



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!

№1 $a, b, c \in \mathbb{N}$

$$ab : 2^9 3^{10} 5^{10}$$

$$bc : 2^{14} 3^{13} 5^{13}$$

$$ac : 2^{19} 3^{18} 5^{30}$$

т.к. $a, b, c \in \mathbb{N}$
 $\Rightarrow Q = abc$ и $Q \in \mathbb{N}$

$$ab = k_1 \cdot 2^9 \cdot 3^{10} \cdot 5^{10}$$

$$k_1, k_2, k_3 \in \mathbb{N}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 28 \\ 14 \\ \hline 42 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 29 \\ 13 \\ \hline 41 \end{array}$$

$$bc = k_2 \cdot 2^{14} \cdot 3^{13} \cdot 5^{13}$$

$$ac = k_3 \cdot 2^{19} \cdot 3^{18} \cdot 5^{30}$$

$$ab \cdot bc \cdot ac = a^2 b^2 c^2 = 2^{9+14+19} \cdot 3^{10+13+18} \cdot 5^{10+13+30} \cdot k_1 k_2 k_3$$

$$= 2^{42} \cdot 3^{41} \cdot 5^{48} k_1 k_2 k_3$$

Т.к. все натуральные
но ~~не~~ все положительные

$$\Rightarrow abc = \sqrt{a^2 b^2 c^2} \text{ Ⓞ}$$

$$\text{Ⓞ} \sqrt{2^{42} \cdot 3^{41} \cdot 5^{48} k_1 k_2 k_3} = 2^{21} \cdot 3^{20} \cdot 5^{24} \sqrt{3 k_1 k_2 k_3}$$

\Rightarrow наименьшее натуральное значение

$$\sqrt{3 k_1 k_2 k_3} \text{ это } 3 \text{ например } \checkmark$$

$$k_1 = 1 \quad k_2 = 3 \quad k_3 = 1 \Rightarrow \sqrt{3 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1} = 3$$

\Rightarrow наименьшее значение

$$abc = 2^{21} \cdot 3^{21} \cdot 5^{24}$$

Ответ: $2^{21} \cdot 3^{21} \cdot 5^{24}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

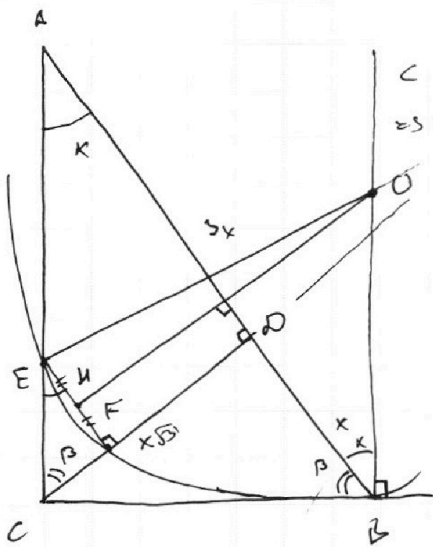
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№2.



$$EF \parallel AB \Rightarrow FE \perp CD$$

ω : ω - касается в $CB = T.O$

$$\omega \cap CD = F$$

$$\omega \cap AC = E$$

$$\angle EFD = 90^\circ$$

\Rightarrow ~~проекции~~ F

восстановим перпен.

уг. т. B и CB

т.к. Окруж. касается в т. B то
эта высота будет радиусом.

пусть $FD \cap \omega = T$

$$\Rightarrow \angle EFT = 90^\circ$$

и вписанный

$\Rightarrow ET$ - диаметр.

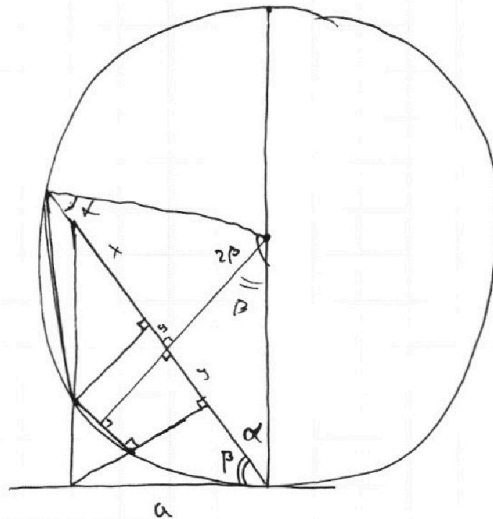
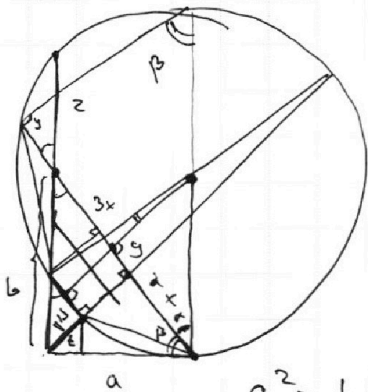
т.о центр окружности.

