



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС. Вариант 1



1. [4 балла] Натуральные числа a, b, c таковы, что ab делится на $2^9 3^{10} 5^{10}$, bc делится на $2^{14} 3^{13} 5^{13}$, ac делится на $2^{19} 3^{18} 5^{30}$. Найдите наименьшее возможное значение произведения abc .
2. [5 баллов] Дан прямоугольный треугольник ABC . Окружность, касающаяся прямой BC в точке B , пересекает высоту CD , проведённую к гипотенузе, в точке F , а катет AC – в точке E . Известно, что $AB \parallel EF$, $AD : DB = 3 : 1$. Найдите отношение площади треугольника ABC к площади треугольника CEF .
3. [4 балла] Решите уравнение $5 \arcsin(\cos x) = x + \frac{\pi}{2}$.
4. [5 баллов] Найдите все значения параметра a , для каждого из которых найдётся значение параметра b , при котором система уравнений

$$\begin{cases} ax + 2y - 3b = 0, \\ (x^2 + y^2 - 9)(x^2 + y^2 - 12x + 32) = 0 \end{cases}$$

имеет ровно 4 решения.

5. [5 баллов] Некоторые числа x и y удовлетворяют равенствам

$$\log_3^4 x + 6 \log_x 3 = \log_{x^2} 243 - 8 \quad \text{и} \quad \log_3^4(5y) + 2 \log_{5y} 3 = \log_{25y^2} (3^{11}) - 8.$$

Найдите все возможные значения произведения xy .

6. [5 баллов] На координатной плоскости дан параллелограмм с вершинами в точках $O(0; 0)$, $P(-14; 42)$, $Q(6; 42)$ и $R(20; 0)$. 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 $3x_2 - 3x_1 + y_2 - y_1 = 33$.
7. [6 баллов] Дана треугольная пирамида $SABC$, медианы AA_1, BB_1 и CC_1 треугольника ABC пересекаются в точке M . Сфера Ω касается ребра AS в точке L и касается плоскости основания пирамиды в точке K , лежащей на отрезке AM . Сфера Ω пересекает отрезок SM в точках P и Q . Известно, что $SP = MQ$, площадь треугольника ABC равна 90, $SA = BC = 12$.
 - а) Найдите произведение длин медиан AA_1, BB_1 и CC_1 .
 - б) Найдите двугранный угол при ребре BC пирамиды, если дополнительно известно, что Ω касается грани BCS в точке N , $SN = 4$, а радиус сферы Ω равен 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!

$$\begin{cases} ab : 2^9 \cdot 3^{10} \cdot 5^{10} & (1) \\ bc : 2^{14} \cdot 3^{13} \cdot 5^{13} & (2) \\ ac : 2^{19} \cdot 3^{18} \cdot 5^{30} & (3) \end{cases}$$

Сначала найдем min. степень 2, которая может входить в $a \cdot b \cdot c$. Докажем, что это 21. Пусть возможно получить меньшую

степень 2. Тогда max. степень вхождения двойки в "b" равна 7 (т.к. $ac : 2^{19}$). Тогда min. степень вхождения 2-ки в "c" равна 13 (из (2)), а min. степень вхождения 2-ки в "a" равна 8. Но $13+8 \geq 21 \Rightarrow$ степень 2-ки, меньшая 21, в произведении abc получить нельзя.

Теперь найдем min. степень 3, которая может входить в $a \cdot b \cdot c$. Док., что это тоже 21. Пусть возможно получить меньшую степень 3. Тогда max. степень вхождения 3-ки в "b" равна 2 (т.к. $ac : 3^{18}$). Тогда min. степень вхождения 3-ки в "c" равна 11 (из (2)), а min. степень вхождения 3-ки в "a" равна 8. $11+8+2$ уже равно 21, а если степень вхождения 3-ки в "b" уменьшать, то на столько же будет увелич. как степень вхождения 3-ки в "a", так и в "c", т.е. степень вхождения 3-ки в произведение $a \cdot b \cdot c$ будет расти. Значит степень 3-ки, меньшая 21, в произведении abc получить нельзя.

