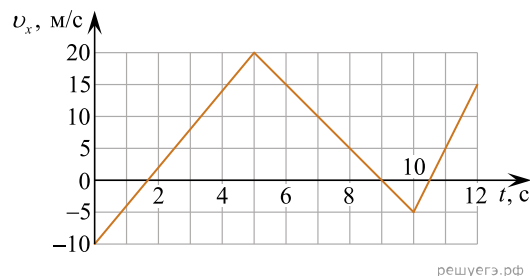


Вариант 25

№ 1.

На рисунке изображен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 5с до 10с. Ответ запишите с учетом знака проекции. *Ответ запишите в метрах на секунду в квадрате.*



№ 2.

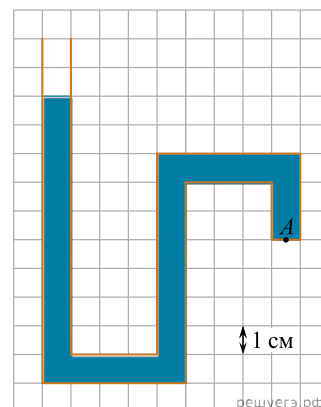
Брусек массой 0,5кг равномерно двигают по горизонтальному столу, прикладывая к нему силу, направленную вдоль поверхности стола и равную по модулю 2Н. С каким ускорением будет двигаться этот брусек, если увеличить модуль приложенной к нему силы до 6 Н, не меняя направления этой силы? *Ответ запишите в метрах на секунду в квадрате.*

№ 3.

Растянутая на 2см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4Дж. На сколько увеличится потенциальная энергия упругой деформации при растяжении этой пружины еще на 2см? (Ответ дайте в джоулях.)

№ 4.

Один конец изогнутой трубки запаян, а второй открыт. Эта трубка заполнена водой и расположена вертикально открытым концом вверх, как показано на рисунке. Чему равно давление, создаваемое водой в точке А внутри трубки? (Ответ дайте в паскалях.) Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .



№ 5.

В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 400 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием горизонтальной постоянной силы, равной по модулю 1,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы.

1. Равнодействующая сил, действующих на брусок, равна 1,4 Н.
2. Ускорение бруска равно 0,5 м/с².
3. В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 1,6 Дж.
4. Тело двигалось равноускоренно.
5. Коэффициент трения бруска о поверхность $\mu = 0,4$.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость u , м/с	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

№ 6.

Шарик, брошенный с поверхности Земли под углом 20° к горизонту с начальной скоростью $\vec{v}_0$, поднялся на максимальную высоту H и пролетел в горизонтальном направлении расстояние L . Что произойдет с дальностью полета шарика и временем его полета, если шарик бросить с той же по величине начальной скоростью под углом 30° к горизонту?

Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения.

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

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

Дальность полета шарика	Время полета шарика

№ 7.

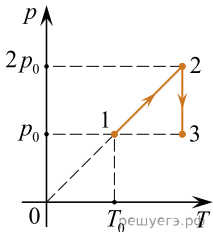
В сосуде объемом 8,31 л находится 0,35 моль идеального газа при давлении 100 кПа. Газ сначала изотермически расширяют в 2 раза, а затем изохорически нагревают на 120 К. Чему равно давление газа в конечном состоянии? Ответ выразите в килопаскалях и округлите до целого числа.

№ 8.

В некотором циклическом процессе модуль количества теплоты, отданного газом за один цикл холодильнику, в 21/9 раза больше, чем совершаемая газом за цикл работа. Чему равен КПД такого теплового двигателя? Ответ выразите в процентах.

№ 9.

С одним молем гелия проводят процесс 1–2–3, который изображен на pT -диаграмме (T — абсолютная температура гелия, p — его давление). Выберите все верные утверждения о происходивших в системе процессах и о состояниях гелия.



- 1. В процессе 1–2 гелий совершил положительную работу.
- 2. В процессе 1–2 внутренняя энергия гелия увеличилась в 2 раза.
- 3. В процессе 2–3 гелий получил количество теплоты.
- 4. В процессе 2–3 концентрация гелия увеличивалась.
- 5. В состояниях 1 и 3 плотность гелия разная.

№ 10.

В сосуде находится идеальный одноатомный газ, масса одной молекулы которого равна m_0 . Концентрация газа равна n , а абсолютная температура равна T . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) давление газа
- Б) среднеквадратичная скорость молекул газа

УТВЕРЖДЕНИЕ

- 1) $\sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}$
- 2) nkT
- 3) $\frac{1}{3}nkT$
- 4) $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$

А	Б

№ 11.

