

## Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

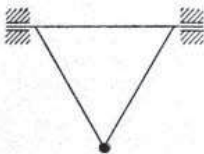
**C1** Грибник ушёл от дороги далеко в лес и заблудился. Компаса у него не было, погода была облачная, солнца не видно, а без ориентации по сторонам света найти дорогу к своему автомобилю было невозможно. В кармане у него были противобликовые автомобильные очки, покрытые поляроидной плёнкой. Он вышел на поляну, достал очки и стал их поворачивать вокруг оптической оси очковых стёкол, глядя сквозь них на небо в разных направлениях. Оказалось, что в одном из направлений интенсивность света, прошедшего через очки от облачного неба, сильно меняется, а в другом, перпендикулярном первому, не меняется. Помог ли грибнику этот факт сориентироваться? Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, смысл его действий и укажите направление на Солнце.  
**Справка:** поляроидная плёнка имеет выделенное направление и пропускает только проекцию вектора напряжённости электромагнитного поля  $\vec{E}$  в световой волне на это направление.

## Возможное решение

1. Электромагнитные волны (свет от солнца) являются поперечными волнами, в которых векторы напряжённости  $\vec{E}$  электрического и индукции  $\vec{B}$  магнитного полей направлены взаимно перпендикулярно и перпендикулярно направлению распространения этих волн.
2. При облачной погоде до грибника на поляне доходит не прямой свет от солнца, а свет, прошедший через облака и сохраняющий поляризацию света от солнца.
3. Если смотреть в направлении солнца, то свет от облаков, как и свет солнца, не имеет выделенного направления светового вектора  $\vec{E}$ , то есть не поляризован.
4. В направлении, перпендикулярном направлению на солнце, прошедший через облака солнечный свет наиболее поляризован, так как векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  лежат в плоскости, перпендикулярной лучу света от солнца и проходящей через луч зрения.
5. Вращая очки (то есть поляроидную плёнку) вокруг их оптической оси, грибник заметил, в каком направлении интенсивность пропущенного ими света сильнее всего менялась – это было направление, перпендикулярное лучам света от солнца. В направлении, перпендикулярном первому, интенсивность прошедшего света не менялась – это и было направление на солнце.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – использование свойства поперечности электромагнитных волн и пропускания поляроидной плёнкой только одного направления вектора напряжённости $\vec{E}$ ).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**C2** Равносторонний треугольник, состоящий из трёх жёстких лёгких стержней, может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из его сторон. В точке пересечения двух других его сторон к треугольнику прикреплен массивный грузик (см. рисунок). Как и во сколько раз изменится период малых колебаний грузика около его положения равновесия, если ось вращения наклонить под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту?



**Возможное решение**

Обозначим расстояние от оси вращения треугольника до грузика через  $l$ . Тогда период колебаний при горизонтальном положении оси равен, очевидно,  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ .

После наклона оси на угол  $\alpha$  возвращающая сила при отклонении треугольника от положения равновесия уменьшится: составляющая силы тяжести вдоль оси, равная  $mg\sin\alpha$  (здесь  $m$  – масса грузика), будет компенсироваться силами реакции со стороны подшипников, в которых закреплена эта ось, а в направлении, перпендикулярном оси, будет действовать эффективная «сила тяжести», равная  $mg\cos\alpha$ . Поэтому период малых колебаний грузика при наклонённой оси будет равен  $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g\cos\alpha}}$ .

