



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

10 КЛАСС. Вариант 10



1. [4 балла] Натуральные числа a , b , c таковы, что ab делится на $2^{15}7^{11}$, bc делится на $2^{17}7^{18}$, ac делится на $2^{23}7^{39}$. 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

$$\frac{a+b}{a^2-7ab+b^2}$$

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 $AC : CB = 17 : 7$. Найдите длину AB , если известно, что радиусы ω и Ω равны 7 и 13 соответственно.
4. [5 баллов] Решите уравнение

$$\sqrt{3x^2 - 6x + 2} - \sqrt{3x^2 + 3x + 1} = 1 - 9x.$$

5. [5 баллов] На координатной плоскости дан параллелограмм с вершинами в точках $O(0; 0)$, $P(-13; 26)$, $Q(3; 26)$ и $R(16; 0)$. 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 $2x_2 - 2x_1 + y_2 - y_1 = 14$.
6. [5 баллов] Найдите все значения параметра a , для каждого из которых найдётся значение параметра b , при котором система

$$\begin{cases} ax + y - 8b = 0, \\ (x^2 + y^2 - 1)(x^2 + (y - 12)^2 - 16) \leq 0 \end{cases}$$

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 5 и 2,5.

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!



$$b^2 = \frac{hk}{t} \cdot 2^9 \cdot 7^{-10} \quad \text{т.к. } b - \text{целое число, то}$$

$$\frac{hk}{t} = 2^{10} \cdot 7^{-10} \quad \text{или} \quad \frac{hk}{t} = 2^{10} \cdot 7^{-10}$$

минимум
пока

$$\frac{hk}{t} = \frac{7^{10}}{2^9} \Rightarrow hk = \frac{7^{10}}{2^9} \cdot t \quad \text{мин } t = 2^9$$

$$kht = \frac{7^{10}}{2^9} \cdot t^2, \quad \text{значит } \min abc = \frac{7^{10}}{2^9} \cdot 2^9 \cdot 2^9 = 2^{18} \cdot 7^{10}$$

Приведем пример.

$$a = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}, \quad c = kh \cdot 2^{32} \cdot 7^{29}$$

$$ac = k^2 h \cdot 2^{47} \cdot 7^{40}$$

$$kh = \frac{7^{10}}{2^9}, \quad kht = 7^{10} \cdot 2^9$$

$$\text{значит } \min abc = 7^{10} \cdot 2^9 \cdot 2^9 \cdot 7^{10} = 2^{18} \cdot 7^{20}$$

пример:

$$a = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}$$

$$c = h \cdot 2^{17} \cdot 7^{18}$$

$$ac = 2^{32} \cdot 7^{29}$$

если $k=7; h=7$, то

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!

N1.

$a, b, c \in \mathbb{N}$
 м.к. $ab: 2^{15} \cdot 7^{11}$
 $ab = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}$, где $k \in \mathbb{N}$
 м.к. $bc: 2^{17} \cdot 7^{18}$
 $bc = h \cdot 2^{17} \cdot 7^{18}$, где $h \in \mathbb{N}$
 м.к. $ac: 2^{23} \cdot 7^{39}$
 $ac = t \cdot 2^{23} \cdot 7^{39}$, где $t \in \mathbb{N}$

$(abc)^2 = kht \cdot 2^{55} \cdot 7^{68}$

~~минимальным $kht = 1$, но если $kht = 1$, то
 $(abc)^2 = 2^{55} \cdot 7^{68}$ а максим. кр. делителем будет
 м.к. тогда abc - не натур.~~

~~другим м.к. $kht = 2$, если $kht = 2$
 $(abc)^2 = 2^{56} \cdot 7^{68}$
 $abc = 2 \cdot 7^{34}$~~

~~Приведем пример~~

$a = \frac{t \cdot 2^{23} \cdot 7^{39}}{c}$
 $b = \frac{h \cdot 2^{17} \cdot 7^{18}}{c}$

$ab = \frac{ht \cdot 2^{40} \cdot 7^{57}}{c^2} = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11} \Rightarrow c^2 = \frac{2^{25} \cdot 7^{46} \cdot ht}{k}$

$a^2 = \frac{t^2 \cdot 2^{46} \cdot 7^{78}}{c^2} \cdot \frac{k}{2^{25} \cdot 7^{46} \cdot ht} = \frac{tk}{h} \cdot 2^{21} \cdot 7^{32}$

$b^2 = \frac{h^2 \cdot 2^{34} \cdot 7^{36}}{2^{25} \cdot 7^{46} \cdot ht} \cdot k = \frac{hk}{t} \cdot 2^9 \cdot 7^{10}$

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 checked="" 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!



№2. $a, b \in \mathbb{N}$

а) Будем обозначать $\text{НОД}(ax; y) \stackrel{za}{=} (x; y)$

$\frac{a}{b}$ - несократима - это означает, что $(a; b) = 1$

$$\begin{aligned} & (a+b; a^2 - 7ab + b^2) = m \\ & \text{из } (a+b)^2 - 9ab \quad a+b \\ & \text{по алгоритму Евклида вычтем } (a+b) \text{ раз} \\ & = ((a+b)^2 - 9ab; a+b) = (-9ab; a+b) = (9ab; a+b) \neq \\ & \text{всего вычтем } \underset{\text{из } 9ab}{9a} \text{ раз } (a+b) \text{ (по алгоритму Евклида)} \\ & = (9ab - 9a(a+b); a+b) = (-9a^2; a+b) = (9a^2; a+b) = m \end{aligned}$$

т.к. $(a; b) = 1$, но $a+b \nmid a$, значит $\text{НОД}(9a^2; a+b)$
будет максимум 9

Приведем пример если $a=1; b=8$, то

$$\frac{a+b}{a^2 - 7ab + b^2} = \frac{9}{1 + 64 - 7 \cdot 8} = \frac{9}{9} = 1 \quad \text{дробь сократима на } 9, \text{ значит макс достигнута}$$

Ответ: при $m=9$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

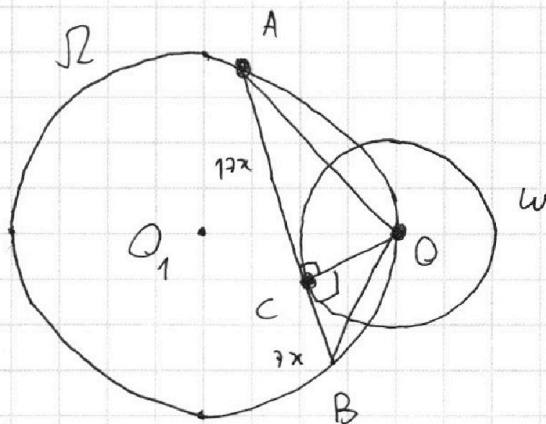
Дано:

$$\frac{AC}{CB} = \frac{17}{9}$$

$$OC = 7 = r$$

$$O_1O = 13 = R$$

AB = ?



