



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

10 КЛАСС. Вариант 11



1. [4 балла] Решите неравенство

$$|x^3 + 4| + |x^2 - 1| \leq |x^3 - x^2 + 5|.$$

2. [4 балла] Сколько существует троек натуральных чисел $(a; b; c)$ таких, что они образуют в указанном порядке геометрическую прогрессию, а их произведение abc равно $2^{150} \cdot 3^{300}$?

3. [5 баллов] Найдите все пары целых чисел $(x; y)$, удовлетворяющие уравнению

$$x^2(y - 2) - x(13y - 27) + 44y - 94 = 0.$$

4. [5 баллов] Вокруг треугольника ABC описана окружность Ω . Точки D и E – середины сторон AB и AC соответственно, CF – биссектриса угла C треугольника ABC . Прямые ED и CF пересекаются в точке G , принадлежащей Ω . Найдите углы треугольника ABC , если известно, что площадь треугольника BCF в 16 раз больше площади треугольника DGF .

5. [4 балла] На координатной плоскости нарисован квадрат, все вершины которого лежат на графике функции $y = x^5 + ax$. Известно, что одна из диагоналей квадрата лежит на прямой $y = -3x$, а центр совпадает с началом координат. Найдите значение параметра a и сторону квадрата.

6. [5 баллов] Числа a , b и c не все равны между собой, и при этом

$$a + \frac{5}{b} = b + \frac{5}{c} = c + \frac{5}{a}.$$

Найдите минимально возможное значение произведения abc .

7. [6 баллов] Равнобедренный треугольник ABC ($AB = BC$) вписан в окружность ω , а на дуге AC , не содержащей точку B , взяты точки E и D так, что отрезки AD и CE пересекаются в точке F . На лучах EA и DC отметили точки X и Y соответственно таким образом, что $AX = CF$ и $CY = AF$. Найдите площадь четырёхугольника $BXFY$, если $BF = 17$, $XY = 31$.

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!



III

$$x < -1$$

$$x^2 - 1 > 0$$

для удобства заметим $k = -x$

$$k > 1$$

$$|4 - k^3| + |k^2 - 1| \leq |5 - k^2 - k^3|$$

$$k^2 - 1 > 0$$

$$5 - k^2 - k^3 = 5 - k^2(1 + k) = 5 + k^2(k - 1)$$

$$\left. \begin{array}{l} 5 > 0 \\ k^2 > 0 \\ k - 1 > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow 5 + k^2 - k^3 > 0$$

$$I \quad 4 - k^3 \leq 0 \Rightarrow k \geq \sqrt[3]{4}$$

$$5 - k^2 - k^3 = (4 - k^3) - (k^2 - 1) < 0 \quad \text{т.к. второе слагаемое положительно}$$

$$k^3 - 4 + k^2 - 1 \leq k^3 + k^2 - 5$$

$$0 \leq 0 \quad \text{для } k \in [\sqrt[3]{4}; \infty) \text{ получим}$$

$$\text{т.е. } x \in (-\infty; -\sqrt[3]{4}]$$

$$II \quad 4 - k^3 > 0 \Rightarrow 1 < k < \sqrt[3]{4}$$

$$I \quad 5 - k^2 - k^3 \geq 0$$

$$-k^3 + k^2 + 3 \leq 5 - k^2 - k^3$$

$$2k^2 \leq 2 \Rightarrow k \leq 1 \quad \emptyset$$

$$II \quad 5 - k^2 - k^3 < 0$$

$$-k^3 + k^2 + 3 \leq k^3 + k^2 - 5$$

$$2k^3 \geq 8$$

$$k^3 \geq 4 \Rightarrow k \geq \sqrt[3]{4} \quad \emptyset$$

$\emptyset$

$$\text{Ответ: } x \in (-\infty; -\sqrt[3]{4}] \cup [-1; 1]$$

2 страница

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!

I $x > 1$

$$\text{тогда } x^3 > 1 \Rightarrow x^3 + 4 > 0$$

$$x^2 > 1 \Rightarrow x^2 - 1 > 0$$

$$x^3 - x^2 + 5 > 0 \quad \text{т.к. } x^3 > x^2; 5 > 0 \Rightarrow x^3 + 5 > x^2 + 0$$

все модули с плюсом

$$x^3 + 4 + x^2 - 1 \leq x^3 - x^2 + 5$$

$$x^2 + 3 \leq -x^2 + 5$$

$$x^2 \leq 1$$

$x \leq 1$ противоречие с $x > 1$, в этом случае
решений нет

II $-1 \leq x \leq 1$

$$\text{тогда } -1 \leq x^3 \leq 1 \Rightarrow x^3 + 4 \geq (-1) + 4 = 3 > 0$$

$$0 \leq x^2 \leq 1 \Rightarrow \cancel{x^2 + 1} \leq \cancel{1} - 1 = 0 \quad x^2 - 1 \leq (1) - 1 = 0$$

положительный максимум и минимальное значение

$$x^3 - x^2 + 5 \leq 1 - 0 + 5 = 6$$

$$x^3 - x^2 + 5 \geq (-1) - (1) + 5 = 3 > 0$$

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

все модули с плюсом, кроме $|x^2 - 1|$

~~так~~ при $x = 1$ и $x = -1$ $|x^2 - 1| = 0$, поэтому
такой знак не важен

$$x^3 + 4 - x^2 + 1 \leq x^3 - x^2 + 5$$

$$x^3 + 5 \leq x^3 + 5$$

$0 \leq 0$ все $x \in [-1; 1]$ подходят

1 страница



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!