Теперь найдем min. степень 5, которая может входить в $a \cdot b \cdot c$. Док., что это 30. $ac : 5^{30} \Rightarrow$ min. степень вхождения 5-ти в $a \cdot b \cdot c$ равна 30.

Пример, когда степень вхождения 2-ки и 3-ки = 21, а степень вхождения 5-ки = 30: $a = 2^7 \cdot 3^8 \cdot 5^{15}$; $b = 2^2 \cdot 3^3 \cdot 5^0$; $c = 2^{12} \cdot 3^{10} \cdot 5^{15}$. Тогда $ab = 2^9 \cdot 3^{11} \cdot 5^{15}$; $bc = 2^{14} \cdot 3^{13} \cdot 5^{15}$;



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

$$bc = 2^{14} \cdot 3^{13} \cdot 5^{15} : 2^{14} \cdot 3^{13} \cdot 5^{13} \quad (\text{предложение}) \quad , \quad ac = 2^{19} \cdot 3^{18} \cdot 5^{30} : 2^{19} \cdot 3^{18} \cdot 5^{30}$$

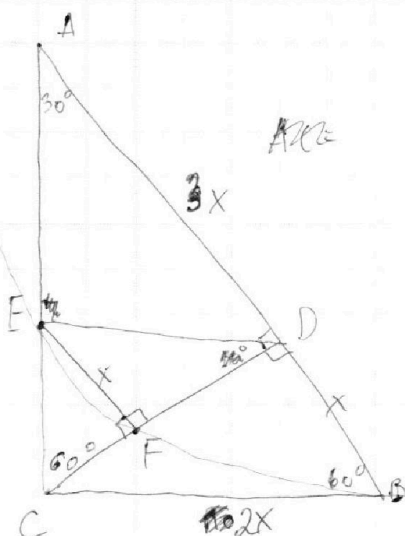
Ответ: ~~abc~~ min. $abc = 2^{21} \cdot 3^{21} \cdot 5^{30}$



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!



$$\Rightarrow BD = x. \text{ Terga } AD = 3x \Rightarrow \frac{CD}{AD} = \frac{\sqrt{AD^2 - BD^2}}{AD} = \frac{\sqrt{(3x)^2 - x^2}}{3x} = \frac{\sqrt{8x^2}}{3x} = \frac{2\sqrt{2}x}{3x} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$BC = \sqrt{x^2 + 3x^2} = 2x.$$

At Home Tax Box

Tinggi $\triangle ABC = \frac{1}{2} BC \cdot AC =$

$$\frac{1}{2} \pi x \cdot 190x = 15x^2$$

Jarga AC = $\sqrt{16x^2 - 4x^2} = 2\sqrt{3}x$.

$$\cos \angle CBD = \frac{DB}{CB} = \frac{X}{2X} = \frac{1}{2} \rightarrow \angle CBD = 60^\circ. \text{ CB - касательная}$$

окр-ну $\Rightarrow \angle EDF = \angle CBD = 30^\circ$ (отражен в окружности).

$\angle TOA = \angle AED = 90^\circ$ по сумме углов Δ .

$$ED = 3 \times \sin 30^\circ = \frac{3}{2} X \quad \text{B} \cdot \tan 30^\circ = \frac{EC}{ED} \Rightarrow EC = \frac{3}{2} X \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} X$$

$$CF = EC \cos 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \times \quad EF = EC \sin 60^\circ = \frac{3}{4} \times$$

$$\cancel{S_{\Delta CEF} = \frac{1}{2} CF EF = \frac{3\sqrt{3}}{16} x^2.}$$

$$S_{\triangle ABC} = \frac{1}{2} AC \cdot BC = \frac{1}{2} \cdot 2\sqrt{3}x \cdot 2x = 2\sqrt{3}x^2. \text{ Jarga:}$$

