

**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 развернутым 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!

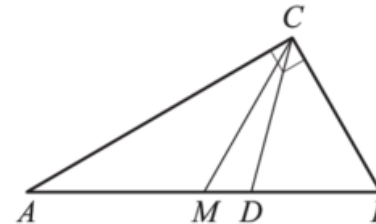
Справочные материалы

$$\begin{aligned} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha &= 1 \\ \sin 2\alpha &= 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \\ \cos 2\alpha &= \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \\ \sin(\alpha + \beta) &= \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta \\ \cos(\alpha + \beta) &= \cos \alpha \cdot \cos \beta - \sin \alpha \cdot \sin \beta \end{aligned}$$

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** Острый угол B прямоугольного треугольника равен 66° . Найдите угол между биссектрисой CD и медианой CM , проведёнными из вершины прямого угла. Ответ дайте в градусах.

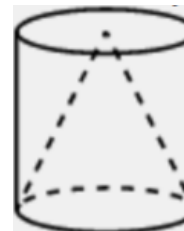


Ответ: _____.

- 2** Даны векторы $\vec{a} (1; 2)$, $\vec{b} (-3; 6)$ и $\vec{c} (4; -2)$. Найдите длину вектора $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$.

Ответ: _____.

- 3** Конус и цилиндр имеют общее основание и общую высоту (конус вписан в цилиндр). Вычислите объём цилиндра, если объём конуса равен 57.



Ответ: _____.





4 Фабрика выпускает сумки. В среднем 6 сумок из 75 имеют скрытые дефекты. Найдите вероятность того, что купленная сумка окажется без дефектов.

Ответ: _____.

5 При выпечке хлеба производится контрольное взвешивание свежей буханки. Известно, что вероятность того, что масса окажется меньше 810 г, равна 0,96. Вероятность того, что масса окажется больше 790 г, равна 0,82. Найдите вероятность того, что масса буханки больше 790 г, но меньше 810 г.

Ответ: _____.

6 Найдите корень уравнения

$$7^{-6-x} = 343.$$

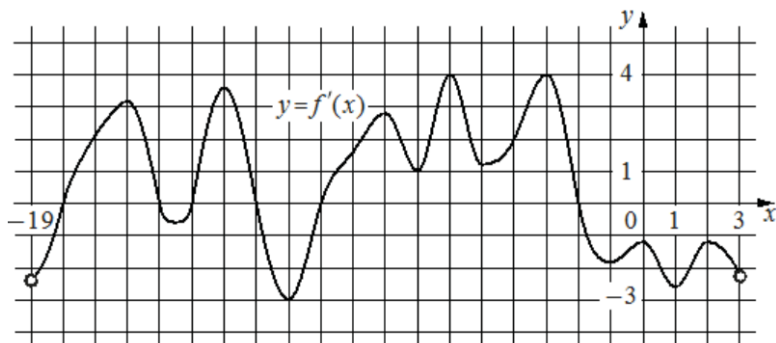
Ответ: _____.

7 Найдите значение выражения

$$\frac{7 \sin 154^\circ}{\cos 77^\circ \cdot \cos 13^\circ}$$

Ответ: _____.

8 На рисунке изображён график $y = f'(x)$ — производной функции $f(x)$, определенной на интервале $(-19; 3)$. Найдите количество точек экстремума функции $f(x)$, принадлежащих отрезку $[-17; -4]$.



Ответ: _____.

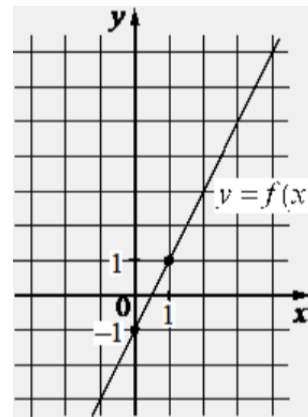
9 К источнику с ЭДС $\varepsilon = 180$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом хотят подключить нагрузку с сопротивлением R (в Ом). Напряжение (в В) на этой нагрузке вычисляется по формуле $U = \frac{\varepsilon R}{R+r}$. При каком значении сопротивления нагрузки напряжение на ней будет равно 170 В? Ответ дайте в омах.

Ответ: _____.