Таким образом, период колебаний увеличится в

$$n = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{\sqrt{\cos\alpha}} = \frac{1}{\sqrt{0,5}} = \sqrt{2} \approx 1,41 \text{ раз.}$$

**Ответ:** период колебаний увеличится в  $n = \sqrt{2} \approx 1,41$  раз.

Критерии оценки 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 – выражение для периода малых колебаний математического маятника и разложение силы тяжести на две составляющие);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**С3** Идеальная тепловая машина обменивается теплотой с тёплым телом – окружающей средой, находящейся при температуре +25 °С, и холодным телом с температурой –18 °С. В некоторый момент машину запустили в обратном направлении, так что все составляющие теплового баланса – работа и количества теплоты – поменяли свои знаки. При этом за счёт работы, совершённой двигателем тепловой машины, от холодного тела теплота стала отбираться, а тёплому телу – сообщаться. Какую работу совершил двигатель тепловой машины, если количество теплоты, сообщённой тёплому телу, равно 193 кДж? Ответ округлите до целого числа кДж.

**Возможное решение**

КПД идеальной тепловой машины равен отношению совершённой работы  $A$  к затраченному количеству теплоты  $Q^+$ :  $\eta = \frac{A}{Q^+} = 1 - \frac{T_x}{T_n}$ , где  $T_n$  и  $T_x$  – температуры «нагревателя» (тёплого тела) и «холодильника» (холодного тела), с которыми обменивается теплотой рабочее вещество цикла. Количество теплоты, которое при этом отнимается от теплого тела, равно  $Q^+ = \frac{T_n}{T_n - T_x} \cdot A$ .

При работе идеальной тепловой машины в обратном направлении от холодного тела отнимается количество теплоты  $Q^-$  за счёт работы  $A$ , совершаемой над рабочим веществом цикла, и тёплому телу, которым в данном случае является окружающая среда, отдаётся количество теплоты  $Q^+ = Q^- + A$ , причём все соотношения количеств теплоты, работы и температур остаются такими же, как при работе идеальной тепловой машины в прямом направлении.

Поэтому  $Q^+ = 193$  кДж,  $T_n = 298$  К,  $T_x = 255$  К и

$$A = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot Q^+ = \frac{43}{298} \cdot 193 \approx 28 \text{ кДж.}$$

**Ответ:** 28 кДж.

Критерии оценки 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 – правильно записано выражение для КПД идеальной тепловой машины, и использовано условие равенства соответствующих компонент теплообмена для обратного и прямого циклов);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**C4** Металлический диск радиусом  $r = 10$  см с малым сопротивлением вращается в магнитном поле с индукцией  $B = 2$  Тл, перпендикулярной плоскости диска, с угловой скоростью  $\omega = 300 \text{ с}^{-1}$ . Через скользящие контакты к середине и к краю диска подключён резистор сопротивлением  $R = 1$  кОм, и параллельно ему – конденсатор ёмкостью  $C = 1$  мкФ. Каким зарядом  $Q$  в установившемся режиме заряжен этот конденсатор?

**Возможное решение**

Согласно закону электромагнитной индукции между центром и краем диска при условиях задачи возникает ЭДС индукции, по модулю равная  $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t}$ , где изменение потока  $\Delta\Phi$  определяется площадью  $\Delta S$ , «заметаемой» при вращении радиусом диска  $r$  за промежуток времени  $\Delta t$ . Эта площадь равна  $\Delta S = \frac{1}{2} \cdot r \cdot r \Delta\phi$ , где угол поворота диска за время  $\Delta t$  равен  $\Delta\phi = \omega \Delta t$ .

ЭДС индукции равна, таким образом,  $E = \frac{Br^2\omega}{2}$ , через резистор по закону Ома для участка цепи будет течь ток  $I = \frac{E}{R} = \frac{Br^2\omega}{2R}$ , а конденсатор будет заряжен до

напряжения  $U = IR = E = \frac{Br^2\omega}{2}$ .

Окончательно получаем, что заряд на конденсаторе, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, будет равен

$$Q = CU = \frac{CB r^2 \omega}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 300}{2} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 3 \text{ мкКл.}$$

**Ответ:**  $Q = \frac{CB r^2 \omega}{2} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 3 \text{ мкКл.}$

Критерии оценки 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 – закон электромагнитной индукции, закон Ома для участка цепи и связь заряда и напряжения на конденсаторе);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**C5** Свет с неизвестной длиной волны падает нормально на дифракционную решётку с периодом  $d=4$  мкм, и одному из главных дифракционных максимумов соответствует угол дифракции  $30^\circ$ . При этом наибольший порядок наблюдаемого спектра равен 5. Найдите длину волны  $\lambda$  света, падающего на решётку, и выразите его в ангстремах.