т.е. a, b, c - геом. прогрессия можно пред-
ставить

$$b = sa$$

$$c = sb = s^2 a$$

$$\text{тогда } abc = a \cdot sa \cdot s^2 a = a^3 s^3 = 2^{150} \cdot 3^{300}$$

возведем корни из 3 степеней, проблем со
знаками не будет, т.к. корни из четной
степени.

$$as = 2^{50} \cdot 3^{100}$$

a может принимать 51 значение из степеней
двойки и 101 значение из степеней
трояки, ~~51~~ $51 \cdot 101 = 5151$. в каждом случае
будет только один вариант $s = \frac{2^{50} \cdot 3^{100}}{a}$
одному набору $\{a, s\}$ соответствует один набор $\{a, b, c\}$
значит всего вариантов $51 \cdot 101 = 5151$

Ответ: 5151

страница 4

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!



1) $y \neq 2$
 запишем как квадратное уравне-
 ние на x

$$x = \frac{13 - 2y \pm \sqrt{(13 - 2y)^2 - 4(y - 2)(44y - 94)}}{y - 2}$$

~~$y \neq 2$~~

т.к. все целые числа действительные, то
 подкоренное выражение не отрицательно

$$(13 - 2y)^2 - 4(y - 2)(44y - 94) \geq 0$$

$$169y^2 - 502y + 529 - 4(44y^2 - 88y - 94y + 188) \geq 0$$

$$169y^2 - 502y + 529 - 4(44y^2 - 182y + 188) \geq 0$$

$$169y^2 - 502y + 529 - 176y^2 + 728y - 752 \geq 0$$

$$-7y^2 + 226y - 223 \geq 0$$

умножим на -1

$$7y^2 - 226y + 223 < 0, \text{ параболa ветвями вверх}$$

значит

$$\frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} < y < \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\frac{26 - \sqrt{686 - 644}}{14} < y < \frac{26 + \sqrt{686 - 644}}{14}$$

$$1 < \frac{13 - 2\sqrt{2}}{7} < y < \frac{13 + 2\sqrt{2}}{7} < 3$$

$y = 2$, противоречие с условием $y \neq 2$
 страница 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!

$$2) y = 2$$

$$x^2(2-2) - x(13 \cdot 2 - 2x) + 44 \cdot 2 - 94 = 0$$

$$-x(-1) + 88 - 94 = 0$$

$$x = 94 - 88 = 6$$

Ответ: $x = 6$
 $y = 2$

страница 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!

$$\frac{FB}{FD} = k \Rightarrow \frac{S_{\triangle FBC}}{S_{\triangle SFD}} = k^2 \Rightarrow k = 4$$

по свойству биссектрисы
заметим

$$\frac{BF}{FA} = \frac{BD - DF}{AD + DF} = \frac{\frac{AB}{2} - DF}{\frac{AB}{2} + DF} = \frac{AB - 2DF}{AB + 2DF}$$

$$\frac{DF}{AB} = \frac{DF}{2BD} = \frac{DF}{2DF + 2FB} = \frac{DF}{2DF + 2 \cdot 4DF} = \frac{1}{10}$$

по свойству биссектрисы $\frac{FB}{FA} = 4$

$$AB = 10DF$$

$$\frac{BF}{FA} = \frac{AB - 2DF}{AB + 2DF} = \frac{8DF}{12DF} = \frac{2}{3}$$

по в. биссектрисы $\frac{BF}{FA} = \frac{BC}{CA} = \frac{2}{3} = \cos(2\alpha)$

Отвечает: $\angle ABC = 90$

$$\angle BCA = \arccos\left(\frac{2}{3}\right)$$

$$\angle BAC = 90 - \arccos\left(\frac{2}{3}\right)$$

страница 4

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!

I

Запишем условие
точек

$$y = x^5 + ax \text{ где } x \text{ и } y \text{ — координаты}$$

$$A: 3b = (-b)^5 + (-b) \cdot a$$

$$3 = -b^4 - a$$

$$B: c = (3c)^5 + c \cdot a$$

$$1 = 3c^4 + a$$

$$\begin{cases} 1 = 3b^4 + a \\ 3 = -b^4 - a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = +3b^4 + a \\ 9 = -3b^4 - 3a \end{cases}$$

ложим

$$1 = 3b^4 + 5$$

$$10 = -2a$$

$$a = -5$$

$$3b^4 = 6$$

$$b^4 = 2$$

$$b = \sqrt[4]{2} = \sqrt{\sqrt{2}}$$

$$AB = \sqrt{(A_y - B_y)^2 + (A_x - B_x)^2}; A_y = 3b; A_x = -b; B_y = 1b; B_x = 3b$$

$$AB = \sqrt{(2b)^2 + (4b)^2} = \sqrt{4b^2 + 16b^2} = \sqrt{4 \cdot 5 \cdot b^2} = 2b \cdot \sqrt{5} =$$

$$= 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{5} = \sqrt{25} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{16} = \sqrt{800}$$

II путь мы получили такую же ответу
 $\begin{cases} 1 = 3b^4 + a \\ 3 = -b^4 - a \end{cases}$, соответственно ответу
 дает нам же, т.к. мы получили B: $-c = (-3c)^5 - ac$

