

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ" ПО МАТЕМАТИКЕ

11 класс

ВАРИАНТ 5

ШИФР

Бланк задания должен быть вложен в раб
Работы без вложенного задания не проверяются.

✓ 1. [3 балла] Найдите количество восьмизначных чисел, произведение цифр каждого из которых равно 3375. Ответ необходимо представить в виде целого числа.

✓ 2. [5 баллов] Решите уравнение $\cos 11x - \cos 3x - \sin 11x + \sin 3x = \sqrt{2} \cos 14x$.

3. [5 баллов] Решите систему уравнений

$$\begin{cases} \left(\frac{y^5}{x}\right)^{\lg x} = y^{2\lg xy}, \\ x^2 - 2xy - 4x - 3y^2 + 12y = 0. \end{cases}$$

4. [5 баллов] Сфера с центром O вписана в трёхгранный угол с вершиной S и касается его граней в точках K, L, M (все плоские углы трёхгранного угла различны). Найдите угол KSO и площадь сечения данного трёхгранного угла плоскостью KLM , если известно, что площади сечений трёхгранного угла плоскостями, касающимися сферы и перпендикулярными прямой SO , равны 1 и 4.

5. [5 баллов] Найдите все значения параметра a , при которых система

$$\begin{cases} |y - 3 - x| + |y - 3 + x| = 6, \\ (|x| - 4)^2 + (|y| - 3)^2 = a \end{cases}$$

имеет ровно два решения.

6. [6 баллов] а) Две окружности одинакового радиуса 5 пересекаются в точках A и B . На первой окружности выбрана точка C , а на второй – точка D . Оказалось, что точка B лежит на отрезке CD , а $\angle CAD = 90^\circ$. На перпендикуляре к CD , проходящем через точку B , выбрана точка F так, что $BF = BD$ (точки A и F расположены по разные стороны от прямой CD). Найдите длину отрезка CF .

б) Пусть дополнительно известно, что $BC = 6$. Найдите площадь треугольника ACF .

7. [6 баллов] Найдите количество пар целых чисел (x, y) , удовлетворяющих системе неравенств

$$\begin{cases} y > 2^x + 3 \cdot 2^{65} \\ y \leq 70 + (2^{64} - 1)x \end{cases}$$

Ответ должен быть представлен в виде алгебраической суммы не более двух слагаемых.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1.
 $3345 = 125 \cdot 27 = 5^3 \cdot 3^3$, т.к. существует только 2 набора цифр
в восьмизначном числе, дающих такой результат:
 $5; 5; 5; 3; 3; 3; 1; 1$ или $5; 5; 5; 9; 3; 1; 1; 1$.

Рассмотрим первый случай.
Способов различным образом расставить три цифры 5: 3C_3
расставить на оставшиеся места 3: 3C_3
Оставшиеся 2 места занимает цифра 1.

$$\text{т.о. } {}^3C_3 \cdot {}^3C_3 = \frac{3!}{3! \cdot 0!} \cdot \frac{3!}{3! \cdot 0!} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 1}{3 \cdot 2 \cdot 1} = 1 \cdot 1 = 1.$$

Рассмотрим второй случай.
Аналогичным образом расставляются три "5" и три "1": ${}^3C_3 \cdot {}^3C_3$
Существует два способа поставить "3" и "9" на оставшиеся места,
поэтому

$$1 \cdot 2 = 2.$$

$$\text{Всего способов: } 1 + 2 = 3.$$

Ответ: 3.

$$\begin{aligned} \cos 11x - \cos 3x - \sin 11x + \sin 3x &= \sqrt{2} \cdot \cos 14x \\ -2 \cdot \sin \frac{11x+3x}{2} \cdot \sin \frac{11x-3x}{2} + 2 \cdot \sin \frac{3x-11x}{2} \cdot \cos \frac{3x+11x}{2} &= \sqrt{2} \cos 14x \\ -2 \cdot \sin 4x (\sin 4x + \cos 4x) &= \sqrt{2} \cdot (\cos^2 4x - \sin^2 4x) \\ (\sin 4x + \cos 4x) \cdot (-2 \sin 4x) &= \sqrt{2} \cdot (\cos 4x - \sin 4x) (\cos 4x + \sin 4x) \end{aligned}$$

$$\sin 4x + \cos 4x = 0 \quad \text{или} \quad -2 \sin 4x = \sqrt{2} (\cos 4x - \sin 4x)$$

