



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:

МФТИ

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"/>

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

Пусть $a = 2^{14} \cdot 7^{10} m$; $b = 2^{17} \cdot 7^{17} n$; $c = 2^{20} \cdot 7^{37} k$; $m, n, k \in \mathbb{N}$. Замечу, что

если в числах m, n и k есть простые делители, отличные от 2 и 7, то можно их вычеркнуть, уменьшив числа, и все необходимые условия в результате выполняются. Таким образом, в числах m, n и k используются у простых множителей только 2 и 7 $\Rightarrow \min abc = 7^k \cdot 2^y$.

Рассмотрим оба простых делителя поочередно.

I. Рассмотрим 2. Перепишем все равенства в начале:

$$a^2 b^2 c^2 = 2^{51} \cdot 7^{67} m^2 n^2 k^2 \Rightarrow abc = \sqrt{2^{51} \cdot 7^{67} m^2 n^2 k^2} \Rightarrow \text{н.к. } abc \in \mathbb{N}, \text{ то } abc \vdots 2^{26}, \text{ н.к. } \sqrt{2^{51}} = 2^{25} \cdot \sqrt{2},$$

но $m, n, k \geq 1 \Rightarrow \min y = 26$. Приведу пример:

$a \rightarrow 2^9$; $b \rightarrow 2^5$; $c \rightarrow 2^{11}$ (здесь сопоставлены числа с их макс степенями 2). Можно заметить,

что $abc \vdots 2^{26}$, но $abc \not\vdots 2^{27}$ и все 3 условия выполнены $\Rightarrow y = 26$.

II. Рассмотрим 7. Т.к. $a, b, c \in \mathbb{N} \Rightarrow abc \vdots 7^x$, но $ac \vdots 7^{37} \Rightarrow abc \vdots 7^{37} \Rightarrow \min x = 37$.

Приведу пример:

$a \rightarrow 7^{10}$; $b \rightarrow 7^7$; $c \rightarrow 7^{20}$. Аналогично, все условия выполнены $\Rightarrow \min x = 37 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \min abc = 2^{26} \cdot 7^{37}$$

Ответ: $2^{26} \cdot 7^{37}$

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!

По условию $\frac{a}{b}$ - несократимая дробь $\Rightarrow \text{НОД}(a; b) = 1 \Rightarrow \text{НОД}(a; a+b) = 1$ и

$\text{НОД}(b; a+b) = 1 \Rightarrow \text{НОД}(ab; a+b) = 1$. Теперь преобразуем начальное выражение:

$$\frac{a+b}{a^2 - 6ab + b^2} = \frac{a+b}{(a+b)^2 - 8ab}. \text{ Заметим, что } \text{НОД}(a+b; (a+b)^2 - 8ab) = \text{НОД}(a+b; 8ab).$$

$\text{НОД}(a+b; ab) = 1 \Rightarrow \text{НОД}(a+b; 8ab) > 1$ если $\text{НОД}(a+b; 8) > 1$. Но $\max \text{НОД}(a+b; 8) = 8$.

Таким образом, $\max m \in \mathbb{N} = 8$. Этот случай достигается, если $(a+b) \div 8$. Приведу

пример, в котором это выполняется:

$$a=1; b=7 \Rightarrow \frac{1+7}{1-6 \cdot 7 \cdot 1+7^2} = \frac{8}{8} \Rightarrow m=8.$$

П.е. было доказано, что $m \leq 8$ и приведён пример на $m=8$.

Ответ: 8

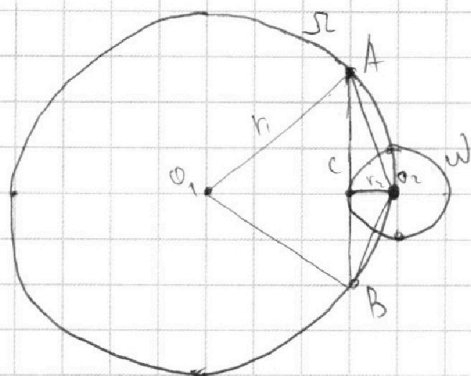
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано:

$$r_1 = 5$$

$$r_2 = 1$$

AB - касат. к ω

$$AC:CB = 7$$

$$AB = ?$$

Решение:

1) Введём обозначения: O_1 - центр Ω_1 ; O_2 - центр ω ; r_1 и r_2 - их радиусы соответственно.

2) AB - касательная к $\omega \Rightarrow O_2C \perp AB$.

