



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

10 КЛАСС. Вариант 9



1. [4 балла] Натуральные числа a, b, c таковы, что ab делится на $2^{14}7^{10}$, bc делится на $2^{17}7^{17}$, ac делится на $2^{20}7^{37}$. Найдите наименьшее возможное значение произведения abc .

2. [4 балла] Известно, что дробь $\frac{a}{b}$ несократима ($a \in \mathbb{N}, b \in \mathbb{N}$). На доске записана дробь

$$\frac{a+b}{a^2-6ab+b^2}$$

При каком наибольшем m могло оказаться, что числитель и знаменатель дроби можно сократить на m ?

3. [4 балла] Центр окружности ω лежит на окружности Ω , хорда AB окружности Ω касается ω в точке C так, что $AC : CB = 7$. Найдите длину AB , если известно, что радиусы ω и Ω равны 1 и 5 соответственно.

4. [5 баллов] Решите уравнение

$$\sqrt{2x^2 - 5x + 3} - \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 2 - 7x.$$

5. [5 баллов] На координатной плоскости дан параллелограмм с вершинами в точках $O(0; 0)$, $P(-12; 24)$, $Q(3; 24)$ и $R(15; 0)$. Найдите количество пар точек $A(x_1; y_1)$ и $B(x_2; y_2)$ с целыми координатами, лежащих в этом параллелограмме (возможно, на границе) и таких, что $2x_2 - 2x_1 + y_2 - y_1 = 12$.

6. [5 баллов] Найдите все значения параметра a , для каждого из которых найдётся значение параметра b , при котором система

$$\begin{cases} ax - y + 10b = 0, \\ ((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0 \end{cases}$$

имеет ровно 2 решения.

7. [6 баллов] Треугольник ABC вписан в окружность. Пусть M – середина той дуги AB описанной окружности, которая не содержит точку C ; N – середина той дуги AC описанной окружности, которая не содержит точку B . Найдите расстояние от вершины A до центра окружности, вписанной в треугольник ABC , если расстояния от точек M и N до сторон AB и AC соответственно равны 4,5 и 2.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1.

1. По условию:

$$\begin{cases} ab : 2^{14} \cdot 7^{10} \\ bc : 2^{17} \cdot 7^{17} \\ ac : 2^{20} \cdot 7^{37} \end{cases}$$

2. Найдите наименьшее возможное значение произведения

abc :

$$\underbrace{abc}_{: 2^{14} \cdot 7^{10}} = \frac{2^{17} \cdot 7^{17} \cdot 2^{20} \cdot 7^{37}}{2^{14} \cdot 7^{10}} = 2^{20} \cdot 7^{37}$$

(т.к. abc)

Ответ: $abc = 2^{20} \cdot 7^{37}$
(наим)

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 2.

$\frac{a}{b}$ - несократима, $a \in \mathbb{N}$, $b \in \mathbb{N}$. $\frac{a+b}{a^2-6ab+b^2}$ (*)

При каком наиб m числитель и знаменатель (*) $\div m$:

Решение:

1. $\frac{a}{b}$ - несократима.

2. $a^2-6ab+b^2 = a^2-4ab-2ab+b^2 = (a-b)^2 - 2ab$.

$a^2-6ab+b^2 = a^2+2ab-8ab+b^2 = (a+b)^2 - 8ab$.

$$\frac{a+b}{a^2-6ab+b^2} = \frac{a+b}{(a+b)^2-8ab}$$

$$\frac{a+b}{2} \leq ab$$

$$a+b \leq 2ab$$

Берём наименьшее, $\Rightarrow a+b = 2ab$
 $(a+b)^2 = 4a^2b^2$

$$(a+b)^2 \leq 4a^2b^2$$

\Rightarrow дробь примет вид: $\frac{2ab}{4a^2b^2-8ab} = \frac{\frac{1}{2}ab}{4ab(ab-2)} = \frac{1}{2(ab-2)}$

\Rightarrow для сокращения $m_{\text{наиб}} = 1$

Ответ: $m = 1$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

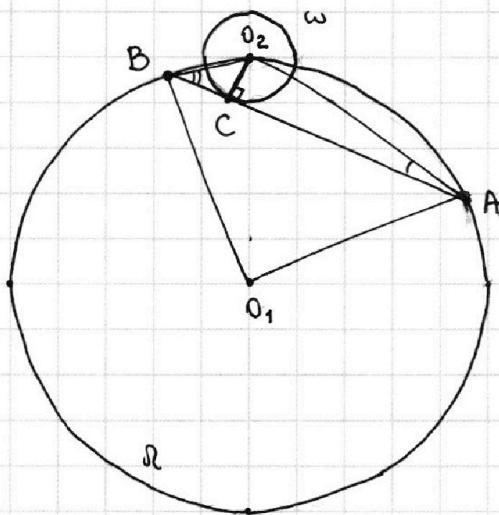
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 3



Дано: Дкр. Ω ($O_1; R$)
 Дкр. ω . ($O_2; r$).
 $R = 5; r = 1$.
 $O_2C \perp AB$. (AB - касат.
 к (окр) Дкр. ($O_2; r$)).
 $AC:CB = 7$.
Найти: AB - ?

Решение:

1. $\frac{AC}{CB} = 7, \Rightarrow AC = 7CB$. Пусть $CB = x, \Rightarrow AC = 7x$.

2. $O_2C \perp AB$ - как радиус, проведенный в точку касания.

3. $O_2C \perp AB, \Rightarrow \angle O_2CB = \angle O_2CA = 90^\circ$.

4. Рассмотрим $\triangle BCO_2$ - н/у ($\angle BCO_2 = 90^\circ$):

По т. Пифагора: $BO_2 = \sqrt{BC^2 + O_2C^2} = \sqrt{BC^2 + r^2} = \sqrt{x^2 + 1}$

$$\sin \angle O_2BC = \frac{O_2C}{BO_2} = \frac{r}{BO_2} = \frac{1}{\sqrt{x^2 + 1}}$$

5. Рассмотрим $\triangle AO_2C$ - н/у ($\angle O_2CA = 90^\circ$):

По т. Пифагора: $AO_2 = \sqrt{O_2C^2 + AC^2} = \sqrt{1 + 49x^2}$

$$\sin \angle O_2AC = \frac{O_2C}{AO_2} = \frac{r}{AO_2} = \frac{1}{\sqrt{49x^2 + 1}}$$

6. $\triangle ABO_2$ - вписанный \triangle (из условия): в Дкр. Ω :

\Rightarrow По т. Синусов: $\frac{AO_2}{\sin \angle O_2BC} = \frac{BO_2}{\sin \angle O_2AB} = 2R$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{49x^2 + 1} \cdot \sqrt{x^2 + 1}}{\sin \angle O_2BC} = 2 \cdot 5 \quad | \cdot 2$$

$$(49x^2 + 1)(x^2 + 1) = 100$$

$$49x^4 + 49x^2 + x^2 + 1 = 100 = 0$$

$$49x^4 + 50x^2 - 99 = 0$$

Очевидно, что $x = 1$ - корень ($49 + 50 - 99 = 0$ (в)).

