

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–24

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	25	14	2
2	0,5	15	6
3	1150	16	15
4	0,7	17	12
5	15 51	18	31
6	13	19	5458
7	32	20	2
8	1000	21	31
9	416	22	9955
10	75	23	25 52
11	14	24	13 31
12	31	25	15
13	вверх	26	1,6

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Возможное решение:

1. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, период свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.
 2. Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле E . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, направленная вертикально вниз. В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$).
 3. Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а, значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, т.к. $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}}$, $a > g$.
- Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>период свободных колебаний маятника уменьшится</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>формула для периода</i>)	3



колебаний математического маятника, равнодействующая, электрическая и возвращающая силы).	
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>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.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Шайба массой m_1 , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m_2 . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75 % её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1 ?

Возможное решение:

Начальный импульс первой шайбы равен $p_1 = m_1v_1$, а второй шайбы $p_2 = 0$ (так как она лежит неподвижно). После удара первая шайба остановилась $p'_1 = 0$, а вторая шайба получила импульс $p'_2 = m_2v_2$. По закону сохранения импульсов, имеем:

$$p_1 + 0 = 0 + p'_2 \text{ и } m_1v_1 = m_2v_2, \text{ откуда}$$

$$v_2 = \frac{m_1v_1}{m_2}$$

Закон сохранения энергии при ударе шайб можно записать в виде:

$$E_1 + 0 = 0 + E_2 + E_{\text{вн}}, \text{ где}$$

$$E_1 = \frac{m_1v_1^2}{2}$$

– кинетическая энергия первой шайбы до удара;

$$E_2 = \frac{m_2v_2^2}{2}$$

– кинетическая энергия второй шайбы после удара;

$E_{\text{вн}} = 0,75E_1$ – величина внутренней энергии. Из закона сохранения энергии следует:

$$0,25E_1 = E_2$$

$$\frac{m_1v_1^2}{2 \cdot 4} = \frac{m_2v_2^2}{2}$$

откуда



$m_1 v_1^2 = 4 \cdot m_2 \cdot \left(\frac{m_1 v_1}{m_2}\right)^2 = 4 \cdot \frac{m_1 v_1^2}{m_2}$	
Дальнейшие преобразования дают	
$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4v_1^2}{v_1^2} = 4$	
Ответ: 4.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, закон сохранения энергии</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

ударе модуль импульса мяча уменьшается на 25%? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение:	
1. Согласно закону сохранения энергии, $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$, где v_1 – скорость мяча в момент удара о землю. Отсюда $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$ (1). 2. По условию задачи модуль импульса уменьшается на 25%, т.е. $p_2 = 0,75p_1$, значит $v_2 = 0,75v_1 = \frac{3}{4} \cdot \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$ (2), где v_2 – скорость, с которой мяч отскочил от земли. 3. При движении вверх его полная механическая энергия сохраняется, т.е. $\frac{mv_2^2}{2} = mgh$, $v_2^2 = 2gh$. Учитывая формулу (2), получаем: $\frac{9}{16}(v_0^2 + 2gh_0) = 2gh$, $v_0^2 + 2gh_0 = \frac{32}{9}gh$, $v_0^2 = \frac{32}{9}gh - 2gh_0$, $v_0 = \sqrt{20 \cdot \left(\frac{16}{9} \cdot 2,7 - 3,55\right)} = 5 \text{ (м/с)}$ Ответ: 5 м/с	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, импульс тела</i>). 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) проведены 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	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены	2

29

С какой начальной скоростью надо бросить вниз с высоты 3,55 м мяч, чтобы он после удара о землю подпрыгнул на высоту 2,7 м, если известно, что при



<p>необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, 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 V, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>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</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

30

Два баллона соединены трубкой с краном. В первом находится газ при давлении $p_1 = 10^5$ Па, во втором — при $p_2 = 0,6 \cdot 10^5$ Па. Объем первого баллона $V_1 = 10^{-3}$ м³, а второго $V_2 = 3 \cdot 10^{-3}$ м³. Какое давление установится в баллонах, если открыть кран? Температура постоянна. Объемом трубки можно пренебречь

Возможное решение:

Газ, находившийся в сосуде объемом V_1 , имел параметры состояния p_1, V_1, T_1 , а газ, находившийся в сосуде объемом V_2 , — p_2, V_2, T_1 . После того как открыли кран, образовалась смесь газов, причем каждая составляющая будет создавать парциальное давление p_1' и p_2' соответственно. По закону Дальтона давление смеси $p = p_1' + p_2'$ (1)
2. Для определения p_1' рассмотрим конечное состояние газа, находившегося в сосуде объемом V_1 . Параметры его состояния $p', V' = (V_1 + V_2), T$. Так как масса газа и температура не изменялись, то переход из начального в конечное состояние является изотермическим. По закону Бойля—Мариотта, $p_1 V_1 = p_1' (V_1 + V_2)$, $p_1' = p_1 V_1 / (V_1 + V_2)$. Аналогично можно определить парциальное давление газа, находившегося во втором сосуде: $p_2' = p_2 V_2 / (V_1 + V_2)$.
3. Подставляя в (1), найдем давление, установившееся в сосуде:
$$p = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} + \frac{p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Ответ: $0,7 \cdot 10^5$ Па