т.к. OC - радиус, проведенный в точку касания $\Omega \cap \Omega'$.

Пусть $AC = 17x$, тогда $BC = 9x$

$\angle AOB = \alpha$, тогда по т. синусов:

$$\frac{AB}{\sin \alpha} = 2 \cdot O_1O = 26 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{24x}{26} = \frac{12x}{13}$$

$$AO = \sqrt{(17x)^2 + 7^2}; \quad OB = \sqrt{(9x)^2 + 7^2} = 7\sqrt{x^2 + 1}$$

$$S_{\triangle AOB} = \frac{OC \cdot AB}{2} = \frac{7 \cdot 24x}{2} = AO \cdot OB \cdot \frac{1}{2} \sin \alpha$$

$$7 \cdot 24x = \sqrt{(17x)^2 + 7^2} \cdot 7\sqrt{x^2 + 1} \cdot \frac{12x}{13} \quad x \neq 0 \quad (x \neq 0)$$

$$26 = \sqrt{(17x)^2 + 49} \cdot \sqrt{x^2 + 1} \quad \text{Пусть } x^2 = t$$

$$26^2 = (289t + 49)(t + 1) \Rightarrow 289t^2 + 338t + 49 = 676$$

$$289t^2 + 338t - 627 = 0$$

$$169t^2 + 169t - 315 = 0$$

$t \neq 1$ если

$t = 1$:

$$26^2 = 338$$

$$338 \cdot 2 = 13 \cdot 26 \cdot 2 = 26^2$$

равенство выполняется

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 checked="" 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!

$$289t^2 + 338t - 627 = 0 \Leftrightarrow (t-1)(289t + 627) = 0$$

$$t > 0, \text{ значит } t = 1$$

$$t = 1 \Rightarrow x^2 = 1 \quad x = 1$$

$$AB = 24x = 24$$

$$\text{Ответ: } AB = 24$$

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.

$$\sqrt{3x^2 - 6x + 2} - \sqrt{3x^2 + 3x + 1} = 1 - 9x$$

$$O \& \& 3: \begin{cases} 3x^2 - 6x + 2 \geq 0 \\ 3x^2 + 3x + 1 \geq 0 \end{cases}$$

Положим $3x^2 - 6x + 2 = a$; $3x^2 + 3x + 1 = b$

Тогда $a - b = 1 - 9x$

$$\sqrt{a} - \sqrt{b} = a - b \quad \text{на } O \& \& 3 \quad a - b = (\sqrt{a} - \sqrt{b})(\sqrt{a} + \sqrt{b})$$

$$\sqrt{a} - \sqrt{b} = (\sqrt{a} - \sqrt{b})(\sqrt{a} + \sqrt{b}) \Leftrightarrow \sqrt{a} = \sqrt{b}$$

или

$$\sqrt{a} + \sqrt{b} = 1$$

$$\sqrt{a} = \sqrt{b} \Leftrightarrow \begin{cases} a = b \\ b \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3x^2 - 6x + 2 = 3x^2 + 3x + 1 \\ b \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 9x = 1 \\ b \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{1}{9} \\ 3x^2 + 3x + 1 \geq 0 \end{cases} \quad \begin{aligned} & / \quad 3 \cdot \frac{1}{9^2} + \frac{3}{9} + 1 = \\ & = \frac{1}{27} + \frac{1}{3} + 1 > 0 \end{aligned}$$

знаем $x = \frac{1}{9}$ подходит

или

$$\sqrt{a} + \sqrt{b} = 1 \Leftrightarrow \sqrt{a} = 1 - \sqrt{b} \Leftrightarrow \begin{cases} a = 1 - 2\sqrt{b} + b \quad (3) \\ 1 \geq \sqrt{b} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 1 - 9x = 1 - 2\sqrt{b} \\ 9x \leq 2\sqrt{b} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 81x^2 = 4b = 12x^2 + 12x + 4 \\ x \geq 0 \end{cases}$$

$$69x^2 - 12x - 4 = 0$$

$$\Delta = 6^2 \times 4 \cdot 69 = 4 \cdot 9 + 4 \cdot 3 \cdot 23 =$$

$$= 4 \cdot 3 \cdot (3 + 23) = 12 \cdot 26 = 24 \cdot 13 = 4 \cdot 6 \cdot 13 = 4 \cdot 78$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{6 \pm 2\sqrt{78}}{69} \\ x \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow$$

$$\begin{cases} 6 \leq 2\sqrt{78} \\ 36 \leq 4 \cdot 78 \end{cases} \quad x = \frac{6 - 2\sqrt{78}}{69} < 0$$

знаем не подходит

$$x = \frac{6 + 2\sqrt{78}}{69}$$

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!



Но также необходимо проверить неравенство

$$4. \quad 1 \geq \sqrt{b} \quad (2)$$

Мы знаем, что при ~~ка~~ $x = \frac{6+2\sqrt{78}}{89}$ выполняется

равенство (1); $9x = 2\sqrt{b} \Rightarrow \sqrt{b} = \frac{9x}{2}$

$$(2) \quad 1 \geq \sqrt{b} = \frac{9x}{2} = \frac{x(3+\sqrt{78})}{23} \cdot \frac{3}{x} = \frac{3(3+\sqrt{78})}{23}$$