3) Пусть $BC = x \Rightarrow AC = 7x$. По теореме Пифагора для ΔACO_2 : $AO_2^2 = AC^2 + CO_2^2$; для ΔBCO_2 :

$$BO_2^2 = BC^2 + CO_2^2 \Rightarrow AO_2^2 = 49x^2 + r_2^2; BO_2^2 = x^2 + r_2^2 \Rightarrow AO_2 = \sqrt{49x^2 + r_2^2}; BO_2 = \sqrt{x^2 + r_2^2}$$

4) По теореме кос для ΔAO_2B :

$$AO_2^2 + BO_2^2 - 2 \cdot AO_2 \cdot BO_2 \cdot \cos \angle AO_2B = AB^2. \text{ Пусть } \angle AO_2B = \alpha =$$

$$\Rightarrow 49x^2 + r_2^2 + x^2 + r_2^2 - 2 \sqrt{(49x^2 + r_2^2)(x^2 + r_2^2)} \cos \alpha = 64x^2$$

$$2r_2^2 - 2\sqrt{49x^2 + 50x^2 + r_2^2} \cos \alpha = 14x^2 \quad | :2$$

$$\uparrow \text{ к. } r_2 = 1$$

$$1 - \sqrt{49x^2 + 50x^2 + 1} \cos \alpha = 7x^2$$

$$\cos \alpha = \frac{1 - 7x^2}{\sqrt{49x^2 + 50x^2 + 1}}$$

Продолжение см. на обороте

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!

$$5) \angle A O_2 B = \frac{\angle A B}{2}; \angle A O_1 B = \angle A O_2 B, \text{ но } \angle A B + \angle A O_2 B = 360^\circ \Rightarrow \angle A O_1 B = 360^\circ - 2\angle A O_2 B = 360^\circ - 2\alpha.$$

$$6) \cos \angle A O_1 B = \cos(360^\circ - 2\alpha) = \cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1 = \frac{2 - (1 - 7x^2)^2}{49x^4 + 50x^2 + 1} - 1 = \frac{2 + 98x^4 - 28x^2}{49x^4 + 50x^2 + 1} - 1 = \frac{98x^4 - 28x^2 + 1}{49x^4 + 50x^2 + 1}$$

7) По теореме кос для $\triangle A O_1 B$:

$$A O_1^2 + B O_1^2 - 2 \cdot A O_1 \cdot B O_1 \cdot \cos \angle A O_1 B = A B^2. \text{ Так } A O_1 = B O_1 = r_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2r_1^2 - 2r_1^2 \cos 2\alpha = 64r^2$$

$$r_1^2 - r_1^2 \cos 2\alpha = 64r^2. \text{ По условию } r_1 = 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{25 - 25(99x^4 - 28x^2 + 1)}{49x^4 + 50x^2 + 1} = 64x^2$$

$$64 \cdot 49x^6 + 64 \cdot 50x^4 + 64x^2 + 25 \cdot 49x^4 - 25 \cdot 78x^2 + 25 - 25 \cdot 49x^4 - 25 \cdot 50x^2 - 25 = 0$$

$$32 \cdot 49x^6 + 32 \cdot 50x^4 + (32 - 25 \cdot 78 - 25 \cdot 50)x^2 = 0$$

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

$$\text{Пусть } y = x^2 \Rightarrow y \geq 0.$$

$$49y^2 + 50y - 99 = 0$$

$$D = 21504$$

$$\sqrt{D} = 148$$

$$y_1 = \frac{-148 - 50}{98} < 0 \text{ - не подходит}$$

$$y_2 = \frac{148 - 50}{98} = 1 \Rightarrow y = 1 \Rightarrow x^2 = 1, \text{ так } x > 0 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow AB = 8x = 8.$$

Ответ: 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!



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

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

Пусть $y = 2x^2 - 5x + 3$; $z = 2 - 2x \Rightarrow$

$$\Rightarrow \sqrt{y} - \sqrt{y - z} = z$$

$$y + y - z - 2\sqrt{y(y - z)} = z^2$$

$$2y - z^2 - z = 2\sqrt{y(y - z)}$$

$$4y^2 + z^4 + z^2 - 4yz^2 - 4yz + 2z^3 = 4y^2 - 4yz$$

$$z^4 + 2z^3 + (1 - 4y)z^2 = 0$$

$$z^2(z^2 + 2z + 1 - 4y) = 0$$

$$(2 - 2x)^2(4 + 49x^2 - 28x + 4 - 14x + 1 - 8x^2 + 20x - 12) = 0$$

$$(2 - 2x)^2(41x^2 - 22x - 3) = 0$$

$$\begin{cases} 2 - 2x = 0 \\ 41x^2 - 22x - 3 = 0 \end{cases} \Rightarrow x_1 = \frac{2}{2} \Rightarrow \text{если } z = 0$$

$$D = 484 + 492 = 976$$

$$\sqrt{D} = 4\sqrt{61}$$

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

$$x_3 = \frac{11 + 2\sqrt{61}}{41}$$

Значит, что $2x^2 - 5x + 3 > 0 \Rightarrow x \in (-\infty; 1] \cup [\frac{3}{2}; +\infty)$. $2x^2 + 2x + 1 > 0$ всегда.
Поэтому этот $1 < \frac{3}{2} < \frac{3}{2}$. Оставшиеся корни подходят.

$$\text{Ответ: } \left\{ \frac{11 - 2\sqrt{61}}{41}; \frac{11 + 2\sqrt{61}}{41} \right\}.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