1) $\cos 4x = 0$ не свод. реш.,
т.к. в этом сл. $\sin 4x = \pm 1$.

$$- \sin 4x = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 4x - \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 4x$$

$$- \sin 4x = \sin \frac{\pi}{4} \cdot \cos 4x - \cos \frac{\pi}{4} \cdot \sin 4x$$

$$- \sin 4x = \sin \left(\frac{\pi}{4} - 4x \right)$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{4} - 4x \right) + \sin 4x = 0$$

$$2 \cdot \sin \frac{\frac{\pi}{4} - 4x + 4x}{2} \cdot \cos \frac{\frac{\pi}{4} - 4x - 4x}{2} = 0.$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{8} - 2x \right) = 0 \quad \text{или} \quad \cos \left(\frac{\pi}{8} - 2x \right) = 0.$$

$$2) \frac{\sin 4x}{\cos 4x} + 1 = 0$$

$$\tan 4x = -1.$$

$$4x = -\frac{\pi}{4} + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

$$x = -\frac{\pi}{16} + \frac{\pi n}{4}.$$

$$\frac{\pi}{8} - \frac{3x}{2} = \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$\frac{\pi}{8} - \frac{11x}{2} = \frac{\pi}{2} + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

$$\frac{3x}{2} = \frac{\pi}{8} - \pi n$$

$$\frac{11x}{2} = -\frac{3\pi}{8} - \pi n$$

$$x = \frac{\pi}{12} - \frac{2\pi n}{3}$$

$$x = \frac{-3\pi}{44} - \frac{2\pi n}{11}$$

Пусть $-n = k; k \in \mathbb{Z}$. Тогда

$$x = \frac{\pi}{12} + \frac{2\pi k}{3}$$

$$x = \frac{-3\pi}{44} + \frac{2\pi k}{11}$$

Ответ: $-\frac{\pi}{28} + \frac{\pi n}{4}; \frac{\pi}{12} + \frac{2\pi k}{3}; \frac{-3\pi}{44} + \frac{2\pi k}{11}$
 $n \in \mathbb{Z}; k \in \mathbb{Z}$.

нб.

$$\begin{cases} |y-3-x| + |y-3+x| = 6 \\ (|x|-4)^2 + (|y|-3)^2 = a \end{cases}$$

Рассмотрим первое ур-е системы: $|y-3-x| + |y-3+x| = 6$.

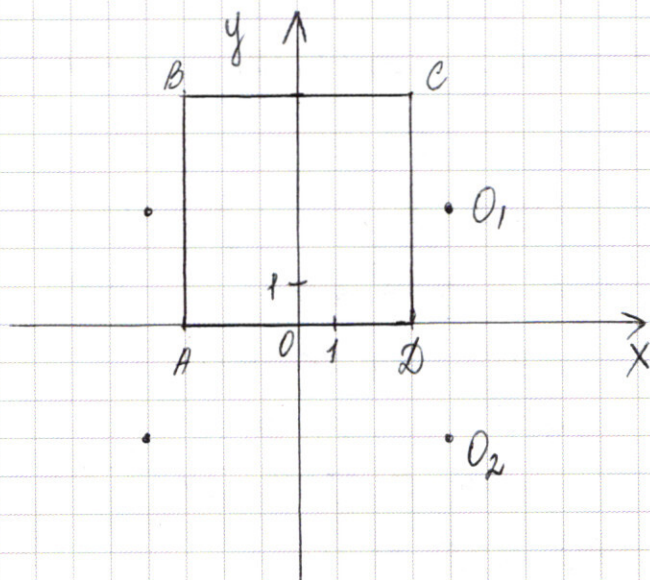
①. $\begin{cases} y \geq 3+x \\ y \geq 3-x \\ 2y-6=6 \\ y \geq 3+x \\ y \geq 3-x \\ y=6 \end{cases}$