$$\frac{S_{\triangle CEF}}{S_{\triangle ABC}} = \frac{\frac{3\sqrt{3}}{16} \cancel{x^2}}{2\sqrt{3} \cancel{x^2}} = \frac{3}{32} \Rightarrow \frac{S_{\triangle ABC}}{S_{\triangle CEF}} = \frac{32}{3}$$

$$\Rightarrow EDBF - \text{направ.} \Rightarrow EF = DB = x. \text{ Тогда } \frac{S_{\triangle CEF}}{S_{\triangle ACD}} = \frac{1}{k^2} = \frac{1}{9} \text{ (очн)}$$

подобны с $k=3$) $\frac{S_{\triangle ACD}}{S_{\triangle ABC}} = \frac{3\sqrt{3}x^2}{9\sqrt{3}x^2} = \frac{3}{9} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{S_{\triangle ABC}}{S_{\triangle CEF}} = \frac{4}{3} \cdot 9 = 12$$

Enbren : 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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$5 \arcsin(\cos x) = x + \frac{\pi}{2}$$

~~$5 \arcsin(\cos x) = x + \frac{\pi}{2}$~~ $\cos x \in [-1; 1] \Rightarrow \arcsin(\cos x)$ определен при
всех x -ах $\cos x$. Возьмем сумму от обеих частей. (Воспользуемся
тем, что сумма преобразованных и невыраженных функций удовлетворяет
исходному уравнению, отделив одну функцию):

$$5\left(\frac{\pi}{2} - \arccos(\cos x)\right) = x + \frac{\pi}{2} \quad (\text{по св-ву } \arcsin u + \arccos u = \frac{\pi}{2})$$

$$\frac{5\pi}{2} - 5 \arccos(\cos x) = x + \frac{\pi}{2}$$

$$2\pi = x + 5 \arccos(\cos x)$$

$$x \in [2\pi n; 3\pi + 2\pi n], n \in \mathbb{Z}$$

$$2\pi = x + 5x = 6x \Leftrightarrow$$

$\Leftrightarrow x = \frac{\pi}{3}$. Данный корень
принадлежит рассматриваемому
интервалу и удовлетворяет
исходному уравнению.

$$\text{Ответ: } x = -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{3}.$$

$$x \in (\pi + 2\pi k; 2\pi + 2\pi k), k \in \mathbb{Z}$$

$$2\pi = x - 5x = -4x$$

$x = -\frac{\pi}{2}$. Данный корень
принадлежит рассматривае-
мому промежутку и удов-
летворяет исходному уравнению.

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!