Проверим, есть ли у ур-я другие корни:

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$49x^4 + 50x^2 - 99 = 0$$

$$\begin{array}{r} 49x^4 + 50x^2 - 99 \\ - 49x^4 - 49x^3 \\ \hline 49x^3 + 50x^2 - 99 \\ - 49x^3 - 49x^2 \\ \hline 99x^2 - 99 \\ - 99x^2 - 99x \\ \hline 99x - 99 \\ - 99x - 99 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} x-1 \\ \hline 49x^3 + 49x^2 + 99x + 99 \end{array}$$

$$\Rightarrow 49x^4 + 50x^2 - 99 = (x-1)(49x^3 + 49x^2 + 99x + 99)$$

Очевидно, что для второй скобки не существует положительных x , при которых она бы обращалась в ноль.

$$\Rightarrow x = 1. \Rightarrow CB = 1 \Rightarrow AC = 7.$$

$$7. AB = AC + CB = 7 + 1 = 8.$$

Ответ: $AB = 8$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

$$\sqrt{2x^2 - 5x + 3} - \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 2 - 7x.$$

Начальное условие: $\begin{cases} 2x^2 - 5x + 3 \geq 0 & (1) \\ 2x^2 + 2x + 1 \geq 0 & (2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2x^2 - 3x - 2x + 3 \geq 0 \\ 2x^2 + 2x + 1 > 0 \text{ при } \forall x \in \mathbb{R} \end{cases} \Leftrightarrow$

$\Delta = 4 - 4 \cdot 2 \cdot 1 < 0.$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 2x(x-1) - 3(x-1) \geq 0 \\ x \in \mathbb{R} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} (2x-3)(x-1) \geq 0 \\ x \in \mathbb{R} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \in (-\infty; 1] \cup [\frac{3}{2}; +\infty) \\ x \in \mathbb{R} \end{cases} \Leftrightarrow x \in (-\infty; -1] \cup [\frac{3}{2}; +\infty)$$

Умножим обе части ур-е на $(\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1}) > 0$:

$$\Rightarrow (2x^2 - 5x + 3 - 2x^2 - 2x - 1) = (2 - 7x)(\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1})$$
$$(-7x + 2) - (-7x + 2)(\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1}) = 0$$
$$(-7x + 2)(1 - \sqrt{2x^2 - 5x + 3} - \sqrt{2x^2 + 2x + 1}) = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} -7x + 2 = 0 \Rightarrow x = \frac{2}{7} - \text{подходит по нач. усл.} \\ 1 = \sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} \quad (3). \end{cases}$$

Выйдем из совокупности:

$$(3) \quad \sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 1 \quad |^2$$
$$2x^2 - 5x + 3 + 2x^2 + 2x + 1 + 2\sqrt{(2x^2 - 5x + 3)(2x^2 + 2x + 1)} = 1$$
$$4x^2 - 3x + 4 + 2\sqrt{(4x^4 + 4x^3 + 2x^2 - 10x^3 - 10x^2 - 5x + 6x^2 + 6x + 3)} = 1$$
$$4x^2 - 3x + 3 + 2\sqrt{4x^4 - 6x^3 - 2x^2 + x + 3} = 0$$
$$2\sqrt{4x^4 - 6x^3 - 2x^2 + x + 3} = -4x^2 + 3x - 3. \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 4(4x^4 - 6x^3 - 2x^2 + x + 3) = (-4x^2 + 3x - 3)^2 & (4) \\ -4x^2 + 3x - 3 \geq 0 \Rightarrow 4x^2 - 3x + 3 \leq 0 \\ \Delta = 9 - 4 \cdot 3 \cdot 4 = 9 - 48 = -41 < 0, \Rightarrow 4x^2 - 3x + 3 > 0 \text{ при } \forall x \in \mathbb{R}. \end{cases}$$

Выйдем из системы

$$(4): \quad \underline{16x^4} - \underline{24x^3} - 8x^2 + 4x + 12 = \underline{16x^4} - \underline{24x^3} + 33x^2 - 18x + 9$$

$$41x^2 - 22x - 3 = 0.$$

$$\Delta = 22^2 + 4 \cdot 3 \cdot 41 = 484 + 492 = 976 = 16 \cdot 61 = (4\sqrt{61})^2$$

$$x_1 = \frac{22 + 4\sqrt{61}}{2 \cdot 41} = \frac{11 + 2\sqrt{61}}{41}; \quad x_2 = \frac{22 - 4\sqrt{61}}{2 \cdot 41} = \frac{11 - 2\sqrt{61}}{41}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ



1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Но! Корни x_1 и x_2 не подходят, т.к.
 $4x^2 - 3x + 3 > 0$ при $\forall x \in \mathbb{R}$

Ответ: $x = \frac{2}{7}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

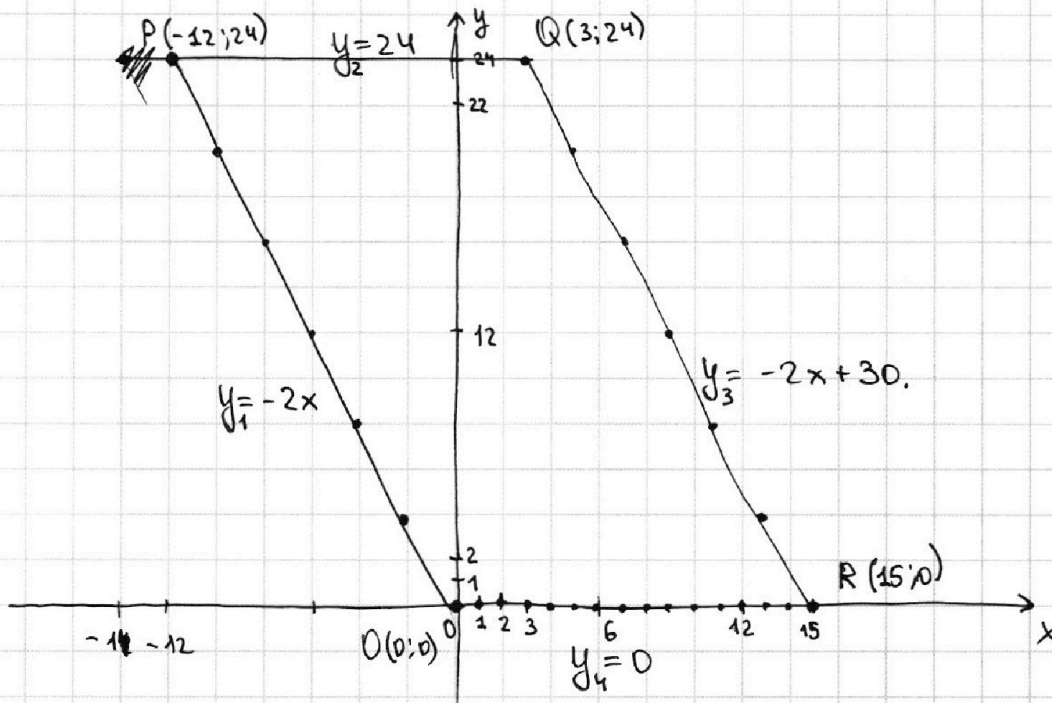
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.