②. $\begin{cases} y \geq 3+x \\ y < 3-x \\ -2x=6 \\ y \geq 3+x \\ y < 3-x \\ x=-3 \end{cases}$

③. $\begin{cases} y < 3+x \\ y \geq 3-x \\ 2x=6 \\ y < 3+x \\ y \geq 3-x \\ x=3 \end{cases}$

④. $\begin{cases} y < 3+x \\ y < 3-x \\ -2y+6=6 \\ y=0 \\ y < 3+x \\ y < 3-x \end{cases}$

Т.о. решения данного ур-я лежат на координатной пл-ти на сторонах квадрата, ~~опред~~ ограниченного прямыми $y=0; y=6;$
 $x=3$ и $x=-3$.



Решения второго ур-я лежат на окружностях с центрами $(4; 3); (-4; 3); (4; -3); (-4; -3)$ и радиусом $\sqrt{a}$ (при $a=0$ окр-ти вырождаются в точки)

Рассмотрим окр-ть с центром $B(4; 3)$.

При $a < 1$ окр-ть не касается сторон квадрата, при $a = 1$ окр-ть имеет с квадратом одну общую точку.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

При $a \in (1, 58]$ окр-ть ~~имеет~~ пересекает стороны квадрата в двух или трех точках;

При $a > 58$ окр-ть не имеет с квадратом общих точек.

Т.к. квадрат и центры окр-тей симметричны отн-но ОУ, то для окр-ти с центром в $(-4; 3)$ решение аналогично.

Для окр-тей с центрами в т. $(4; -3)$ и ~~$(-4; 3)$~~ .
При $a < (O_2 B)^2$, т.е. $a < (4-3)^2 + (-3)^2$
 $a < 10$ нет общих точек

$a = O_2 D^2$ $a = 10$ одно решение

$a \in (O_2 D^2; O_2 B^2)$ $O_2 B^2 = (4-(-3))^2 + (-3-6)^2 = 130$
 $a \in (10; 130)$ более одного решения.

~~$a = 130$~~ одно решение
 $a > 130$ нет решений

Т.к. квадрат и центры окр-тей симметричны отн-но ОУ, решение для окр-ти с центром в ~~т. $(-4; -3)$~~ аналогично.

Таким образом система имеет ровно 2 решения при
 $a = 1$ (окр-ти с центрами $(4; 3)$ и $(-4; 3)$ касаются стороны квадрата)

$a = 130$ (окр-ти с центрами $(-4; -3)$ и $(4; -3)$ ~~касаясь~~ проходят через т. В и т. С)

Ответ: 1; 130.

НЗ.

$$\left(\frac{y^5}{x} \right)^{yx} = y^{25} x y$$

$$x^2 - 2xy - 4x - 3y^2 + 12y = 0$$

$$\begin{cases} x > 0 \\ xy > 0 \\ x > 0 \\ y > 0 \end{cases}$$

~~Решим~~ Решим две ур-е системы. Оно ~~квадратное~~ квадратное отн-но x .

$$x^2 - (2y+4)x - 3y^2 + 12y = 0$$

$$D = (2y+4)^2 - 4(-3y^2 + 12y) = 16y^2 - 32y + 16 = (4y-4)^2$$

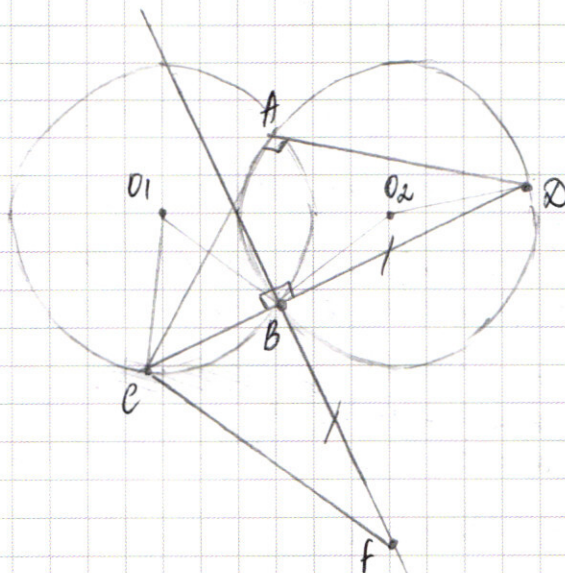
$$x_{1,2} = \frac{2y+4 \pm (4y-4)}{2}$$

$$x_1 = 3y$$

$$x_2 = -y + 4.$$

Дано: две окр-ти $r=5$; т. пересек: т. А и т. В.
 $BC \perp CD$, $\angle CAD = 90^\circ$ $BF \perp CD$; $BF = BD$
 Найти: CF
 Решение:

а)



Пусть O_1 и O_2 -
 центры окр-тей.

по т. косинусов в $\triangle CO_1B$:

$$BC^2 = CO_1^2 + BO_1^2 - 2CO_1 \cdot BO_1 \cdot \cos \angle CO_1B.$$

$CO_1 = BO_1 = r$; $\angle CO_1B = 2\angle CAB$,
 т.к. $\angle CO_1B$ и $\angle CAB$ опираются
 на одну дугу, $\angle CO_1B$ - центральный,
 $\angle CAB$ - вписанный.

$$BC^2 = 2r^2 - 2r^2 \cdot \cos(2\angle CAB) =$$

$$= 50 - 50 \cos(2\angle CAB)$$

аналогично в $\triangle BO_2D$:

$$BD^2 = 2r^2 - 2r^2 \cdot \cos(2\angle BAD) =$$

$$= 50 - 50 \cos(2\angle BAD)$$

по условию $BF = BD$, сл-но $BF^2 = 50 - 50 \cos(2\angle BAD)$
 $\angle CBF = 90^\circ$ по усл. по т. Пифагора в $\triangle CBF$:

$$CF^2 = BC^2 + BF^2 = 100 - 50 \cos(2\angle BAD) - 50 \cos(2\angle CAB) =$$

$$= 100 - 50 (\cos(2\angle BAD) + \cos(2\angle CAB)) = 100 - 50 \cdot 2 \cdot \cos(\angle BAD + \angle CAB) \cdot \cos(\angle BAD - \angle CAB)$$

по условию $\angle BAD + \angle CAB = \angle CAD = 90^\circ$. $\cos 90^\circ = 0$.
 $CF^2 = 100$ $CF = 10$.

ответ: 10.

б) $BC = 6$. Найти: S_{ACF} .

Решение:

~~$CD = BC + BD = 6 + 8 = 14$~~ по т. Пифагора в $\triangle BCF$: $FB = \sqrt{CF^2 - BC^2} = 8$.
 $BD = FB = 8$. $CD = BC + BD = 14$.

$\angle ACB = \angle ADB$, т.к. они опираются на равные дуги.
 $\triangle ACD$ - равнобедр. и прямоуг., $AC = AD = 7\sqrt{2}$.
 $\angle ACB = 45^\circ$. $\sin \angle BCF = \frac{BF}{CF} = 0,8$. $\cos \angle BCF = 0,6$.

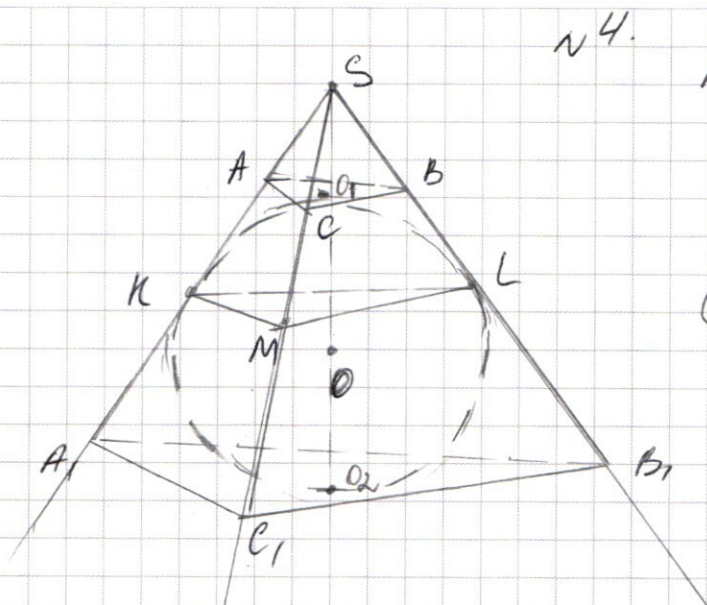
$$\cos \angle ACF = \sin \angle ACF = \sin(\frac{\pi}{4} + \angle BCF) = \sin \frac{\pi}{4} \cdot \cos \angle BCF + \cos \frac{\pi}{4} \cdot \sin \angle BCF =$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,6 + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 0,8 = \frac{7\sqrt{2}}{10}$$