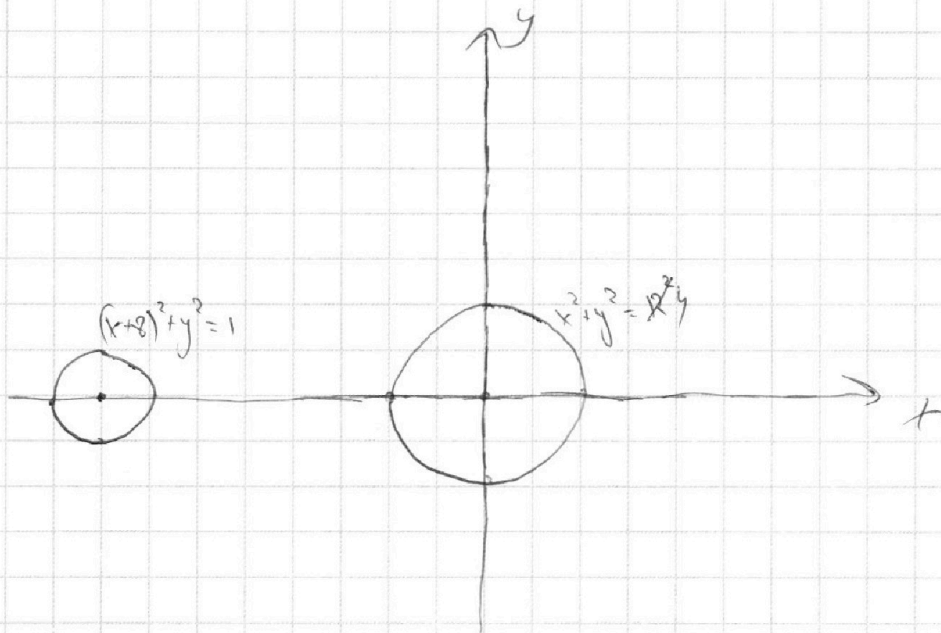
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Построим графики функций $(x+2)^2 + y^2 = 1$; $x^2 + y^2 = 4$. Это окружности.



Заметим, что неравенство верно, когда точка лежит внутри одной окружности и вне другой. Т.к. окружности не касаются, то это верно при всех x и y . Т.е.

у неравенства $((x+2)^2 + y^2 - 1)(x^2 + y^2 - 4) \leq 0$ бесконечно много решений, и оно всегда верно \Rightarrow на количество решений оно не повлияет. У функции $y = ax + b$ бесконечно много решений, т.к. $y = ax + b$ - прямая. Таким образом, при любых a и b данная система имеет бесконечно много решений, т.е. 2 решения не будет ни при каких a .

Ответ: \emptyset .

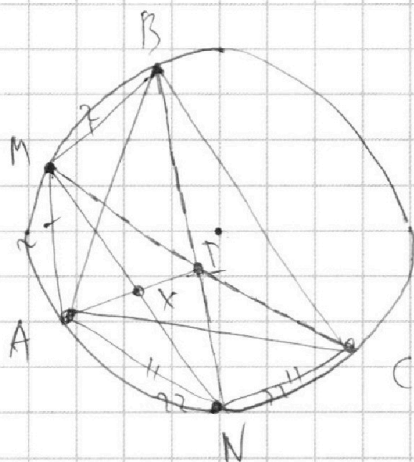
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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:

$$\overset{\vee}{AM} = \overset{\vee}{MB}, \overset{\vee}{AN} = \overset{\vee}{NC}$$

$$h_1 = 7,5; h_2 = 2$$

AI - ?

Решение:

1) Пусть h_1 - расстояние от M до AB - или же высота из M ΔAMB ; h_2 - аналогичная высота из N в ΔANC .

2) Пусть τ, I - пересечение CM и BN. $\angle ABN = \frac{\overset{\vee}{AN}}{2}$, $\angle CBN = \frac{\overset{\vee}{CN}}{2}$, но ~~AN~~ $\overset{\vee}{AN} = \overset{\vee}{CN}$

$\Rightarrow \angle ABN = \angle CBN \Rightarrow BN$ - биссектриса угла $\angle ABC$. Аналогично CM - биссектриса $\angle ACB$.

Центр вписанной окр. - точка пересеч. бисс. $\Rightarrow I$ - центр впис. окр. $\Delta ABC \Rightarrow$ нам необходимо найти AI.

3) Т.к. $\overset{\vee}{AM} = \overset{\vee}{MB} \Rightarrow AM = MB = \alpha$; Аналогично $AN = CN = \alpha$. Пусть $\angle BCM = \angle ACM = \delta$; $\angle ABN = \angle CBN = \beta$.

4) ΔABC - впис. \Rightarrow по св-ву впис. центр: $\angle MAB = \angle MCB = \delta$. Но $\angle MBA = \angle MAB = \delta$ (ΔMAB - р/б.). Аналогично $\angle NAC = \angle NCA = \beta$.