что эквивалентно

$$B: c = (3c)^5 + ac \text{ из п. I}$$

$$\text{Ответ: } AB = \sqrt{800}; a = -5$$

страница 6

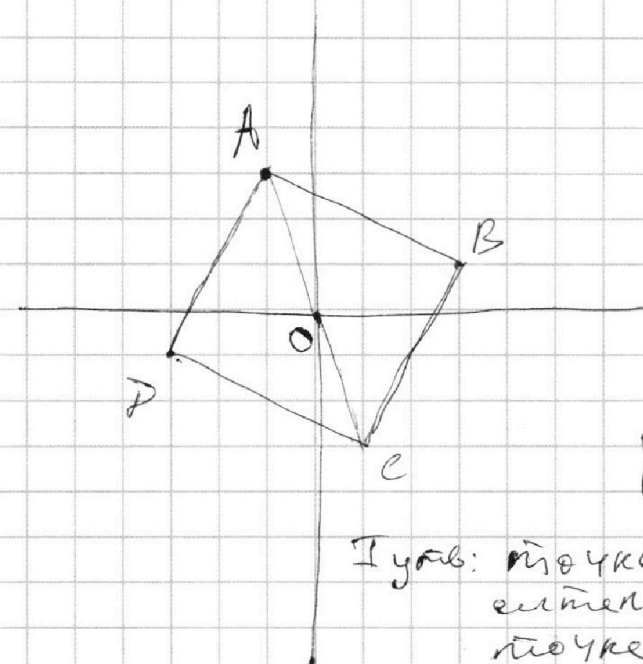
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



пусть диагональ
AC лежит на $y = -3x$
поскольку $AC \perp BD$
BD лежит на $y = \frac{1}{3}x$
пусть $A_y = 3b$

тогда $A_y = -3A_x$
 $A_x = -\frac{A_y}{3} = -b$

$A(-b; 3b)$

Пусть: точка C симметрична относительно
начала координат
точке A, значит $C_x = -A_x$
 $C_y = -A_y$

$C(b; -3b)$

пусть $B_y = c$

т.к. BD лежит на $y = \frac{1}{3}x$

$B_y = \frac{1}{3}B_x \Rightarrow B_x = 3c$ $B(3c; c)$

аналогично I упр. $D(-3c; c)$

Теперь заметим, $AO^2 = OB^2$

$A_y^2 + A_x^2 = B_y^2 + B_x^2$

$10b^2 = 10c^2 \Rightarrow \begin{cases} b=c & \text{I} \\ b=-c & \text{II} \end{cases}$

страница 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
☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐

МФТИ

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

$$a = \frac{5}{b} = c + \frac{5}{a}$$

$$c = \frac{5}{b} + \frac{a^2 - 5}{a} = \frac{5a + a^2b - 5b}{ab}$$

$$\text{тогда } abc = 5a + a^2b - 5b$$

пусть $x = abc$, минимизируем x

$$\text{пусть } f(a) = x = 5a + a^2b - 5b \quad (b - \text{параметр})$$

$$f'(a) = 5 + 2ab = 0 \Rightarrow a = \frac{-5}{2b}$$

$$\text{пусть } f(b) = x = 5a + a^2b - 5b \quad (a - \text{параметр})$$

$$\text{тогда } f'(b) = a^2 - 5 = 0 \Rightarrow a = \sqrt{5}$$

$$\sqrt{5} = \frac{-5}{2b}$$

$$2b = \frac{-5}{\sqrt{5}} = -\sqrt{5}$$

$$b = -\frac{\sqrt{5}}{2}; \quad a = \sqrt{5}; \quad c = -2\sqrt{5}$$

$$abc = \sqrt{5} \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \cdot 2\sqrt{5} = 5\sqrt{5}$$

ответа 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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$a^2b^3 + 10ab^2 - 10a^2b - a^3b^2 - 25a + 25b - 5b^3 + 5ab + 5a^2b + 25a - 25b$$

$$a^2b^3 + 10ab^2 - 5a^2b - a^3b^2 - 5b^3 + 5ab$$

$$- a^2b^3 + 5ab^2 - 5a^2b$$

$$+ 5ab^2 - 10a^2b - a^3b^2 - 5b^3 + 5ab$$

$$+ 5b^3 - 25ab - 5a^2b^3$$

$$15ab^3 - 10a^2b - a^3b^2 + 20ab - 5a^2b^3$$

$$- 5ab^3 + 5a^2b + a^3b^3$$

$$a^2b^3 + 5ab^2 - 5b^3 + 5ab$$

$$- a^2b^3 - 5ab^2 + 5b^3$$

$$5ab$$

$$\begin{array}{r} a^2b + 5a - 5b \\ -5 + ab \end{array}$$

$$x(b^2 - ab - 5) + 5ab = 0$$

$$5ab$$

$$x = \frac{5ab}{5 + ab - b^2} \quad a \neq b$$

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!

