

**Единый государственный экзамен
по МАТЕМАТИКЕ
Профильный уровень**

Инструкция по выполнению работы

Экзаменационная работа состоит из двух частей, включающих в себя 19 заданий. Часть 1 содержит 12 заданий с кратким ответом базового и повышенного уровней сложности. Часть 2 содержит 7 заданий с развёрнутым ответом повышенного и высокого уровней сложности.

На выполнение экзаменационной работы по математике отводится 3 часа 55 минут (235 минут).

Ответы к заданиям 1–12 записываются по приведённому ниже образцу в виде целого числа или конечной десятичной дроби. Числа запишите в поля ответов в тексте работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: -0,8.

10	-	0	,	8																
----	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

При выполнении заданий 13–19 требуется записать полное решение и ответ в бланке ответов № 2.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Справочные материалы

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

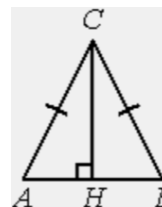
$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

Часть 1

Ответом к заданиям 1–12 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите число в поле ответа в тексте работы, затем перенесите его в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждую цифру, знак «минус» и запятую пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерений писать не нужно.

- 1** В треугольнике ABC $AC = BC$, высота CH равна 19,2, $\cos A = \frac{7}{25}$. Найдите AC .



Ответ: _____.

- 2** Даны векторы $\vec{a} (2, 2; -4)$ и $\vec{b} (-1, 25; -1)$. Найдите скалярное произведение векторов $3\vec{a}$ и $4\vec{b}$.

Ответ: _____.

- 3** Шар вписан в цилиндр. Площадь поверхности шара равна 48. Найдите площадь полной поверхности цилиндра.



Ответ: _____.



- 4 Перед началом волейбольного матча капитаны команд тянут честный жребий, чтобы определить, какая из команд начнёт игру с мячом. Команда «Стартер» по очереди играет с командами «Ротор», «Мотор» и «Стратор». Найдите вероятность того, что «Стартер» будет начинать только вторую игру.

Ответ: _____.

- 5 Симметричную игральную кость бросили 3 раза. Известно, что в сумме выпало 6 очков. Какова вероятность события «хотя бы раз выпало 3 очка»?

Ответ: _____.

- 6 Найдите корень уравнения

$$\left(\frac{1}{3}\right)^{5x-6} = 81.$$

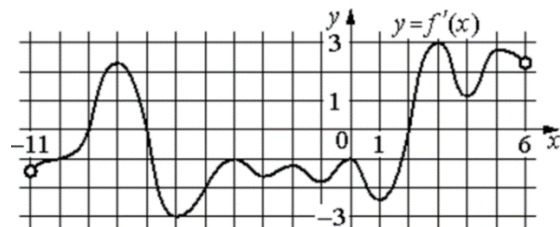
Ответ: _____.

- 7 Найдите значение выражения

$$\frac{\sqrt[4]{8} \cdot \sqrt[4]{48}}{\sqrt[4]{24}}.$$

Ответ: _____.

- 8 На рисунке изображён график $y = f'(x)$ — производной функции $f(x)$, определённой на интервале $(-11; 6)$. Найдите количество точек минимума функции $f(x)$, принадлежащих отрезку $[-6; 4]$.



Ответ: _____.

- 9 Для нагревательного элемента некоторого прибора экспериментально была получена зависимость температуры (в К) от времени работы:

$$T(t) = T_0 + bt + at^2,$$

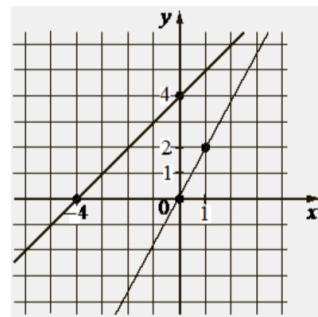
где t — время (в мин.), $T_0 = 680$ К, $a = -16 \frac{\text{К}}{\text{мин}^2}$, $b = 224 \text{ К/мин}$. Известно, что при температуре нагревательного элемента свыше 1400 К прибор может испортиться, поэтому его нужно отключить. Найдите, через какое наибольшее время после начала работы нужно отключить прибор. Ответ дайте в минутах.

Ответ: _____.

- 10 На изготовление 540 деталей первый рабочий затрачивает на 12 часов меньше, чем второй рабочий на изготовление 600 деталей. Известно, что первый рабочий за час делает на 10 деталей больше, чем второй. Сколько деталей в час делает первый рабочий?