1. Составим ур-я сторон пар-ма:

PO: $y_1 = -2x$

OR: $y_4 = 0$

PQ: $y_2 = 24$

QR: $y_3 = -2x + 30$

$$\begin{cases} 24 = 3k + b \Rightarrow 24 = 3k - 15k \Rightarrow k = -2 \\ 0 = 15k + b \Rightarrow b = -15k \Rightarrow b = 30 \end{cases}$$

2. Всего точек с целыми координатами в пар-мме.

$$N = 16 \cdot 13 + 14 \cdot 12 = 208 + 168 = 376 \text{ точек.}$$

3. Система для точек (сущ-няя пар-мма)

$$\begin{cases} y \leq 24 \\ y \geq 0 \\ y \leq -2x + 30 \\ y \geq -2x \end{cases}$$

4. Это условие: $A(x_1; y_1); B(x_2; y_2)$

$$2x_2 - 2x_1 + y_2 - y_1 = 12$$

$$2(x_2 - x_1) + y_2 - y_1 = 12$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

у р-е б ценорх:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 - x_1 = 2 \\ y_2 - y_1 = 2 \\ x_2 - x_1 = 1 \\ y_2 - y_1 = 10 \\ x_2 - x_1 = 3 \\ y_2 - y_1 = 6 \\ x_2 - x_1 = 4 \\ y_2 - y_1 = 4 \\ x_2 - x_1 = 5 \\ y_2 - y_1 = 2 \\ x_2 - x_1 = 6 \\ y_1 = y_2 \\ x_1 = x_2 \\ y_2 - y_1 = 12 \end{array} \right.$$

кон-во пер: $\frac{376}{2} = 188$

Ответ: 188 пер.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 6.

$$\begin{cases} ax - y + 10b = 0 & (1) \\ ((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0 & (2) \end{cases}$$

Найти все a , для каждого из которых найдётся b , при котором система имеет ровно 2 решения

Выведем из системы:

(1) $y = ax + 10b$

Пр. - прямая
Лин. зависимость.

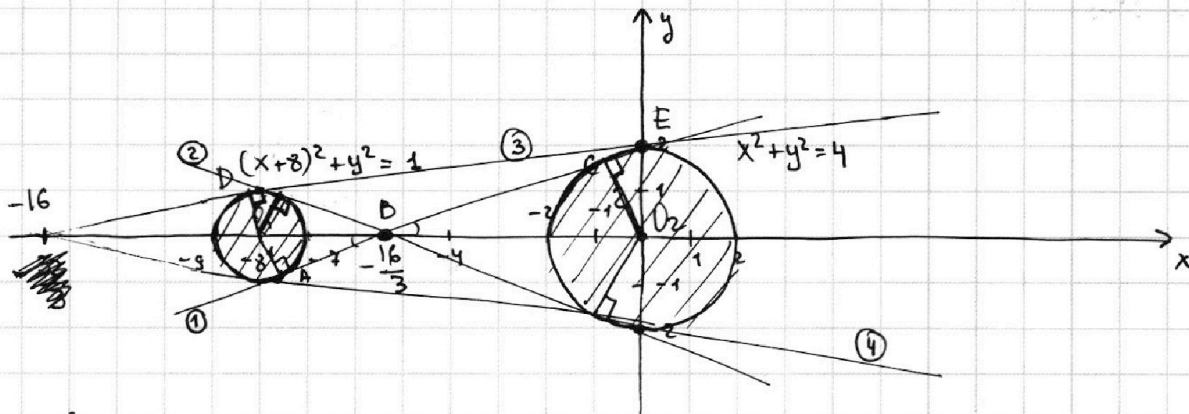
~~$ax + y - 10b = 0$~~

(2) $((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0 \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \begin{cases} (x+8)^2 + y^2 \leq 1 & \leftarrow \text{Пр. - окружность.} \\ x^2 + y^2 \geq 4 & \leftarrow \text{Пр. - окружность.} \end{cases} \\ \begin{cases} (x+8)^2 + y^2 \geq 1 \\ x^2 + y^2 \leq 4 \end{cases} \end{cases}$$

Центр $(-8; 0); R_1 = 1$
Центр $(0; 0); R_2 = 2$.

Построим графики в одной системе координат:



Система ур-ий будет иметь 2 решения, если a, b будут "относиться" к прямой 1, 2, 3, 4.

$$\triangle O_1AB \sim \triangle BO_2C \Rightarrow \frac{O_1B}{BO_2} = \frac{r}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow O_1B = \frac{8}{3} \quad BO_2 = \frac{16}{3}$$

$$\Rightarrow B\left(-\frac{16}{3}; 0\right)$$

$$AB = \sqrt{O_1B^2 - AO_1^2} = \sqrt{\frac{64}{9} - 1} = \sqrt{\frac{55}{9}} = \frac{\sqrt{55}}{3}$$

$$AB = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2} \Rightarrow \frac{55}{9} = \left(-\frac{16}{3} - x_A\right)^2 + y_A^2$$

$$\rho(O_1; AB) = \frac{|Ax + By + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{|-8A + 0 + C|}{A} = 1 \Rightarrow A = |-8A + C|$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\rho(O_2', CB) = \frac{|Ax + By + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{|C|}{A} = 2 \Rightarrow 2A = |C|$$

$$DE = \sqrt{64 + 4} = \sqrt{68}$$

$$y = ax + 10b$$

$$K(-16; 0); S(0; 2)$$

$$0 = -16a + 10b \Rightarrow +16a = 10b$$

$$16a = 2, \Rightarrow a = \frac{1}{8}$$

$$2 = 10b \Rightarrow b = \frac{1}{5}$$

$$\Rightarrow \text{сумм.} \quad a = -\frac{1}{8}$$

$$E\left(-\frac{16}{3}; 0\right) \quad S(0; 2)$$

$$0 = -\frac{16}{3}a + 10b \Rightarrow \frac{16}{3}a = 2 \Rightarrow a = \frac{6}{16} = \frac{3}{8}$$

$$2 = 10b \Rightarrow b = \frac{1}{5} \quad \text{сумм.т.} \quad a = -\frac{3}{8}$$