10 Первая труба пропускает на 1 литр воды в минуту меньше, чем вторая. Сколько литров воды в минуту пропускает первая труба, если резервуар объемом 110 литров она заполняет на 2 минуты дольше, чем вторая труба заполняет резервуар объемом 99 литров?

Ответ: _____.

11 На рисунке изображён график функции вида $f(x) = kx + b$. Найдите значение $f(7)$.



Ответ: _____.

12 Найдите точку минимума функции $y = 9x - 9 \cdot \ln(x + 3) + 4$.

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

$$4 \sin x \cos^2 x - 2\sqrt{3} \sin 2x + 3 \sin x = 0.$$

б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[-\frac{7\pi}{2}; -2\pi\right]$.

14 В правильной треугольной пирамиде $SABC$ сторона основания AB равна 16, высота SH равна 10. Точка K – середина бокового ребра SA . Плоскость, параллельная плоскости ABC , проходит через точку K и пересекает рёбра SB и SC в точках Q и P соответственно.

а) Докажите, что площадь четырёхугольника $BSPQ$ составляет $\frac{3}{4}$ площади треугольника SBC .

б) Найдите объём пирамиды $KBCPQ$.

15 Решите неравенство

$$(4^x - 5 \cdot 2^x)^2 - 20(4^x - 5 \cdot 2^x) - 96 \leq 0.$$

16 В июле 2025 года планируется взять кредит в банке на 600 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- в январе 2026, 2027 и 2028 годов долг возрастает на $r\%$ по сравнению с концом предыдущего года;
- в январе 2029, 2030 и 2031 годов долг возрастает на 15% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь 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 2031 года долг должен быть полностью погашен.

Чему равно r , если общая сумма выплат составит 930 тыс. рублей?

17 В окружность вписана трапеция $ABCD$, AD – большее основание, проведена высота BH , вторично пересекающая окружность в точке K .

а) Докажите, что AC перпендикулярна AK .

б) Найдите AD , если радиус описанной окружности равен 12, $\angle BAC = 30^\circ$, CK пересекает основание AD в точке N . Площадь четырёхугольника $BHNC$ в 8 раз больше, чем площадь треугольника KHN .

18 Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение

$$|x^2 - a^2| = |x + a|\sqrt{4x + 3}.$$

имеет ровно 2 различных решения.

19 На доске написаны три различных натуральных числа. Второе число равно сумме цифр первого, а третье равно сумме цифр второго.

а) Может ли сумма этих чисел быть равна 2022?

б) Может ли сумма этих чисел быть равна 2021?

в) В тройке чисел первое число трёхзначное, а третье равно 2. Сколько существует таких троек?

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	21
2	10
3	171
4	0,92
5	0,78
6	-9
7	14
8	4
9	17
10	10
11	13
12	-2
13	а) $\pi n, \pm \frac{\pi}{6} + 2\pi n; n \in \mathbb{Z}$ б) $-3\pi; -\frac{13\pi}{6}; -2\pi$
14	$80\sqrt{3}$
15	$(-\infty; 0] \cup [2; 3]$
16	16
17	$4\sqrt{33}$
18	$\left\{-\frac{7}{4}\right\} \cup \left\{-\frac{3}{2}\right\} \cup \left\{\frac{1}{2}\right\} \cup \left(\frac{3}{4}; +\infty\right)$
19	а) да б) нет в) 97



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

$$4 \sin x \cos^2 x - 2\sqrt{3} \sin 2x + 3 \sin x = 0.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $[-\frac{7\pi}{2}; -2\pi]$.

а) $4 \sin x \cdot \cos^2 x - 2\sqrt{3} \cdot 2 \sin x \cos x + 3 \sin x = 0$
 $\sin x \cdot (4 \cos^2 x - 4\sqrt{3} \cos x + 3) = 0$

$\sin x = 0$
 $x = \pi n, n \in \mathbb{Z}$

$4 \cos^2 x - 4\sqrt{3} \cos x + 3 = 0$
 Пусть $\cos x = t$
 $4t^2 - 4\sqrt{3}t + 3 = 0$
 $D = 0$
 $t = \frac{4\sqrt{3}}{8} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\cos x = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $x = \pm \frac{\pi}{6} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$



ИСТОЧНИКИ
 Основная волна 2021
 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 $\cos 2\alpha - 1 = -2\sin^2 \alpha$