5) Выпишем пары равных вписанных углов, опирающихся на одну дугу:
 $\angle AMN = \angle ABN = \beta$; $\angle CMN = \angle CBN = \beta$; $\angle ANM = \angle ACM = \delta$; $\angle MNB = \angle MCB = \delta$.

6) По теореме синусов формуле площади для ΔABM .

$$S = \frac{a^2 \sin(180^\circ - 2\delta)}{2} = \frac{a^2 \sin 2\delta}{2} \quad \text{с другой стороны: } S = \frac{AB \cdot h_1}{2}$$

CM. продолжение

\Downarrow

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 checked="" type="checkbox"/>

МФТИ

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

↓

$$a^2 \sin 2\alpha = AB \cdot h_1$$

По теореме синусов в $\triangle AMB$:

$$\frac{AM}{\sin \alpha} = \frac{AB}{\sin(180^\circ - 2\alpha)} \Rightarrow AB = \frac{a \sin 2\alpha}{\sin \alpha}$$

↓

$$a^2 \sin 2\alpha = \frac{a \sin 2\alpha \cdot h_1}{\sin \alpha} \Rightarrow a \sin \alpha = h_1$$

Аналогично в $\triangle ANC$:

$$b \sin \beta = h_2$$

7) $\triangle MAN = \triangle MIN$ по II кр. ($\angle AMN = \angle INM = \beta$; $\angle ANM = \angle INM = \alpha$; MN - общ.) $\Rightarrow AM = IN$;

$AN = IN \Rightarrow AMIN$ - ромб $\Rightarrow AI \perp MN$ и $AX = IX$.

8) По теореме синусов в $\triangle MAX$:

$$\frac{AX}{\sin \beta} = \frac{AM}{\sin 90^\circ} \Rightarrow AX = a \sin \beta$$

Аналогично в $\triangle NAX$:

$$\frac{AX}{\sin \alpha} = \frac{AN}{\sin 90^\circ} \Rightarrow AX = b \sin \alpha$$

Из двух полученных равенств следует: $AI = 2a \sin \beta = 2b \sin \alpha \Rightarrow AI^2 = 4ab \sin \alpha \sin \beta$,

но $a \sin \alpha = h_1$; $b \sin \beta = h_2 \Rightarrow AI^2 = 4h_1 h_2 = 36 \Rightarrow AI = 6$.

Ответ: 6.

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!



зеркально

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

$$y = ax + 10b$$

$$((x+b)^2 + a^2x^2 + 20abx + 100b^2 - 1)(x^2 + a^2x^2 + 20abx + 100b^2 - 4) \leq 0$$

$$\begin{aligned} &((a^2+1)x^2 + (20ab+16)x + (100b^2+6)) \begin{matrix} \leq 0 \\ \geq 0 \end{matrix} \\ &y = (a^2+1)x^2 + 20abx + (100b^2-4) \end{aligned}$$

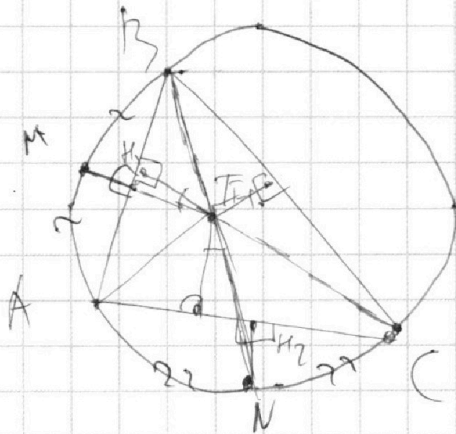
$$y(y+16x+6) \leq 0$$

$$\begin{aligned} D &= (20ab+16)^2 - 4(a^2+1)(100b^2+6) = 400a^2b^2 + 640ab + 256 - 4a^2b^2 - 252a^2 - 400b^2 - \\ &- 252 = 640ab - 252a^2 - 400b^2 + 4 \end{aligned}$$

$$M_1 = 9,5$$

$$M_2 = 2$$

AI - ?



CM и BN — бисс. медиан
I — их точка перес.

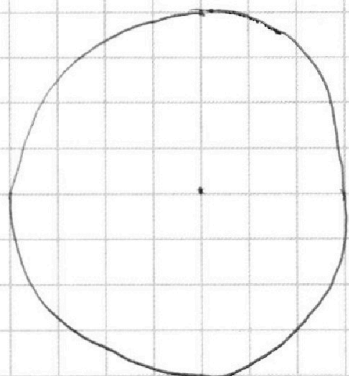
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Зеркальные

$$ab = 2^{14} \cdot 7^{10} \text{ км}$$

$$bc = 2^{17} \cdot 7^{17} \text{ км}$$

$$ac = 2^{20} \cdot 7^{37} \text{ км}$$

$$abc = 2^{51} \cdot 7^{64} \text{ км}^3$$

2. $\log_{10} abc = 20$

x, y, z - целые числа

$a = 2^x \cdot 7^y$

$$x + y \geq 14$$

$$y + z \geq 17$$

$$y \rightarrow 9$$

$$x \rightarrow 5$$

$$z \rightarrow 2$$

$$a = 2^9 \cdot 7^{10}$$

$$b = 2^5$$

$$c = 2^{12} \cdot 7^{27}$$

$$abc = 2^{26} \cdot 7^{37}$$

min abc - ?