$$a + \frac{5}{b} = b + \frac{5}{c} = c + \frac{5}{a}$$

$$abc + 5c = b^2c + 5b$$

$$a^2bc + 5ac = ab^2c + 5ab = abc^2 + 5bc$$

$$\Leftrightarrow c = a + k$$

$$ab(a^2 + 2ak + k^2)$$

$$a^2b(a+k) + 5a(a+k) = ab^2(a+k) + 5ab = ab(a+k)^2 + 5b(a+k)$$

$$a^3b + a^2bk + 5a^2 + 5ak = a^2b^2 + ab^2k + 5ab = ~~a^2b^2~~$$

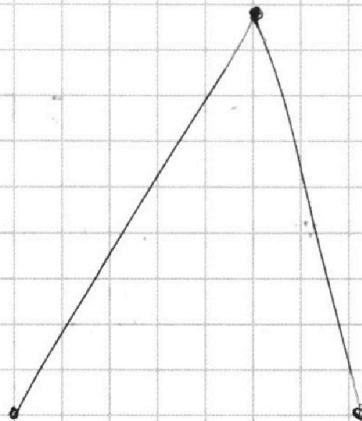
$$= a^3b + 2a^2bk + abk^2 + 5ab + 5bk$$

$$ab(a+k) = a^2b + abk$$

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

$$\frac{5}{b} = c + 4$$

$$5 = bc + 4b$$



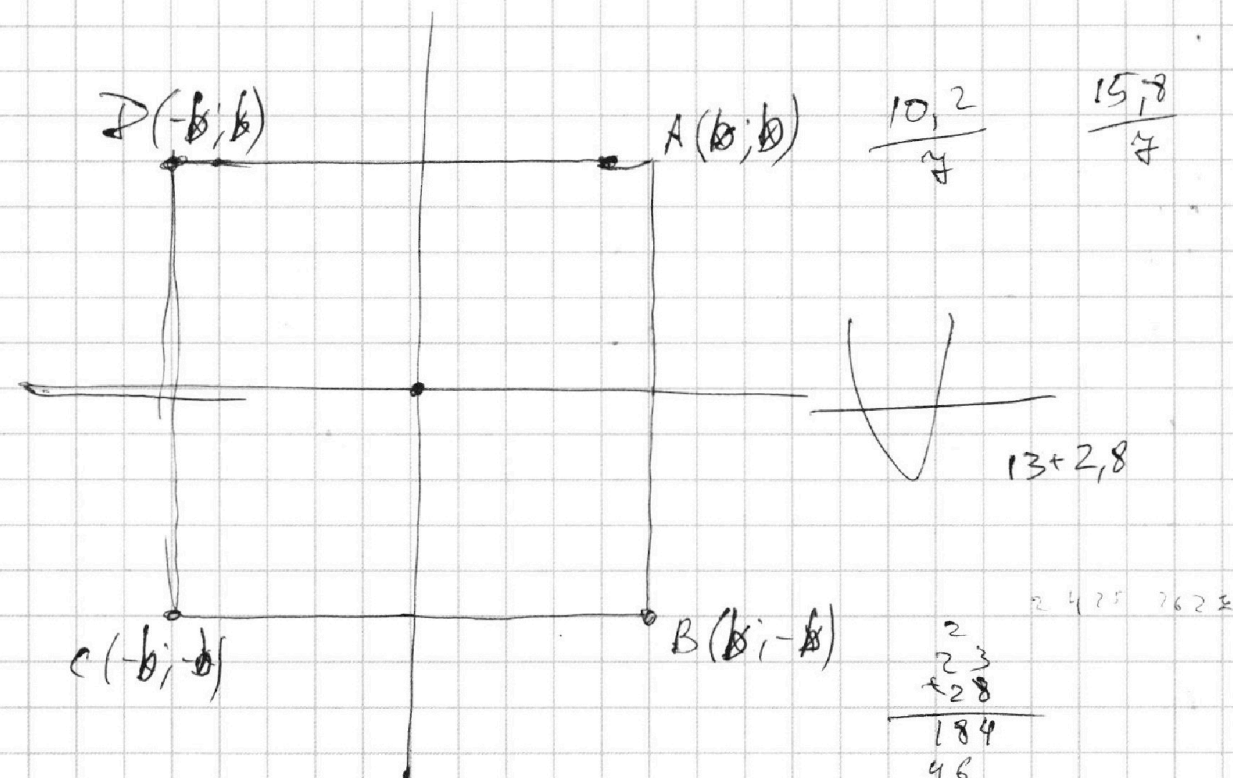
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$b = b^5 + ab$$

$$b = -b^5 - ab$$

$$\begin{aligned} -b^5 - b^5 - ab \\ b = b^5 + ab \end{aligned}$$

$$1 = b^4 + a$$

$$1 = -b^4 - a$$

$$y^2 - 26y + 23 < 0$$

$$\begin{aligned} &2 \\ &23 \\ &+28 \\ \hline &184 \\ &46 \\ \hline &844 \\ &888 - 94 = 0 \end{aligned}$$

$$x = 6$$

X	y
6	2

$$y < \frac{26 + \sqrt{676 - 644}}{14}$$

$$\frac{26 - \sqrt{32}}{14} < y < \frac{26 + \sqrt{32}}{14}$$

$$\frac{26 - 4\sqrt{2}}{14} < y < \frac{26 + 4\sqrt{2}}{14}$$

$$\frac{13 - 2\sqrt{2}}{7} < y < \frac{13 + 2\sqrt{2}}{7}$$

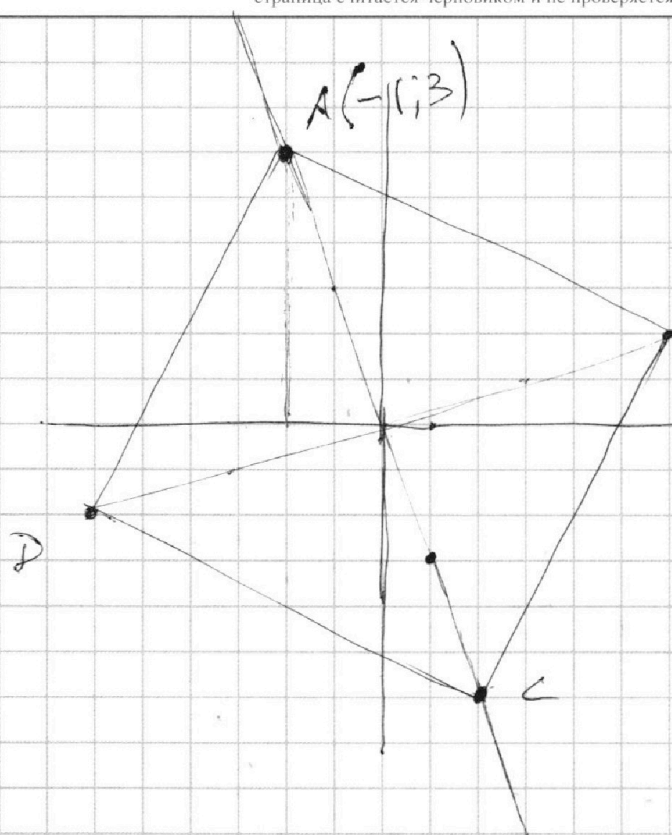
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$A(-b; 3b)$$
~~$$B(3c; c)$$~~