Два небольших положительно заряженных тела шарообразной формы находятся на расстоянии r друг от друга. Заряд первого тела увеличивают в 2 раза. Определите, во сколько раз увеличится модуль силы электрического взаимодействия зарядов, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза.

№ 12.

Два прямолинейных проводника помещены в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . Длина первого проводника равна L , второго — $3L$, по ним протекают токи I и $\frac{I}{3}$ соответственно. Чему равно отношение модулей сил Ампера $\frac{F_2}{F_1}$, действующих на данные проводники?

№ 13.

В первом идеальном колебательном контуре происходят колебания силы тока с периодом 2 мс . С каким периодом будет изменяться заряд на пластинах конденсатора второго идеального колебательного контура, если ёмкость конденсатора, и индуктивность катушки второго контура в два раза больше, чем у первого? *Ответ запишите в миллисекундах.*

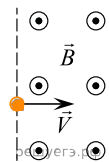
№ 14.

Луч света идет в воде, падает на плоскую границу раздела «вода—воздух» и целиком отражается от границы раздела. Затем угол падения луча на границу раздела начинают уменьшать. Выберите все верные утверждения о характере изменений углов, характеризующих ход луча, и о ходе самого луча.

1. Угол отражения луча будет уменьшаться.
2. Может появиться преломленный луч.
3. Отраженный луч не исчезает.
4. Если преломление будет возможно, то угол преломления луча будет увеличиваться.
5. Угол отражения может стать больше угла падения.

№ 15.

Заряженная частица влетает в полупространство, в котором создано однородное постоянное магнитное поле с индукцией $\vec{B}$. Вектор скорости $\vec{v}$ частицы в момент попадания в магнитное поле перпендикулярен вектору $\vec{B}$. Как изменятся радиус траектории частицы при движении в поле и время нахождения частицы в поле, если увеличить модуль скорости частицы при ее попадании в поле?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

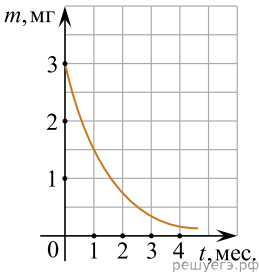
- 1. Увеличится.
- 2. Уменьшится.
- 3. Не изменится.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем таблице:

Радиус траектории частицы при движении в поле	Время нахождения частицы в поле

№ 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 массовое число атомного ядра и число протонов в нём, если произойдёт захват ядром электрона?
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 атомного ядра	Число протонов в атомном ядре

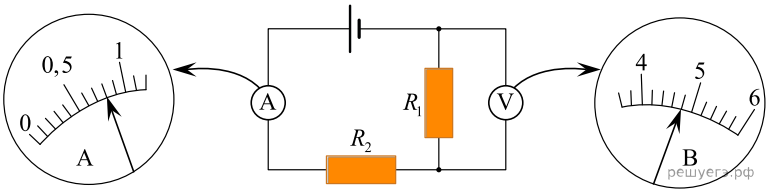
№ 18.

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

- 1. Материальной точкой называют тело, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.
- 2. Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 3. Два неподвижных точечных заряда в вакууме действуют друг на друга с силами, обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.
- 4. Электромагнитные волны видимого света имеют большую длину волны, чем рентгеновское излучение.
- 5. Закон радиоактивного распада позволяет установить, какие именно атомы радиоактивного вещества распадутся в следующую секунду.

№ 19.

Чему равна сила тока в резисторе R_2 (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра?



Ответ: (_____ ± _____) А.

№ 20.

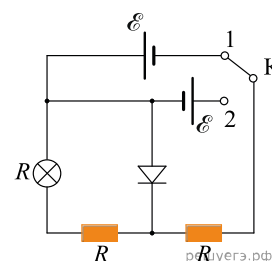
Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу тонкой собирающей линзы. Для этого школьник взял изучаемую линзу в держателе, настольную лампу и экран с маленьким отверстием. Эксперимент проводится на ровном столе. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого измерения?

1. Динамометр.
2. Линейка.
3. Секундомер.
4. Экран без отверстия.
5. Груз с нитью.

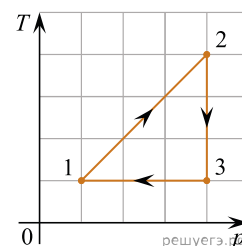
№ 21.

