

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

- C1** Сейчас люди на праздники стали часто запускать китайские фонарики, представляющие собой лёгкие бумажные мешки с отверстием внизу, в котором на проволочном каркасе крепится кусок пористого материала, пропитанного горючим. Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, что будет происходить с фонариком после поджигания горючего. Укажите опасности, связанные с запуском фонарика.

Возможное решение

1. При горении будет выделяться теплота, и газообразные продукты горения будут нагреваться – будет видно яркое пламя, фонарик будет светиться.
2. Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, плотность газа $\rho = \frac{\mu p}{RT}$ при постоянном давлении p с ростом температуры T уменьшается, и горячие продукты горения выталкиваются более холодным и тяжёлым окружающим воздухом вверх, заполняя фонарик (здесь μ – молярная масса газа, а R – универсальная газовая постоянная).
3. Когда выталкивающая сила, действующая по закону Архимеда со стороны воздуха в гравитационном поле на фонарик, превысит силу его тяжести, фонарик начнёт подниматься вверх.
4. Подъём будет продолжаться до тех пор, пока не выгорит всё горючее. После этого горячие газы в фонарике начнут охлаждаться из-за теплообмена с холодным окружающим воздухом, подъёмная сила упадёт, и фонарик постепенно опустится.
5. При наличии ветра фонарик из-за сил вязкого трения будет двигаться вместе с окружающим его воздухом, и приземление может произойти далеко от точки старта.
6. При запуске фонарика можно обжечься. Фонарик во время полета в городе или в лесу, когда горючее ещё не кончилось, может быть отнесён ветром на балконы высотных домов, на кроны деревьев, и вызвать пожар.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–6</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – <i>выделение теплоты при горении, уменьшение плотности газов при их нагревании, уравнение Клапейрона-Менделеева, закон Архимеда, явление теплообмена масс воздуха с разной температурой, действие на фонарик сил вязкого трения в потоке воздуха, а также указание причины опасности запуска фонариков в городе или в лесу</i>).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. 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.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём 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

C2

На гладкой горизонтальной плоскости находятся две одинаковые идеально упругие гладкие шайбы. Одна из них движется со скоростью \vec{V} , равной по модулю 2 м/с, а другая покоится вблизи прямой линии, проведённой через центр первой шайбы в направлении её скорости. Шайбы сталкиваются, и после соударения вторая, первоначально покоившаяся шайба отскакивает под углом $\alpha = 45^\circ$ к этой линии. Найдите скорость \vec{V}_1 первой шайбы после столкновения.

Возможное решение

При идеально упругом столкновении шайб сохраняются их импульс и кинетическая энергия. Поскольку шайбы одинаковые, эти законы сохранения имеют следующий вид:

$$m\vec{V} = m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2, \quad (1)$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}, \quad (2)$$

где \vec{V}_2 – скорость второй шайбы после столкновения. По теореме Пифагора отсюда следует, что векторы \vec{V}_1 и \vec{V}_2 взаимно перпендикулярны, и первая шайба, как и вторая, отскакивает также под углом $\alpha = 45^\circ$ к линии своего первоначального движения.

Из уравнения (1) следует, что проекция импульса системы из двух шайб на направление, перпендикулярное линии первоначального движения первой шайбы, равна нулю:

$$V_1 \sin \alpha - V_2 \sin \alpha = 0,$$

откуда $V_1 = V_2$. Тогда из уравнения (2) получаем, что $V^2 = 2V_1^2$, и

$$V_1 = V / \sqrt{2} = \sqrt{2} \approx 1,41 \text{ м/с.}$$

Ответ: Скорость первой шайбы равна по модулю $V_1 = \sqrt{2} \approx 1,41$ м/с и направлена под углом $\alpha = 45^\circ$, отсчитанным от линии первоначального движения, в другую сторону по отношению к углу отскока второй шайбы.

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 – законы сохранения импульса и энергии системы из двух идеально упругих одинаковых шайб, а также геометрические соотношения); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

ИЛИ

В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём допущена ошибка.

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 без 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.

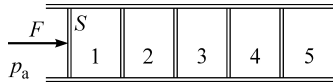
ИЛИ

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.

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.