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>закон Дальтона, закон Бойля-Мариотта / изотермический процесс</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу</p>	3

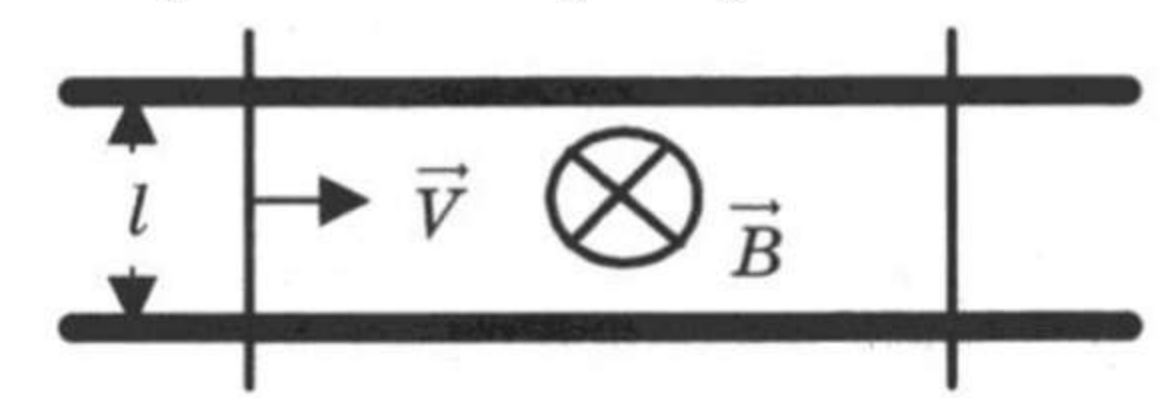
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200921



<p>(допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

31 Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция B которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью $V = 3$ м/с, а правый – покоится. С какой скоростью v надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь).



Возможное решение:	
<p>Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ – индукционный ток, R – сопротивление цепи, l – расстояние между рельсами.</p> <p>ЭДС индукции в движущемся проводнике $\mathcal{E} = -Bv_{отн}l$, где $v_{отн}$ – относительная скорость движения проводников.</p> <p>Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Следовательно, нужно уменьшить в три раза относительную скорость движения проводников.</p> <p>Когда правый проводник покоится, относительная скорость равна $v_{отн1} = V$; при движении правого проводника относительная скорость $v_{отн2} = V - v$.</p> <p>Как было сказано, соотношение скоростей $v_{отн1} = 3v_{отн2}$; $V = 3(V - v)$, $v = (2/3) \cdot V = (2/3) \cdot 3 = 2$ (м/с)</p> <p>Ответ: $v = 2$ м/с</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: сила</p>	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200921



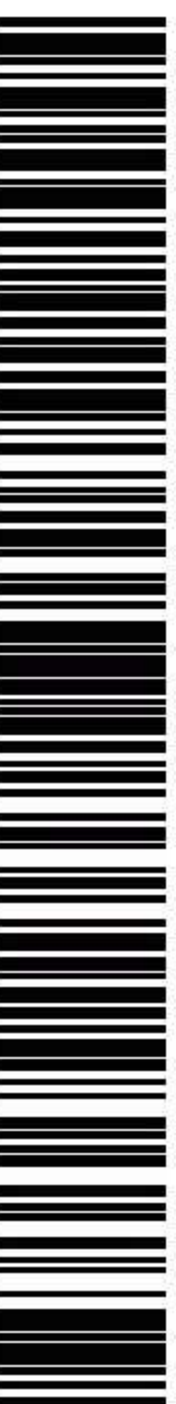
<p>Ампера, ЭДС индукции в движущихся проводниках, относительная скорость);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение,</p>	1

<p>лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

32

Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

<p>Возможное решение:</p> <p>Энергия для нагревания воды: $Q = cm\Delta T$, где c – удельная теплоемкость.</p> <p>Энергия одного фотона: $E = h \frac{v}{\lambda}$, где v – скорость света.</p> <p>По закону сохранения энергии, энергия электромагнитного излучения переходит в энергию нагревания воды.</p> <p>Всего за время t воде была сообщена энергия в количестве:</p> <p>$E \cdot n \cdot t = h \frac{v}{\lambda} \cdot n \cdot t = Q = cm\Delta T$, где n – количество фотонов за секунду.</p> <p>Отсюда $t = \frac{cm\Delta T \lambda}{hvn} = 700$ с.</p> <p>Ответ: $t = 700$ с.</p>	
<p>Критерии оценивания выполнения задания</p> <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для расчёта количества теплоты при нагревании тела, энергия фотона, закон сохранения энергии);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений</p>	3



<p>констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (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 и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>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.</p>	1

<p>ИЛИ</p> <p>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.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