Ответ: _____.

- 11 На рисунке изображены графики двух линейных функций, пересекающиеся в точке A. Найдите абсциссу точки A.



Ответ: _____.



- 12 Найдите наибольшее значение функции

$$y = 25x - 25 \operatorname{tg} x + 41 \text{ на отрезке } \left[0; \frac{\pi}{4}\right].$$

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Для записи решений и ответов на задания 13–19 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер выполняемого задания (13, 14 и т. д.), а затем полное обоснованное решение и ответ. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 13 а) Решите уравнение

$$\frac{\sin x}{\sin^2 \frac{x}{2}} = 4 \cos^2 \frac{x}{2}.$$

- б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[-\frac{9\pi}{2}; -3\pi\right]$.

- 14 В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ сторона основания AB равна боковому ребру SA . Медианы треугольника SBC пересекаются в точке M .

- а) Докажите, что $AM = AD$.
б) Точка N – середина AM . Найдите SN , если $AD = 6$.

- 15 Решите неравенство

$$\log_3^2(x^2 - 16) - 5 \log_3(x^2 - 16) + 6 \geq 0.$$

- 16 В июле 2025 года планируется взять кредит в банке на 900 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- в январе 2026, 2027, 2028, 2029 и 2030 годов долг возрастает на 12% по сравнению с концом предыдущего года;
- в январе 2031, 2032, 2033, 2034 и 2035 годов долг возрастает на 8% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле каждого года долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- к июлю 2035 года долг должен быть полностью погашен.

Чему равна сумма всех выплат?

- 17 Точка O – центр вписанной в треугольник ABC окружности. Прямая BO вторично пересекает описанную около этого треугольника окружность в точке P .

- а) Докажите, что $\angle POC = \angle PCO$.
б) Найдите площадь треугольника APC , если радиус описанной около треугольника ABC окружности равен 8, а $\angle ABC = 60^\circ$.

- 18 Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение

$$\left(x + \frac{1}{x-a}\right)^2 - (a+9)\left(x + \frac{1}{x-a}\right) + 2a(9-a) = 0$$

имеет ровно 4 решения.



19

У ювелира есть 47 полудрагоценных камней, масса каждого из которых – целое число граммов, не меньшее 100 (некоторые камни могут иметь равную массу). Эти камни распределили по трём кучам: в первой куче n_1 камней, во второй – n_2 камней, в третьей – n_3 камней, причём $n_1 < n_2 < n_3$. Суммарная масса (в граммах) камней в первой куче равна S_1 , во второй – S_2 , а в третьей – S_3 .

- а) Может ли выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$?
- б) Может ли выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$, если масса любого камня не превосходит 105 граммов?
- в) Известно, что масса любого камня не превосходит k граммов. Найдите наименьшее целое значение k , для которого может выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.



Система оценивания экзаменационной работы по математике (профильный уровень)

Правильное выполнение каждого из заданий 1–12 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа.

Номер задания	Правильный ответ
1	20
2	15
3	72
4	0,125
5	0,6
6	0,4
7	2
8	1
9	5
10	30
11	4
12	41
13	а) $\frac{\pi}{2} + 2\pi n, \pi + 2\pi n; n \in \mathbb{Z}$ б) $-\frac{7\pi}{2}; -3\pi$
14	$\sqrt{15}$
15	$(-\infty; -\sqrt{43}] \cup [-5; -4) \cup (4; 5] \cup [\sqrt{43}; +\infty)$
16	1440 тыс.
17	$16\sqrt{3}$
18	$(-\infty; -2) \cup (2; 3) \cup (3; 3,5) \cup (5,5; +\infty)$
19	а) да б) нет в) 122

Решения и критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Количество баллов, выставленных за выполнение заданий 13–19, зависит от полноты решения и правильности ответа.

Общие требования к выполнению заданий с развёрнутым ответом: решение должно быть математически грамотным, полным, все возможные случаи должны быть рассмотрены. Методы решения, формы его записи и формы записи ответа могут быть разными. За решение, в котором обоснованно получен правильный ответ, выставляется максимальное количество баллов. Правильный ответ при отсутствии текста решения оценивается в 0 баллов.

Эксперты проверяют только математическое содержание представленного решения, а особенности записи не учитывают.