$$B(3; 1)$$

$$(3b)^2 + (b)^2 = (3c)^2 + c^2$$

$$10b^2 = 10c^2$$

$$b^2 = c^2$$

~~$$A\left(\frac{3}{b}; -3b/b\right)$$~~
~~$$B(3c; c)$$~~
~~$$C(3b; -b)$$~~
~~$$D(-3c; -c)$$~~

$$y = -3x$$

$$y = \frac{1}{3}x$$

$$A: b = (-3b)^5 - 3ab$$

$$B: c = (3c)^5 + 3ac$$

$$C: -b = (3b)^5 + 3ab$$

$$D: -c = (-3c)^5 - 3ac$$

$$b = -243b^5 - 3ab$$

$$c = 243c^5 + 3ac$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 25 \\ \hline 160 \\ 64 \\ \hline 800 \end{array}$$

$$1 = -243b^4 - 3a$$

$$1 = 243c^4 + 3a$$

$$3 = -b^4 - a$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

$$x^2(y-2) - x(13y-27) + 74y - 94 = 0$$

$$x = \frac{13y-27 \pm \sqrt{169y^2 + 729 - 702y + (94-44y)(y-2) \cdot 4}}{2y-4}$$

$$x = \frac{13y-27 \pm \sqrt{125y^2 - 520y + 541}}{2y-4}$$

$$125y^2 - 520y + 541 = k^2$$

$$13y - 27 \equiv k \pmod{2y-4}$$

$$y-1 \equiv k \pmod{2y-4}$$

$$y^2 - 2y + 1 \equiv 125y^2 - 520y + 541 \pmod{2y-4}$$

$$y^2 - 2y + 1 + 2y - 4 \equiv 125y^2 - 520y + 541 + 520y - 1040$$

$$y^2 - 3 \equiv 125y^2 - 499 \pmod{2y-4}$$

$$124y^2 \equiv 496 \pmod{2y-4}$$

$$b = sa$$

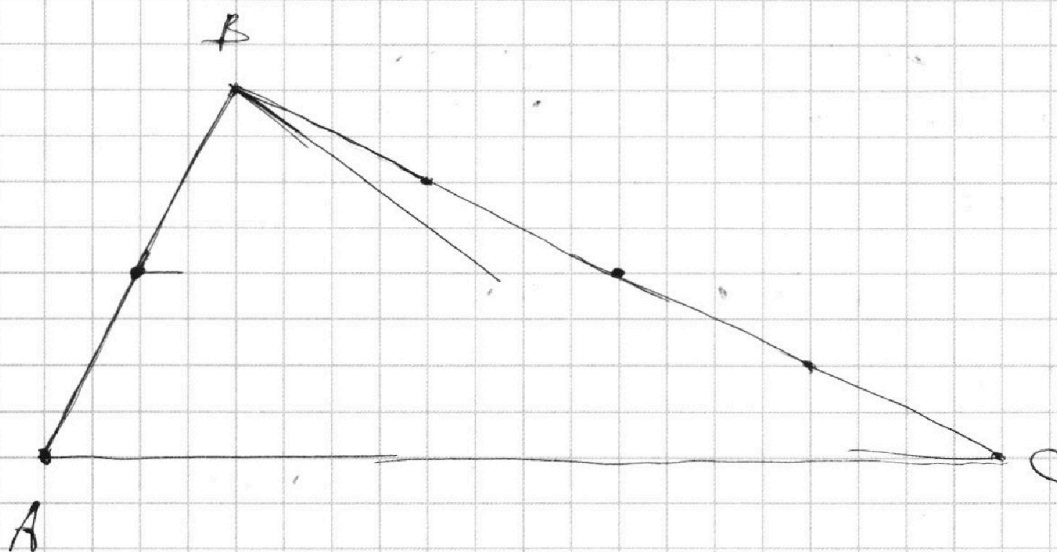
$$c = s^2a$$

$$abc = a^3 \cdot s^3 = 2^{150} \cdot 3^{300}$$

$$as = 2^{50} \cdot 3^{100}$$

$$51 \cdot 101 = 51 + 5100 = 5151$$

$$1 \dots 2^{50} \cdot 3^{100}$$



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!