$$2^{20} \cdot 7^{37} - ?$$

$$a \rightarrow 7^{10} \quad a \rightarrow$$

$$b \rightarrow 2^{27} \quad b \rightarrow$$

$$c \rightarrow 2^0 \quad c \rightarrow 2^0$$

$$b = 1$$

$$a = 2^{14} \cdot 7^{16} \text{ км}$$

$$c = 2^{17} \cdot 7^{17} \text{ км}$$

$$abc = 2^{30} \cdot 7^{37} \text{ км}^3$$

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!



$$\sqrt{z} - \sqrt{y-z} = y$$

черновик

$$z + y - z - 2\sqrt{z(y-z)} = y^2$$

$$2\sqrt{z(y-z)} = 0$$

$$\begin{cases} z=0 \\ y-z=0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2x^2 - 5x + 3 = 0 \\ 2 - 7x - 2x^2 + 5x - 3 = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} 2x^2 - 5x + 3 = 0 \\ 2x^2 - 2x - 1 = 0 \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} y = 2x^2 + 2x + 1 \\ z = 2 - 2x \end{cases}$$

$$\sqrt{y-z} - \sqrt{y} = z$$

$$y - y^2 = 2\sqrt{z(y-z)}$$

$$y^2 - 2y^3 + y^2 = 4yz - 4z^2$$

$$y^2 - 2y^3 + (2z - y)^2 = 0$$

$$y^3(y-z) + (2z-y)^2 = 0$$

$$\begin{aligned} (2x^2 + 2x + 1)(2x^2 + 2x + 1) &= 4x^4 + 4x^3 + 2x^2 + \\ &+ 4x^3 + 4x^2 + 2x + 2x^2 + 2x + 1 = \\ &= 4x^4 + 8x^3 + 8x^2 + 4x + 1 \end{aligned}$$

$$(4x^4 + 8x^3 + 8x^2 + 4x + 1)(2x^2 + 2x + 1) =$$

$$= 8x^6 + 8x^5 + 4x^4 + 16x^5 + 16x^4 + 16x^3 + 8x^4 + 16x^3 + 8x^2 + 4x + 2x^2 + 2x + 1$$

$$(8x^6 + 24x^5 + 36x^4 + 32x^3 + 18x^2 + 6x + 1)(2x^2 + 2x + 1) + (4 - 4x - 2x^2 - 2x - 1)^2 = 0$$

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

$$\sqrt{y} - \sqrt{y-z} = z$$

$$y + y - z - 2\sqrt{y(y-z)} = z^2$$

$$2y - z - z = 2\sqrt{y(y-z)}$$

$$4y^2 + 2y^2 - 4yz - 4yz + z^2 = 4y^2 - 4yz$$

$$y = 2x^2 - 5x + 3$$

$$z = 2 - 7x$$

$$2x^2 + 2x + 1 = y - z$$

$$\begin{array}{r} 1045 \overline{) 9} \\ 115 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ \overline{) 20} \\ 820 \\ \overline{) 225} \\ 1045 \end{array}$$