Получим
 $x = -2\pi$
 $x = -3\pi$
 $x = -2\pi - \frac{\pi}{6} = -\frac{13\pi}{6}$

Ответ: а) $\pi n, \pm \frac{\pi}{6} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$
 б) $-2\pi, -3\pi, -\frac{13\pi}{6}$

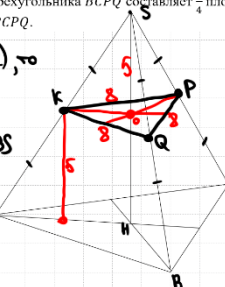
Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в обоих пунктах	2
Обоснованно получен верный ответ в пункте а ИЛИ получены неверные ответы из-за вычислительной ошибки, но при этом имеется верная последовательность всех шагов решения обоих пунктов: пункта а и пункта б	1
Решение не соответствует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

14 В правильной треугольной пирамиде $SABC$ сторона основания AB равна 16, высота SH равна 10. Точка K – середина бокового ребра SA . Плоскость, параллельная плоскости ABC , проходит через точку K и пересекает ребра SB и SC в точках Q и P соответственно.

ИСТОЧНИКИ
 Основная волна 2021
 Ященко 2022 (36 вар)

- а) Докажите, что площадь четырёхугольника $BSPQ$ составляет $\frac{3}{4}$ площади треугольника SBC .
 б) Найдите объём пирамиды $KBCPQ$.

а) ⊙ т.к. $(KQP) \parallel (ABC)$, то
 $KQ \parallel AB$
 $KP \parallel AC$
 тогда KQ – ср. линия $\triangle ABS$
 KP – ср. линия $\triangle ACS$
 $\Rightarrow P, Q$ – середины сторон $\triangle SBC$
 $\Rightarrow PQ$ – ср. линия $\triangle SBC$
 тогда $\triangle SPQ \sim \triangle SBC$
 $k = 2 = \frac{BC}{PQ}$
 тогда $\frac{S_{SPQ}}{S_{SBC}} = k^2 = 2^2$
 $S_{SPQ} = S$
 $S_{SBC} = 4S$
 $S_{BAPC} = 3S$
 $S_{BSPQ} = \frac{3}{4} S_{SBC}$



б) $S_{KBSPQ} = S_{SABC} - S_{SKPQ} - S_{KAB}$
 $= \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 16^2 \cdot 10 - \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 8^2 \cdot 5 - \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 16^2 \cdot 5 =$
 $= \frac{10 \cdot 16^2 \sqrt{3} - 5 \cdot 8^2 \sqrt{3} - 5 \cdot 16^2 \sqrt{3}}{12} =$
 $= \frac{5 \cdot 8^2 \sqrt{3} \cdot (8 - 1 - 4)}{12} =$
 $= \frac{5 \cdot 8 \cdot 8 \sqrt{3} \cdot 3}{12} = 80\sqrt{3}$
 Ответ: $80\sqrt{3}$.

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	2



имеется верное доказательство утверждения пункта <i>a</i> , и при обоснованном решении пункта <i>b</i> получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	
Имеется верное доказательство утверждения пункта <i>a</i> , ИЛИ при обоснованном решении пункта <i>b</i> получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте <i>b</i> с использованием утверждения пункта <i>a</i> , при этом пункт <i>a</i> не выполнен	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, приведённых выше	0
<i>Максимальный балл</i>	3

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
<i>Максимальный балл</i>	2

15 Решите неравенство $(4^x - 5 \cdot 2^x)^2 - 20(4^x - 5 \cdot 2^x) - 96 \leq 0$.

ИСТОЧНИКИ
Ященко 2022 (36 вар)
Основная волна 2021
Досрочная волна (Резерв) 2017

Пусть $4^x - 5 \cdot 2^x = t$
 $t^2 - 20t - 96 \leq 0$

$-4 \leq t \leq 24$
 $-4 \leq 4^x - 5 \cdot 2^x \leq 24$
 $\begin{cases} -4 \leq 4^x - 5 \cdot 2^x \\ 4^x - 5 \cdot 2^x \leq 24 \end{cases}$

Пусть $2^x = a$
 ① $a^2 - 5a + 4 \geq 0$
 ② $a^2 - 5a - 24 \leq 0$

Найдём пересечение:

$\begin{cases} -3 \leq a \leq 1 \\ 4 \leq a \leq 8 \end{cases}$

$\begin{cases} -3 \leq 2^x \leq 1 \\ 2^x \leq 1 \\ 2^x \leq 2^0 \\ x \leq 0 \end{cases}$

$\begin{cases} 4 \leq 2^x \leq 8 \\ 2^2 \leq 2^x \leq 2^3 \\ 2 \leq x \leq 3 \end{cases}$

Ответ: $(-\infty; 0] \cup [2; 3]$

16 В июле 2025 года планируется взять кредит в банке на 600 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:
 - в январе 2026, 2027 и 2028 годов долг возрастает на $r\%$ по сравнению с концом предыдущего года;
 - в январе 2029, 2030 и 2031 годов долг возрастает на 15% по сравнению с концом предыдущего года;
 - с февраля по июнь 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 2031 года долг должен быть полностью погашен.
 Чему равно r , если общая сумма выплат составит 930 тыс. рублей?

ИСТОЧНИКИ
Основная волна 2021
Ященко 2022 (36 вар)

Пусть $(1 + \frac{\Gamma}{100}) = b$
 июль - месяц платежа

Дата | Сумма долга

июль 25	600 тыс.
январь 26	600b
июль 26	600 - 100 = 500
январь 27	500b
июль 27	500b - 400
январь 28	400b
июль 28	400b - 300
январь 29	300b
июль 29	300 · 1,15 = 345
январь 30	200
июль 30	230
январь 31	100
июль 31	115
январь 32	0

О.С.В. = 930 тыс.
 $600b - 500 + 500b - 400 + 400b - 300 + 145 + 130 + 115 = 930$

$1500b = 930 + 1200 - 390$
 $1500b = 1740$
 $b = \frac{1740}{1500} = \frac{29}{25} = 1,16$
 $1 + \frac{\Gamma}{100} = 1,16$
 $\frac{\Gamma}{100} = 0,16$
 $\Gamma = 16\%$

Ответ: 16.



Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен верный ответ	2
Верно построена математическая модель	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
<i>Максимальный балл</i>	2

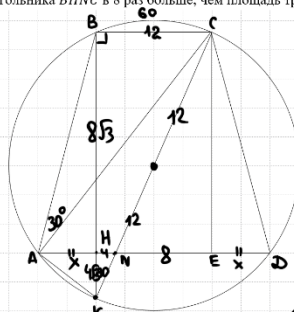
17 В окружность вписана трапеция $ABCD$, AD – большее основание, проведена высота BH , вторично пересекающая окружность в точке K .

- а) Докажите, что AC перпендикулярна AK .
 б) Найдите AD , если радиус описанной окружности равен 12, $\angle BAC = 30^\circ$, CK пересекает основание AD в точке N . Площадь четырёхугольника $BHNC$ в 8 раз больше, чем площадь треугольничка KHN .

ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2021

а) $\angle CBK = 90^\circ$
 Значит CK – диаметр
 (т.к. $\angle CK = 180^\circ$
 по т. о впис. угле)
 $\angle CAK = 90^\circ$
 (т.к. опирается на диаметр)
 $AC \perp AK$



б) 1) $\triangle BCK$:
 $\angle BCK = 90^\circ$
 $\angle BKC = 30^\circ = \angle BAC$
 (как впис. угол
 опир. на одну дугу)
 $BC = \frac{1}{2} \cdot CK = 12$

2) $S_{\triangle BCK} = 9 = k^2$
 $S_{\triangle KHN} = \frac{1}{3} BC = 4$ $KN = 8$
 $KN = \frac{1}{3} \cdot BK = 4\sqrt{3}$

3) по св-ву хорд AD и BK
 $AN \cdot DN = BN \cdot KN$
 $x \cdot (12+x) = 8\sqrt{3} \cdot 4\sqrt{3}$
 $x^2 + 12x - 96 = 0$
 $D = 144 + 384 = 528 = (4\sqrt{33})^2$
 $x = \frac{-12 \pm 4\sqrt{33}}{2}$
 $x = -6 + 2\sqrt{33}$
 $AD = 2x + 12 = 4\sqrt{33}$
 Ответ: $4\sqrt{33}$