При выполнении задания могут использоваться без доказательства и ссылок любые математические факты, содержащиеся в учебниках, входящих в федеральный перечень учебников, допущенных к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ среднего общего образования.



13 а) Решите уравнение

$$\frac{\sin x}{\sin^2 \frac{x}{2}} = 4 \cos^2 \frac{x}{2}$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $[-\frac{9\pi}{2}; -3\pi]$.

$$\text{а) } \frac{\sin x}{\sin^2 \frac{x}{2}} - 4 \cos^2 \frac{x}{2} = 0$$

$$\frac{\sin x - 2 \sin^2 \frac{x}{2} \cos^2 \frac{x}{2}}{\sin^2 \frac{x}{2}} = 0$$

$$\frac{\sin x - \sin^2 x}{\sin^2 \frac{x}{2}} = 0$$

$$\frac{\sin x \cdot (1 - \sin x)}{\sin^2 \frac{x}{2}} = 0$$

$$\begin{cases} \sin x = 0 \\ \sin x = 1 \\ \sin \frac{x}{2} \neq 0 \end{cases}$$



Получим

$$x = \frac{\pi}{2} + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

$$x = \pi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$$

Ответ: а) $\frac{\pi}{2} + 2\pi k, \pi + 2\pi k, k \in \mathbb{Z}$
 б) $-\frac{9\pi}{2}, -\frac{7\pi}{2}$



ИСТОЧНИКИ

РПР (новый вариант)
 Периодическая волна, 2018
 ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА
 1 $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$
 2 $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$
 3 $\cos 2\alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$
 4 $\cos 2\alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha$

14

В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ сторона основания AB равна боковому ребру SA . Медианы треугольника SBC пересекаются в точке M .

а) Докажите, что $AM = AD$.б) Точка N — середина AM . Найдите SN , если $AD = 6$.

а) 1) Пусть $SK = x = CK = BE = CE$
 Тогда $AB = 2x = AD = AS$

2) $\triangle ABE: AE^2 = AB^2 + BE^2 = 6^2 + x^2$
 $\triangle SEC: SE^2 = SC^2 - CE^2 = 6^2 - x^2$
 $ME = \frac{1}{2} SE = \frac{\sqrt{3}}{2} x$
 (т.к. M — точка пересечения медиан)

3) $\triangle ASE:$

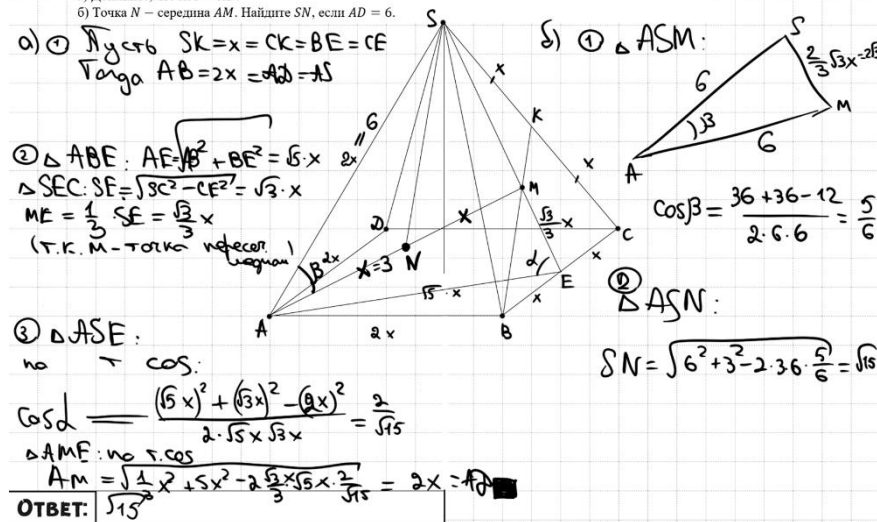
но $\angle ASE = 90^\circ$
 $\cos \alpha = \frac{(6x)^2 + (\frac{\sqrt{3}}{2}x)^2 - (2x)^2}{2 \cdot 6x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}x} = \frac{2}{\sqrt{3}}$

$\triangle AME:$ по т. кос.
 $AM = \sqrt{1^2 x^2 + 5x^2 - 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} x \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} x} = 2x = AD$

Ответ: $\frac{\sqrt{15}}{5}$

Источники:

Основная волна 2017



Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, и обоснованно получен верный ответ в пункте б	3
Получен обоснованный ответ в пункте б ИЛИ имеется верное доказательство утверждения пункта а, и при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	2
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, ИЛИ при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте б с использованием утверждения пункта а, при этом пункт а не выполнен	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, приведённых выше	0
Максимальный балл	3

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в обоих пунктах	2
Обоснованно получен верный ответ в пункте а ИЛИ получены неверные ответы из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения обоих пунктов: пункта а и пункта б	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2



15 Решите неравенство $\log_3(x^2 - 16) - 5\log_3(x^2 - 16) + 6 \geq 0$.