$$S_{ACF} = \frac{1}{2} \cdot AC \cdot CF \cdot \sin \angle ACF = \frac{1}{2} \cdot 7\sqrt{2} \cdot 10 \cdot \frac{7\sqrt{2}}{10} = 49.$$

ответ: 49.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№ 4.

Пусть $(ABC) \perp SO$,
 $(A_1B_1C_1) \perp SO$,
 $S_{ABC} = 1$; $S_{A_1B_1C_1} = 4$.
т.о. O и O_1 — т. касания.

$\triangle ABC \sim \triangle A_1B_1C_1$, т.к.
 (ABC) и $(A_1B_1C_1)$ обе перпендику-
лярны SO и отсекают в
гранях трёхгранного угла
параллельные
прям.

$$\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{BC}{B_1C_1} = \frac{AC}{A_1C_1} = \sqrt{\frac{S_{ABC}}{S_{A_1B_1C_1}}} = \frac{1}{2}$$

Рассмотрим $\triangle ASO_1$ и $\triangle A_1SO_2$:
 $\triangle ASO_1 \sim \triangle A_1SO_2$ по $\angle$ пр $\angle ASO$ — общий; $\angle AOS = \angle A_1O_1S = 90^\circ$
подобия тр-уг.

$$\frac{SA}{SA_1} = \frac{SO_1}{SO_2} = \frac{AO_1}{AO_2}$$

Рассмотрим $\triangle ASB$ и $\triangle A_1SB_1$: $\angle S$ — общий; AB и A_1B_1 — по
 $\angle SAB = \angle SA_1B_1$. $\triangle ASB \sim \triangle A_1SB_1$ по $\angle$ пр-ку. подобия тр-уг.