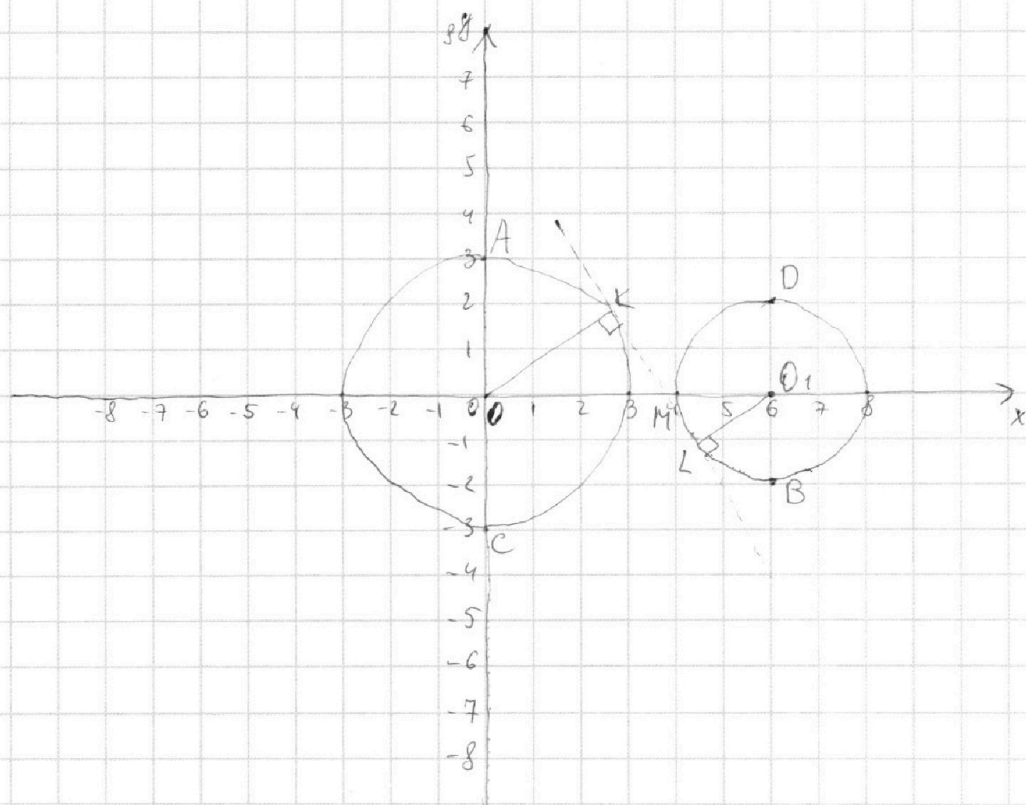
МФТИ

$$ax + 2y - 3b = 0 \quad (1)$$

$$(x^2 + y^2 - 9)(x^2 + y^2 - 12x + 32) = 0. \quad (2)$$

(2) ур-е представлено в виде объединения 2-х окр-тей:

$$x^2 + y^2 = 9 \quad \text{u} \quad (x-6)^2 + y^2 = 4.$$



$2y = -ax + 3b$, $y = -\frac{a}{2}x + \frac{3}{2}b$ - это прямая. Система имеет 4 реш-я $\Rightarrow$ она должна пересекать каждую из вер-тей в 2-х точках. Коэффициент "b" м.б. $\neq 0 \Rightarrow$ нужно все возможные коэффициенты перед x, при которых прямая сможет хотя бы при 1 "b" пересекать каждую вер-ть в 2-х точках.

Т.е. нужно найти коэффициент наклона ^{одной из} внутренних касательных

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!



Этих двух окр-тей (у π внутренней) касательной из-за симметрич-ного расположения окр-тей относ-ся. Ох коэффициенты перед x будут такими же по модулю, но противоположными по знаку).

Обозначим некоторые точки, как на рис. (K и L - т. касания),

т. M - пересек. Ох и KL. $\triangle OKM \sim \triangle OLM$ ($O, L \parallel OK$) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{OK}{OL} = \frac{OM}{MO_1} \quad \frac{3}{2} = \frac{OM}{MO_1} \quad MO_1 = 6 - OM \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{OM}{6 - OM} \quad \text{Тогда } 18 - 3OM = 2OM \Leftrightarrow OM = \frac{18}{5}$$

Тогда коэффициент k перед x равен Подставим координаты

$$т. M \text{ в (1): } ax + 2y - 3b = 0$$

$$\frac{18}{5}a - 3b = 0 \Rightarrow b = \frac{6a}{5}$$

Теперь подставим "y" в каждую из 2 окр-тей:

$$\begin{cases} x^2 + \left(-\frac{ax}{2} + \frac{3b}{2}\right)^2 = 9 & (3) \\ (x-6)^2 + \left(-\frac{ax}{2} + \frac{3b}{2}\right)^2 = 4 & (4) \end{cases}$$

у каждого из них должно быть 1 решение относ-я x (касательная).

