C1 Решите систему уравнений

$$\begin{cases} y+\sin x=0, \\ (4\sqrt{\sin x}-1)(5y-3)=0. \end{cases}$$

Решение.

Из второго уравнения получаем: $\begin{cases} y=\dfrac{3}{5}, \\ \sin x\geq 0 \end{cases}$ или $\sin x=\dfrac{1}{16}$.

Если $y=\dfrac{3}{5}$, то из первого уравнения $\sin x=-\dfrac{3}{5}$. Это противоречит условию $\sin x\geq 0$.

Если $\sin x=\dfrac{1}{16}$, то $x=(-1)^n\arcsin\dfrac{1}{16}+\pi n,\ n\in\mathbb{Z}$, и из первого уравнения получаем: $y=-\dfrac{1}{16}$.

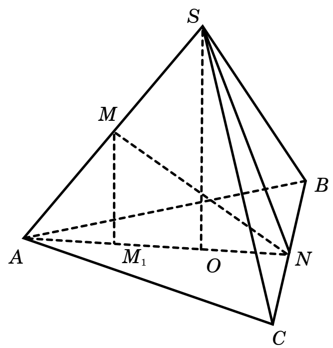
Ответ: $\left((-1)^n\arcsin\dfrac{1}{16}+\pi n;\ -\dfrac{1}{16}\right),\ n\in\mathbb{Z}$.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный ответ	2
Получен ответ, но решение неверно только из-за того, что не учтены ограничения на знак или величину выражения $\cos x$ ($\sin x$)	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0

C2 В правильной треугольной пирамиде $SABC$ с основанием ABC известны ребра: $AB=15\sqrt{3}$, $SC=17$. Найдите угол, образованный плоскостью основания и прямой, проходящей через середины ребер AS и BC.

Решение.

Пусть M и N – середины ребер AS и BC соответственно. Прямая AS проектируется на плоскость основания в прямую AN. Поэтому проекция точки M – точка M_1 – лежит на отрезке AN. Значит, прямая AN является проекцией прямой MN, следовательно, угол MNM_1 – искомый.



$MM_1\parallel SO$, где O – центр основания, значит, MM_1 – средняя линия треугольника ASO, а поэтому M_1 – середина AO. Тогда

$AM_1=\dfrac{1}{3}AN=\dfrac{15}{2}$ и $M_1N=\dfrac{2}{3}AN=15$.

Из прямоугольного треугольника AM_1M находим:

$$MM_1=\sqrt{AM^2-AM_1^2}=\sqrt{\frac{289}{4}-\frac{225}{4}}=4.$$

Из прямоугольного треугольника MM_1N находим:

$$\operatorname{tg}\angle MNM_1=\frac{MM_1}{M_1N}=\frac{4}{15}.$$

Значит, искомый угол равен $\operatorname{arctg}\dfrac{4}{15}$.

Ответ: $\operatorname{arctg}\dfrac{4}{15}$.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный ответ	2
Способ нахождения искомого угла верен, но получен неверный ответ или решение не закончено	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0

C3 Решите неравенство

$$\log_5\left(\left(3^{-x^2}-5\right)\left(3^{-x^2+9}-1\right)\right)+\log_5\frac{3^{-x^2}-5}{3^{-x^2+9}-1}>\log_5\left(3^{3-x^2}-2\right)^2.$$

Решение.

Пусть $t=3^{-x^2}$, $0<t\leq 1$, тогда неравенство принимает вид:

$$\log_5((t-5)(3^9t-1))+\log_5\frac{t-5}{3^9t-1}>\log_5(27t-2)^2.$$

$t-5<0$, поэтому $3^9t-1<0$, то есть $0<t<\dfrac{1}{3^9}$.

Получаем: $\begin{cases} \log_5(t-5)^2>\log_5(27t-2)^2, \\ 0<t<\dfrac{1}{3^9} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} |t-5|>|27t-2|, \\ 0<t<\dfrac{1}{3^9} \end{cases} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \begin{cases} 5-t>2-27t, \\ 0<t<\dfrac{1}{3^9} \end{cases} \Leftrightarrow 0<t<\dfrac{1}{3^9}$.

Тогда $3^{-x^2}<3^{-9} \Leftrightarrow x^2>9 \Leftrightarrow \left[\begin{array}{l} x>3 \\ x<-3. \end{array}\right.$

Ответ: $(-\infty;\ -3)\cup(3;\ +\infty)$.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный ответ	3
Обоснованно получен ответ, отличающийся от верного только конечным числом точек	2
Полученный ответ неверен, но решение содержит переход от исходного неравенства к верным рациональным неравенствам	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0

C4 В треугольнике ABC $AB=9$, $BC=4$, $CA=6$. Точка D лежит на прямой BC так, что $BD:DC=3:4$. Окружности, вписанные в каждый из треугольников ADC и ADB, касаются стороны AD в точках E и F. Найдите длину отрезка EF.

Решение.