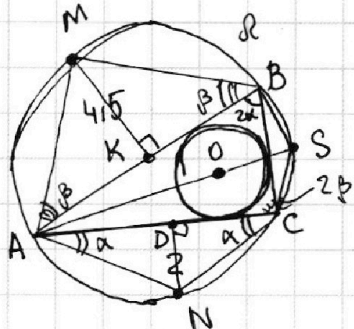
Ответ: ~~$a = \frac{1}{8}$~~ $a = \left\{ \frac{1}{8}; -\frac{1}{8}; \frac{3}{8}; -\frac{3}{8} \right\}$

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 7

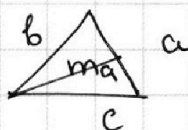


Дано: $\triangle ABC$ вписан в окруж. Ω
 M - сер. $\cup AB$. Окруж. $(O; r)$ вписана в $\triangle ABC$.
 N - сер. $\cup AC$
 $MK = 4,5$; $ND = 2$.
 Найти: AO - ?

Решение:

- M - сер. $\cup AB$, $\Rightarrow \cup AM = \cup MB \Rightarrow \angle MAB = \angle MBA$ - как впис. остр. на равные дуги, $\Rightarrow \triangle MAB$ - р/б, $\Rightarrow AM = MB$.
- N - сер. $\cup AC$, $\Rightarrow \cup AN = \cup NC$, $\Rightarrow \angle DAN = \angle DCN$ - как впис., остр. на равные дуги, $\Rightarrow \triangle ANC$ - р/б, $\Rightarrow AN = NC$.
- Центр впис. в \triangle окруж. - т. пер. биссектрис.
 $\Rightarrow AO$ - биссектриса $\angle BAC$, $\Rightarrow \cup BS = \cup SC$ (т.к. $\angle BAO = \angle CAO$)
 (т.к. AO - бисс.).
- $\angle SCB = \angle SBC$ - как впис. угол, остр. на равные дуги, $\Rightarrow \triangle SBC$ - р/б, $\Rightarrow BS = SC$.
- $\triangle MAB$ - р/б, $\Rightarrow MK$ - бисс., медиана, высота.
- $\triangle NAC$ - р/б, $\Rightarrow ND$ - бисс., медиана, высота.
- Формула Медианы \triangle :

$$m = \sqrt{\frac{2b^2 + 2c^2 - a^2}{4}}$$



Пусть $AN = NC = x$
 \Rightarrow Это т. Пер. для $\triangle ADN$:
 $AD = \sqrt{AN^2 - ND^2} = \sqrt{x^2 - 4}$

$$\Rightarrow ND = \sqrt{\frac{2x^2 + 2x^2 - (x^2 - 4)}{4}} = \sqrt{\frac{16}{4}} = 2.$$

8. По т. синусов $\triangle ANC$:

$$\frac{AN}{\sin \alpha} = 2R \Rightarrow x = \sin \alpha \cdot 2R.$$

9.



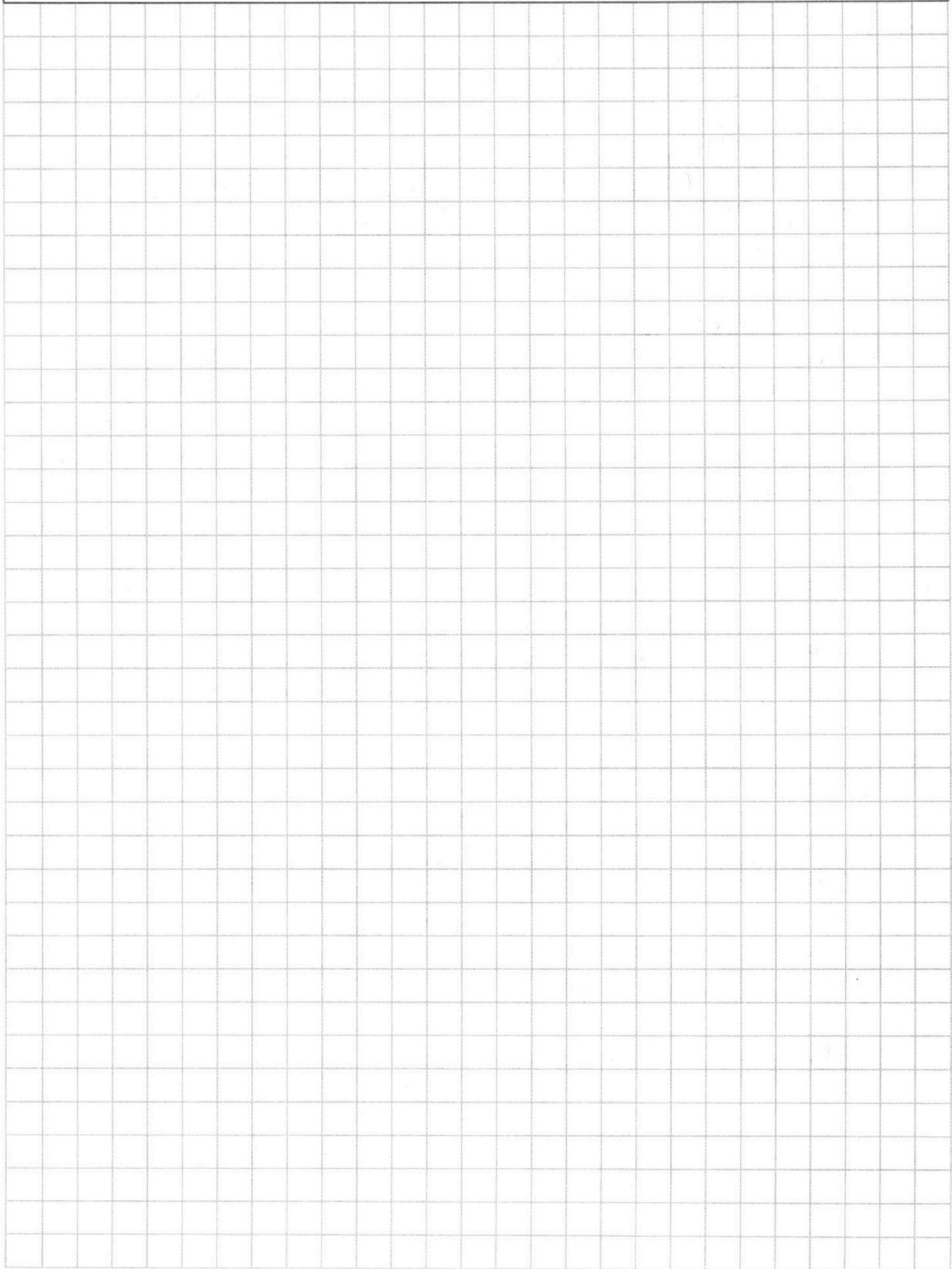
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