Пусть $\log_3(x^2 - 16) = t$
 $t^2 - 5t + 6 \geq 0$
 $t \leq 2$
 $t \geq 3$
 $\log_3(x^2 - 16) \leq \log_3 9$
 $x^2 - 16 \leq 9$
 $x^2 - 16 > 0$
 $x^2 - 25 \leq 0$
 $x^2 > 16$
 $(x-4)(x+4) > 0$
 $(x-5)(x+5) \leq 0$
Найдем пересечение:
Получаем $[-5; -4) \cup (4; 5]$
Объединим

$x^2 - 16 > 0$
 $x > 4$
 $x < -4$
 $\log_3(x^2 - 16) \geq \log_3 27$
 $x^2 - 16 \geq 27$
 $x^2 - 43 \geq 0$
 $x^2 - \sqrt{43}^2 \geq 0$

ИСТОЧНИКИ

ГРП (старый банк)
 ГРП (новый банк)
 Досрочная волна (Резерв) 2022
 Ященко 2021 (36 вар)
 Ященко 2020 (36 вар)
 Ященко 2019 (36 вар)
 Досрочная волна 2017
 Досрочная волна 2015

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТАРИОМА
 Если $\log_a b = c$, то $a^c = b$
 ОДУ
 1 $a^2 - b^2 = (a-b)(a+b)$
 2 $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
 3 $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
 4 $a^2 - b^2 = (a-b)(a^2 + ab + b^2)$
 5 $a^2 + b^2 = (a+b)(a^2 - ab + b^2)$
 6 $(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
 7 $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$

16

В школе 2025 года планируется взять кредит в банке на 900 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- в январе 2026, 2027, 2028, 2029 и 2030 годов долг возрастает на 12% по сравнению с концом предыдущего года;
- в январе 2031, 2032, 2033, 2034 и 2035 годов долг возрастает на 8% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле каждого года долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- к июлю 2035 года долг должен быть полностью погашен.

Чему равна сумма всех выплат?

Пусть $a = 112$
 $b = 108$
 июль - июль выплаты
 Воспользуемся P -той $S_n = \frac{a+an}{2} \cdot n$
 $O.C.B. = \frac{900a - 810 + 540a - 450}{2} \cdot 5 + \frac{450b - 360 + 90b}{2} \cdot 5 =$
 $= (720a - 630) \cdot 5 + (270b - 180) \cdot 5 =$
 $= 3600a - 3150 + 1350b - 900 =$
 $= 3600 \cdot 112 - 3150 + 1350 \cdot 108 - 900 =$
 $= 403200 - 3150 + 145800 - 900 =$
 $= 1440000$
 Ответ: 1440 тыс.

ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2021
 Ященко 2022 (36 вар)

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	2
Обоснованно получен ответ, отличающийся от верного исключением / включением граничных точек ИЛИ получен неверный ответ из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

Содержание критерия	Баллы
---------------------	-------



Обоснованно получен верный ответ	2
Верно построена математическая модель	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	2

17 Точка O — центр вписанной в треугольник ABC окружности. Прямая BO вторично пересекает описанную около этого треугольника окружность в точке P .

а) Докажите, что $\angle POC = \angle PCO$.

б) Найдите площадь треугольника APC , если радиус описанной около треугольника ABC окружности равен 8, а $\angle ABC = 60^\circ$.