и $1 \geq \frac{3(3+\sqrt{78})}{23}$ и $23 \geq 9+3\sqrt{78}$

$$14 \geq 3\sqrt{78}$$

$$196 \geq 9 \cdot 78$$

Значит: $1 < \sqrt{b}$ ~~также~~ значит $1 < \sqrt{b}$ (2) неверно

$$x = \frac{6+2\sqrt{78}}{89} - \text{не подходит}$$

Ответ: $x = \frac{1}{9}$

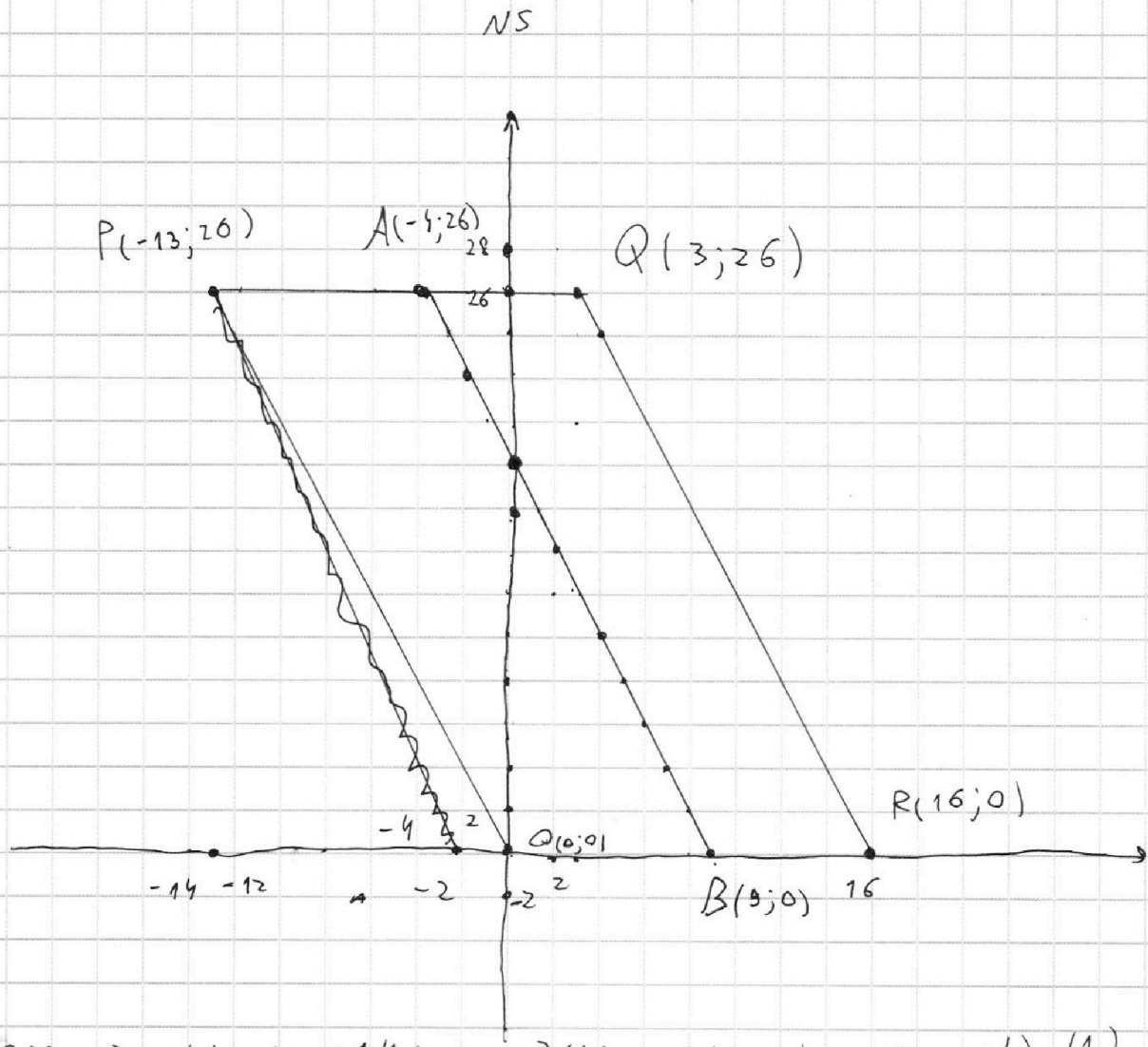
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$2x_2 - 2x_1 + y_2 - y_1 = 14 \quad (1) \quad -2(x_2 - x_1) = y_2 - (y_1 + 14) \quad (1)$$

если зафиксировать x_1 и y_1 , то (1) - ур-е прямой;

~~прямой~~
прямой между $(x_1; y_1 + 14)$ и $(x_2; y_2)$ косар
косар

косар k - косар. наклона QR , тогда $k = \frac{0 - 26}{16 - 3} = -2$

то есть $l \parallel QR$ и $l \parallel PQ$.

Найдем ур-е QR : $-2(x - 3) = y - 26 \quad (1) \quad 2x + 26 = y$

$$-2x + 6 = y - 26 \quad (2) \quad y = 32 - 2x$$

$$y_1 + 14 \leq 32 - 2x_1 \quad (3) \quad y_1 \leq 18 - 2x_1$$

~~если~~
если $y_1 + 14$ ~~не~~ больше ~~или~~ равно $32 - 2x_1$

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!

что l не будет иметь общих точек с пар-амной, а
значит точек x_2 с коорд. (x_2, y_2) тогда x_2 точки
с координатами (x_2, y_2) не найдется.

Проведем прямую $AB: y \leq 18 - 2x$

Найдем все точки (x_1, y_1) которые лежат ниже
этой прямой.

В таком случае

Заметим, что для каждой точки (x_1, y_1)

прямая l будет перпендикулярна пар-амной AB ^{или} QR ^{на этих}

будет ортогональна по длине отрезка, ~~и отрезки~~

будут ~~равны~~ на отрезках будет всегда ор-

тогональна кол-во точек с целочисленными коорди-
натами.

Для каждой целой x будет целая y .

(но не наоборот т.к. при $y/2$ x будет дробным)

Целых координат x будет 14.

Значит для каждой точки (x_1, y_1) , лежащей
ниже AB , будет соответ. по 14 точек (x_2, y_2)

Найдем кол-во таких точек (x_1, y_1) их будет

$14 \cdot 10$ (все точки лежат на отрезках $\parallel AB$, таких
будет 10, а на каждой отрезке 14 точек)

Для каждой (x_1, y_1) соответ. по 14 точек (x_2, y_2)
пар будет $14 \cdot 14 \cdot 10 = 1960$ Ответ: 1960

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!