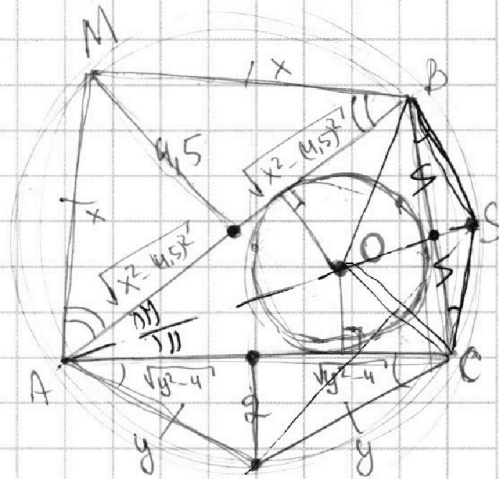
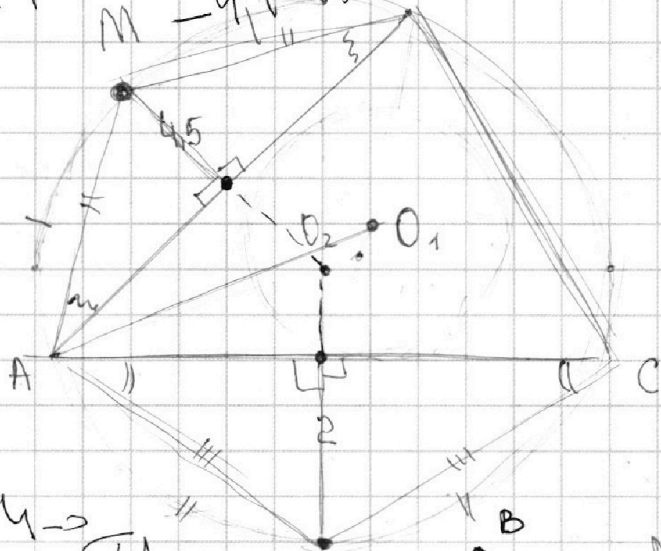
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

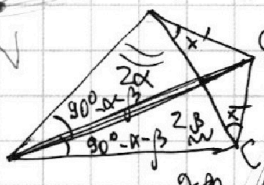
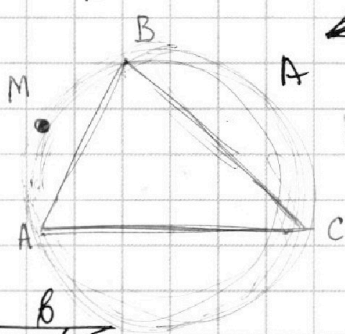
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



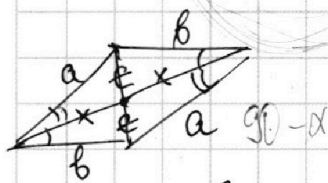
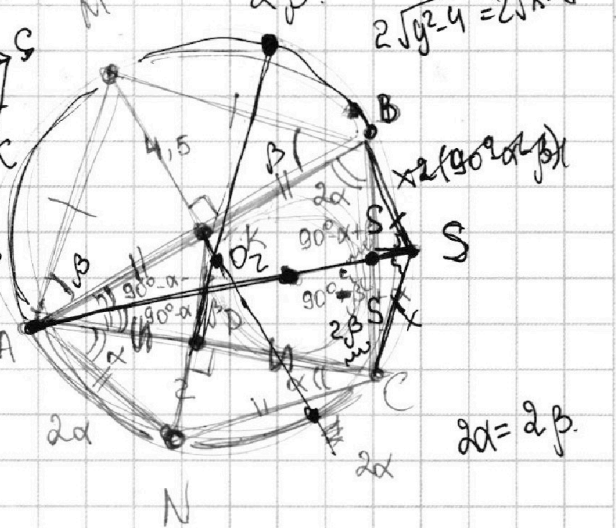
$-4 \cdot 1 + 3 \cdot 1 - 3$
 $-4 \cdot 1 - 2 - 3 - 3$



$4 \rightarrow$
 $11 - 2\sqrt{61}$
 41



$180^\circ - 2\alpha - x - 90^\circ + \alpha + \beta$
 $90^\circ - \alpha + \beta - x$



$180^\circ - 2\beta =$

$MA = \sqrt{\dots}$

$180^\circ - 2\alpha - 2\beta$

$90^\circ - \alpha - \beta$

$180^\circ - 2\alpha - 90^\circ + \alpha + \beta = \beta = 90^\circ - \alpha - \beta$

$= 90^\circ - \alpha + \beta$

$180^\circ - 2\alpha - 90^\circ + \alpha + \beta = 90^\circ - \alpha + \beta$

$180^\circ - 90^\circ + \alpha + \beta - 2\beta = 90^\circ + \beta + \alpha$

$360^\circ - 4\alpha - 4\beta$

$180^\circ - 2\alpha - 2\beta =$

$90^\circ - \alpha - \beta$

$CA = 4\alpha + 4(90^\circ - \alpha - \beta) = 90^\circ$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{cases} ax - y + 10b = 0 & (1) \\ ((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0 & (2) \end{cases}$$

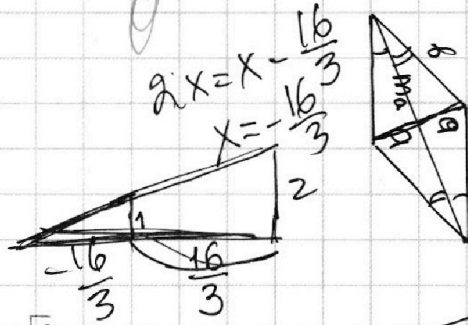
ровно 2 решения - ?

