на доску.
4. Нить нерастяжима, блок неподвижный, поэтому ускорения обоих тел равны по модулю.
5. При поступательном движении по шероховатой поверхности возникает сила трения скольжения, равная $F_{\text{тр}} = \mu N$.

Перейдем к решению. Рассмотрим силы, действующие на каждое тело. На брусок действуют: сила тяжести mg , сила натяжения нити T , сила реакции опоры N_1 , сила трения между бруском и доской $F_{\text{тр}1}$.



На доску действуют помимо приложенной силы F сила тяжести Mg , вес бруска P , который по третьему закону Ньютона равен силе реакции опоры N_1 , сила натяжения нити T , сила трения между доской и столом $F_{\text{тр}2}$ и парная сила трения между бруском и доской $F_{\text{тр}1}$.



Второй закон Ньютона для каждого тела:

$$\begin{cases} m\vec{a} = \vec{T} + \vec{F}_{\text{тр}1} + m\vec{g} + \vec{N}_1, \\ M\vec{a} = \vec{F} + M\vec{g} + \vec{P} + \vec{N}_2 + \vec{F}_{\text{тр}1} + \vec{F}_{\text{тр}2} + \vec{T}. \end{cases}$$

В проекции на координатные оси:

$$\begin{cases} ma = T - F_{\text{тр}1}, \\ 0 = N_1 - mg, \\ Ma = F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} - T, \\ 0 = N_2 - P - Mg. \end{cases}$$

Учитываем, что $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1$ и $F_{\text{тр}2} = \mu_2 N_2$. Решая совместно систему уравнений, выражаем массу бруска:

$$m = \frac{F - M(\mu_2 g + a)}{a + g(2\mu_1 + \mu_2)} = \frac{6 - 0,8 \cdot (0,3 \cdot 10 + 1)}{1 + 10 \cdot (2 \cdot 0,5 + 0,3)} = 0,2 \text{ кг}.$$

Ответ: 0,2 кг.