имеется верное доказательство утверждения пункта a , и при обоснованном решении пункта b получен неверный ответ из-за арифметической ошибки	
Имеется верное доказательство утверждения пункта a , ИЛИ при обоснованном решении пункта b получен неверный ответ из-за арифметической ошибки, ИЛИ обоснованно получен верный ответ в пункте b с использованием утверждения пункта a , при этом пункт a не выполнен	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0
<i>Максимальный балл</i>	3

Содержание критерия	Баллы
Имеется верное доказательство утверждения пункта a , и обоснованно получен верный ответ в пункте b	3
Получен обоснованный ответ в пункте b ИЛИ	2



18 Найдите все значения a , при каждом из которых уравнение $|x^2 - a^2| = |x + a| \sqrt{4x + 3}$ имеет ровно 2 различных решения.

Источники: [https://www.reshu.ru](#)

$|a| = \sqrt{a^2}$

имеем ровно 2 различных решения.

$$|x - a| |x + a| - |x + a| \sqrt{4x + 3} = 0$$

$$|x + a| \cdot (|x - a| - \sqrt{4x + 3}) = 0$$

1) $|x + a| = 0$
 $|x - a| = \sqrt{4x + 3}$
 $4x + 3 \geq 0$

2) $x + a = 0$
 $x = -a$

3) $\sqrt{(x-a)^2} = \sqrt{4x+3}$
 $(x-a)^2 = 4x+3$
 $x^2 - 2ax + a^2 - 4x - 3 = 0$
 $x^2 + (-2a-4)x + a^2 - 3 = 0$
 $D = (-2a-4)^2 - 4(a^2-3) = (2a+4)^2 - 4(a^2-3)$
 $= 4a^2 + 16a + 16 - 4a^2 + 12 = 16a + 28 = 4(4a+7)$
 $x = \frac{2a+4 \pm \sqrt{4(4a+7)}}{2}$
 $x = a+2 \pm \sqrt{4a+7}$
 $x = a+2 - \sqrt{4a+7}$

Итак имеем:

$$\begin{cases} x = -a \\ x = a+2 + \sqrt{4a+7} \\ x = a+2 - \sqrt{4a+7} \\ 4x+3 \geq 0 \end{cases}$$

1) $x = -a$ явл. корнем, если ур-ве $4 \cdot (-a) + 3 \geq 0$
 $-4a \geq -3$
 $4a \leq 3$
 $a \leq \frac{3}{4}$ $x = -a$ явл.

2) $x = a+2 + \sqrt{4a+7}$ явл, если ур-ве $4(a+2+\sqrt{4a+7}) + 3 \geq 0$
 $4a + 8 + 4\sqrt{4a+7} + 3 \geq 0$
 $4\sqrt{4a+7} \geq -11 - 4a$
 $\sqrt{4a+7} \geq -\frac{11}{4} - a$

$$\begin{cases} -\frac{11}{4} - a < 0 \\ 4a+7 \geq 0 \\ -\frac{11}{4} - a \geq 0 \\ 4a+7 \geq (-\frac{11}{4} - a)^2 \end{cases}$$

$4a+7 \geq \frac{121}{16} + \frac{11}{2}a + a^2$
 $a^2 + 15a + \frac{98}{16} \leq 0$
 $(a + \frac{3}{2})^2 \leq 0$
 $a = -\frac{3}{2}$

3) $x = a+2 - \sqrt{4a+7}$ явл. реш, если ур-ве $4(a+2-\sqrt{4a+7}) + 3 \geq 0$
 $4a + 8 - 4\sqrt{4a+7} + 3 \geq 0$
 $4\sqrt{4a+7} \leq 4a + 11$
 $\sqrt{4a+7} \leq a + \frac{11}{4}$

$$\begin{cases} a + \frac{11}{4} \geq 0 \\ 4a+7 \leq (a + \frac{11}{4})^2 \\ 4a+7 \geq 0 \\ a > -\frac{11}{4} \\ a - \text{любое} \\ a \geq -\frac{11}{4} \end{cases}$$

Или $a \geq -\frac{7}{4}$ $x = a+2 - \sqrt{4a+7}$ явл. реш.