$$z^4 z^3 + z^2 - 4yz^2 = 0$$

$$z^2 + z + (1-y)z = 0$$

$$4 + 49x^2 - 28x + 2 - 7x + 1 - 8x^2 + 20x - 12 = 0$$

$$41x^2 - 15x - 9 = 0$$

$$D = 225 + 820 = 1045$$



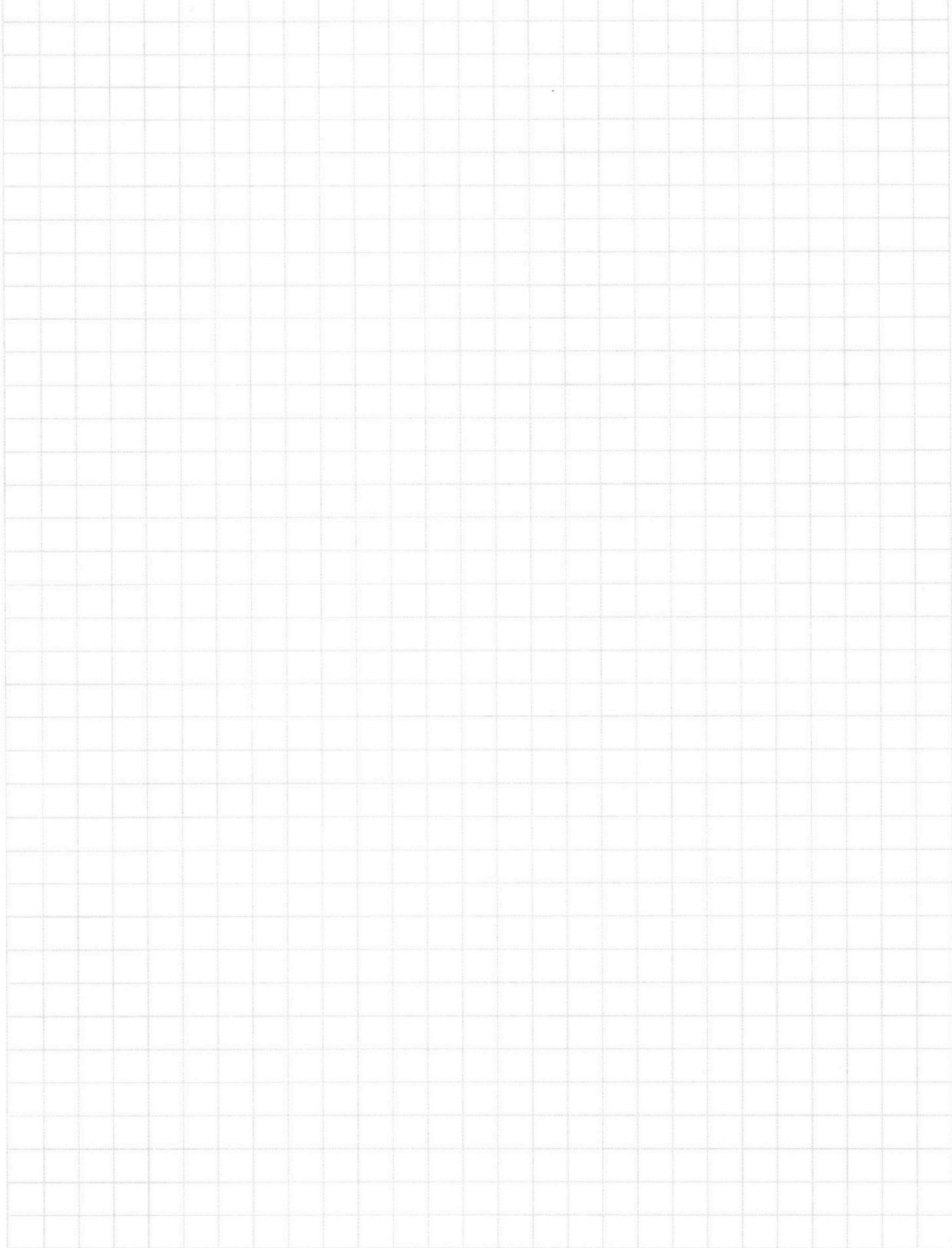
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

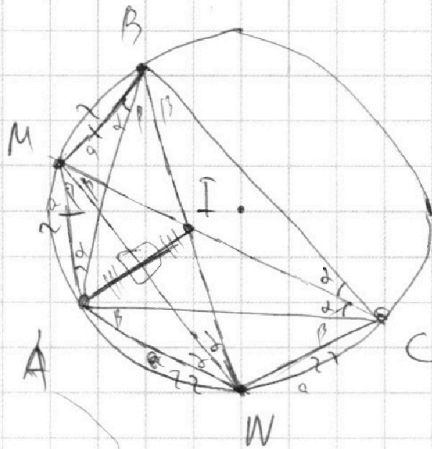


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



черновик

AI - ?



$$S = \frac{a^2 \sin 2\alpha}{2} = \frac{bh}{2}$$

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{c}{\sin \alpha}$$

$$c = \frac{a \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sin \alpha} = 2a \cos \alpha$$

$$\frac{a \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{2} = \frac{2 \cos \alpha \cdot a \cdot h}{2}$$