$$(3): x^2 + \frac{a^2 x^2}{4} + \frac{9b^2}{4} - \frac{3ab}{2}x - 9 = 0$$

$$D = \frac{9a^2 b^2}{4} - 4\left(1 + \frac{a^2}{4}\right)\left(\frac{9b^2}{4} - 9\right) = 0$$

$$\frac{9a^2 b^2}{4} - 9b^2 + 36 - \frac{9a^2 b^2}{4} + 9a^2 = 0$$

$$a^2 + 4 = b^2 \quad (25) \quad b = \frac{5a}{5} \quad (*)$$

$$\Rightarrow a^2 + 4 = \frac{36a^2}{25} \quad \text{Тогда}$$

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): $x^2 - 12x + 36 + \frac{a^2 x^2}{4} + \frac{9b^2}{4} - \frac{3ab}{2}x - 4 = 0$ ^(предыдущая №2)

$$D = 144 + \frac{9a^2 b^2}{4} + 36ab - 4\left(1 + \frac{a^2}{4}\right)\left(\frac{9b^2}{4} + 32\right) = 0$$

$$144 + \frac{9a^2 b^2}{4} + 36ab - 9b^2 - 128 - \frac{9a^2 b^2}{4} - 32a^2 = 0$$

$$32a^2 + 9b^2 - 36ab - 16 = 0$$

$$32a^2 + 9a^2 - 36ab + 20 = 0$$

$$41a^2 - 36ab + 20 = 0$$

Обозначим некоторые точки, как на рис. (K и L — касания,
т. М — т. пересек. Oх и KL, $\triangle OKM \sim \triangle OLM$ ($OL \perp OK$) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{OK}{OL} = \frac{3}{2} = \frac{OM}{MO_1}. \text{ Но } MO_1 = 6 - OM \Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{OM}{6 - OM}$$

Тогда $18 - 3OM = 2OM \Leftrightarrow OM = \frac{18}{5}$. Подставим координаты
т. М в (1): $ax + 2y - 3b = 0$

$$\frac{18}{5}a - 3b = 0 \Rightarrow b = \frac{6a}{5}$$

Тогда подставим это в в *

$$a^2 + 4 = \frac{36a^2}{25} \Leftrightarrow 4 = \frac{11}{25}a^2. \text{ Тогда } a^2 = \frac{100}{11}, \text{ значит}$$

$$a = \pm \frac{10}{\sqrt{11}}$$

Тогда нам подходят все $a \in (-\frac{10}{\sqrt{11}}; \frac{10}{\sqrt{11}})$. (при $a = \pm \frac{10}{\sqrt{11}}$
прямая будет касаться этих двух окр-тей, при $a \in (-\frac{10}{\sqrt{11}}; \frac{10}{\sqrt{11}})$ у прямой
будет 4 т. пересек. с этими окр-тями, а при $a \in (-\infty, -\frac{10}{\sqrt{11}}) \cup$
 $(\frac{10}{\sqrt{11}}; +\infty)$ у прямой будет max. 2 пересек. с этими окр-тями.

Ответ: $a \in (-\frac{10}{\sqrt{11}}; \frac{10}{\sqrt{11}})$.

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!



$$(1): \log_3^4 X + 6 \log_3 X = \log_{X^2} 3^5 - 8$$

ОДЗ:
 $X > 0, y > 0$
 $X \neq 1$
 $y \neq \frac{1}{5}$

$$\log_3^4 X + 6 \log_3 X - \frac{5}{2} \log_3 X + 8 = 0$$

$$\log_3^4 X + \frac{7}{2} \log_3 X + 8 = 0$$

$$\log_3^4 X + \frac{7}{2 \log_3 X} + 8 = 0$$

$$2 \log_3^5 X + 16 \log_3 X + 7 = 0 \quad (\log_3 X \neq 0, \text{ т.к. } X \neq 1). \quad (3)$$

$$(2): \log_3^4 (5y) + 2 \log_{5y} 3 = \log_{25y^2} (3^4) - 8$$

$$\log_3^4 (5y) + 2 \log_{5y} 3 - \frac{11}{2} \log_{5y} 3 + 8 = 0$$

$$\log_3^4 (5y) - \frac{7}{2 \log_3 (5y)} + 8 = 0$$

$$2 \log_3^5 (5y) + 16 \log_3 (5y) - 7 = 0 \quad (\log_3 (5y) \neq 0). \quad (4)$$