N6.

$$\begin{cases} ax+y-86=0 \\ (x^2+y^2-1)(x^2+(y-12)^2-16) \leq 0 \quad (2) \end{cases}$$

$$(2): \begin{cases} x^2+y^2 \geq 1 \\ x^2+(y-12)^2 \leq 16 \end{cases} \quad \text{или} \quad \begin{cases} x^2+y^2 \leq 1 \\ x^2+(y-12)^2 \geq 16 \end{cases}$$

$x^2+y^2=1$ - ~~ур-е~~ окружности
и $x^2+(y-12)^2=16$

Начертим ми-во точек удовл. (2) (это будет 2 круга)

< центры

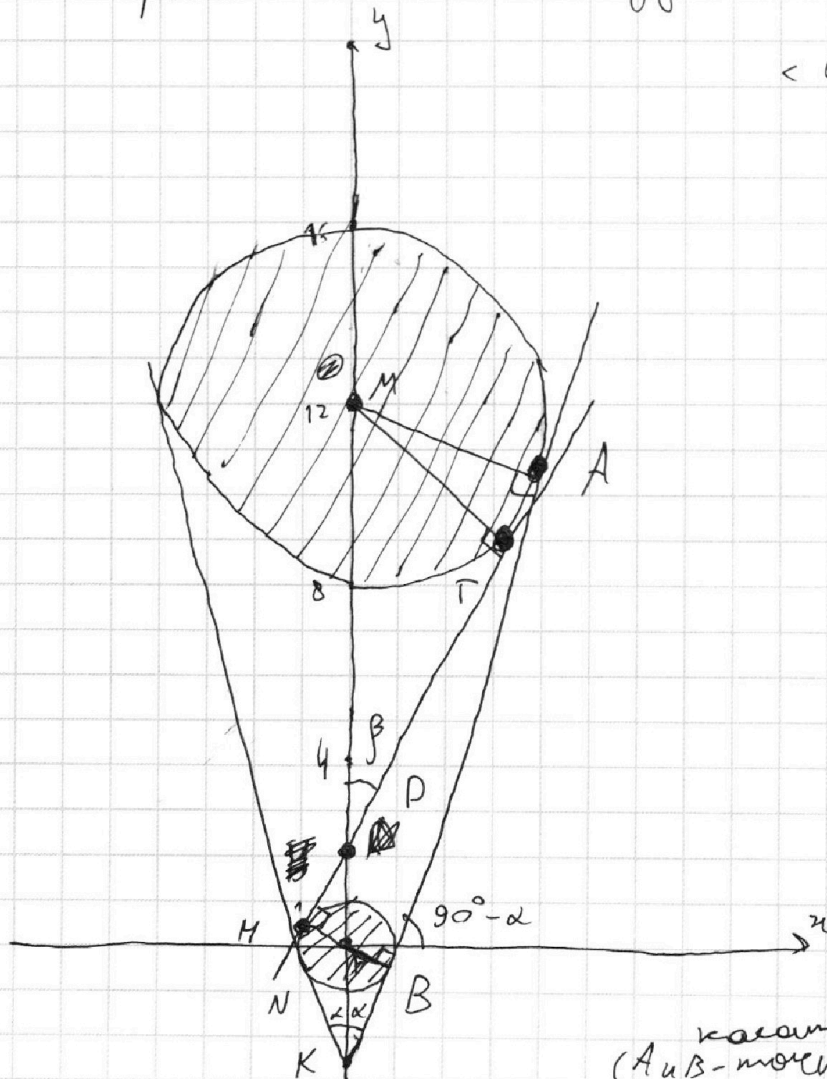
$M(0; 12)$ и $N(0; 0)$

$L: ax+y-86=0$ - это
ур-е прямой

2 решения y
системы будет,
если прямая
касается ~~каждой~~
каждой окруж-
ности.
Но есть еще
случай касате-
лии.

Таким каза-
мельница y
(2 внутр и
2 внешн.)

Проведем внешнюю
касательную
(A и B - точки касания)



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!

Пусть $\angle KCB = \alpha$

$$NK = \frac{NB}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}; \quad MK = \frac{AM}{\sin \alpha} = \frac{12}{\sin \alpha}$$

$$MK = \frac{MN + NK}{\sin \alpha} = \frac{12 + \frac{1}{\sin \alpha}}{\sin \alpha}$$

$$MK = 12 + \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{4}{\sin \alpha} \Rightarrow \frac{3}{\sin \alpha} = 12 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{1}{4}$$

($\sin \alpha \neq 0$)

По теореме $NK = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$; ~~$\tan \alpha =$~~

$$KB = \sqrt{16 - 1} = \sqrt{15}; \quad \tan \alpha = \frac{KB}{NB} = \sqrt{15}$$

$\tan \alpha$ - катет. противолежащий, значит

$$a = \tan(90^\circ - \alpha) = \cot \alpha = \sqrt{15}$$

и при $a = \sqrt{15}$ существует b , при котором прямая l совпадает с AB .

для внутр. касательной $a = \tan(90^\circ + \alpha) =$

$$= -\cot \alpha = \frac{\sin(90^\circ + \alpha)}{\cos(90^\circ + \alpha)} = \frac{\cos \alpha}{-\sin \alpha} = -\cot \alpha = -\sqrt{15}$$

$$= -\sqrt{15}$$

Проведем внутр. касательную MT .

$$ND = \frac{NH}{\sin \beta} = \frac{1}{\sin \beta}; \quad MD = \frac{MT}{\sin \beta} = \frac{4}{\sin \beta}$$

$$ND + MD = 12 = \frac{5}{\sin \beta} \quad \sin \beta = \frac{5}{12} \quad (\text{н.к. } \sin \beta \neq 0)$$

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!

~~$\text{ctg} \beta = \frac{ND}{NH} = \frac{12}{5}$~~ ~~$ND = \frac{12}{5}$~~ ~~$NH = \sqrt{\frac{12^2}{5^2} - 1} = \frac{\sqrt{119}}{5}$~~

$ND = \frac{12}{5}; NH = \sqrt{\frac{12^2}{5^2} - 1} = \frac{\sqrt{119}}{5}$

$\text{ctg} \beta = \frac{ND}{NH} = \frac{\sqrt{119}}{5}$

φ $\alpha = a$ - угол наклона НТ, значит $\text{tg}(90^\circ - \beta) = a$

$$a = \text{ctg} \beta = \frac{\sqrt{119}}{5}$$

Аналогично угол наклона другой внутр касательной равен $\text{tg}(90^\circ + \beta) = -\text{ctg} \beta = -\frac{\sqrt{119}}{5} = a$

при всех возможных a будут существовать
(разные) β , при которых прямые станут общими касат.
значит, эти a подходят.