$$a \sin \alpha = h_1$$

$$b \sin \beta = h_2$$

$$\frac{\frac{AI}{2}}{\sin \beta} = \frac{a}{\sin 90^\circ}$$

$$AI = 2a \sin \beta$$

$$AI = 2b \sin \alpha$$

$$AI^2 = 4h_1 h_2 = 8 \cdot 4,5 = 36 \Rightarrow AI = 6$$

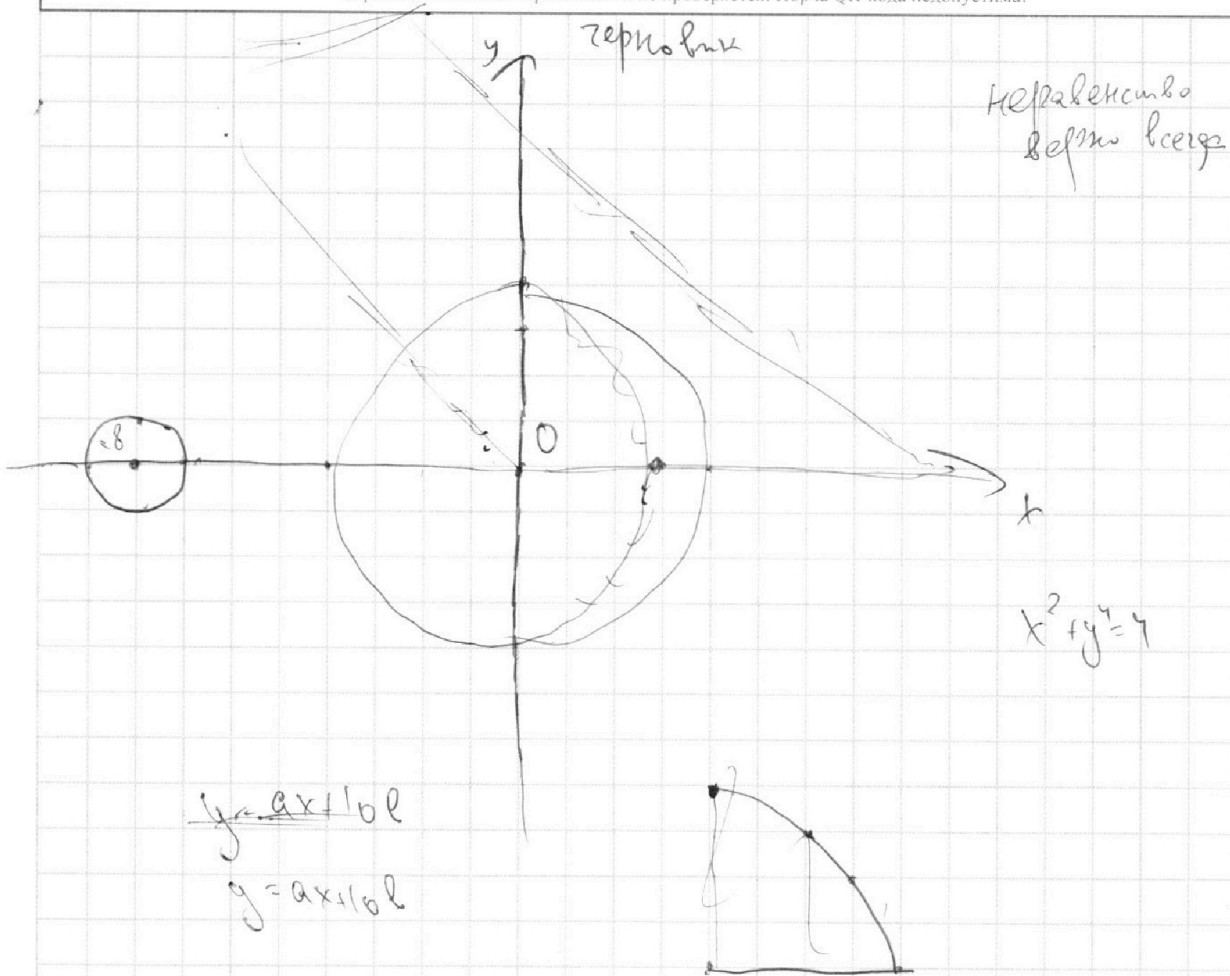
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



черновик

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

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

$$y = 2 - 2x$$

$$z = 2x^2 - 5x + 3$$

$$\sqrt{z} - \sqrt{y + z} = y$$

$$z + y + z - 2\sqrt{z(y+z)} = y^2$$

$$y - y^2 + 2z = 2\sqrt{z(y+z)}$$

$$y^2 + y^4 + 4z^2 - 2y^3 + 4yz - 4y^2z = 4yz + 4z^2$$

$$4y^2z = y^4 - 2y^3 + y^2$$

$$z = \frac{y^2 - 2y + 1}{4}$$

$$z = (y-1)^2$$

$$4(2x^2 - 5x + 3) = (2 - 2x - 1)^2$$

$$8x^2 - 20x + 12 = 1 + 4x^2 - 4x$$

$$4x^2 + 6x - 11 = 0$$

$$D = 36 + 180 = 216$$

$$x_1 = \frac{-6 - \sqrt{216}}{8} = \frac{-6 - 6\sqrt{6}}{8} = \frac{-3 - 3\sqrt{6}}{4}$$

$$x_2 = \frac{-6 + \sqrt{216}}{8} = \frac{-6 + 6\sqrt{6}}{8} = \frac{-3 + 3\sqrt{6}}{4}$$

$$\frac{2\sqrt{61} + 11}{4} > \frac{3}{2}$$

$$\frac{4\sqrt{61} + 22 - 3 \cdot 4}{8} > 0$$

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

$$D = 25 - 24 = 1$$

$$x_1 = \frac{5-1}{4} = 1$$

$$x_2 = \frac{3}{2}$$

$$x < 1 \text{ или } x > \frac{3}{2}$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ 4 \\ \hline 484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 41 \\ 812 \\ \hline 22 \\ + 41 \\ \hline 492 \end{array}$$

$$(1-2x)^2$$

$$\begin{array}{r} 44 \\ \times 41 \\ \hline 44 \\ + 176 \\ \hline 1804 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 492 \\ + 484 \\ \hline 976 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \\ 244 \\ \hline 61 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1890 \\ = 400 \\ \hline 115 \\ 77 \end{array}$$

$$4061 - 101$$

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!