Пусть $AD=d$, $BD=x$, $DC=y$. Возможны два случая:

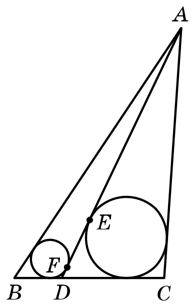


Рис. 1

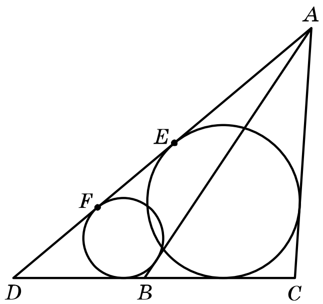


Рис. 2

1. Точка D лежит на отрезке BC (рис. 1). Тогда $x=\frac{12}{7}$, $y=\frac{16}{7}$, $DE=\frac{d+y-6}{2}$, $DF=\frac{d+x-9}{2}$. Значит, $EF=\frac{3+y-x}{2}=\frac{25}{14}$.

2. Точка D лежит вне отрезка BC (рис. 2). Тогда $x=12$, $y=x+4=16$, $DE=\frac{d+y-6}{2}$, $DF=\frac{d+x-9}{2}$. Значит, $EF=\frac{7}{2}$.

Ответ: $\frac{7}{2}$ или $\frac{25}{14}$.

Содержание критерия	Баллы
Рассмотрены все возможные геометрические конфигурации и получен правильный ответ	3
Рассмотрена хотя бы одна возможная конфигурация, для которой получено правильное значение искомой величины	2
Рассмотрена хотя бы одна возможная геометрическая конфигурация, для которой получено значение искомой величины, неправильное из-за арифметической ошибки	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0

C5 Найдите все значения a, при каждом из которых функция $f(x)=x^2-|x-a^2|-5x$ имеет хотя бы одну точку максимума.

Решение.

1. Функция f имеет вид:

а) при $x\ge a^2$: $f(x)=x^2-6x+a^2$, поэтому ее график есть часть параболы с ветвями, направленными вверх, и осью симметрии $x=3$;

б) при $x\le a^2$: $f(x)=x^2-4x-a^2$, поэтому ее график есть часть параболы с ветвями, направленными вверх, и осью симметрии $x=2$.

Все возможные виды графика функции $f(x)$ показаны на рисунках:

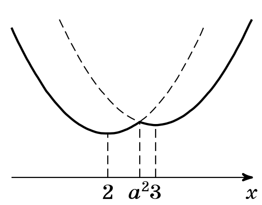


Рис. 1

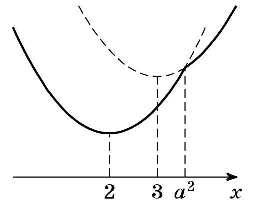


Рис. 2

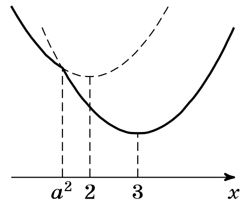


Рис. 3

2. Ни одна из квадратичных функций, описанных в пунктах *а* и *б*, не имеет точек максимума. Графики обеих функций проходят через точку $(a^2; f(a^2))$.

3. Единственной точкой максимума функции $f(x)$ может быть точка $x=a^2$ (рис. 1), причем она действительно является таковой тогда и только тогда, когда $2<a^2<3$ $\Leftrightarrow$ $\sqrt{2}<|a|<\sqrt{3}$.

Ответ: $-\sqrt{3}<a<-\sqrt{2}$; $\sqrt{2}<a<\sqrt{3}$.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный ответ	4
Получен верный ответ. Решение в целом верное, но либо имеет пробелы (например, не описаны необходимые свойства функции), либо содержит вычислительные ошибки	3
Верно рассмотрены все случаи раскрытия модулей. При составлении или решений условий на параметр допущены ошибки, в результате которых в ответе либо приобретены посторонние значения, либо часть верных значений потеряна	2
Хотя бы в одном из случаев раскрытия модуля составлено верное условие на параметр либо построен верный эскиз графика функции в целом	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0

С6 Перед каждым из чисел 4, 5, …, 8 и 11, 12, …, 19 произвольным образом ставят знак плюс или минус, после чего к каждому из образовавшихся чисел первого набора прибавляют каждое из образовавшихся чисел второго набора, а затем все 45 полученных результатов складывают. Какую наименьшую по модулю и какую наибольшую сумму можно получить в итоге?

Решение.

1. Если все числа взяты со знаком плюс, то их сумма максимальна и равна

$$9(4+\ldots+8)+5(11+\ldots+19)=9\left(\frac{4+8}{2}\cdot 5\right)+5\left(\frac{11+19}{2}\cdot 9\right)=45\cdot 21=945.$$

2. Так как предыдущая сумма оказалась нечетной, то число нечетных слагаемых в ней – нечетно, причем это свойство всей суммы не меняется при смене знака любого ее слагаемого. Поэтому любая из получающихся сумм будет нечетной, а значит, не будет равна 0.

3. Значение 1 сумма принимает, например, при следующей расстановке знаков у чисел:

$$9(4-5+6+7-8)+5(-11-12+13-14+15-16+17-18+19)=$$

$$=9\cdot 4-5\cdot 7=36-35=1.$$

Ответ: 1 и 945.

Содержание критерия	Баллы
Обоснованно получен правильный ответ	4
Ответ правилен, но недостаточно обоснован (например, не доказано, что либо сумма отлична от 0, либо что она может быть равна 1)	3
Верно найдено наибольшее значение суммы и доказано, что она всегда отлична от 0	2
Верно найдено только наибольшее значение суммы или только доказано, что она всегда отлична от 0	1
Решение не соответствует ни одному из критериев, перечисленных выше	0