Ответ: $a = \pm \sqrt{119}$

$$a = \pm \frac{\sqrt{119}}{5}$$

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"/>

МФТИ

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

$$\sin \beta \approx \frac{1}{DN}; \quad \sin \beta = \frac{AM}{MD} = \frac{4}{MD}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ + 144 \\ \hline 145 \end{array}$$

$$DN + MD = 12 \Leftrightarrow \frac{4}{\sin \beta} \Leftrightarrow \sin \beta = \frac{4}{12}$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{25} = \frac{144}{25} = 1 + \operatorname{ctg}^2 \beta \Leftrightarrow \operatorname{ctg}^2 \beta = \frac{119}{25} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{119}}{5}$$

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!



~~kh t = 2^alpha * 7^beta~~ $kh t = 2^\alpha \cdot 7^\beta$

$c = a \cdot 2^2 \cdot 7 \cdot \frac{h}{k}; b = \frac{a}{2^4 \cdot 7^{21}} \cdot \frac{k}{t}$ k

$a k \geq \frac{2^4 \cdot 7^{21} \cdot t}{k}$ $a = 2^4 \cdot 7^{21}$

$k = 2^4$

$b \neq k \quad b = k \cdot 2^{11} \cdot 7^{10} =$

$a b c; \quad b \neq k \quad b a = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}$

$\frac{a^2}{2^4 \cdot 7^{21}} \cdot \frac{k}{t} = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11} \Leftrightarrow \frac{a^2 h}{k t} = 2^{19} \cdot 7^{32}$ B

~~h = 2^2~~ ~~kh t = 4~~ ~~kh t = 7~~ ~~kh t = 2~~

$kh t = 4: \quad kh t = 7: \quad \frac{a^2 h^2}{7} = 2^{19} \cdot 7^{32}$

$kh t \neq 4:$

$\frac{a}{b} = \frac{t}{k} \cdot 2^6 \cdot 7^{21}$

$ab = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11} \quad \frac{a^2}{k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}} = \frac{t}{h} \cdot 2^6 \cdot 7^{21}$

$\frac{a^2}{k t} \cdot h = 2^{21} \cdot 7^{32}$

$kh t = 2^\alpha \cdot 7^\beta$

$\frac{a^2 \cdot h^2}{2^2 \cdot 7^\beta} = 2^{21} \cdot 7^{32} \Leftrightarrow (ah)^2 = 2^{21+\alpha} \cdot 7^{32+\beta}$



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!

$$h=1:$$

$$a^2 = 2^{22} \cdot 7^{32} \Rightarrow a = 2^{11} \cdot 7^{16}$$

$$b= \quad k=2:$$

$$b = 2^{26-11} \cdot 7^{11-16}$$

$$kht = \min \quad 11 \quad 32 + 16 \cdot 2$$

$$c > a$$

$$a \nabla ac > ab \\ c > b$$

$$bc > ab \\ c > a$$

$$c - \max$$

$$ab^2c = 11091 \\ = b^2 \cdot c \cdot 2^{32} \cdot 7^{39} = kh \cdot 2^{37} \cdot 7^{39}$$

$$b^2 \cdot c \cdot 7^{10} = kh \cdot 2^9$$

$$b = \frac{k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}}{c}$$

$$a = \frac{c \cdot 2^{23} \cdot 7^{39}}{c}$$

$$c = k \cdot 2^x$$

$$b = \frac{k \cdot 2^{17} \cdot 7^{18}}{c}$$

$$abh = \frac{kt \cdot 2^{40} \cdot 7^{57}}{c^2} = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}$$

$$c^2 = \frac{kt}{k} \cdot 2^{25} \cdot 7^{46}$$

$$a^2 = t^2 \cdot 2^{46}$$

$$\frac{b}{ac} = \frac{kt}{a \cdot c} = \frac{kt}{k \cdot 2^x \cdot t \cdot 2^{46}} = \frac{1}{2^{46+x}}$$

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!



$$MN = 12$$

$$a \cdot b = \frac{bc}{a} = \frac{c}{a} = \frac{k}{k} \cdot 2^2 \cdot 7^7 \quad \begin{matrix} 27 \\ 33 \end{matrix}$$

$$c = a \cdot 2^2 \cdot 7^7 \cdot \frac{h}{k}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{c}{a^2} = \frac{2^2 \cdot 7^7 \cdot h}{k} \Rightarrow b = \frac{a}{2^5 \cdot 7^{21}} \cdot \frac{h}{k}$$

$$c = a \cdot 2^3 \cdot 7^9 \quad a = 2^4 \cdot 7^{21} \quad a = 1$$

$$b = \frac{a}{2^9 \cdot 7^{21}}$$

$$b = 0$$

$$\frac{a}{b} = 2^5 \cdot 7^{21} \cdot \frac{h}{k}$$

$$\frac{a}{b} = 7$$

$$\frac{a+b}{a^2 - 7ab + b^2} \quad (a+b; a^2 \rightarrow ab + b^2) =$$

$$= (a+b; -9ab) = (9ab; a+b) = (-9a^2; a+b) =$$

$$9a^2 + 9ab = 9a(a+b) \quad (-9a^2; a+b) \cdot \frac{55}{9}$$

$$9a^2 : a$$

$$b : a \quad 9 : a+b$$

$$\frac{a+b}{a^2 - 7ab + b^2 - 9ab} = \frac{a+b}{(a+b)^2 - 9a(a+b) + 9a^2}$$

$$\frac{1}{a+b-9a + \frac{9a^2}{a+b}}$$

$$\frac{9}{1 - 7 \cdot 8 + 63} =$$

$$= \frac{9}{63 - 56} = \frac{9}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

$ab: 2^{15} \cdot 7^{11}$
 $bc: 2^{17} \cdot 7^{18}$
 $ac: 2^{23} \cdot 7^{39}$

$abc - \min$
 $ab = k \cdot 2^{15} \cdot 7^{11}$
 $bc = t \cdot 2^{15} \cdot 7^{17} \cdot 2^2 \cdot 7^2$
 $ac = h \cdot 2^{15} \cdot 7^{11} \cdot 2^8 \cdot 7^{28}$