(3)+(4):

$$2 \log_3^5 X + 16 \log_3 X + 2 \log_3^5 (5y) + 16 \log_3 (5y) = 0$$

$$\log_3^5 X + \log_3^5 (5y) + 8 \log_3 (5xy) = 0 \quad (x > 0, y > 0)$$

$$\log_3^5 X + \log_3^5 (5y) + 8 \log_3 X + 8 \log_3 (5y) = 0$$

$$t = \log_3 X, \quad q = \log_3 (5y)$$

$$t^5 + q^5 + 8t + 8q = 0$$

$$t^5 + q^5 + 8t + 8q = 0$$

(х.Доржева: (отнош. t))

$$t^5 + q^5 + 8t + 8q = 0$$

$$t^5 + q^5 + 8t + 8q = 0$$

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!

1) $t = -q$

(продолжение)

Сх. Тейлора (относит. t)

$$1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 8 \ q^5 + 8q$$

$$-q \ 1 - q \ q^2 - q^3 \ q^4 + 8 \ 0$$

Возьмём производную по t у ур-я $t^5 + q^5 + 8t + 8q = 0$:

$$5t^4 + 8 + q^5 + 8q = 0. \quad t^4 = \frac{-q^5 - 8q - 8}{5} < 0, \text{ т.к. } q > 0.$$

$t^4 < 0 \Rightarrow \text{K}$. Если взять производную по q , мы придём к такому же противоречию, т.к. ур-е симметрично относительно t и q .

Значит данная ф-я всегда возрастает & она может иметь $\max$. 1 (и равно 1) пересеч. с Ox . & это достигается при $t = -q$:

$$\log_5 x = -\log_5 (5y)$$

$$\log_5 (5xy) = 0$$

$$5xy = 1$$

$$xy = \frac{1}{5}.$$

Ответ: $\frac{1}{5}$.



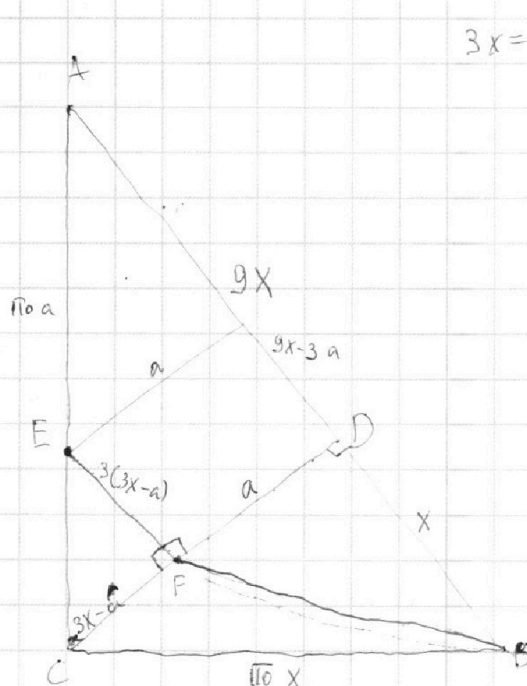
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$3X = \sqrt{X \cdot 9X}$$

$$10X^2 +$$

$$CB^2 = CE \cdot CD$$

$$\tan \alpha = 3$$

$$\frac{X}{3X-a} = ?$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{\sqrt{10}}$$