<p>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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С3 Горизонтальный хорошо теплопроводящий цилиндр, разделённый подвижными поршнями площадью $S = 50 \text{ см}^2$ на 5 отсеков (№№ 1–5), содержит в них одинаковое количество идеального газа при температуре окружающей среды и под давлением, равным давлению $p_a = 10^5 \text{ Па}$ окружающей цилиндр атмосферы (см. рисунок). Каждый поршень сдвигается с места, если приложенная к нему горизонтальная сила превышает силу сухого трения $F_{\text{тр}} = 4 \text{ Н}$. К самому левому поршню прикладывают горизонтальную силу F , медленно увеличивая её по модулю. Какого значения достигнет F , когда давление газа в самом правом, пятом отсеке цилиндра, увеличится в $n = 3$ раза? Процессы изменения состояния газов в отсеках цилиндра считать изотермическими.



Возможное решение

Поскольку процесс медленный, то в каждый момент времени вся система находится в равновесии, и сумма горизонтальных проекций всех сил, действующих на любую её часть, равна нулю.

Для того чтобы давление в отсеке № 5 увеличилось, все поршни, очевидно, должны двигаться вправо, и при этом на каждый из них будет действовать сила трения $F_{\text{тр}}$, направленная влево.

Согласно закону Бойля-Мариотта, при изотермическом процессе в пятом отсеке произведение его объёма V на давление в нём p должно оставаться неизменным: $pV = \text{const}$, откуда следует, что в конце процесса при давлении $np_a = 3p_a$ объём этого отсека будет равен $V/n = V/3$. При этом на правый поршень со стороны газа в пятом отсеке будет действовать сила $np_a \cdot S$, направленная влево.

Рассмотрим теперь систему, состоящую из всех пяти поршней и четырёх отсеков (№№ 1–4) с газом между этими поршнями. В конце процесса сжатия газа в 5-м отсеке на эту систему в равновесии действуют слева направо сила F и сила атмосферного давления $p_a \cdot S$, а справа налево – 5 сил трения $F_{\text{тр}}$ и сила давления газа в пятом отсеке $np_a \cdot S = 3p_a \cdot S$. Эти силы уравновешивают друг друга, и по второму закону Ньютона:

$$F + p_a \cdot S = 5F_{\text{тр}} + np_a \cdot S = 5F_{\text{тр}} + 3p_a \cdot S,$$

откуда получаем, что

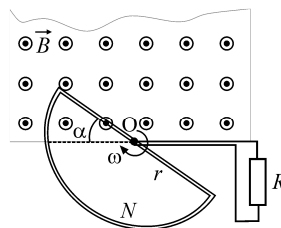
$$F = (n-1)p_a S + 5F_{\text{тр}} = 2p_a S + 5F_{\text{тр}} = 1020 \text{ Н}.$$

Ответ: $F = (n-1)p_a S + 5F_{\text{тр}} = 1020 \text{ Н}$.

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 Бойля-Мариотта, формула для силы давления, второй закон Ньютона); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём 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 без 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

- С4** В зазоре между полюсами электромагнита вращается с угловой скоростью $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ проволочная рамка в форме полуокружности радиусом $r = 5 \text{ см}$, содержащая $N = 20$ витков провода. Ось вращения рамки проходит вдоль оси O рамки и находится вблизи края области с постоянным однородным магнитным полем с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$ (см. рисунок), линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Концы обмотки рамки замкнуты через скользящие контакты на резистор с сопротивлением $R = 25 \text{ Ом}$. Пренебрегая сопротивлением рамки, найдите тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе.



Возможное решение	
При вращении рамки в магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, равная по модулю	
	$E = \frac{\Delta\Psi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BNS)}{\Delta t} = BN \frac{\Delta S}{\Delta t}$
За малое время Δt рамка поворачивается на угол $\Delta\alpha = \omega\Delta t$, и её площадь, находящаяся в магнитном поле, увеличивается на $\Delta S = \frac{1}{2}r \cdot r\Delta\alpha = \frac{\omega r^2}{2} \cdot \Delta t$, так что $E = \frac{BN\omega r^2}{2} = \text{const}$.	
Так происходит до тех пор, пока площадь рамки в поле увеличивается. После того как вся рамка окажется в поле, эта площадь начнёт уменьшаться с такой же скоростью, так что ЭДС поменяет знак, но сохранит своё значение.	
Таким образом, согласно закону Ома для замкнутой цепи, в рамке всё время будет течь ток с одинаковым значением $I = \frac{E}{R}$, периодически изменяя своё направление на противоположное.	
По закону Джоуля-Ленца тепловая мощность, выделяющаяся при этом процессе в резисторе, не зависит от направления тока и равняется	
	$P = I^2 R = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 N^2 \omega^2 r^4}{4R} = \frac{1^2 \cdot 20^2 \cdot 100^2 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^4}{4 \cdot 25} = 0,25 \text{ Вт}$
Ответ: $P = \frac{B^2 N^2 \omega^2 r^4}{4R} = 0,25 \text{ Вт}$.	