$$|x^3 + 4| + |x^2 - 1| \leq |x^3 - x^2 + 5|$$

$$|x^3 + 4| + |x^2 - 1| \leq |x^3 - x^2 + 5|$$

$$\cancel{x^3 + 4 \geq 0}$$

$$I \quad x \geq 1$$

$$x^3 + 4 \geq 0$$

$$x^2 - 1 \geq 0$$

$$\cancel{x^3 - x^2 + 5 \geq 0}$$

$$x^3 - x^2 + 5 \geq 0$$

$$x^3 + 4 + x^2 - 1 \leq x^3 - x^2 + 5$$

$$x^2 + 3 \leq -x^2 + 5$$

$$2x^2 \leq 2$$

$$x^2 \leq 1$$

$$x \leq 1$$

$$(x=1)$$

$$II \quad -1 < x < 1$$

$$-1 < x^3 < 1$$

$$0 \leq x^2 < 1$$

$$x^3 + 4 \geq 0$$

$$x^2 - 1 \leq 0$$

$$0 \leq 3 < x^3 - x^2 + 5 \leq 6$$

$$-1 - 1 + 5$$

$$x^3 + 4 - x^2 + 1 \leq x^3 - x^2 + 5$$

$$-x^2 + 5 \leq -x^2 + 5$$

$$0 \leq 0$$

$$x \in (-1; 1]$$

$$III \quad x \leq -1$$

$$x^3 \leq -1$$

$$x^3 \leq -1$$

$$x^3 - x^2 + 5 \leq -1 - 1 + 5 = 3$$

$$\cancel{x^3 - x^2 + 5 \geq 0}$$

$$x \leq -1$$

$$\cancel{x^3 + 4 \leq 0}$$

$$I \quad x^3 + 4 \leq 0; x \leq -1$$

$$x < \sqrt[3]{-4}; x^2 \geq 1$$

$$x^2 < \sqrt[3]{16}$$

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

$$x^3 + 4 < 0$$

$$1 - x^2 \leq 0$$

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

$$\cancel{x^3 + 4 \leq 0}$$

$$\cancel{x^3 + 4 \leq 0}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$I$$

$$4 - k^3 > 0$$



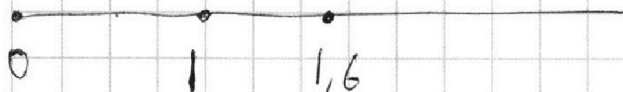
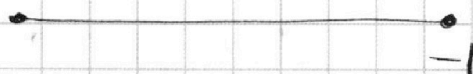
$$2^2 \times 2^3$$

$$4$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ + 16 \\ \hline 32 \\ + 16 \\ \hline 48 \\ + 16 \\ \hline 64 \end{array}$$

$$1 < k < \sqrt[3]{4} \approx 2^{\frac{2}{3}} \approx 1,6$$

$$5 - 1 - 1 \rightarrow 5 - k^2 - k^3 \rightarrow 5 - \sqrt[3]{16} - \sqrt[3]{4} \cdot 4 = 5 - \sqrt[3]{16} - 4 = 1 - \sqrt[3]{16}$$



$$5 - k^2 - k^3 > 0$$

$$5 > k^2(1+k)$$

$$5 - k^2(1+k) > 0$$

$$\frac{5 - k^2(1+k)}{k^2(k-1)} > 0$$

$$5 > k^3 + k^2$$

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!

$$169y^2 + 429 + 402y - 176y^2 - 452 + 228y$$

$$x = \frac{13y - 24 \pm \sqrt{26y - 23 - 4y^2}}{2y - 4}$$

$$26y - 23 - 4y^2 = k^2$$

$$13y - 24 \equiv k \pmod{2y - 4}$$

$$y - 1 \equiv k \pmod{2y - 4}$$

$$y^2 - 2y + 1 \equiv 26y - 23 - 4y^2 \pmod{2y - 4} - 452$$

$$y^2 - 2y + 1 + 2y - 4 \equiv 26y - 23 - 4y^2 - 26y + 52$$

$$y^2 - 3 \equiv 29 - 4y^2 \pmod{2y - 4}$$

$$8y^2 \equiv 32 \pmod{2y - 4}$$

$$8y = s(2y - 4) + 32$$

$$4y^2 = s(y - 2) + 16$$

$$4y^2 \equiv 16 \pmod{y - 2}$$

$$4y^2 - 5y + (2s - 16) = 0$$

$$y = \frac{5 \pm \sqrt{5^2 - 32s + 256}}{8}$$

$$y = \frac{s \pm (s - 16)}{8} \quad \frac{2 \cdot 13 - 4 \cdot 2}{2 \cdot 2}$$

$$y = \frac{y - 2 \pm \sqrt{y^2 - 4y + 4 + 256}}{8}$$

$$y = \frac{y - 2}{8}$$

$$y = \frac{s \pm \sqrt{s^2 + 256}}{8}$$

$$\begin{cases} y = \frac{2s - 16}{8} \\ y = \frac{16}{8} \end{cases}$$

$$(s - 8)$$

$$8 \cdot \frac{(s - 8)(s - 8)}{16} \equiv x \pmod{\frac{s - 8}{2} - 4} \quad \begin{cases} y = \frac{s - 8}{4} \\ y = 2 \end{cases}$$

$$\frac{s^2 - 16s + 64}{2} \equiv x \pmod{\frac{s - 24}{2}}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 28 \\ \hline 184 \\ 46 \\ \hline 744 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 28 \\ \hline 184 \\ 46 \\ \hline 744 \end{array}$$

$$(44y - 34)(8 - 4y)$$

$$\begin{array}{r} -176y^2 \\ + 352y \\ + 352y \\ - 452 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \times 188 \\ \hline 752 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 52 \\ - 28 \\ \hline 23 \end{array}$$