$(abc)^2 = kth \cdot p^3 \cdot 2^{10} \cdot 7^{35}$

$\frac{a+b}{a^2-9ab+b^2} = \frac{1}{a+b} - \frac{9ab}{a+b}$

$\frac{a+b}{(a+b)^2-9ab} = \frac{1}{a+b} - \frac{9ab}{a+b}$

$\sqrt{3x^2-6x+2} - \sqrt{3x^2+3x+1} = 1-9x$

$\sqrt{a} - \sqrt{b} = a - b \Leftrightarrow \sqrt{a} - \sqrt{b} = \sqrt{a} - \sqrt{b} \cdot (\sqrt{a} + \sqrt{b})$

$\sqrt{a} + \sqrt{b} = 1 \Leftrightarrow \sqrt{a} = 1 - \sqrt{b} \Rightarrow a = 1 - 2\sqrt{b} + b$

$1 - 9x = 1 - 2\sqrt{b} \Leftrightarrow 2\sqrt{b} = 9x$

$36 \cdot b^2 + 4 \cdot 81 = b^2 + 4 \cdot 3 \cdot 23 =$
 $= 4 \cdot 5 + 4 \cdot 3 \cdot 23 = 4 \cdot 3(3 + 23) = 12 \cdot 26 = 12 \cdot 2 \cdot 13$

$D = 496^2 - 46^2$
 $\frac{a}{b} - \text{несокр.}$
 $a^2 - 9ab + b^2 - a - b = k$
 $\frac{1}{14} \cdot 14 = 1$
 $\frac{13}{6} \cdot 6 = 13$
 $a - b = 7$
 $= 1 - 9x$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

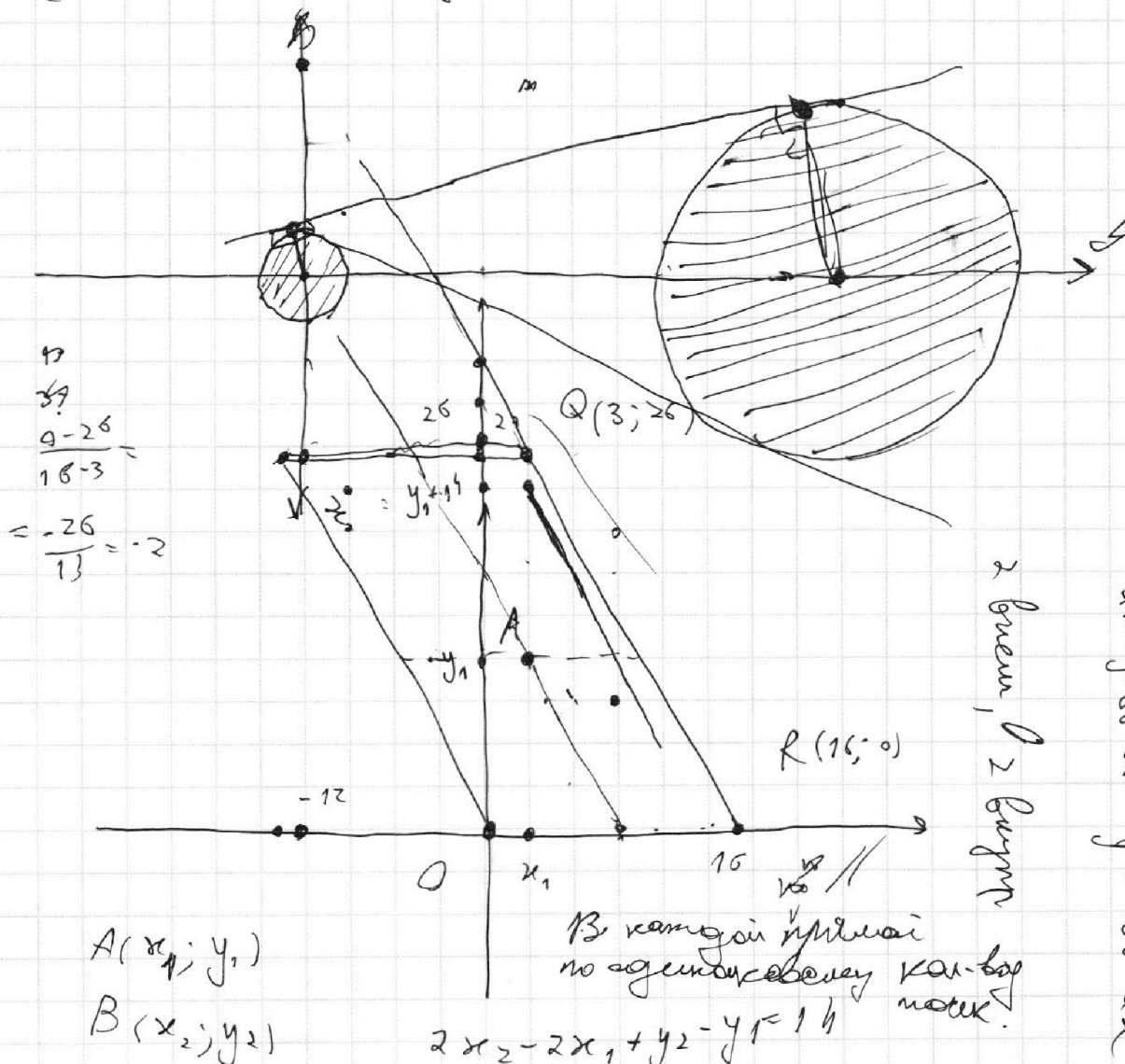
МФТИ

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



№ 6.

$$\begin{cases} ax + y - 8b = 0 \\ (x^2 + y^2 - 1)(x^2 + (y - 12)^2 - 16) \leq 0 \end{cases}$$



$$\frac{9 - 26}{16 - 3} = \frac{-17}{13} = -2$$

$$A(x_1; y_1)$$

$$B(x_2; y_2)$$

В каждой из них по одному отрезку как-то отметить.

$$2x_2 - 2x_1 + y_2 - y_1 = 14$$

$$2x_2 + y_2 = 2x_1 + y_1 + 14$$

$$2(x_2 - x_1) + (y_2 - y_1) = 14$$

$$y = 2x_2 + y_2 - 14 - 2x_1$$

$$-2(x_2 - x_1) = y_2 - (y_1 + 14)$$

фиксируем $x_1; y_1$

$$ax + y - 8b = 0 \Rightarrow y = 8b - ax$$

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!