**Справка:**  $1 \text{ ангстрем} = 10^{-10} \text{ м}$ .

**Возможное решение**

Условие наблюдения главных максимумов для дифракционной решётки имеет вид  $d \sin \varphi = m \lambda$ .

В данной задаче неизвестному порядку  $m$  главного максимума соответствует угол дифракции  $\varphi = 30^\circ$ , так что  $m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda}$ , где длина волны  $\lambda$  неизвестна, а  $m$  – целое число. Наибольший порядок  $m_{\max} = 5$  наблюдаемого спектра соответствует углу дифракции  $\varphi_{\max} \leq 90^\circ$ , так что длина волны равна  $\lambda = \frac{d \sin \varphi_m}{5} \leq \frac{d}{5}$ , или  $\frac{1}{\lambda} \geq \frac{5}{d}$ .

Подставляя это неравенство для длины волны в формулу для порядка дифракционного максимума, получаем  $m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} \geq 5 \sin \varphi = 5 \cdot \sin 30^\circ = 2,5$ .

Ближайшее целое число, большее этого значения, равно 3, поэтому длина волны равна  $\lambda = \frac{d \sin 30^\circ}{3} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5}{3} \text{ м} \approx 6,667 \cdot 10^{-7} \text{ м} \approx 6667 \text{ ангстрем}$ .

**Ответ:**  $\lambda = \frac{d \sin 30^\circ}{3} \approx 6667 \text{ ангстрем}$ .

Критерии оценки 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 – условие наблюдения главных максимумов для дифракционной решётки и анализ возможных значений порядка известного максимума);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении 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 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** Наше Солнце теряет за счёт излучения света массу, примерно равную  $1,39 \cdot 10^5$  миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Марса, то есть среднюю энергию, попадающую за 1 секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Марса вне его атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Марса в 1,52 раза больше среднего радиуса орбиты Земли, который составляет около 150 миллионов километров. Ответ выразите в  $\text{кВт} / \text{м}^2$ .

**Возможное решение**

Энергия, излучаемая Солнцем во все стороны за год, согласно формуле Эйнштейна для связи массы и энергии равна  $E = mc^2$  (здесь  $m$  – потери массы за год,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$  – скорость света в вакууме). За секунду Солнце излучает энергию

$$\frac{E}{T} = 1,39 \cdot 10^{17} \cdot 9 \cdot 10^{16} : (86400 \cdot 365) \text{ Дж} / \text{с} \approx 3,967 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$$

(здесь  $T$  – длительность земного года в секундах). Эта энергия распределяется по сфере площадью  $4\pi(R_M)^2 = 4\pi(1,52R_3)^2 \approx 6,53 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$  (здесь  $R_M$  и  $R_3$  – радиусы орбит Марса и Земли).

Таким образом, солнечная постоянная, то есть энергия, попадающая за 1 секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Марса вне его атмосферы равна

$$C = \frac{mc^2}{T \cdot 4\pi R_M^2} \approx \frac{3,967 \cdot 10^{26}}{6,53 \cdot 10^{23}} \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \approx 0,6075 \cdot 10^3 \text{ Вт} / \text{м}^2 \approx 0,6 \text{ кВт} / \text{м}^2.$$

**Ответ:**  $C \approx 0,6 \text{ кВт} / \text{м}^2$ .

Критерии оценки 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 для связи массы и энергии);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</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** Грибник ушёл от дороги далеко в лес и заблудился. Компаса у него не было, погода была облачная, солнца не видно, а без ориентации по сторонам света найти дорогу к своему автомобилю было невозможно. Тут он вспомнил, что в кармане у него есть противобликовые автомобильные очки, покрытые поляроидной плёнкой. Он вышел на поляну, достал очки и стал их поворачивать вокруг оптической оси очковых стёкол, глядя сквозь них на небо в разных направлениях. Через небольшое время он смог определить направление на солнце.

Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, смысл его действий при таком способе ориентирования.

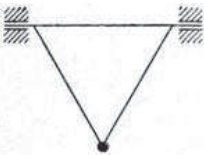
**Справка:** поляроидная плёнка имеет выделенное направление и пропускает только проекцию вектора напряжённости электромагнитного поля  $\vec{E}$  в световой волне на это направление.

## Возможное решение

1. Электромагнитные волны (свет от солнца) являются поперечными волнами, в которых векторы напряжённости  $\vec{E}$  электрического и индукции  $\vec{B}$  магнитного полей направлены взаимно перпендикулярно и перпендикулярно направлению распространения этих волн.
2. При облачной погоде до грибника на поляне доходит не прямой свет от солнца, а свет, прошедший через облака и сохраняющий поляризацию света от солнца.
3. Если смотреть в направлении солнца, то свет от облаков, как и свет солнца, не имеет выделенного направления светового вектора  $\vec{E}$ , то есть не поляризован.
4. В направлении, перпендикулярном направлению на солнце, прошедший через облака солнечный свет наиболее поляризован, так как векторы  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  лежат в плоскости, перпендикулярной лучу света от солнца и проходящей через луч зрения.
5. Вращая очки (то есть поляроидную пленку) вокруг их оптической оси, можно заметить, в каком направлении интенсивность пропущенного ими света сильнее всего меняется, – это будет направление, перпендикулярное лучам света от солнца.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – использование свойства поперечности электромагнитных волн и пропускания поляроидной плёнкой только одного направления вектора напряжённости $\vec{E}$ ).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

**C2** Равносторонний треугольник, состоящий из трех жёстких лёгких стержней, может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из его сторон. В точке пересечения двух других его сторон к треугольнику прикреплён массивный грузик (см. рисунок). Как и во сколько раз изменится период малых колебаний грузика около его положения равновесия, если ось вращения наклонить под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту?



**Возможное решение**

Обозначим расстояние от оси вращения треугольника до грузика через  $l$ . Тогда период колебаний при горизонтальном положении оси равен, очевидно,  $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

После наклона оси на угол  $\alpha$  возвращающая сила при отклонении треугольника от положения равновесия уменьшится: составляющая силы тяжести вдоль оси, равная  $mg \sin \alpha$  (здесь  $m$  – масса грузика), будет компенсироваться силами реакции со стороны подшипников, в которых закреплена эта ось, а в направлении, перпендикулярном оси, будет действовать эффективная «сила тяжести», равная  $mg \cos \alpha$ . Поэтому период малых колебаний грузика при наклонённой оси

будет равен  $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$ . Таким образом, период колебаний увеличится в  $n = \frac{T_2}{T_1} = \frac{1}{\sqrt{\cos \alpha}} = \sqrt{\sqrt{2}} = \sqrt[4]{2} \approx 1,19$  раз.

**Ответ:** период колебаний увеличится в  $n = \sqrt[4]{2} \approx 1,19$  раз.

Критерии оценки 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 – выражение для периода малых колебаний математического маятника и разложение силы тяжести на две составляющие);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0



**С3** Идеальная тепловая машина обменивается теплотой с тёплым телом – окружающей средой, находящейся при температуре +25 °С, и холодным телом с температурой –18 °С. В некоторый момент машину запустили в обратном направлении, так что все составляющие теплового баланса – работа и количества теплоты – поменяли свои знаки. При этом за счёт работы, совершённой двигателем тепловой машины, от холодного тела теплота стала отбираться, а тёплому телу – сообщаться.  
 Какую работу совершил двигатель тепловой машины, если количество теплоты, отведённой от холодного тела, равно 165 кДж? Ответ округлите до целого числа кДж.