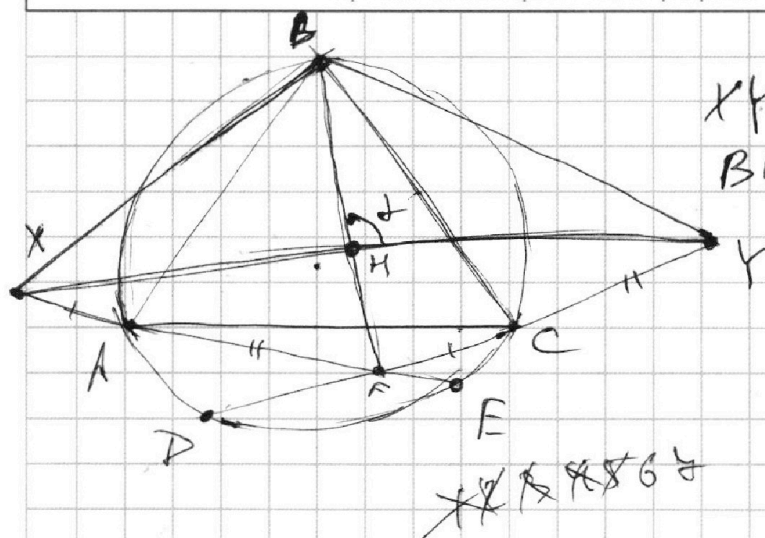
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$XY = 31$$
$$BF = 17$$

$$\begin{aligned}\sin 0 &= 0 & 0 & 0 \\ \sin 180 &= 0 & -1 & \\ \sin 90 &= 1 & & \\ \sin 270 &= -1 & & \end{aligned}$$

S BXFY

$$2BFH - BF =$$
$$= 2BFH - BF - HF$$
$$BF - HF$$

$$\frac{BH \cdot HY \cdot \sin \theta}{2} \leftarrow \frac{BH \cdot HX \cdot \sin (180^\circ - \theta)}{2}$$

$$+ \frac{H F \cdot H Y \cdot \sin(180 - \theta)}{2} + \frac{H F \cdot H X \cdot \sin \theta}{2}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ 31 \\ \hline 17 \\ 54 \\ \hline 724 \end{array}$$

$$(B_H \cdot H_f \cdot \sin \alpha + B_H \cdot (31 - H_f) \cdot \sin \alpha \cdot$$

$$= (17 - BH) \cdot H \cdot \sin \alpha + (17 - BH) \cdot (31 - H) \cdot \sin \alpha \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{\sin \alpha}{2} \left(\underbrace{BH \cdot HY - 31BH + BH \cdot HY - 17HY + BH \cdot HY}_{+527 - 31BH - 17HY + BH \cdot HY} \right)$$

$$\frac{\sin \alpha}{2} (7BH \cdot H - 62BH - 39H + 52) \quad \begin{matrix} 1 < \frac{13-2\sqrt{5}}{7} \\ 7 < 13-2\sqrt{5} \end{matrix}$$

$$\frac{\sin \theta}{2} (2BK - 17)(2K - 31) \quad 13 + 2\sqrt{2} < 21 \quad 2\sqrt{2} < 6$$

$$\frac{\sin \alpha}{2} (BH - HF) / (HY - HX)$$



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!

$$\sqrt{5} + \frac{5}{\frac{-\sqrt{5}}{2}} = \sqrt{5} - \frac{10}{\sqrt{5}} = \sqrt{5} - 2\sqrt{5} = -\sqrt{5}$$

$$-\frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{5}{-2\sqrt{5}} = \frac{-5-5}{2\sqrt{5}} = \frac{-10}{2\sqrt{5}} = -\frac{5}{\sqrt{5}}$$

~~$$2\sqrt{5} + \frac{5}{\sqrt{5}}$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☒	☒

МФТИ

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



$$a + \frac{5}{b} = c + \frac{5}{a}$$

$$c = \frac{5}{b} + a - \frac{5}{a} = \frac{5}{b} + \frac{a^2 - 5}{a} = \frac{5a + a^2b - 5b}{ab}$$

$$c = \frac{a^2b + 5a - 5b}{ab} \quad \text{тогда } abc = a^2b + 5a - 5b$$

$$b + \frac{5ab}{a^2b + 5a - 5b} = \frac{a^2b + 5a - 5b}{ab} + \frac{5}{a} = \frac{a^2b + 5a - 5b}{ab} + \frac{5b}{ab}$$

$$b + \frac{5ab}{a^2b + 5a - 5b} = \frac{a^2b + 5a}{ab}$$

$$\frac{a^2b^2 + 5ab - 5b^2 + 5ab}{a^2b + 5a - 5b} = \frac{a^2b + 5a}{ab} = \frac{ab + 5}{b}$$

$$a^2b^2 + 5ab^2 - 5b^3 + 5ab = a^3b^2 + 5a^2b - 5ab^2 + 5a^2b + 25a + 25b$$

$$a^2b^3 - 5ab^3 + 10ab^2 - 10a^2b - a^3b^2 - 25a + 25b - 5b^3 + 5ab = 0$$

пусть $x = a^2b + 5a - 5b$, перенесем x
множено перенесем как

$$x(b^2 - ab - 5) + 5ab = 0$$

$$x = \frac{5ab}{5 + ab - b^2}$$

$$5 + 2ab = 0$$

$$a^2 - 5 = 0$$

$$5 - \frac{5}{2} + \frac{5}{2}$$

$$5\sqrt{5} + 5 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} = 5 \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$\frac{5}{- \sqrt{5}} = \frac{-10}{\sqrt{5}} = -2\sqrt{5}$$

$$- \frac{\sqrt{5}}{2}$$

~~справедливо 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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



$$y = \frac{s}{4} - 2$$

$$26y = \frac{26s}{4} - 52 = \frac{13s}{2} - 52$$

$$7y^2 = 7 \cdot \left(\frac{s^2}{16} - s + 4 \right) = \frac{7s^2}{16} - 7s + 28$$