В электрической схеме, изображенной на рисунке, сопротивления лампочки и резисторов одинаковы и равны R , ЭДС источников питания равны $\mathcal{E}$, а внутренние сопротивления источников питания пренебрежимо малы.

Основываясь на известных физических законах и закономерностях, опишите, что произойдет с лампочкой, если перевести ключ из состояния 1 в состояние 2. Определите, во сколько раз изменится мощность, выделяемая во внешней цепи.

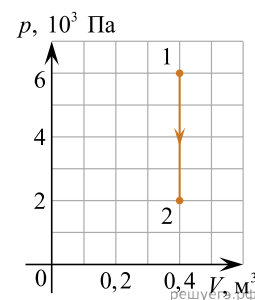
**№ 22.**

На T - p диаграмме (см.рис.) изображен циклический процесс 1–2–3–1, проводимый с 1 молем идеального газа. Размеры «клеток» на диаграмме: 250K по оси T и 10^5 Па по оси p . Перестройте диаграмму в осях p - V и найдите работу газа на участке 1–2–3.



№ 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.**

В калориметре находится 1 кг льда при температуре -5°C . Какую массу воды, имеющей температуру 20°C , нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь.

№ 25.

На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10\text{ см}$ слева от нее на расстоянии $a = 3F/2 = 15\text{ см}$ находится точечный источник света S . За линзой справа от нее на расстоянии $F = 10\text{ см}$ расположено плоское зеркало, перпендикулярное оси линзы. На каком расстоянии от источника находится его изображение S в данной оптической системе?

К решению приложите рисунок с изображением хода лучей от S до S .

№ 26.

К вертикальной стенке прислонена однородная доска, образующая с горизонтальным полом угол $\alpha = 45^\circ$. Коэффициент трения доски о пол равен $\mu = 0,4$. Каков должен быть коэффициент μ_2 трения доски о стену, чтобы доска оставалась в равновесии?

Какие законы Вы используете для описания равновесия доски? Обоснуйте их применение.

Ответы

Номер	Задание	Ответ
1	37138	-5
2	31402	8
3	415	12
4	7781	500
5	48516	24 42
6	32655	11
7	32063	71
8	9146	30
9	29115	235
10	42036	24
11	38496	8
12	38763	1
13	42039	4
14	7364	123
15	7630	13
16	5406	1
17	41146	32
18	28050	134
19	39958	0,80,1
20	10328	24 42

№ 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
Максимальное количество баллов	3

Решение. 1. Если ключ находится в положении 1, то ток будет иметь направление, как на рисунке 1. В этом случае он будет идти через диод. Учитывая, что сопротивление диода очень мало, а диод подключен параллельно участку цепи, содержащему лампу и первый резистор, то разность потенциалов на данном участке будет равна 0. Ток через лампу не идет, лампа не горит. Эквивалентная схема имеет вид, показанный на рисунке 2. В этом случае мощность, выделяющаяся на внешней цепи, равна $P_1 = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$.

Рис. 1

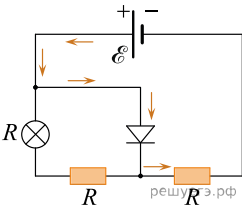
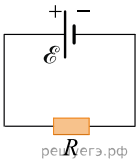


Рис. 2



2. Если ключ перевести в положение 2, то с учетом полярности источника тока можно сделать вывод, что через диод ток не будет идти (смотрите рисунок 3). Эквивалентная схема будет иметь вид, показанный на рисунке 4. Ток через лампу идет, лампа загорится. При последовательном соединении общее сопротивление цепи будет равно $3R$, а мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи, равна $P_2 = \frac{\mathcal{E}^2}{3R}$. Следовательно, мощность уменьшится в 3 раза.

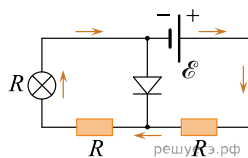


Рис. 3

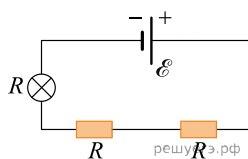


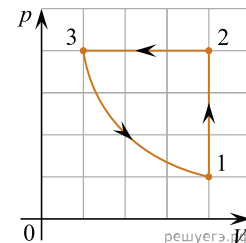
Рис. 4

Ответ: лампочка загорится; мощность уменьшится в 3 раза.