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 электромагнитной индукции, закон Ома для замкнутой цепи и закон Джоуля-Ленца); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3

<p>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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C5 На экране, перпендикулярном главной оптической оси некоторой тонкой линзы, получили действительное изображение небольшого предмета, находящегося на расстоянии $a = 50$ см от этой линзы, с линейным увеличением $\Gamma = 1$. После замены этой линзы на другую, находящуюся в том же месте и на том же расстоянии до предмета, увеличение изображения предмета при новом положении экрана, соответствующем резкому изображению, стало меньше в $n = 0,5$ раза. Чему равна оптическая сила D_2 второй линзы?

Возможное решение
<p>Линейное увеличение для изображения предмета тонкой линзой равно $\Gamma = \frac{b}{a}$, и в соответствии с формулой тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$, где b – расстояние от линзы до изображения, а D – оптическая сила линзы, $\frac{1}{b} = D - \frac{1}{a}$, $b = \frac{a}{aD - 1}$, и $\Gamma = \frac{1}{aD - 1}$.</p> <p>После замены линзы на другую при том же расстоянии a выполняется аналогичное соотношение, в котором $\Gamma_2 = \frac{\Gamma}{n}$, а вместо D стоит D_2:</p> $\frac{\Gamma}{n} = \frac{1}{aD_2 - 1}$ <p>Выражая из этого соотношения оптическую силу второй линзы, получаем: $D_2 = \frac{n + \Gamma}{a\Gamma} = 6$ дптр.</p> <p><i>Ответ:</i> $D_2 = \frac{n + \Gamma}{a\Gamma} = 6$ дптр.</p>

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – формула для линейного увеличения изображения предмета тонкой линзой и формула тонкой линзы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Законы фотоэффекта, как выяснилось недавно, не имеют абсолютного характера. В частности, это касается «красной границы фотоэффекта». Когда появились мощные лазерные источники света, оказалось, что за счёт нелинейных эффектов в среде возможно так называемое многофотонное поглощение света, при котором закон сохранения энергии (формула

$$\text{Эйнштейна для фотоэффекта) имеет вид: } n \cdot h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

Какое минимальное число n фотонов рубинового лазера с длиной волны $\lambda = 694,3$ нм должно поглотиться, чтобы из вольфрама с работой выхода $A_{\text{вых}} = 4,5$ эВ был выбит один фотоэлектрон?

Возможное решение

Для выбивания фотоэлектрона из металла необходимо, чтобы выполнялось условие: $n \cdot h\nu > A_{\text{вых}}$ или $n > \frac{A_{\text{вых}}}{h\nu}$, причём n – целое число.

Энергия одного кванта с данной длиной волны λ и частотой ν равна

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{694,3 \cdot 10^{-9}} \text{ Дж} \approx 2,85 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 1,78 \text{ эВ},$$

$$\text{откуда } n > \frac{4,5}{1,78} \approx 2,53,$$

то есть минимальное число поглощённых фотонов $n_{\text{мин}} = 3$.

Ответ: $n_{\text{мин}} = 3$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула Эйнштейна при многофотонном поглощении света, а также связь частоты и длины волны света);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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 без 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1 Сейчас люди на праздники стали часто запускать в небо китайские фонарики, представляющие собой лёгкие бумажные мешки с отверстием внизу, в котором на проволочном каркасе крепится кусок пористого материала, пропитанного горючим. После его поджигания фонарик поднимается в небо на большую высоту, а потом может приземлиться вдали от точки старта. В городе, в лесу и при сильном ветре запускать фонарики опасно!

Опишите, основываясь на известных физических законах и закономерностях, процессы, происходящие в течение всех фаз полёта такого фонарика. В чём причина опасности, о которой говорилось выше?