(1) ~~y = ax + 10b~~ y = ax + 10b
 (2) ~~((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0~~

~~((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0~~

$\sqrt{6}$

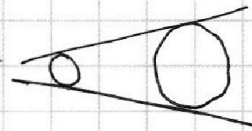
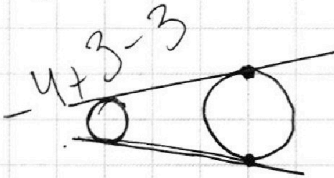
$\frac{1}{2} = \frac{x}{x^2 + \frac{16}{3}}$



$$\begin{cases} ax - y + 10b = 0 \\ ((x+8)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0 \end{cases}$$

(1) y = ax + 10b

(2) $\begin{cases} (x+8)^2 + y^2 - 1 \leq 0 \\ x^2 + y^2 - 4 \geq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (x+8)^2 + y^2 \leq 1 \\ x^2 + y^2 \geq 4 \end{cases}$



$-8A + C > 0$

$|Ax + By + C| = \sqrt{A^2 + B^2} \cdot r$
 $-16A = -C$

$\rho((-8, 0)) = \frac{|-8A + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}} = \frac{C}{\sqrt{A^2 + B^2}}$

$2 = \frac{|C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$
 $\sqrt{A^2 + B^2} = \frac{|C|}{2}$
 $1 - 8A + C^2 = 1$
 $|C|$

$-8A + 2C = C$
 $-8A = -C$
 $8A = C$

$y = ax + b$
 $y - ax - b = 0 \rightarrow$
 $y - ax - 16a = 0$

$1 = \frac{24a}{a}$

$0 = -16k + b$
 $y = kx + b$
 $b = 16ka$

$1 = \frac{|-8 \cdot (-a) - 16a|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$
 $\sqrt{A^2 + B^2} = \frac{|-8A + C|}{2}$
 $\frac{2 \cdot 8}{3} = \frac{16}{3}$
 $\frac{24}{3}$

$\rho(0; k) = 1$
 $2 = \frac{|C|}{|-8A + C|}$

$2 = \frac{|C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$
 $2|-8A + C| = |C|$

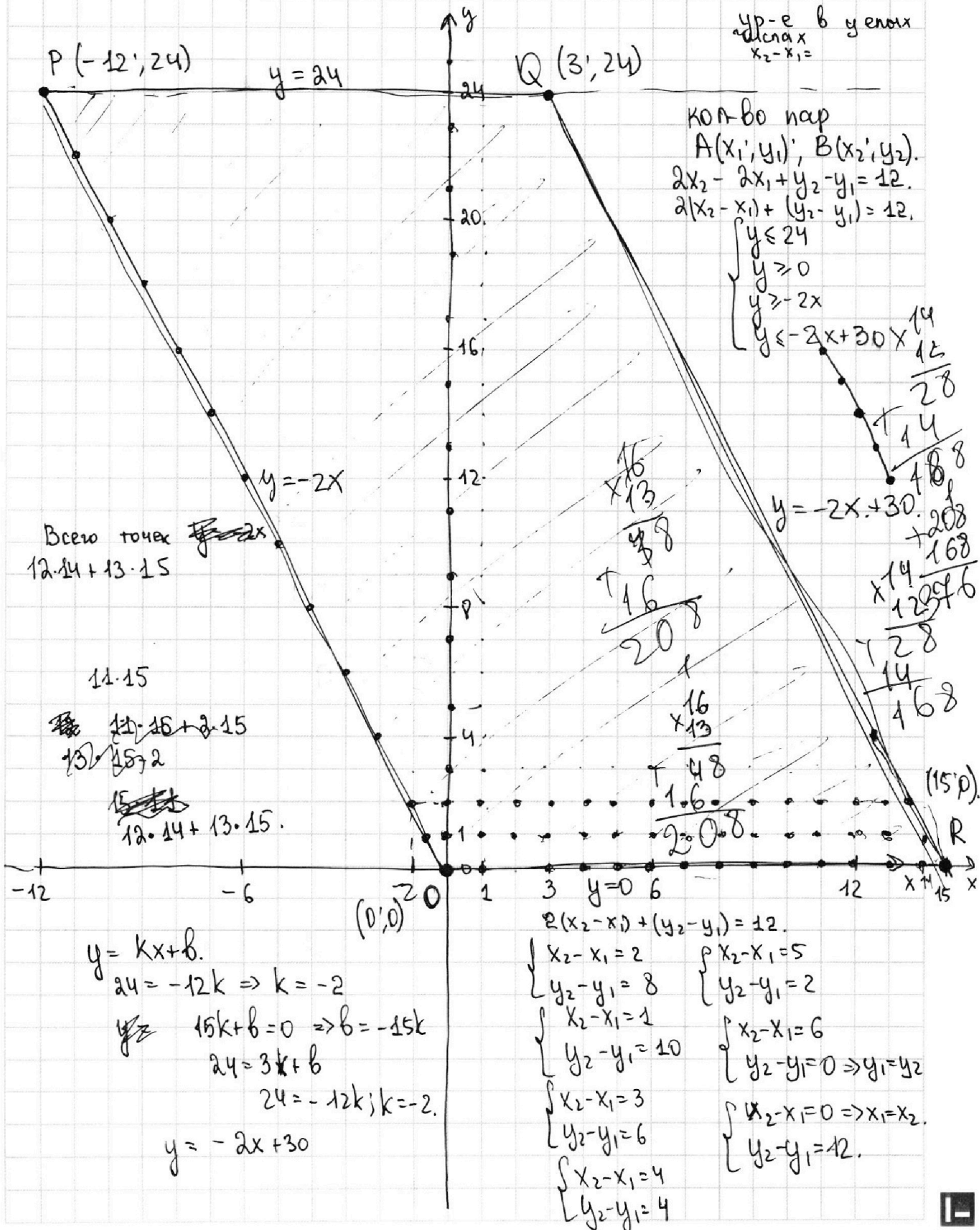
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{aligned}
 ab &: 2^{14} \cdot 7^{10} \\
 bc &: 2^{14} \cdot 7^{17} \\
 ac &: 2^{20} \cdot 7^{37}
 \end{aligned}$$

(abc)наим-?

abc ~~abc: 2^{14} \cdot 7^{10}~~

~~ab: 2^{14} \cdot 7^{10}~~ ~~abc:~~

abc: 2^{20} \cdot 7^{37}

$$\begin{aligned}
 ab &= 2^{14} \cdot 7^{10} \\
 ac &= 2^{20} \cdot 7^{37} \\
 \frac{b}{c} &= \frac{1}{2^6 \cdot 7^{27}}
 \end{aligned}$$

$$b = \frac{1}{2^6 \cdot 7^{27}} \cdot c$$

$\Rightarrow \exists x, y \in \mathbb{N} \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \exists h \cdot h \cdot h - b = 0$

ac: 2^6 \cdot 7^{27} \cdot c

0 \leq 3x + 3 \leq 0

0 \geq 3 - x^2 + 2x - 3

2x^2 - 4x^2 + 3x - 3

4x^2 - 3x + 4 + 2x^2 - 4x^2 = 0

2x^2 - 5x + 3 + 2x^2 + 2x + 1 + 2x^2 = 0

2x^2 - 5x + 3 + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 0

x = \frac{1}{2}

0 = (\dots) \cdot (x - 2)