Источники:

Основная волна 2019
Янвекто 2021 (36 вар)
Янвекто 2020 (36 вар)

а) BO — биссектриса $\angle B$. Пусть $\angle BCO = d = \angle ACO$.
 $\angle CBO = \beta = \angle ABC$
 $\angle COB = 180 - d - \beta$
 $\angle COP = 180 - (180 - d - \beta) = d + \beta$
 $\angle ACP = \beta = \angle ABP$ (дуга AP на окружности)
 $\Rightarrow \angle COP = d + \beta = \angle PCO$

б) $\angle ABC = 60^\circ = 2\beta$
 $\beta = 30^\circ$
 $\angle COB = 180 - d - \beta$
 $\angle COP = 180 - (180 - d - \beta) = d + \beta$
 $\angle ACP = \beta = \angle ABP$ (дуга AP на окружности)
 $\Rightarrow \angle COP = d + \beta = \angle PCO$

3) По т. Син $\frac{AC}{\sin \angle ABC} = 2R$
 $AC = 2 \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $AC = 8\sqrt{3}$

4) Рассмотрим $\triangle APC$.
 $\angle APC = 30^\circ$
 $\angle ACP = 30^\circ$
 $\angle CAP = 120^\circ$
 $AP = PC$
 $AP = PC = 4$
 $S_{APC} = \frac{1}{2} \cdot 8\sqrt{3} \cdot 4 = 16\sqrt{3}$

ОТВЕТ: $16\sqrt{3}$

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, и обоснованно получен верный ответ в пункте б	3
Получен обоснованный ответ в пункте б ИЛИ имеется верное доказательство утверждения пункта а, и при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	2
Имеется верное доказательство утверждения пункта а, ИЛИ при обоснованном решении пункта б получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте б с использованием утверждения пункта а, при этом пункт а не выполнен	1

Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	3

18 Найдите все значения параметра a , при которых уравнение

$$\left(x + \frac{1}{x-a}\right)^2 - (a+9)\left(x + \frac{1}{x-a}\right) + 2a(9-a) = 0$$

имеет ровно 4 решения.

Пусть $\left(x + \frac{1}{x-a}\right) = t$
 $t^2 - (a+9)t + 2a(9-a) = 0$
 $t_1 + t_2 = a+9 = 2a + 9 - a$
 $t_1 t_2 = 2a(9-a)$
 $t_1 = 2a$
 $t_2 = 9-a$
 $\left[\begin{array}{l} \frac{x^2}{x-a} + \frac{1}{x-a} = \frac{2a}{x-a} \\ \frac{x^2}{x-a} + \frac{1}{x-a} = \frac{9-a}{x-a} \end{array}\right]$

1 случай $\frac{x^2}{x-a} + \frac{1}{x-a} = \frac{2a}{x-a}$
 $x^2 - 2ax + 1 = 0$
 $2a = 9 - a$
 $3a = 9$
 $a = 3$
 $\frac{x^2}{x-3} + \frac{1}{x-3} = \frac{6}{x-3}$
 $x^2 - 3x + 1 - 6x + 18 = 0$
 $x^2 - 9x + 19 = 0$
 $\Delta = 81 - 76 = 5$
 $x = \frac{9 \pm \sqrt{5}}{2}$
 $\Rightarrow a \neq 3$

2 случай $\frac{x^2}{x-a} + \frac{1}{x-a} = \frac{9-a}{x-a}$
 $x^2 - ax + 1 - 9x + 9a + 1 - a^2 = 0$
 $x^2 - (a+9)x + 2a(9-a) = 0$
 $\Delta = (a+9)^2 - 8a(9-a) = a^2 + 18a + 81 - 72a + 8a^2 = 9a^2 - 54a + 81 = 9(a-3)^2$
 $x = \frac{a+9 \pm 3(a-3)}{2}$
 $x_1 = \frac{a+9+3a-9}{2} = 2a$
 $x_2 = \frac{a+9-3a+9}{2} = 9-a$
 $\Rightarrow a \neq 3$

$$\left[\begin{array}{l} \frac{x^2 - 3ax + 2a^2 + 1}{x-a} = 0 \\ \frac{x^2 - 9x - a^2 + 9a + 1}{x-a} = 0 \end{array}\right]$$

Чтобы у исходного уравнения было 4 решения нужно, чтобы

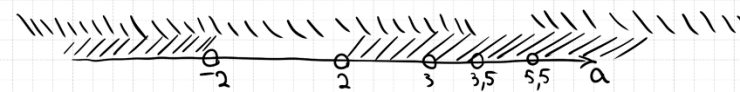
$$\left\{\begin{array}{l} D_1 > 0 \\ D_2 > 0 \end{array}\right. \quad \text{где } D_1 \text{ и } D_2 \text{ — это дискриминанты уравнений}$$

$$\left\{\begin{array}{l} (-3a)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (2a^2 + 1) > 0 \\ (-9)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-a^2 + 9a + 1) > 0 \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} 9a^2 - 8a^2 - 4 > 0 \\ a^2 - 4 > 0 \\ (a-2)(a+2) > 0 \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{l} 81 + 4a^2 - 36a - 4 > 0 \\ 4a^2 - 36a + 77 > 0 \\ D = 1296 - 1232 = 64 \\ a = 36 \pm 8 \end{array}\right.$$