s - целое

$$x = \frac{13s}{4} - 26 - 24 - \sqrt{\frac{13s}{2} - 52 - 23 - \frac{7s^2}{16} + 7s - 28}$$

$$\frac{s}{2} - 8$$

$$x = \frac{13s - 212 - \sqrt{216s - 1648 - 7s^2}}{2s - 16}$$

$$y = \frac{2s - 1}{8}$$

$$216s - 1648 - 7s^2$$

$$\frac{s^2 - 16s + 64}{2} = s \left(\frac{s - 24}{2} \right) + x$$

$$\frac{s^2 - 16s + 64}{2} = \frac{s^2 - 24s}{2} + x$$

$$32 = \frac{8s}{2} + x$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$|4-k^3| + k^2 - 1 \leq |5-k^2-k^3|$$

$$k^2 - 1 \leq |5-k^2-k^3| - |4-k^3|$$

$$5-k^2-k^3 = (4-k^3) - (k^2-1)$$

$$4-k^3 \geq 0$$

$$k^2 - 1 \geq 0$$

$$4-k^3+k^2-1 \leq |5-k^2-k^3|$$

$$-k^3+k^2+3 \leq |5-k^2-k^3|$$

И при $5-k^2-k^3 \geq 0$

$$-k^3+k^2+3 \leq 5-k^2-k^3$$

$$2k^2 \leq 2$$

$$k \leq 1 \quad \emptyset$$

$$5-k^2-k^3 \leq 0$$

$$-k^3+k^2+3 \leq k^3+k^2-5$$

$$2k^3 \geq 8$$

$$k^3 \geq 4$$

$$k \geq \sqrt[3]{4} \quad \emptyset$$

$$4-k^3 \leq 0$$

$$5-k^2-k^3 \leq 0$$

$$k^3-4+k^2-1 \leq k^3+k^2-5$$

$$0 \leq 0$$

где все $k \geq \sqrt[3]{4}$ возможно

~~невозможно~~

$$1 < k < \sqrt[3]{4}$$

$$4\frac{1}{9} \times \frac{6}{5}$$

$$\frac{24}{15} = \frac{8}{5}$$

$$996 + 99 \leq 995$$

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!

$$1 \pm \frac{5}{b} = c + 5$$

$$c = \frac{5}{b} - 4$$

$$b + \frac{5}{\frac{5}{b} - 4} = \frac{5}{b} - 4 + 5$$

$$a = 1$$

$$b \neq \frac{5}{4}$$

$$b \neq 0$$

$$b + \frac{5b}{5 - 4b} = \cancel{5} \frac{5}{b} + 1$$

$$b - 1 = \frac{5}{b} - \frac{5b}{5 - 4b} = \frac{25 - 20b - 25b}{5b - 4b^2}$$

$$b +$$

$$b - 1 = \frac{25 - 45b}{5b - 4b^2}$$

$$5b^2 - 4b^3 - 5b + 4b^2 = 25 - 45b$$

$$-4b^3 + 9b^2 + 40b - 25 = 0$$

$$4b^3 - 9b^2 - 40b + 25 = 0$$

$$4 - 9 - 40 + 25$$

$$32 - 36 - 80 + 25$$

$$c = \frac{5}{b} + a - \frac{5}{a}$$

$$b + \frac{5ab}{5a + a^2b - 5b} = \frac{5a + a^2b - 5b}{ab} \cdot \frac{5b}{ab}$$

$$b + \frac{5ab}{5a + a^2b - 5b} = \frac{5a + a^2b}{ab}$$

$$c = \frac{5}{b} + \frac{a^2 - 5}{a} = \frac{5a + a^2b - 5b}{ab}$$

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!

$$b + \frac{5ab}{a^2b+5a-5b} = \frac{5+ab}{b} \quad a \quad c = \frac{a^2b+5a-5b}{ab}$$

$$\frac{a^2b^2+5ab-3b^2+5ab}{a^2b+5a-5b} = \frac{5+ab}{b} \quad \cancel{a^2b+5a-5b}$$

$$\frac{a^2b^2+10ab-b^2}{a^2b+5a-5b} = \frac{5+ab}{b}$$

$$a^2b^3+10ab^2-b^3 = 5a^2b+25a-25b+a^2b^2+5a^2b-5ab^2$$

$$a^2b^3+15ab^2-b^3-10a^2b+25a-25b+a^2b^2=0$$

$$\cancel{a^5+15a^3-a^3-10a^3+25a-25a+a^5=0}$$

$$\cancel{2a^5+4a^3=0}$$

$$\cancel{2a^3(a^2+2)=0}$$

$$\cancel{2a^3(a^2+2)=0}$$

$$a \neq b \neq c$$

$$a^2b+5a-5b = \min$$

$$a^2b+5a-5b = X$$

$$5X = 5a^2b+5a-25b$$

$$X(5+b^2+ab) + 15ab^2+4b^2+20a^2b=0$$

$$a^2b^3+15ab^2-b^3-15a^2b+5X+a^3b^2=0$$

$$a^2b^3+15ab^2-b^3-10a^2b+25a-25b+a^3b^2-5a^2b-25a+25b$$

$$a^2b+5a-5b$$

$$5+b^2+ab$$

$$a^2b^3+15ab^2-b^3-15a^2b+a^3b^2$$

$$-a^2b^3-5ab^2+5b^3$$

$$10ab^2+4b^3-15a^2b+a^3b^2$$

$$+5ab^2-5a^2b-a^3b^2$$

$$15ab^2+4b^3-20a^2b$$

$$\cancel{+20a^2b+100a+100b}$$

$$X = \frac{20a^2b-4b^2-15ab^2}{5+b^2+ab}$$