0 = \dots \cdot (x - 2) - x^2 - 2

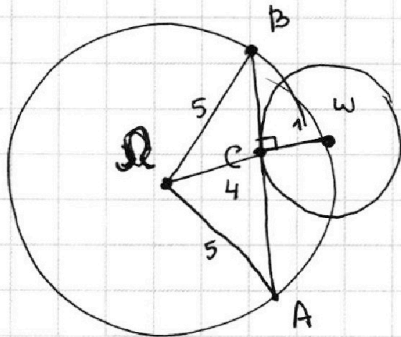
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

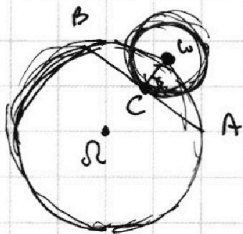


AC: CB = 4

$$\frac{AC}{CB} = 4 \Rightarrow AC = 4CB.$$

R_w = 1; R_O = 5.

$$49x^2 + 49x^2 + 99x + 99 = 0.$$



19404

$$\begin{array}{r} 1 \cdot \\ \times 42 \\ \times 42 \\ \hline 168 \\ \times 168 \\ \hline 28224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 168 \\ \times 168 \\ \hline 28224 \end{array}$$

AB = 8
 BW = $\sqrt{1 + x^2}$
 AW = $\sqrt{49x^2 + 1}$
 BO = OA = 5

$$49x^4 + 50x^2 - 99 = 0.$$

x = 1

$$49x^4 + 50x^2 - 99 \quad | \quad x-1$$

$$\begin{array}{r} 49x^4 + 50x^2 - 99 \\ -49x^4 + 49x^2 \\ \hline 1x^2 + 50x^2 - 99 \\ -49x^2 + 49x^2 \\ \hline 1x^2 - 99 \\ -99x^2 + 99x \\ \hline 99x - 99 \\ \hline 99x - 99 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\sqrt{49x^4 + 49x^2 + x^2 + 1} = 10.$$

$$49x^4 + 49x^2 + x^2 + 1 = 100$$

$$49x^2(x^2 + 1) + (x^2 + 1) = 100$$

$$(49x^2 + 1)(x^2 + 1) = 100.$$

$$\begin{aligned} \Omega &= 2500 + 4 \cdot 99 \cdot 49 = \\ &= 2500 + 396 \cdot 49 = \end{aligned}$$

По т. косинусов:

$$AB^2 = BO^2 + OA^2 - 2 \cdot BO \cdot OA \cdot \cos \angle BOA.$$

$$64x^2 = 1 + x^2 + 49x^2 + 1 - 2 \cdot \sqrt{(1+x^2)(49x^2+1)} \cdot \cos \angle BOA$$

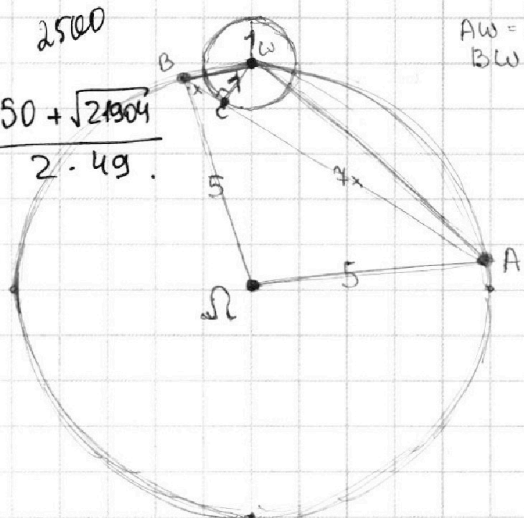
$$14x^2 = 2 - 2\sqrt{(1+x^2)(49x^2+1)} \cdot \cos \angle BOA$$

$$\cos \angle BOA = \frac{2 - 14x^2}{\sqrt{2(1+x^2)(49x^2+1)}}$$

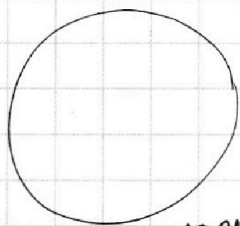
2500

$$\frac{-50 + \sqrt{21904}}{2 \cdot 49}$$

$$\begin{aligned} AW &= \sqrt{49x^2 + 1} \\ BW &= \sqrt{x^2 + 1} \end{aligned}$$



$$\begin{array}{r} 85 \\ \times 395 \\ \times 49 \\ \hline 73564 \\ + 1584 \\ \hline 19404 \\ + 19404 \\ \hline 38808 \\ \hline 21904 \end{array}$$



21904.

$$\frac{\sqrt{49x^2+1}}{(\sqrt{49x^2+1})(\sqrt{x^2+1})} = 10$$

$$\sin \angle WBC = \frac{1}{\sqrt{x^2+1}}$$

$$\sin \angle WAB = \frac{CW}{WA} = \frac{1}{\sqrt{49x^2+1}}$$

$$\frac{AW}{\sin \angle WBC} = \frac{BW}{\sin \angle WAB} = 2R$$

$$\sin \angle BWC = \frac{x}{\sqrt{x^2+1}}$$

$$\sin \angle WBC = \frac{1}{\sqrt{x^2+1}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~AN = CN - X~~
AN = CN - X
AD = ~~...~~

$$ma = \sqrt{\frac{2b^2 + 2c^2 - a^2}{4}}$$

$$a = \sqrt{\frac{2x^2 + 2x^2 - 4 - x^2}{4}}$$

$49x + 196 = 196$

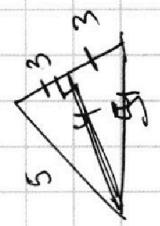
$$49x = 0 \Rightarrow x = 0$$

1 296
2 49
3 1584
4 19404
5 259

$k_{мин} = (a+b+4ab)$

$k \geq a+b+4ab$

$k(a+b) \geq a^2 + b^2 + 4ab$
 $k(a+b) \geq a^2 + b^2 + 4ab$
 $k(a+b) \geq a^2 + b^2 + 4ab$
 $k(a+b) \geq a^2 + b^2 + 4ab$



$49t^2 + 50t - 99 = 0$
 $t = 2500 + 4 \cdot 49 \cdot 99 =$

$ma = \sqrt{\frac{2b^2 + 2c^2 - a^2}{4}}$



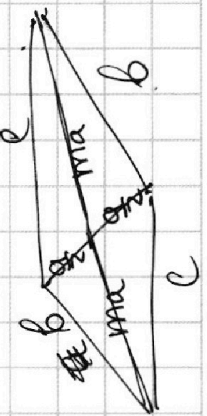
Корни: 6 (3) $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$

$m(a+b) = mk$

$\frac{(a+b)^2 + 4ab}{a+b}$

$a^2 + b^2 + 4ab \geq m(a+b)$
 $a^2 + b^2 + 4ab \geq m(a+b)$

$\frac{a}{b}$ некорректно.
в каком направлении a и b коррелируют?