$$\cos d = \frac{1 - 2x^2}{\sqrt{49x^4 + 50x^2 + 1}} \quad \text{черновик}$$

$$\angle A_2 B = 360^\circ - 2d$$

$$\cos \angle A_2 B = \cos(360^\circ - 2d) = \cos 2d = 2\cos^2 d - 1 = \frac{2(1 - 2x^2)^2}{49x^4 + 50x^2 + 1} - 1 =$$

$$= \frac{2 + 98x^4 - 28x^2 - 49x^4 - 50x^2 - 1}{49x^4 + 50x^2 + 1} = \frac{49x^4 - 78x^2 + 1}{49x^4 + 50x^2 + 1}$$

$$r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 r_2 \cos 2d = 64x^2$$

$$50 - 50 \cos 2d = 64x^2$$

$$25 - 25 \cos 2d = 32x^2$$

$$25 - \frac{25(49x^4 - 78x^2 + 1)}{49x^4 + 50x^2 + 1} = 32x^2$$

$$32 \cdot 49x^4 + 32 \cdot 50x^2 + 32x^2 + 25 \cdot 49x^4 - 25 \cdot 78x^2 + 25 - 25 \cdot 49x^4 - 25 \cdot 50x^2 - 25 = 0$$

$$32 \cdot 49x^4 + 82 \cdot 50x^2 + 32 \cdot 50x^2 + (32 - 25 \cdot 78 - 25 \cdot 50)x^2 = 0$$

$$32 \cdot 49x^4 + 32 \cdot 50x^2 + (32 - 25 \cdot 28)x^2 = 0$$

$$49x^4 + 50x^2 + (1 - 25 \cdot 4)x^2 = 0$$

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

$$y = x^2$$

$$49y^2 + 50y - 99 = 0$$

$$D = 2500 + 19404 = 21904$$

$$\sqrt{D} = 148$$

$$y = \frac{148 - 50}{98} = 1 \Rightarrow$$

$$x = 1 \Rightarrow AB = 8$$

Handwritten calculations on the right side of the page:

$$\begin{array}{r} 21904 \\ 5426 \\ \hline 1389 \end{array} \quad \begin{array}{r} 19404 \\ 2500 \\ \hline 21904 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 396 \\ 396 \\ 49 \\ \hline 3564 \\ 574 \\ \hline 9464 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ 37 \\ 37 \\ \hline 259 \end{array}$$

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!



1) $a, b, c \in \mathbb{N}$

$\min abc = ?$

рекурсия

$ab: 2^{14} \cdot 7^{10} \cdot n$

$a^2 b c: 2^{20} \cdot 7^{20} \cdot 7^{10} \cdot 7^{17} \cdot 7^{37} \cdot mnk = 2^{51} \cdot 7^{64} \cdot mnk$

$bc: 2^{17} \cdot 7^{17} \cdot m$
 $ac: 2^{20} \cdot 7^{37} \cdot k$

$abc = \sqrt{2^{51} \cdot 7^{64}} \cdot mnk$

$c = 2^{20}$
 $a = 2^{14}$
 $b = 7^{10}$

$m=2; n=1; k=1$

$abc = \sqrt{2^{51} \cdot 7^{64}} = 2^{26} \cdot 7^{32}$

2) $\text{НОД}(a, b) = 1; a, b \in \mathbb{N}$

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

$\max m \in \mathbb{N}: \frac{a+b}{m} \in \mathbb{N}; \frac{a^2 - 6ab + b^2}{m} \in \mathbb{N}$

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

$\text{НОД}(8ab; (a+b)^2)$

$\text{НОД}(a; a+b) = 1$

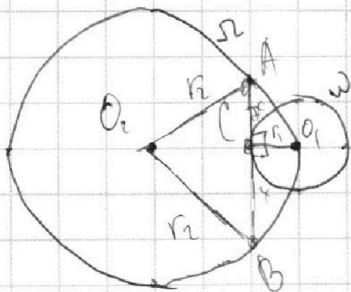
$\text{НОД}(b; a+b) = 1$

$\text{НОД}(a, a+b) = 1; 2; 4$ и т.д. $\textcircled{8}$

$m=8$

$\text{НОД}(a+b); 8$

3)



$AC: CB = 7$

$AB = ?$

$r_1 = 1; r_2 = 5$

$AO_1^2 + BO_1^2 - 2 \cdot AO_1 \cdot BO_1 \cdot \cos \phi = AB^2$

$49x^2 + r_1^2 + x^2 + r_2^2 - 2\sqrt{49x^2 + r_1^2} \sqrt{x^2 + r_2^2} \cos \phi = 64x^2$

$AO_1 = \sqrt{49x^2 + r_1^2}$

$BO_1 = \sqrt{x^2 + r_2^2}$

$2r_1 - 2 \cos \phi \sqrt{49x^2 + r_1^2} \sqrt{x^2 + r_2^2} = 14x^2$

$\angle AOB = ?$

$1 - \cos \phi \sqrt{49x^2 + r_1^2} \sqrt{x^2 + r_2^2} = 7x^2$

$1 - \cos \phi \sqrt{49x^2 + 50x^2 + r_1^2} = 7x^2$