№ 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: уравнение Клапейрона-Менделеева и графическое представление изопроцессов на pT- и pV- диаграммах); II) проведены необходимые математические преобразования и расчеты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачеркнуты. ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.	0
Максимальный балл	3

Решение. 1. Из T - p диаграммы в условии следует, что на участке 1–2 температура прямо пропорциональна давлению, и в силу уравнения Клапейрона-Менделеева для одного моля идеального газа объем $V = R \frac{T}{p} = \text{const} = V_1 = V_2$. Таким образом, участок 1–2 — изохора, на которой T и p возрастают, как следует из подсчета числа «клеток», в 4 раза по сравнению с состоянием газа в точке 1: $T_2 = 4T_1$, $p_2 = 4p_1$.



2. Участок 2–3 является изобарой с давлением $p_2 = p_3 = 4p_1 = \text{const}$, на которой температура прямо пропорциональна объему, и оба параметра убывают в 4 раза; $T_3 = \frac{T_2}{4} = T_1$, $V_3 = \frac{V_2}{4} = \frac{V_1}{4}$.

3. Участок 3–1 — изотерма с температурой $T_3 = T_1$, замыкающая цикл.

4. Изображаем этот цикл на p - V диаграмме, где работа газа на каждом участке равна площади под ним. На изохоре 1–2 $\Delta V = 0$, и работа газа $\Delta A_{12} = 0$. На изобаре 2–3 $\Delta A_{23} = p_2(V_3 - V_2) = 4p_1\left(\frac{V_1}{4} - V_1\right) = -3p_1V_1 = -3RT_1$.

5. Поскольку размер «клетки» по оси T равен 250К, то $T_1 = 250\text{К}$, и полная работа газа на участке 1–2–3 равна $\Delta A_{123} = -3RT_1 = -3 \cdot 8,31 \cdot 250 = -6232,5 \text{ Дж}$.

Ответ: $\Delta A_{123} = -6232,5 \text{ Дж}$.

№ 23.

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

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

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

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.

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. В результате теплообмена происходят процессы нагревания льда от t_1 до установившейся температуры t , охлаждение воды от t_2 до $t_{пл} = 0^\circ\text{C}$, кристаллизация воды и охлаждение образовавшегося льда от $t_{пл}$ до установившейся температуры t . Для каждого из этих процессов запишем количество теплоты:

$$Q_1 = m_1 c_{л}(t - t_1);$$

$$Q_2 = m_2 c_{в}(t_{пл} - t_2) = -m_2 c_{в} t_2;$$

$$Q_3 = -\lambda m_2;$$

$$Q_4 = m_2 c_{л}(t - t_{пл}) = m_2 c_{л} t.$$

Так как при теплообмене отсутствует теплообмен с окружающей средой, то уравнение теплового баланса имеет вид:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0,$$

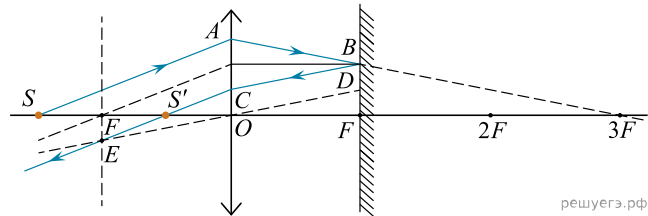
$$m_1 c_{л}(t - t_1) - m_2 c_{в} t_2 - \lambda m_2 + m_2 c_{л} t = 0,$$

откуда находим массу воды:

$$m_2 = \frac{m_1 c_{л}(t - t_1)}{c_{в} t_2 + \lambda - c_{л} t} = \frac{1 \cdot 2100 \cdot (-2 + 5)}{4200 \cdot 20 + 330000 + 2100 \cdot 2} \approx 0,015 \text{ кг} = 15 \text{ г}.$$

Ответ: 15 г.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формулы для связи энергии и импульса, частоты и длины волны фотона, закон отражения света, а также второй закон Ньютона в импульсной формулировке); 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
<i>Максимальный балл</i>	3



1. По формуле тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$ расстояние b от нее до изображения источника равно $b = \frac{aF}{a - F} = 30 \text{ см} = 3F$.