$$\frac{AS}{A_1S} = \frac{AB}{A_1B_1} = \frac{1}{2}$$

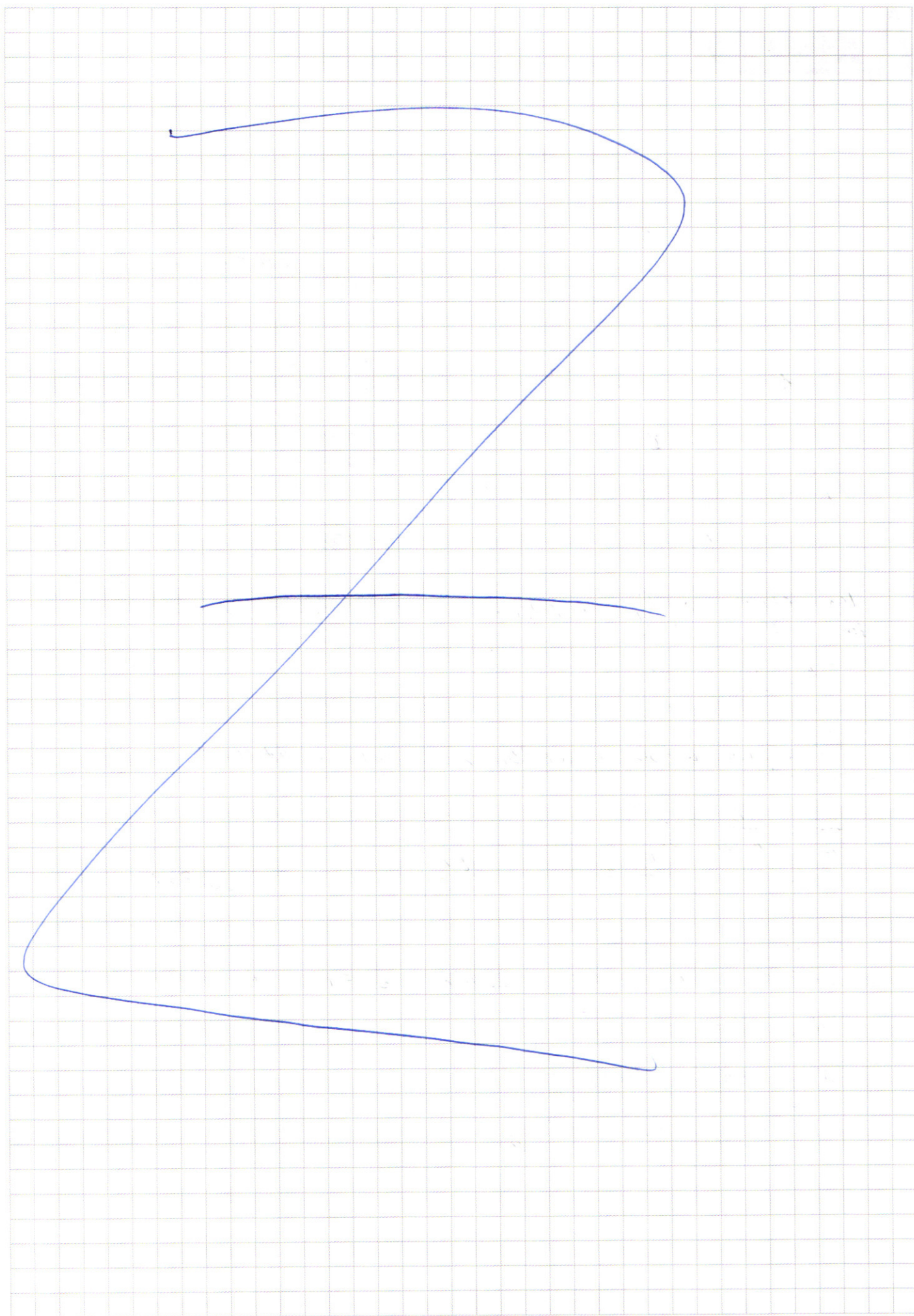
$$\text{т.о.} \quad \frac{SO_1}{SO_2} = \frac{1}{2} = \frac{SO_1}{SO_1 + 2r} \Rightarrow SO_1 = 2r$$

Рассмотрим $\triangle SKO$:
 $\angle SKO = 90^\circ$, т.к. т.к. — т. касания. $OK = r$. $SO = SO_1 + r = 3r$

$$\sin \angle KSO = \frac{OK}{OS} = \frac{r}{3r} = \frac{1}{3}$$

$$\text{т.е.} \quad \angle KSO = \arcsin \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ:} \quad \angle KSO = \arcsin \frac{1}{3}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta.$
 $\sqrt{a} = 1. \quad a = 1. \quad a = 130.$
 $\sqrt{a} > \sqrt{7^2 + 3^2}$
 $a > 58$ — не кас. верхн. омп. т.

82 $49 + 81 = 120 + 10 = 130.$
 $100 - 50(\cos(2\angle BAD) + \cos(2\angle CAB))$
 $2 \cdot \cos 90^\circ \cdot \cos(\angle BAD - \angle CAB)$
 $2r = 10$
 $AB = BD = BF = \frac{10}{\sqrt{2}} = 5\sqrt{2}$
 $CF \in 10.$
 $BD = 25 + 25 - 50 \cos \angle BAD$
 $CB^2 = 25 + 25 - 50 \cos \angle CAB$
 $CF = 10$
 $S_{ACF} = ?$
 $CF = 10$
 $BC = 8$
 $BD = BF = 8.$
 $CD = 14$

$$a^{\log_c b} = a^{\frac{\log_a b}{\log_a c}} = b^{\frac{1}{\log_a c}} = b^{\log_c a}$$