Возможное решение

1. При горении горючего выделяется теплота, и газообразные продукты горения нагреваются – мы видим яркое пламя, фонарик светится.
2. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, плотность газа $\rho = \frac{\mu p}{RT}$ при постоянном давлении p с ростом температуры T уменьшается, и горячие продукты горения выталкиваются более холодным и тяжёлым окружающим воздухом вверх, заполняя фонарик (здесь μ – молярная масса газа, а R – универсальная газовая постоянная).
3. Когда выталкивающая сила, действующая по закону Архимеда со стороны воздуха в гравитационном поле на фонарик, превысит силу его тяжести, фонарик начнёт подниматься вверх.
4. Подъём будет продолжаться до тех пор, пока не выгорит всё горючее. После этого горячие газы в фонарике будут охлаждаться из-за теплообмена с холодным окружающим воздухом, подъёмная сила будет падать, и фонарик будет постепенно опускаться.
5. При наличии ветра фонарик из-за сил вязкого трения движется вместе с окружающим его воздухом, и приземление может произойти далеко от точки старта.
6. Фонарик при подъёме в городе или в лесу может быть отнесён ветром на балконы высотных домов, на кроны деревьев, когда горючее ещё не кончилось, и вызвать пожар.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1–6</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и закономерностей (в данном случае – <i>выделение теплоты при горении, уменьшение плотности газов при их нагревании, уравнение Клапейрона-Менделеева, закон Архимеда, явление теплообмена масс воздуха с разной температурой, действие на фонарик сил вязкого трения в потоке воздуха, а также указание причины опасности запуска фонариков в городе или в лесу</i>).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. 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.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём 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

C2 На гладкой горизонтальной плоскости находятся две одинаковые идеально упругие гладкие шайбы. Одна из них движется со скоростью \vec{V} , равной по модулю 3 м/с, а другая покоится вблизи прямой линии, проведённой через центр первой шайбы в направлении её скорости. Шайбы сталкиваются, и после соударения вторая, первоначально покоившаяся шайба отскакивает под углом $\alpha = 30^\circ$ к этой линии. Найдите скорость \vec{V}_1 первой шайбы после столкновения.

Возможное решение

При идеально упругом столкновении шайб сохраняются их импульс и кинетическая энергия. Поскольку шайбы одинаковые, эти законы сохранения имеют следующий вид:

$$m\vec{V} = m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2, \quad (1)$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2}, \quad (2)$$

где \vec{V}_2 – скорость второй шайбы после столкновения. По теореме Пифагора отсюда следует, что векторы \vec{V}_1 и \vec{V}_2 взаимно перпендикулярны, и первая шайба после столкновения отскакивает под углом $\beta = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$ к линии своего первоначального движения.

Из уравнения (1) с учётом условия задачи следует, что проекция импульса системы из двух шайб на направление, перпендикулярное линии первоначального движения первой шайбы, равна нулю:

$$V_1 \sin \beta - V_2 \sin \alpha = 0,$$

откуда $V_2 = V_1 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = V_1 \sqrt{3}$. Тогда из уравнения (2) получаем, что $V^2 = 4V_1^2$, и

$$V_1 = \frac{V}{2} = 1,5 \text{ м/с.}$$

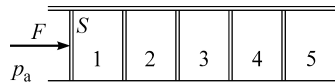
Ответ: Скорость первой шайбы равна по модулю $V_1 = \frac{V}{2} = 1,5$ м/с и направлена под углом $\beta = 90^\circ - \alpha = 60^\circ$, отсчитанным от линии первоначального движения, в другую сторону по отношению к углу отскока второй шайбы.

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 (<i>в данном случае – законы сохранения импульса и энергии системы из двух идеально упругих одинаковых шайб, а также геометрические соотношения</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</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 объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём допущена ошибка.	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C3

Горизонтальный хорошо теплопроводящий цилиндр, разделённый подвижными поршнями площадью $S = 100 \text{ см}^2$ на 5 отсеков (№№ 1–5), содержит в них одинаковые количества идеального газа при температуре окружающей среды и под давлениями, равными давлению $p_a = 10^5 \text{ Па}$ окружающей цилиндр атмосферы (см. рисунок). Каждый поршень сдвигается с места, если приложенная к нему горизонтальная сила превышает силу сухого трения $F_{\text{тр}} = 2 \text{ Н}$. К самому левому поршню прикладывают горизонтальную силу F , медленно увеличивая её по модулю. Какого значения достигнет F , когда объём газа в самом правом, 5-м отсеке цилиндра уменьшится в $n = 2$ раза? Процессы изменения состояния газов в отсеках цилиндра считать изотермическими.