Найдем пересечение:



Ответ: $(-\infty; -2) \cup (2; 3) \cup (3; 3.5) \cup (5.5; +\infty)$



Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	4
С помощью верного рассуждения получено множество значений a , отличающееся от искомого конечным числом точек	3
С помощью верного рассуждения получены все граничные точки искомого множества значений a	2
Верно получена хотя бы одна граничная точка искомого множества значений a	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
<i>Максимальный балл</i>	4

У ювелира есть 47 полудрагоценных камней, масса каждого из которых – целое число граммов, не меньшее 100 (некоторые камни могут иметь равную массу). Эти камни распределены по трём чашам: в первой чаше n_1 камней, во второй – n_2 камней, в третьей – n_3 камней, причём $n_1 < n_2 < n_3$. Суммарная масса (в граммах) камней в первой чаше равна S_1 , во второй – S_2 , а в третьей – S_3 .

б) Может ли выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$, если масса любого камня не превосходит 105 граммов?

в) Известно, что масса любого камня не превосходит k граммов. Найдите наименьшее целое значение k , для которого может выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$.

Первая куча Вторая куча Третья куча

$\delta \textcircled{1} n_1 \leq 14$ кучей (т.к. если $n_1 > 15,70$
 $n_2 > 16$
 $n_3 > 14$
то невозможно т.к.
кучей станет 3-х)

Тогда $S_1 \leq 14 \cdot 105$
 $S_2 \leq 1470$

а) Пусть $n_1 = 14$ камней по 800, камней
 $n_2 = 16$ камней по 200, камней
 $n_3 = 17$ камней по 100, камней

Тогда $S_1 = 4200$;
 $S_2 = 3200$;
 $S_3 = 1700$. ✓

ОТВЕТ: а) Да
 б) Нет
 в) 122

② $n_3 \geq 17$ камней (т.к. если $n_3 \leq 16$, то $n_2 \leq 15$, $n_1 \leq 14$, то необходимо 5,5! камней, значит, всего 42 марок)

Тогда $S_3 \geq 17 \cdot 100$
 $S_3 \geq 1700$

Получаем, что $S_3 \geq S_1$, при этом кол-во камней убав. $\Rightarrow$ не имеет смысла

ОТВЕТ: 5) 125.

У вас есть 47 полудрагоценных камней, масса каждого из которых – целое число граммов, не меньше 100 (некоторые камни могут иметь равную массу). Эти камни распределены по трём кучам: в первой куче n_1 камней, в второй – n_2 камней, в третьей – n_3 камней, причём $n_1 < n_2 < n_3$. Суммарная масса (в граммах) камней в первой куче равна S_1 , во второй – S_2 , а в третьей – S_3 .

в) Известно, что масса любого камня не превосходит k граммов. Найдите наименьшее целое значение k , для которого может выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$.

$$\begin{array}{r} 1702 | 14 \\ 74 | 121 \end{array}$$

в) ① $n_1 \leq 14$ (показано в н. д.)
 $S_1 \leq 14 \cdot \kappa$
 $n_3 \geq 17$ (показано в н. д.)
 $S_3 \geq 17 \cdot 100$

Получаем

$$14k \geq 1700 + 2 \quad (\text{т.к. } S_1 \text{ больше чем } S_2 \text{ как минимум на } 2)$$
$$k \geq \frac{1702}{14}$$
$$k \geq 12,1 \frac{8}{14}$$
$$k \geq 12,2$$

② Поменяем 720
Первое кучко

$122 + 122 + \dots + 122 = S_1 = 4708$
14 кучек
по 14 кучек

к = 122 новое число
Второе кучко

$15 \text{ кучек по } 1062 + 1 \text{ кучка по } 111 = S_2 = 1701$
по 10 кучек

Третье кучко

$100 + 100 + \dots + 100 = S_3 = 700$
10 кучек
по 10 кучек

Ответ: б) 122

У ювелира есть 47 подделочных камней, масса каждого из которых — целое число граммов, не меньше 100 (иногда некоторые камни могут иметь равную массу). Эти камни распределены по трем кучам: в первой куче n_1 камней, во второй — n_2 камней, в третьей — n_3 камней, причем $n_1 < n_2 < n_3$. Суммарная масса (в граммах) камней в первой куче равна S_1 , во второй — S_2 , а в третьей — S_3 .