$$\begin{array}{r} 169 \\ \times 19 \\ \hline 1521 \\ + 1014 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 54 \\ \times 8 \\ \hline 62 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 177 \\ \times 16 \\ \hline 108 \\ + 1108 \\ \hline 2892 \end{array}$$

$$(290 - 1) 627$$

$$\begin{array}{r} + 1521 \\ + 1014 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28561 \\ + 289 \\ \hline 627 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 611 \\ \times 289 \\ \hline 5299 \\ + 1178 \\ \hline 1734 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 + 2023 \\ + 578 \\ \hline 1734 \end{array}$$

$$289t + 59 = 647$$

$$289t = -48$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 289 \\ + 49 \\ \hline 338 \end{array}$$

$$181203$$

$$\begin{array}{r} - 338 \\ \times 289 \\ \hline 45 \\ \times 82 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 26 \\ \hline 78 \\ + 26 \\ \hline 338 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 627 \overline{) 209} \\ - 6 \\ \hline 27 \\ - 27 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$t = 1$$

$$2 \cdot 13 - 2 \cdot 289$$

$$\alpha = \begin{array}{r} 11 \\ + 338 \\ + 289 \\ \hline 627 \end{array}$$

$$2 - 289 = 338$$

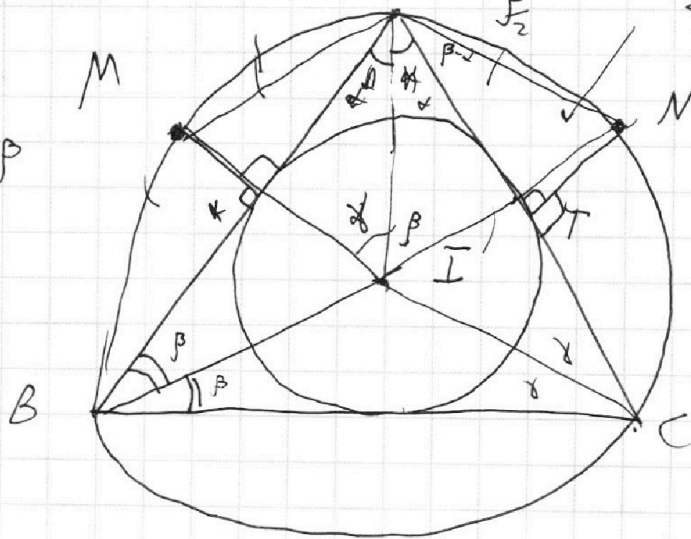
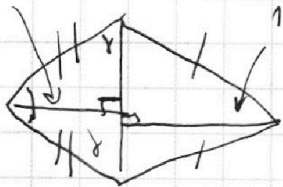
$$MK = 5$$

$$NT = 2, 3$$

$$180^\circ - 2\beta \quad AI -$$

$$180^\circ - 2\gamma$$

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



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!

$$x = \frac{6 + 2\sqrt{78}}{69}$$

$$ax^2 = \left(\frac{2(3 + \sqrt{78})}{69} \right)^2 = \frac{4 \cdot (81 + 6\sqrt{78})}{69^2}$$

$$3x^2 = \frac{4(81 + 6\sqrt{78})}{69^2} \cdot 3 = \frac{4 \cdot 3(81 + 6\sqrt{78})}{69^2} = \frac{4 \cdot 3(9 + 2\sqrt{78})}{23^2}$$

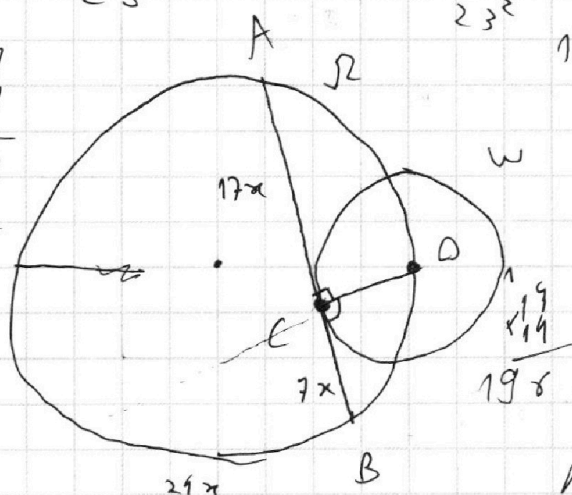
$$= \frac{4(9 + 2\sqrt{78})}{23^2} - \frac{4 \cdot 3(9 + 2\sqrt{78})}{23^2} = \frac{4}{23} \left(\frac{9 + 2\sqrt{78} - 3(9 + 2\sqrt{78})}{23} \right)$$

$$= \frac{4}{23} \cdot \frac{-60 - 21\sqrt{78}}{23} = -\frac{4 \cdot 3(20 + 7\sqrt{78})}{23^2}$$

$$\frac{17}{17} + \frac{17}{17} = \frac{34}{17} = 2$$

$$\frac{17}{17} + \frac{17}{17} = \frac{34}{17} = 2$$

$$\frac{17}{17} + \frac{17}{17} = \frac{34}{17} = 2$$



$$\frac{AC}{CB} = \frac{17}{7}$$

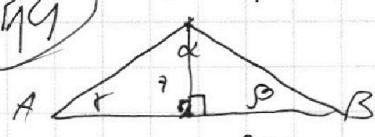
$$r = 7$$

$$R = 13$$

$$AB = \frac{17}{7} \cdot 13 = \frac{221}{7}$$

$$\angle AOB = \alpha$$

$$\sin \alpha = \sin \angle AOB = \frac{29x}{23} = \frac{29x}{23} = \frac{12x}{13}$$



$$AO = \sqrt{(17x)^2 + 7^2}; \quad BO = \sqrt{(7x)^2 + 7^2}$$

$$\frac{AO}{\sin \beta} = \frac{AO}{\sin \beta} = \frac{AO \cdot OB \cdot \frac{1}{2} \sin \alpha}{\frac{1}{2} \cdot 29x} = \frac{7 \cdot \frac{1}{2} \cdot 29x}{\frac{1}{2} \cdot 29x} = 7$$