$$x = -y + 4$$

$$\lg 3y = \lg 3 + \lg y$$

$$y^2 \lg 3 - 2 \lg y = 3^{\lg 3 + \lg y}$$

$${}^3C_2 \cdot {}^3C_5 = \frac{3!}{5!3!} \cdot \frac{5!}{2!3!} =$$

$$= \frac{8 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4}{3 \cdot 2 \cdot 2} = 40 \cdot 21 = 840$$

$$3375 = 5 \cdot 5 \cdot 5$$

$$C_8^3 \cdot C_5^3 \cdot C_2^1 = 840.2$$

$$840 \cdot 3 = 2400 + 120 = 2520.$$

4K50 - 7

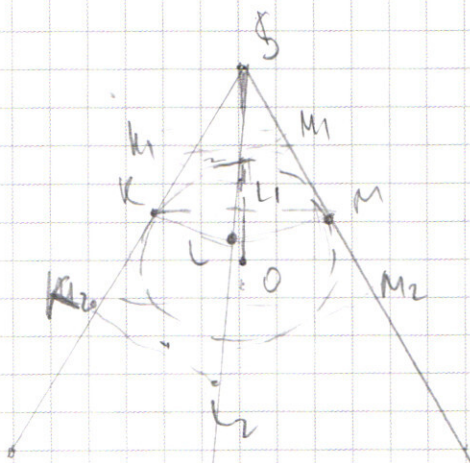
Skim

$$S_1 = 4 \quad S_2 = 1$$

$$\frac{K_{M_1}}{K_{M_2}} = \frac{1}{2} = \frac{S_{K_1}}{S_{K_2}} = \frac{x}{x+2r}$$

$$x + 25 = 2x$$

$$V = 2F$$



$$8r^2 - x^2 = -|3r - x|^2 + r^2$$

$$8r^2 - (8r^2 \text{ bzw.}) \cdot r^2$$

$$16r^2 = 6r \times$$

$$x = \frac{8}{3} \text{ m}$$

$$S = 2abx$$

$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{1}{3} \\ \alpha &= \arcsin \frac{1}{3} \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$3345 = 125 \cdot (243) = 5^3 \cdot 3^3$$

$$\begin{array}{cc} 555 & 333 & 11 \\ 555 & 93 & 111 \end{array}$$

$${}^3A_5 \cdot {}^3A_5 = \frac{5!}{2!} \cdot \frac{5!}{2!} = \frac{5!}{2!} = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

$${}^3A_5 \cdot {}^3A_5 \cdot {}^1A_1 = \frac{5!}{2!} \cdot \frac{5!}{2!} \cdot \frac{1!}{1!} = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

$$\cos 11x - \cos 3x - \sin 11x + \sin 3x = \sqrt{2} \cos 14x$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cdot \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos 11x - \cos 3x = -2 \sin 7x \cdot \sin 4x$$

$$\sin 3x - \sin 11x = 2 \sin (-4x) \cdot \cos 7x$$

$$-2 \sin 4x (\sin 7x + \cos 7x) = \sqrt{2} \cos 14x$$

$$\frac{\cos^2 7x - \sin^2 7x}{(\cos 7x - \sin 7x)(\cos 7x + \sin 7x)}$$

$$-2 \sin 4x (\sin 7x + \cos 7x) = \sqrt{2} (\cos 7x - \sin 7x) (\cos 7x + \sin 7x)$$

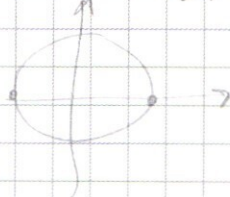
$$\sin 7x + \cos 7x = 0$$

$$\cos 7x = 0 \text{ не имеет решений}$$

$$\tan 7x = -1$$

$$7x = -\frac{\pi}{4} + \pi n$$

$$x = -\frac{\pi}{28} + \frac{\pi n}{7}$$



$$\text{или } -2 \sin 4x = \sqrt{2} (\cos 7x - \sin 7x)$$

$$-\sin 4x = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos 7x - \frac{\sqrt{2}}{2} \sin 7x$$

$$\sin \frac{\pi}{4} \cdot \cos 7x - \cos \frac{\pi}{4} \cdot \sin 7x =$$

$$= \sin \left(\frac{\pi}{4} - 7x \right)$$

$$-\sin 4x = \sin \left(\frac{\pi}{4} - 7x \right)$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{4} - 7x \right) + \sin 4x = 0$$