**Возможное решение**

КПД идеальной тепловой машины равен отношению совершённой работы  $A$  к затраченному количеству теплоты  $Q^+$ :  $\eta = \frac{A}{Q^+} = 1 - \frac{T_x}{T_n}$ , где  $T_n$  и  $T_x$  – температуры «нагревателя» (тёплого тела) и «холодильника» (холодного тела), с которыми обменивается теплотой рабочее вещество цикла. Количество теплоты, которое при этом отдаётся холодильнику, равно  $Q^- = Q^+ - A = \frac{T_x}{T_n - T_x} \cdot A$ .

При работе идеальной тепловой машины в обратном направлении от холодного тела отнимается количество теплоты  $Q^-$  за счёт работы  $A$ , совершаемой над рабочим веществом цикла, и тёплому телу, которым в данном случае является окружающая среда, отдаётся количество теплоты  $Q^+ = Q^- + A$ , причём все соотношения количеств теплоты, работы и температур остаются такими же, как при работе идеальной тепловой машины в прямом направлении.

Поэтому  $Q^- = 165$  кДж,  $T_n = 298$  К,  $T_x = 255$  К

и  $A = \frac{T_n - T_x}{T_x} \cdot Q^- = \frac{43}{255} \cdot 165 \approx 28$  кДж.

**Ответ:** 28 кДж.

Критерии оценки 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 – правильно записано выражение для КПД идеальной тепловой машины, и использовано условие равенства соответствующих компонент теплообмена для обратного и прямого циклов);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**C4** Металлический диск радиусом  $r = 10$  см с малым сопротивлением вращается в магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл, перпендикулярной плоскости диска, с угловой скоростью  $\omega = 100$  с<sup>-1</sup>. Через скользящие контакты к середине и к краю диска подключён резистор сопротивлением  $R = 10$  кОм, и последовательно с ним – конденсатор ёмкостью  $C = 3$  мкФ. Каким зарядом  $Q$  в установившемся режиме заряжен этот конденсатор?

**Возможное решение**

Согласно закону электромагнитной индукции между центром и краем диска при условиях задачи возникает ЭДС индукции, по модулю равная  $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t}$ , где изменение потока  $\Delta\Phi$  определяется площадью  $\Delta S$ , «заметаемой» при вращении радиусом диска  $r$  за промежуток времени  $\Delta t$ . Эта площадь равна  $\Delta S = \frac{1}{2} \cdot r \cdot r \Delta\phi$ , где угол поворота диска за время  $\Delta t$  равен  $\Delta\phi = \omega \Delta t$ . ЭДС индукции равна, таким образом,  $E = \frac{Br^2\omega}{2}$ , через резистор будет течь ток зарядки конденсатора, до тех пор пока напряжение  $U$  на конденсаторе в установившемся режиме не сравняется с ЭДС индукции:  $U = E = \frac{Br^2\omega}{2}$ .

Окончательно получаем, что заряд на конденсаторе, согласно формуле для связи заряда и напряжения на конденсаторе, будет равен

$$Q = CU = \frac{CB r^2 \omega}{2} = \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-2} \cdot 100}{2} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 1,5 \text{ мкКл.}$$

**Ответ:**  $Q = \frac{CB r^2 \omega}{2} = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 1,5 \text{ мкКл.}$

Критерии оценки 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 – закон электромагнитной индукции и связь заряда и напряжения на конденсаторе);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**C5** Свет с длиной волны  $\lambda = 5461$  ангстрем падает нормально на дифракционную решётку. Одному из главных дифракционных максимумов соответствует угол дифракции  $30^\circ$ , а наибольший порядок наблюдаемого спектра равен 5. Найдите период данной решётки.