Возможное решение

Поскольку процесс медленный, то в каждый момент времени вся система находится в равновесии, и сумма горизонтальных проекций всех сил, действующих на любую её часть, равна нулю.

Для того чтобы объём отсека № 5 уменьшался, все поршни, очевидно, должны двигаться, и при этом на каждый из них будет действовать сила трения $F_{\text{тр}}$, направленная влево.

Согласно закону Бойля-Мариотта, при изотермическом процессе в пятом отсеке произведение его объёма V на давление в нем p должно оставаться

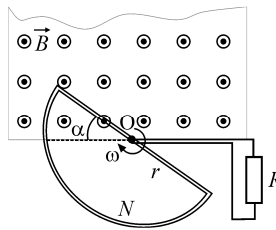
<p>неизменным: $pV = \text{const}$, откуда следует, что в конце процесса при объёме $V/n = V/2$ давление в этом отсеке будет равно $np_a = 2p_a$. При этом на правый поршень со стороны газа в пятом отсеке будет действовать сила $2p_a \cdot S$, направленная влево.</p> <p>Рассмотрим теперь систему, состоящую из всех пяти поршней и четырёх отсеков (№№ 1–4) с газом между этими поршнями. В конце процесса сжатия газа в пятом отсеке на эту систему в равновесии действуют слева направо сила F и сила атмосферного давления $p_a \cdot S$, а справа налево – 5 сил трения $F_{\text{тр}}$ и сила давления газа в пятом отсеке $np_a \cdot S = 2p_a \cdot S$. Эти силы уравниваются друг друга, и по второму закону Ньютона:</p> $F + p_a \cdot S = 5F_{\text{тр}} + np_a \cdot S = 5F_{\text{тр}} + 2p_a \cdot S,$ <p>откуда получаем, что</p> $F = (n-1)p_a S + 5F_{\text{тр}} = p_a S + 5F_{\text{тр}} = 1010 \text{ Н}.$ <p>Ответ: $F = (n-1)p_a S + 5F_{\text{тр}} = 1010 \text{ Н}$.</p>
--

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон Бойля-Мариотта, формула для силы давления, второй закон Ньютона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3
<p>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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

C4

В зазоре между полюсами электромагнита вращается с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ с}^{-1}$ проволочная рамка в форме полуокружности радиусом $r = 4 \text{ см}$, содержащая $N = 10$ витков провода. Ось вращения рамки проходит вдоль оси O рамки и находится вблизи края области с постоянным однородным магнитным полем с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ (см. рисунок), линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Концы обмотки рамки замкнуты через скользящие контакты на резистор с сопротивлением $R = 10 \text{ Ом}$. Пренебрегая сопротивлением рамки, найдите тепловую мощность, выделяющуюся в резисторе.



Возможное решение	
<p>При вращении рамки в магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, равная по модулю</p> $E = \frac{\Delta \Psi}{\Delta t} = \frac{\Delta(BNS)}{\Delta t} = BN \frac{\Delta S}{\Delta t}.$ <p>За малое время Δt рамка поворачивается на угол $\Delta \alpha = \omega \Delta t$, и её площадь, находящаяся в магнитном поле, увеличивается на $\Delta S = \frac{1}{2} r \cdot r \Delta \alpha = \frac{\omega r^2}{2} \cdot \Delta t$,</p> <p>так что $E = \frac{BN \omega r^2}{2} = \text{const}.$</p> <p>Так происходит до тех пор, пока площадь рамки в поле увеличивается. После того как вся рамка окажется в поле, эта площадь начнёт уменьшаться с такой же скоростью, так что ЭДС меняет знак, но сохранит своё значение.</p> <p>Таким образом, согласно закону Ома для замкнутой цепи, в рамке всё время будет течь ток с одинаковым значением $I = \frac{E}{R}$, периодически изменяя своё направление на противоположное.</p> <p>По закону Джоуля-Ленца тепловая мощность, выделяющаяся при этом процессе в резисторе, не зависит от направления тока и равняется</p> $P = I^2 R = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 N^2 \omega^2 r^4}{4R} = \frac{0,5^2 \cdot 10^2 \cdot 50^2 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^4}{4 \cdot 10} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 4 \text{ мВт}.$ <p>Ответ: $P = \frac{B^2 N^2 \omega^2 r^4}{4R} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} = 4 \text{ мВт}.$</p>	