$$2 \sin \left(\frac{\frac{\pi}{4} - 7x + 4x}{2} \right) \cdot \cos \left(\frac{\frac{\pi}{4} - 11x}{2} \right) = 0$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{8} - \frac{3x}{2} \right) = 0$$

$$\frac{\pi}{8} - \frac{3x}{2} = \pi n$$

$$\frac{3x}{2} = \frac{\pi}{8} - \pi n$$

$$x = \frac{\pi}{12} - \frac{2\pi n}{3}$$

$$\cos \left(\frac{\pi}{8} - \frac{11x}{2} \right) = 0$$

$$\frac{\pi}{8} - \frac{11x}{2} = \frac{\pi}{2} + \pi n$$

$$\frac{11x}{2} = -\frac{3\pi}{8} - \pi n$$

$$x = -\frac{3\pi}{44} - \frac{2\pi n}{11}$$

$$\left(\frac{y^5}{x}\right) \lg x = y^2 \lg xy$$

$$D = 32^2 - 4 \cdot 16^2$$

$$x^2 - 2xy - 4x - 3y^2 + 12y = 0$$

$$(x-y)^2 - 4y^2 - 4x + 12y = 0$$

$$x^2 - (2y+4)x + 12y - 3y^2 = 0$$

$$D = (2y+4)^2 - 4(12y - 3y^2) = 4y^2 + 16y + 16 - 48y + 12y^2 = 16y^2 - 32y + 16 = (4y-4)^2$$

$$x_{1,2} = \frac{2y+4 \pm (4y-4)}{2}$$

$$x_1 = 3y$$

$$x_2 = \frac{-2y+8}{2} = -y+4$$

$$x = 3y$$

$$x = -y+4$$

$$\left(\frac{y^4}{3}\right) \lg 3y = \lg 3y^3$$

$$\text{или } \begin{cases} x > 0 \\ y > 0 \end{cases} \quad 40 + (2^{64} - 4)x - 2^x - 3 \cdot 2^{65} > 0$$

$$\begin{cases} |y-3-x| + |y-3+x| = 6 \\ (x-4)^2 + (y-3)^2 = a \end{cases}$$

$$\textcircled{1} \begin{cases} y \geq 3+x \\ y \geq 3-x \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 2y - 6 &= 6 \\ 2y &= 12 \\ y &= 6 \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} y \geq 3+x \\ y < 3-x \end{cases}$$

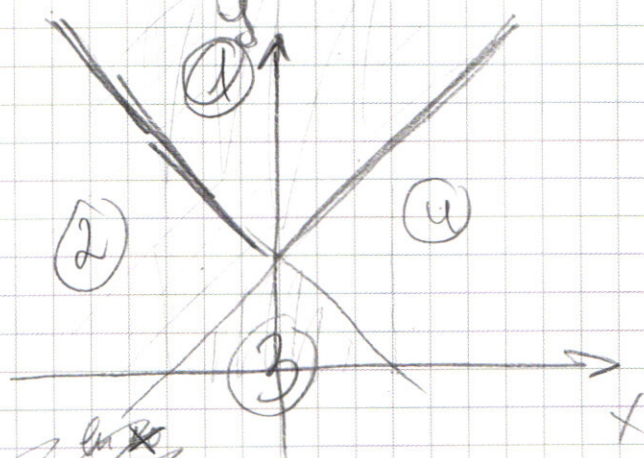
$$\begin{aligned} -2x &= 6 \\ x &= -3 \end{aligned}$$

$$\textcircled{3} \begin{cases} y < 3+x \\ y < 3-x \end{cases}$$

$$\begin{aligned} -y + 3 + x - y + 3 - x &= 6 \\ -2y &= 0 \\ y &= 0 \end{aligned}$$

$$\textcircled{4} \begin{cases} y < 3+x \\ y \geq 3-x \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y + 3 + x - y - 3 + x &= 6 \\ x &= 3 \end{aligned}$$



$$x \lg x = \frac{\ln x}{\ln 10}$$