4) Если $x = -a$ совпадает с $x = a+2 + \sqrt{4a+7}$
 $-a = a+2 + \sqrt{4a+7}$
 $\sqrt{4a+7} = -2a-2$
 $-2a-2 \geq 0$
 $4a+7 = 4a^2 + 8a + 4$ $\begin{cases} a \leq -1 \\ a = \frac{3}{2} \\ a = -\frac{3}{2} \end{cases}$ \Rightarrow или $a = \frac{3}{2}$ или совпадают

Если $x = -a$ совпадает с $x = a+2 - \sqrt{4a+7}$
 $-a = a+2 - \sqrt{4a+7}$
 $\sqrt{4a+7} = 2a+2$
 $2a+2 \geq 0$
 $4a+7 = (2a+2)^2$ $\begin{cases} a \geq -1 \\ a = \frac{3}{2} \\ a = -\frac{3}{2} \end{cases}$ \Rightarrow или $a = \frac{1}{2}$ или совпадают

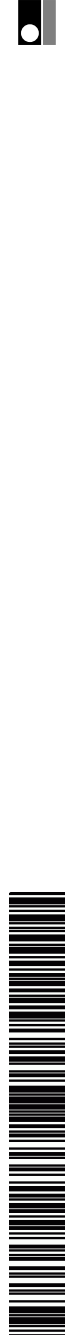
Если $x = a+2 + \sqrt{4a+7} = a+2 - \sqrt{4a+7}$
 $\sqrt{4a+7} = 0$
 $4a+7 = 0$
 $a = -\frac{7}{4}$ или совпадают

Итак:

$$\begin{matrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 & x_5 & x_6 & x_7 & x_8 & x_9 & x_{10} \\ 1K & \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} x_7 \\ x_8 \\ x_9 \end{pmatrix} & x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} & x_{14} & x_{15} \end{matrix}$$

Ответ: $[-\frac{3}{2}] \cup \{-\frac{3}{2}\} \cup \{\frac{3}{2}\} \cup (\frac{3}{2}; +\infty)$

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



19 На доске написаны три различных натуральных числа. Второе число равно сумме цифр первого, а третье равно сумме цифр второго.
 а) Может ли сумма этих чисел быть равна 2022?
 б) Может ли сумма этих чисел быть равна 2021?
 в) В тройке чисел первое число трёхзначное, а третье равно 2. Сколько существует таких троек?

ИСТОЧНИКИ
 Основная волна 2021
 Ященко 2022 (36 вар)

а) Да, например
 $2009 + 11 + 2 = 2022$
 Ответ: да

б) Сумма цифр числа имеет такой же остаток при делении на 3, как и само число

⇒ все 3 числа на доске имеют одинаковый остаток при делении на 3
 т.е. $0 + 0 + 0$
 $1 + 1 + 1$
 $2 + 2 + 2$

⇒ искомая сумма только кратна 3, т.е. не может быть 2021.
 Ответ: б) нет

в) $\frac{1}{\text{первое}}$ $\frac{2}{\text{второе}}$ $\frac{3}{\text{третье}}$
 1) Второе число ≤ 27 , т.к. это сумма цифр трёхзначного числа
 2) Второе число - это 1 или 20
 3) Получаем 2 варианта:

Получаем два варианта:

1) $\frac{1}{\text{первое}}$ $\frac{2}{\text{второе}}$ $\frac{3}{\text{третье}}$			2) $\frac{1}{\text{первое}}$ $\frac{20}{\text{второе}}$ $\frac{3}{\text{третье}}$		
119	209	308	299	398	479
128	218	317			
137	227	326			
146	236	335			
155	245	344			
164	254	353	569	659	749
173	263	362	578	668	758
182	272	371	587	677	767
191	281	380	596	686	776
	290			695	785
					794
407	506	605	839	929	
416	515	614	848	938	
425	524	623	857	947	
434	533	632	866	956	
443	542	641	875	965	
452	551	650	884	974	
461	560		893	983	
470				992	
704	803	902			
713	812	911			
722	821	920			
731	830				
740					

61 тройка
 Получаем искомое кол-во троек $61 + 36 = 97$ троек
 Ответ: 97

ИЛИ	
обоснованно получен верный ответ в пункте в	
Обоснованно получен верный ответ в пункте а или б	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

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получены верные ответы в пунктах а, б и в	4
Обоснованно получен верный ответ в пункте в и обоснованно получен верный ответ в пункте а или б	3
Обоснованно получены верные ответы в пунктах а и б	2





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.