2. Построим ход произвольного луча SA (см.рис.). После линзы его продолжение должно, как мы вычислили, попасть в точку $3F$. В этом можно легко убедиться, используя стандартные правила построения хода лучей в тонкой линзе и геометрические соотношения: фиктивный луч, идущий параллельно лучу SA через оптический центр линзы, не преломляется и пересекается с преломленным лучом AB в точке B на правой фокальной плоскости линзы. Туда же пришел бы и фиктивный луч, идущий параллельно лучу SA через левый фокус линзы, а после преломления — параллельно оптической оси линзы. Простые геометрические соотношения с учетом численных данных из условия показывают, что на пути AB преломленный луч опускается по вертикали на расстояние, равное $1/3$ от AO , так что продолжение луча действительно пересекает ось в точке на расстоянии $b = 3F$ от точки O .

3. Отраженный от плоского зеркала под углом отражения, равным углу падения, луч BC опускается при подходе к линзе, как следует из построения, еще на расстояние, равное $1/3$ от AO . Проводя еще одну побочную оптическую ось DO параллельно лучу BC в точку E на левой фокальной плоскости линзы, направляем туда же преломленный луч CE . Из построения видно, что этот луч пересекает оптическую ось в точке S , находящейся на расстоянии $OS = F/2$ от линзы. Эта точка является изображением источника S , поскольку нужный для получения изображения второй луч идет вдоль оптической оси линзы до зеркала и обратно. Заметим, что без преломления в линзе продолжение луча BC попало бы в точку F слева от линзы, то есть у линзы имелся бы мнимый источник в точке F . Поэтому по формуле тонкой линзы получается:

$-\frac{1}{F} + \frac{1}{b'} = \frac{1}{F}$ откуда также получается $b' = OS' = \frac{F}{2}$, а расстояние $FS = F - OS = F/2$.

4. Таким образом, расстояние $SS = SF + FS = a - F + F/2 = F = 10$ см.

Ответ: $SS = F = 10$ см.

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 вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение; IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют. ИЛИ Пункт III представлен не в полном объеме, содержит ошибки или отсутствует. 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 V, 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

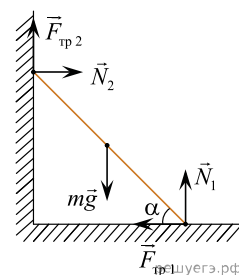
Решение. Обоснование. Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Доску будем считать абсолютно твердым телом (формы и размеры тела неизменны, расстояние между любыми двумя его точками остается постоянным). Движение абсолютно твердого тела представляет собой суперпозицию поступательного и вращательного движений, поэтому условий равновесия ровно два; одно для поступательного, а другое – для вращательного движений. В ИСО можно применить I условие равновесия покоящегося тела (векторная сумма всех сил, действующих на тело, равна нулю). Доска является однородной, то есть имеет одинаковую плотность по всей длине. Поэтому центр тяжести доски находится посередине. Векторная сумма всех внешних сил, действующих на тело, равна нулю, поэтому сумма моментов этих сил относительно двух любых параллельных осей одна и та же. Для удобства ось, относительно которой будем рассматривать сумму моментов сил, проведем перпендикулярно плоскости чертежа через точку центра масс (в

данном случае через середину доски).

Перейдем к решению. Запишем, на основании второго закона Ньютона, условия равновесия доски в проекциях на вертикальную $N_2 = F_{\text{тр}1}$ и горизонтальную оси $mg = N_1 + F_{\text{тр}2}$, а также равенство моментов сил, вращающих доску по часовой стрелке и против часовой стрелки, относительно ее центра (см. рис.):

$$(F_{\text{тр}1} + N_2) \frac{l}{2} \sin \alpha + F_{\text{тр}2} \frac{l}{2} \cos \alpha = N_1 \frac{l}{2} \cos \alpha.$$

Здесь через m и l обозначены масса и длина доски, через N_1 и N_2 , $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2}$ — силы нормального давления и силы трения доски об пол и стену, соответственно.



При минимально возможном коэффициенте трения μ_2 обе силы трения при равновесии доски достигают своих максимальных значений $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1$ и $F_{\text{тр}2} = \mu_{2\text{мин}} N_2$. Из записанных уравнений получаем: $\mu_{2\text{мин}} = \frac{1}{\mu_1} - 2\text{tg}\alpha = 0,5$. Если μ_2 будет иметь большее значение, то равновесие, очевидно, не нарушится. Таким образом, $\mu_2 \geq \frac{1}{\mu_1} - 2\text{tg}\alpha = 0,5$.

Ответ: $\mu_2 \geq \frac{1}{\mu_1} - 2\text{tg}\alpha = 0,5$.