$$\cos \alpha = \frac{3}{\sqrt{10}}$$

$$AE = \sqrt{a^2 + 9a^2} = \sqrt{10} a$$

$$\frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{3X-a}{CE}$$

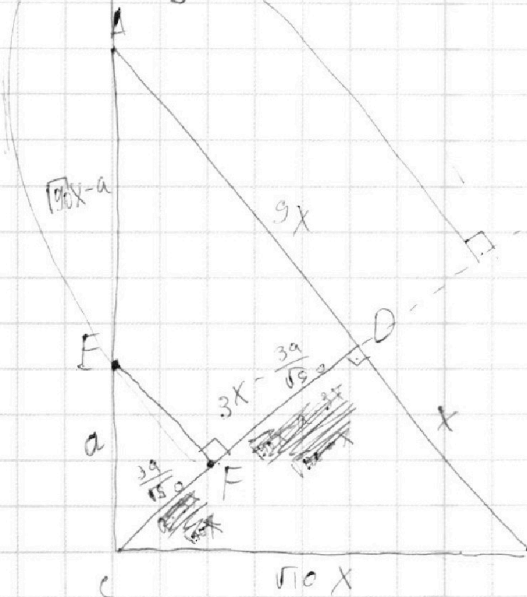
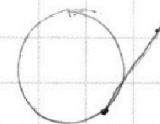
$$CE = 3\sqrt{10}X - \sqrt{10} a$$

$$3t^4 + 5t^4 + 8 + 9^5 + 89 = 0$$

$$t^4 = \frac{-9^5 - 89 - 8}{5} < 0$$

$$41a^2 + \frac{216a^2}{5} + 20 = 0$$

$$10X^2 =$$



$$\frac{9}{\sqrt{10}X-a} = \frac{CF}{FD}$$

$$= \frac{3X}{FD} - 1$$

$$\frac{3X}{FD} = \frac{\sqrt{10}X}{\sqrt{10}X-a}$$

$$FD = \frac{3(\sqrt{10}X-a)}{\sqrt{10}}$$

$$= 3X - \frac{3a}{\sqrt{10}}$$

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!

этих двух окружностей. (Вся y — внутренней касательной из-за симметричного расположения окружностей относительно Ox коэффициент при x будет таким же по модулю, но противоположным по знаку).

Подставим y в каждую из 2 уравнений окружностей:

$$\begin{cases} x^2 + \left(-\frac{ax}{2} + \frac{3}{2}b\right)^2 = 9 & (3) \\ (x-b)^2 + \left(-\frac{ax}{2} + \frac{3}{2}b\right)^2 = 4 & (4) \end{cases}$$

Каждое из них должно иметь 1 решение относительно x . (т.к. касательная)

(3):

$$x^2 + \frac{a^2 x^2}{4} - \frac{3ab}{2}x + \frac{9b^2}{4} - 9 = 0 \quad D = 1296 - 4 \cdot 32 \cdot (9b^2 - 16)$$

$$D_1 = \frac{9a^2 b^2}{4} - 4 \left(1 + \frac{a^2}{4}\right) (9b^2 - 16) = 0 \Rightarrow 1296 - 64 \cdot 32 \cdot 9b^2$$

$$\frac{9a^2 b^2}{4} + 32 - a^2 - 36b^2 = 0$$

$$1296 - 3280$$

$$4a^2 - 12b^2 + 9a^2 b^2 + 128 = 0$$

(4):

$$x^2 - 12x + 36 + \frac{a^2 x^2}{4} - \frac{3ab}{2}x + \frac{9b^2}{4} - 4 = 0$$

$$x^2 \left(1 + \frac{a^2}{4}\right) - x \left(12 + \frac{3ab}{2}\right) + \frac{9b^2}{4} + 32 = 0$$

$$D_2 = 144 + 36ab + \frac{9a^2 b^2}{4} - 4 \left(1 + \frac{a^2}{4}\right) \left(\frac{9b^2}{4} + 32\right) = 0$$

$$D_2 = 144 + 36ab + \frac{9a^2 b^2}{4} - 36b^2 - 128 - \frac{3a^2 b^2}{4} - 32a^2 = 0$$

$$\frac{3a^2 b^2}{2} - 32a^2 - 36b^2 + 36ab + 16 = 0 \quad (5)$$

$$D_1 = \frac{9a^2 b^2}{4} - 36b^2 + 36 - \frac{3a^2 b^2}{4} + 9a^2 = 0$$

$$\frac{3a^2 b^2}{2} + 9a^2 - 36b^2 + 36 = 0 \quad (6)$$

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!