а) Может ли выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$?

б) Может ли выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$, если масса любого камня не превосходит 105 граммов?

в) Известно, что масса любого камня не превосходит 1 граммов. Найдите наименьшее целое значение k , для которого может выполняться неравенство $S_1 > S_2 > S_3$.

а) Да. Возьмем в первую группу 1 камень весом 10 000 г, во вторую 2 камня весом по 3000 г, в третью 44 камня по 100 г. Условия будут выполнены.

$$n_1 \leq \frac{47}{3} = 16\frac{2}{3}$$

а) Так как числа взаимно простые, то $m_1 \cdot m_2 = 1 \cdot 16 = 16$ делится на 3, следовательно, $m_1 \geq 16$. Значит,

$$n_1 + n_2 + \dots + n_{k-1} + n_k = n_1 + n_2 + \dots + n_{k-1} + n_k = n$$

Прим. 47. $\geq 3n_1 + 3$ по лемме $n_1 \leq 14$. Аналогично $n_2 \leq n_1 - 1 \leq n_1 - 2$ отсюда

Итак, $47 \geq 3a_1 + 3$, то есть $a_1 \leq 14$. Аналогично $a_2 \leq a_1 - 1 \leq a_3 - 2$, отсюда

AND SINCE $47 \leq 3n_3 - 3$, IT FOLLOWS $n_3 \geq 17$.

Заметим, $S_1 \geq 100 \cdot 17 = 1700$ и $S_1 \leq 14 \cdot k = 14k$. При этом $S_1 \geq S_1 + 1 \geq S_1 + 2$, поэтому $14k \geq 1702$ или $k \geq 121\frac{4}{5}$. Итак,

интенсивное возмущение k это 122.

Приведем пример для найденного k . В третьей группе будут 17 камней, все они весят по 100 г, тогда $S_3 = 1700$. В первой группе будут 14 камней, все они весят по 122 г, значит, $S_1 = 1708$. Во второй группе будут 16 камней, 8 из них весят по 106

группы $\mathcal{O}_2^{\text{max}}$ 14 человек, все они вошли по 1227 гривен, $S_1 = 1700$. По информации группы $\mathcal{O}_2^{\text{max}}$ 19 человек, в их чис вошли по 100 гривен, остальные 8 по 107 гривен, следовательно, $S_2 = 1704$.

Ответ: а) да; б) нет; в) 122.

Аналоги к заданию № 630707: 630700 8 см

Источник: ЕГЭ по математике 27.06.2022. Разборная волна. Санкт-Петербург, Москва, центр. Вариант 501, Задания 16 ЕГЭ-2022.

[Спрятать решение](#) · [В избранное \(0\)](#) · [Пометить как](#) [Курс А.А.Гукина](#) · [Сообщить об ошибке](#) · [Помощь](#)



Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в пунктах <i>а</i> , <i>б</i> и <i>в</i>	4
Обоснованно получен верный ответ в пункте <i>в</i> и обоснованно получен верный ответ в пункте <i>а</i> или <i>б</i>	3
Обоснованно получены верные ответы в пунктах <i>а</i> и <i>б</i> ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте <i>в</i>	2
Обоснованно получен верный ответ в пункте <i>а</i> или <i>б</i>	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
Максимальный балл	4

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособрнадзора от 04.04.2023 № 233/552, зарегистрирован Минюстом России 15.05.2023 № 73314)

«81. Проверка экзаменационных работ включает в себя:

1) проверку и оценивание предметными комиссиями ответов на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом <...>, в том числе устных ответов, в соответствии с критериями оценивания по соответствующему учебному предмету, разработка которых организуется Рособрнадзором <...>

По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют первичные баллы за каждый ответ на задания КИМ для проведения ЕГЭ с развёрнутым ответом. <...>

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

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

Существенными считаются следующие расхождения:

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 13–19, составляет 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.

2. Расхождение между суммами баллов, выставленными двумя экспертами за выполнение заданий 13–19, составляет 3 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет ответы на все задания работы.

3. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 13–19 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