$\frac{a^2 + b^2 + 4ab}{a+b}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\triangle CO_2B; \quad B(-\frac{16}{3}; 0).$

$BO_2 = \frac{16}{3}$ ~~scribble~~

$BO_2 = \frac{16}{3}; CO_2 = 2.$

$BC = \sqrt{\frac{256}{9} + \frac{256}{9}} = \sqrt{\frac{512}{9}} = \frac{\sqrt{512}}{3} = \frac{16\sqrt{2}}{3}$

$BC =$

$y = kx + b$
 $O = -\frac{16}{3}k + b$
 $\frac{16}{3}k = b$
 $ax - y + b = 0$
 $ax - y + \frac{16}{3}k = 0$
 $A = \frac{|C|}{2} = \frac{16|k|}{2} = 8|k|$
 $C = \frac{16}{3}A = \frac{256|k|}{3}$
 $k = \frac{C}{8} = \frac{2}{3}|C|$

$\frac{c}{c} =$

$a = 23.720$
 $a = 23.720$

$\frac{ab}{bc}$

$\frac{c}{a} = \frac{2 \cdot 13 \cdot 4}{2 \cdot 13 \cdot 4} = 1$
 $C = a \cdot 2 \cdot 13 \cdot 4$

$1 = \frac{1}{A}$

$A = |-8A| + |C|$
 $A = |-8A| + 2A$
 $-A = |-8A|$

$a^2 + b^2 + c^2 + 2ab + 2bc + 2ac = (a+b+c)^2$
 $a \cdot b \cdot c = 2 \cdot 13 \cdot 4 \cdot 20 \cdot b \cdot a \cdot 2 \cdot 13 \cdot 4$

$2A = |C|$
 $A = |-8A + C|$
 ~~$A = 8A$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\rho(O_1; l) = \frac{|-8a - 10b|}{a} = 1$$

$$\rho(O_2; l) = \frac{|-10b|}{a} = 2$$

$$|-8a - 10b| = a$$

$$10b = 2a$$

$$b = \frac{1}{5}a$$

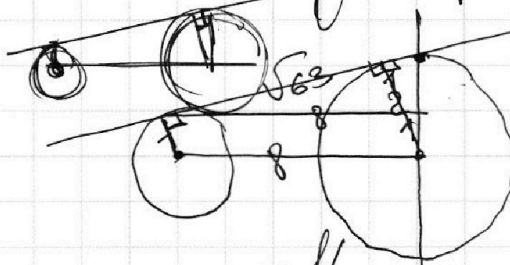
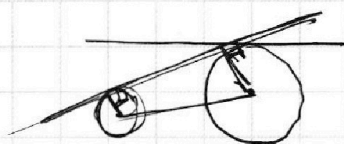
$$y = -\frac{16}{3}x + b$$

~~#~~

$$2 = b$$

$$2 = -\frac{16}{3} \cdot 0 + b$$

$$a = \frac{2}{-16} = -\frac{1}{8}$$



$$\left| -8 \cdot \frac{15b}{8} + 10b \right| = a$$

$$5b = a$$

$$a = \frac{15b}{8} = \frac{3a}{8}$$

$$B\left(-\frac{16}{3}; 0\right)$$

$$y = ax + 10b$$

$$\frac{16}{3}a = 10b$$

$$a = \frac{30}{16}b = \frac{15}{8}b$$

$$\frac{16}{3}a = 10b$$

$$a = \frac{30b}{16} = \frac{15b}{8}$$

$$\rho(O_1; l) = \frac{|-8 \cdot A + D + C|}{\sqrt{A^2}} = \frac{|-8A + C|}{A}$$

$$1 = \frac{|-8A + C|}{A}$$

$$y = ax + b$$

$$ax - y + 10b = 0$$

$$\frac{|-8A + 10b|}{a}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

4

$$\sqrt{2x^2 - 5x + 3} - \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 2 - 7x.$$

$$\begin{cases} 2-7x \geq 0 \\ 2x^2 - 5x + 3 - 2\sqrt{(2x^2 - 5x + 3)(2x^2 + 2x + 1)} + 2x^2 + 2x + 1 = 2 - 7x. \end{cases}$$

$$4x^2 - 3x + 4 - 2\sqrt{4x^4 + 4x^3 + 2x^2 - 10x^3}$$

$$4x^2 - 3x + 4 - 2 + 7x = 2\sqrt{4x^4 + 4x^3 + 2x^2 - 10x^3 - 10x^2 - 5x + 6x^2 + 6x + 3}$$

$$4x^2 + 4x + 2 = 2\sqrt{4x^4 - 6x^3 - 2x^2 + x + 3}$$

$$\begin{array}{r} 2x^2 \\ 2x^2 \\ \hline 4x^2 \\ 4x^2 \\ \hline 8x^2 \\ 8x^2 \\ \hline 16x^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4x^4 - 6x^3 - 2x^2 + x + 3 \quad | \quad x-1 \\ \underline{4x^4 - 4x^3} \\ -2x^3 - 2x^2 + x + 3 \\ \underline{-2x^3 + 2x^2} \\ -4x^2 + x + 3 \\ \underline{-4x^2 + 4x} \\ -3x + 3 \\ \underline{-3x + 3} \\ 0 \end{array}$$

$$(x-1)(4x^3 - 2x^2 - 4x - 3) = 0$$

$a, b, c \in \mathbb{N}$
 $ab: 2^{14} \cdot 7^{10}$
 $bc: 2^{12} \cdot 7^{14}$
 $ac: 2^{20} \cdot 7^{34}$

Наим. возм. $abc = ?$
 (произведение).

$$F = \frac{h}{h} = \frac{h}{F-5} = 2 \quad F = \frac{h+5}{h-5} = 2 \Rightarrow h+5 = 2h-10 \Rightarrow h = 15$$

$$2\sqrt{2x^2 - 5x + 3} - (2-7x) = 0$$

$$\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} = 2 - 7x$$

$$(2-7x) \left(\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} \right) = 0$$

$$(2-7x) \left(\sqrt{2x^2 - 5x + 3} + \sqrt{2x^2 + 2x + 1} \right) = 0$$

$$(2x^2 - 5x + 3) - (2-7x) = 0$$