$$\frac{t^5}{q^3 t^3} + \frac{q^5}{q^3 t^3} + \frac{8t}{q^3 t^3} + \frac{8q}{q^3 t^3} = 0 \quad (q \neq 0, t \neq 0)$$

$$\frac{t^2}{q^3} + \frac{q^2}{t^3} + \frac{8}{q^3 t} + \frac{8}{t^3 q^2}$$

1) $t = -q$

Сх. Горнера (относит. t)

1	0	0	0	8	$q^5 + 8q$
-q	1	-q	q^2	$-q^3$	$q^4 + 8$
					0

$$t^4 - q t^3 + q^2 t^2 - q^3 t + q^4 + 8 = 0$$

$$(t^2 + q^2)^2 - q^2 t^2 - q t(t^2 + q^2) + 8 = 0$$

$$(t^2 + q^2)^2 - q t(t^2 + q^2 + q t) + 8 = 0$$

Пусть $k = t^2 + q^2$, $l = q t$.

$$k^2 - l(k + l) + 8 = 0 \quad k^2 - l k - l^2 + 8 = 0$$

Относит. k : $D = l^2 + 4l^2 - 32 = 5l^2 - 32$ ~~из~~ $D \geq 0 \Rightarrow l \geq \sqrt{\frac{32}{5}} (q t > 0)$

$$k = \frac{l \pm \sqrt{5l^2 - 32}}{2}$$

Относит. l : $D = k^2 + 4k^2 + 32 = 5k^2 + 32 > 32$, $k > 0$

$$l = \frac{k \pm \sqrt{5k^2 + 32}}{-2} = \frac{-k \pm \sqrt{5k^2 + 32}}{2} \quad l > 0 \Rightarrow l = \frac{-k + \sqrt{5k^2 + 32}}{2}$$

Из этого следует, что $k = l \cdot m$, где $m \neq 2$ (если $t = -q$)

Тогда: $t^2 + q^2 = m q t \Leftrightarrow (t - q)^2 + (2 - m) q t = 0$. $\begin{cases} 2 - m > 0 \\ (t - q)^2 \geq 0 \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ данное k -во выполняющееся не имеет. Тогда:

$$\log_3 x = -\log_3(5y) \Rightarrow \log_3(5xy) = 0 \Rightarrow xy = \frac{1}{5}$$



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!

(6) - (5):

$$41a^2 + 20 + 36ab = 0 \Rightarrow$$



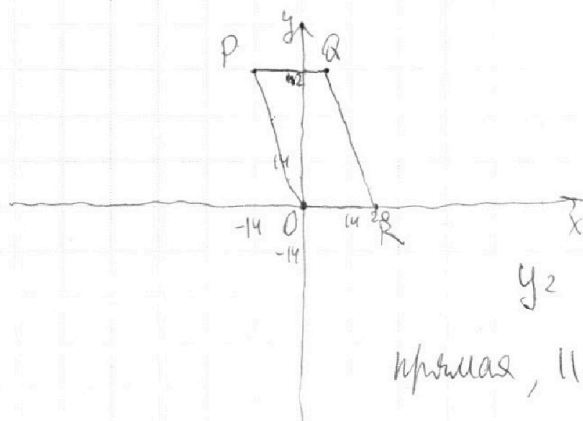
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$3x_2 - 3x_1 + y_2 - y_1 : 33 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |y_2 - y_1| : 3. \text{ Пусть } y_2 = 42.$$

Будем рассматривать y_1 , меньшие
 y_2 на $3k$, $k \in \mathbb{N}$. Заметим, что $\forall$

прямая, $\parallel O_x$, пересекает данный паралл.

пересек. паралл., имеет с ним ровно 21 общ. точку, если x -
координата по O_x этой прямой $:3$, и ровно 20 общ. точек, если
координата по O_x этой прямой $\not\equiv 3$. Для $y_1 \in \{39, 36, \dots$