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон электромагнитной индукции, закон Ома для замкнутой цепи и закон Джоуля-Ленца);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>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 без ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p> <p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С5

На экране, перпендикулярном главной оптической оси некоторой тонкой линзы, получили действительное изображение небольшого предмета, находящегося на расстоянии $a = 25$ см от этой линзы, с линейным увеличением $\Gamma = 2$. После замены этой линзы на другую, находящуюся в том же месте и на том же расстоянии до предмета, увеличение изображения предмета при новом положении экрана, соответствующем резкому изображению, стало больше в $n = 2,5$ раза. Чему равна оптическая сила D_2 второй линзы?

Возможное решение
<p>Линейное увеличение для изображения предмета тонкой линзой равно $\Gamma = \frac{b}{a}$, и в соответствии с формулой тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$, где b – расстояние от линзы до изображения, а D – оптическая сила линзы, $\frac{1}{b} = D - \frac{1}{a}$, $b = \frac{a}{aD - 1}$, и $\Gamma = \frac{1}{aD - 1}$. После замены линзы на другую при том же расстоянии a выполняется аналогичное соотношение, в котором $\Gamma_2 = n\Gamma$, а вместо D стоит D_2: $n\Gamma = \frac{1}{aD_2 - 1}$. Выражая из этого соотношения оптическую силу второй линзы, получаем: $D_2 = \frac{n\Gamma + 1}{a n \Gamma} = \frac{2,5 \cdot 2 + 1}{0,25 \cdot 2,5 \cdot 2} = 4,8$ дптр.</p> <p>Ответ: $D_2 = \frac{n\Gamma + 1}{a n \Gamma} = 4,8$ дптр.</p>

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула для линейного увеличения изображения предмета тонкой линзой и формула тонкой линзы);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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 без 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С6

Законы фотоэффекта, как выяснилось недавно, не имеют абсолютного характера. В частности, это касается «красной границы фотоэффекта». Когда появились мощные лазерные источники света, оказалось, что за счёт нелинейных эффектов в среде возможно так называемое многофотонное поглощение света, при котором закон сохранения энергии (формула

$$\text{Эйнштейна для фотоэффекта) имеет вид: } n \cdot h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}.$$

Какое минимальное число n фотонов аргонового лазера с длиной волны $\lambda = 488,0$ нм должно поглотиться, чтобы из платины с работой выхода $A_{\text{вых}} = 6,3$ эВ был выбит один фотоэлектрон?

Возможное решение

Для выбивания фотоэлектрона из металла необходимо, чтобы выполнялось условие: $n \cdot h\nu > A_{\text{вых}}$, или $n > \frac{A_{\text{вых}}}{h\nu}$, причём n – целое число.

Энергия одного кванта с данной длиной волны λ и частотой ν равна

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{488,0 \cdot 10^{-9}} \text{ Дж} \approx 4,06 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 2,54 \text{ эВ},$$

откуда $n > \frac{6,3}{2,54} \approx 2,48$, то есть минимальное число поглощённых фотонов

$$n_{\text{мин}} = 3.$$

Ответ: $n_{\text{мин}} = 3$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>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 – формула Эйнштейна при многофотонном поглощении света, а также связь частоты и длины волны света); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.</p>	3

<p>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 объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 нём допущена ошибка.</p>	2
<p>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 без 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	3
A3	1
A4	2
A5	3
A6	1
A7	4
A8	1
A9	3
A10	3
A11	4
A12	1
A13	3

№ задания	Ответ
A14	1
A15	1
A16	4
A17	4
A18	2
A19	4
A20	3
A21	2
A22	2
A23	2
A24	1
A25	3

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	231
B2	232

№ задания	Ответ
B3	12
B4	42

Ответы к заданиям с выбором ответа

№ задания	Ответ
A1	3
A2	2
A3	4
A4	4
A5	1
A6	3
A7	2
A8	2
A9	2
A10	1
A11	1
A12	4
A13	4

№ задания	Ответ
A14	2
A15	3
A16	3
A17	4
A18	3
A19	2
A20	2
A21	2
A22	4
A23	3
A24	4
A25	2

Ответы к заданиям с кратким ответом

№ задания	Ответ
B1	132
B2	131

№ задания	Ответ
B3	23
B4	31