**Справка:**  $1 \text{ ангстрем} = 10^{-10} \text{ м}$ .

**Возможное решение**

Условие наблюдения главных максимумов для дифракционной решётки имеет вид  $d \sin \varphi = m \lambda$ . В данной задаче неизвестному порядку  $m$  главного максимума соответствует угол дифракции  $\varphi = 30^\circ$ , так что  $m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda}$ , где период решётки  $d$  неизвестен, а  $m$  – целое число.

Наибольший порядок  $m_{\max} = 5$  наблюдаемого спектра соответствует углу дифракции  $\varphi_{\max} \leq 90^\circ$ , так что период решётки равен  $d = \frac{5\lambda}{\sin \varphi_m} \geq 5\lambda$ .

Подставляя это значение периода в формулу для порядка дифракционного максимума, получаем  $m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} \geq \frac{5\lambda \sin \varphi}{\lambda} = 5 \cdot \sin 30^\circ = 2,5$ . Ближайшее целое число, большее этого значения, равно 3, поэтому период решётки равен

$$d = \frac{3\lambda}{\sin 30^\circ} = \frac{3 \cdot 5461 \cdot 10^{-10}}{0,5} \text{ м} = 3,2766 \cdot 10^{-6} \text{ м} \approx 3,3 \text{ мкм}.$$

**Ответ:**  $d = \frac{3\lambda}{\sin 30^\circ} \approx 3,3 \text{ мкм}.$

Критерии оценки 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 – условие наблюдения главных максимумов для дифракционной решётки и анализ возможных значений порядка известного максимума);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

**С6** Наше Солнце теряет за счёт излучения света массу, примерно равную  $1,39 \cdot 10^5$  миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Венеры, то есть среднюю энергию, попадающую за 1 секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Венеры вне её атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Венеры составляет 0,72 от среднего радиуса орбиты Земли, который примерно равен 150 миллионам километров. Ответ выразите в  $\text{кВт/м}^2$ .

**Возможное решение**

Энергия, излучаемая Солнцем во все стороны за год, согласно формуле Эйнштейна для связи массы и энергии равна  $E = mc^2$  (здесь  $m$  – потери массы за год,  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$  – скорость света в вакууме). За секунду Солнце излучает энергию

$$\frac{E}{T} = 1,39 \cdot 10^{17} \cdot 9 \cdot 10^{16} : (86400 \cdot 365) \text{ Дж/с} \approx 3,967 \cdot 10^{26} \text{ Вт}$$

(здесь  $T$  – длительность земного года в секундах). Эта энергия распределяется по сфере площадью

$$4\pi(R_B)^2 = 4\pi(0,72R_3)^2 \approx 1,465 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$$

(здесь  $R_B$  и  $R_3$  – радиусы орбит Венеры и Земли).

Таким образом, солнечная постоянная, то есть энергия, попадающая за 1 секунду на  $1 \text{ м}^2$  поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Венеры вне её атмосферы равна

$$C = \frac{mc^2}{T \cdot 4\pi R_B^2} \approx \frac{3,967 \cdot 10^{26}}{1,465 \cdot 10^{23}} \frac{\text{Дж}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \approx 2,708 \cdot 10^3 \text{ Вт/м}^2 \approx 2,7 \text{ кВт/м}^2$$

**Ответ:**  $C \approx 2,7 \text{ кВт/м}^2$ .

Критерии оценки 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 для связи массы и энергии);                      II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);                      III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);                      IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.                      Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.                      ИЛИ                      При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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.</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	2
A2	4
A3	2
A4	3
A5	4
A6	2
A7	4
A8	3
A9	3
A10	2
A11	3
A12	3
A13	2

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

**Ответы к заданиям с кратким ответом**

№ задания	Ответ
B1	313
B2	213

№ задания	Ответ
B3	43
B4	23

**Ответы к заданиям с выбором ответа**

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

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

**Ответы к заданиям с кратким ответом**

№ задания	Ответ
B1	232
B2	123

№ задания	Ответ
B3	21
B4	14