$$(289t + 49)(t + 1) = t \cdot 29^2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



$$\cos(\beta + 2\alpha) = \cos 2\alpha - 2\cos 2\beta$$

$$\frac{\cos \alpha}{\cos(\beta + 2\alpha)} = \frac{\cos \alpha}{\cos(\beta + 2\alpha)}$$

$$\begin{aligned} \text{ctg}^2 \alpha + 1 &= \frac{1}{\cos^2 \alpha} \\ \text{ctg}^2 \beta + 1 &= \frac{1}{\cos^2 \beta} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ - 144 \\ \hline 25 \\ 119 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 29 \\ + 39 \\ \hline 68 \\ 7 \cdot 17 \end{array}$$

$$\begin{aligned} a &= 2 \cdot 7 \\ b &= 5 \cdot 7 = 35 \\ c &= 2 \cdot 7 = 14 \end{aligned}$$

$$\frac{98}{5} + \frac{12}{5} = 12$$

$$\frac{56}{5} = 11.2$$

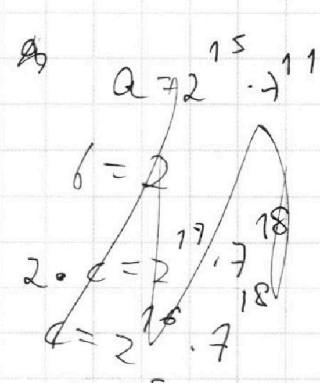
abc kth c

$$(abc)^2 = kth \cdot 55 \cdot 68$$

$$(abc) = 2 \cdot 7$$

$$\begin{aligned} a &= 2 \cdot 7 \\ b &= 2 \cdot 7 \\ c &= 2 \cdot 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 2 \cdot 7 \\ b &= 2 \cdot 7 \\ ac &= 2 \cdot 7 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \\ &= \frac{1}{KN} \\ \sin \alpha &= \frac{9}{MK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha + \alpha_2 &= 23 \\ \beta + \beta_2 &= 39 \\ \alpha + \alpha_1 &= 15 \\ \beta + \beta_1 &= 11 \\ \alpha_1 + \alpha_2 &= 17 \\ \beta_1 + \beta_2 &= 18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha - \alpha_1 &= 5 \\ \alpha + \alpha_1 &= 15 \\ 2\alpha &= 2\alpha \Rightarrow \alpha = 10 \\ \alpha_1 &= 5 \\ \alpha_2 &= 13 \\ \beta_2 &= 39 \\ \beta - \beta_1 &= 11 \\ \beta + \beta_1 &= 11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MK - KN &= \\ &= 12 \\ &= 3 \\ \sin \alpha &= \\ \sin \alpha &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

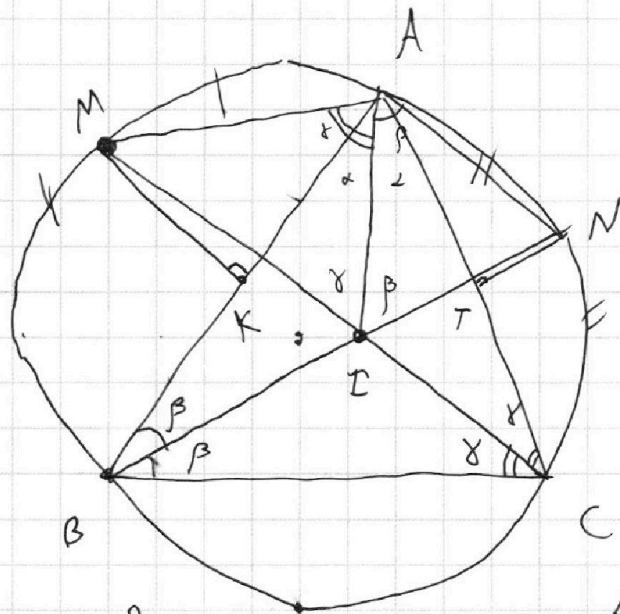
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

$$\cos(\alpha + \gamma) + \cos(\alpha - \gamma) = 2\cos\alpha\cos\gamma$$

14



$$\frac{MK}{\sin(\delta - \alpha)} = MA$$

$$\frac{AN \sin \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} = AN$$

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

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

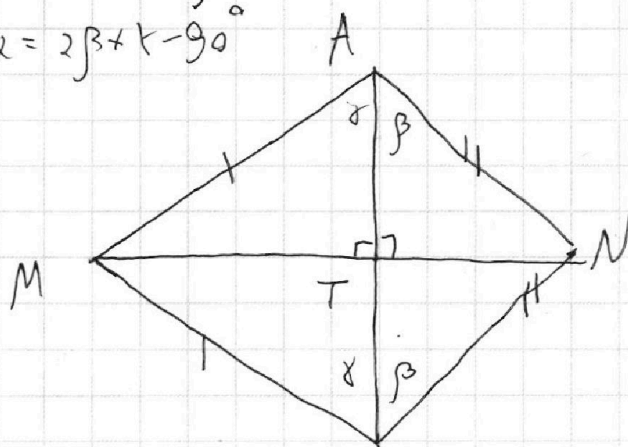
$$\delta - \alpha = 2\delta - 90^\circ + \beta$$

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

$$AM^2 \cdot \frac{1}{2} \sin(2\delta) =$$

$$= MT \cdot AT \cdot \frac{1}{2}$$

$$2AM^2(1 - \cos(180^\circ - 2\delta)) = AT^2$$



~~AT~~

$$AT = AM \cdot \cos \delta$$

$$AT = AN / \cos \beta$$

$$AM \cos \delta = \frac{2}{\sin(\delta - \alpha)} \cdot \cos \delta = \frac{2 \cdot \cos \delta}{\sin(\delta - \alpha)} \cdot \cos \beta$$

$$\frac{2}{\sin(90^\circ - (\beta + 2\delta))} \cdot \cos \delta = \frac{1}{\sin(90^\circ - (\beta + \delta))} \cdot \cos \beta$$

$$\frac{2}{\cos(\beta + 2\delta)} \cdot 2\cos \delta \cos(\beta + 2\delta) = \cos \beta \cos(\beta + 2\delta)$$

$$\cos(2\beta + 2\delta) + \cos(2\beta) = \frac{1}{2} (\cos(2\beta + 2\delta) + \cos(2\delta))$$