\Rightarrow т.о лежит на перпен. к BC

и длины ET пополам $FO = EO$ т.к. радиусы

\Rightarrow т.о лежит на сер.пер. к EF

построим его. OH - сер.пер. к EF



$$a^2 = t(t + \dots)$$

$$\begin{aligned} z &= y \cdot 4x \\ ab &= 3x \cdot h \\ a^2 + b^2 &= 16x^2 \\ a^2 &= \\ ab &= 4\sqrt{3}x^2 \\ (a+b)^2 & \end{aligned}$$

$$R \cos \alpha = x + y$$

$\triangle CEF \sim \triangle ABC$ по двум углам

$$\Rightarrow \frac{S_{CEF}}{S_{ABC}} = k^2 = \left(\frac{CF}{CB}\right)^2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input 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 (продолжение)

по теореме о касательной и секущей

$$CB^2 = CF \cdot FT$$

$$\frac{CF}{CB^2} = \frac{1}{FT} \Rightarrow \left(\frac{CF}{CB}\right)^2 = \frac{CF}{FT}$$

пусть $EF = y$ и BF пересекает ω в T, L

тогда $BL = 2x + y$ т.к. ~~т.к.~~ \Rightarrow это следует из

теоремы $EF \perp BL$
т.к. они оба перпендикулярны CF

$$\Rightarrow DL = x + y$$

$$FT^2 + EF^2 = 4R^2$$

$$FD \cdot DT = DB \cdot DL = x(x + y)$$

$$FD = x\sqrt{3} - CF$$

$$\frac{y}{2} + x = R \cos \alpha = R \frac{CA}{4x} = R \frac{\sqrt{16x^2 - CB^2}}{4x}$$

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!

№3

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

$$\int \arcsin(\sin(\frac{\pi}{2} - x)) = x + \frac{\pi}{2}$$

0 13

$$y = \arcsin x, \quad y \in [-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}] \quad \text{и} \quad x \in [-1; 1]$$

$$\Rightarrow \text{т.к. } (\sin(\frac{\pi}{2} - x)) \in [-1; 1] \quad \Rightarrow \int y \in [\frac{\pi}{2}; \frac{5\pi}{2}]$$

$$\text{по замене } \varphi = \frac{\pi}{2} - x \quad \Rightarrow -\frac{\pi}{2} \leq x + \frac{\pi}{2} \leq \frac{\pi}{2}$$

$$x \in [-3\pi; 2\pi]$$

$$\text{Пусть } x = t + 2\pi k, \quad k \in \mathbb{Z} \quad t \in [-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}]$$

$$\Rightarrow \int \arcsin(\sin(\frac{\pi}{2} - t - 2\pi k))$$

$$\arcsin(\sin \varphi) = \varphi \quad \text{при } \varphi \in [-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}]$$

$$\text{Если } \varphi = \varphi_0 + 2\pi n \quad \text{тогда } \varphi_0 \in [-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}]$$

по $\arcsin(\sin \varphi)$ берем φ_0 т.е.

$$\arcsin(\sin(\varphi_0 + 2\pi k)) = \varphi_0$$

$$\Rightarrow \int \arcsin(\sin(\frac{\pi}{2} - t - 2\pi k)) = t + 2\pi k + \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{5\pi}{2} - 5t = t + 2\pi k + \frac{\pi}{2}$$

$$6t = 2\pi - 2\pi k \quad t = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi k}{3}$$

$$x = t + 2\pi k = \frac{\pi}{3} + \frac{5\pi}{3} k \quad k \in \mathbb{Z}$$

$$\text{т.к. } x \in [-3\pi; 2\pi]$$

$$\text{по } x = \frac{\pi}{3}; \quad x = 2\pi \quad x = -\frac{4}{3}\pi \quad x = -\frac{9}{3}\pi = -3\pi$$

$$\text{Ответ: } \frac{\pi}{3}; \quad 2\pi; \quad -\frac{4}{3}\pi; \quad -3\pi$$

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!



~~№3~~ №4. а

$$\begin{cases} ax + 2y - 3b = 0 \\ (x^2 + y^2 - 9)(x^2 + y^2 - 12x + 32) = 0 \quad (1) \end{cases}$$

Реш (1)

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 9 = 0 \quad (1.1) & (1.1) \quad x^2 + y^2 = 9 & \text{- ур. Окр.} \\ x^2 + y^2 - 12x + 32 = 0 \quad (1.2) & & \text{с центром } (0, 0) \\ & & \text{и радиусом } 3 \end{cases}$$

(1.2)

$$x^2 - 12x + 36 + y^2 - 36 + 32 = 0$$

$$(x - 6)^2 + y^2 = 4 \quad \text{- ур. окр. с центром } (6, 0) \\ \text{и радиусом } 2$$

$$ax + 2y - 3b = 0 \quad y = -\frac{a}{2}x + \frac{3}{2}b$$

$$y = Ax + B \quad A = -\frac{a}{2} \quad B = \frac{3}{2}b$$

узлов прямой которой будут вверга вич
с уровнем коэфф А - зависит только от а
и коэфф В - зависит только от б

⇒ Для фиксированного параметра В
у ~~то~~ узла ~~общая~~ точка (0; В)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

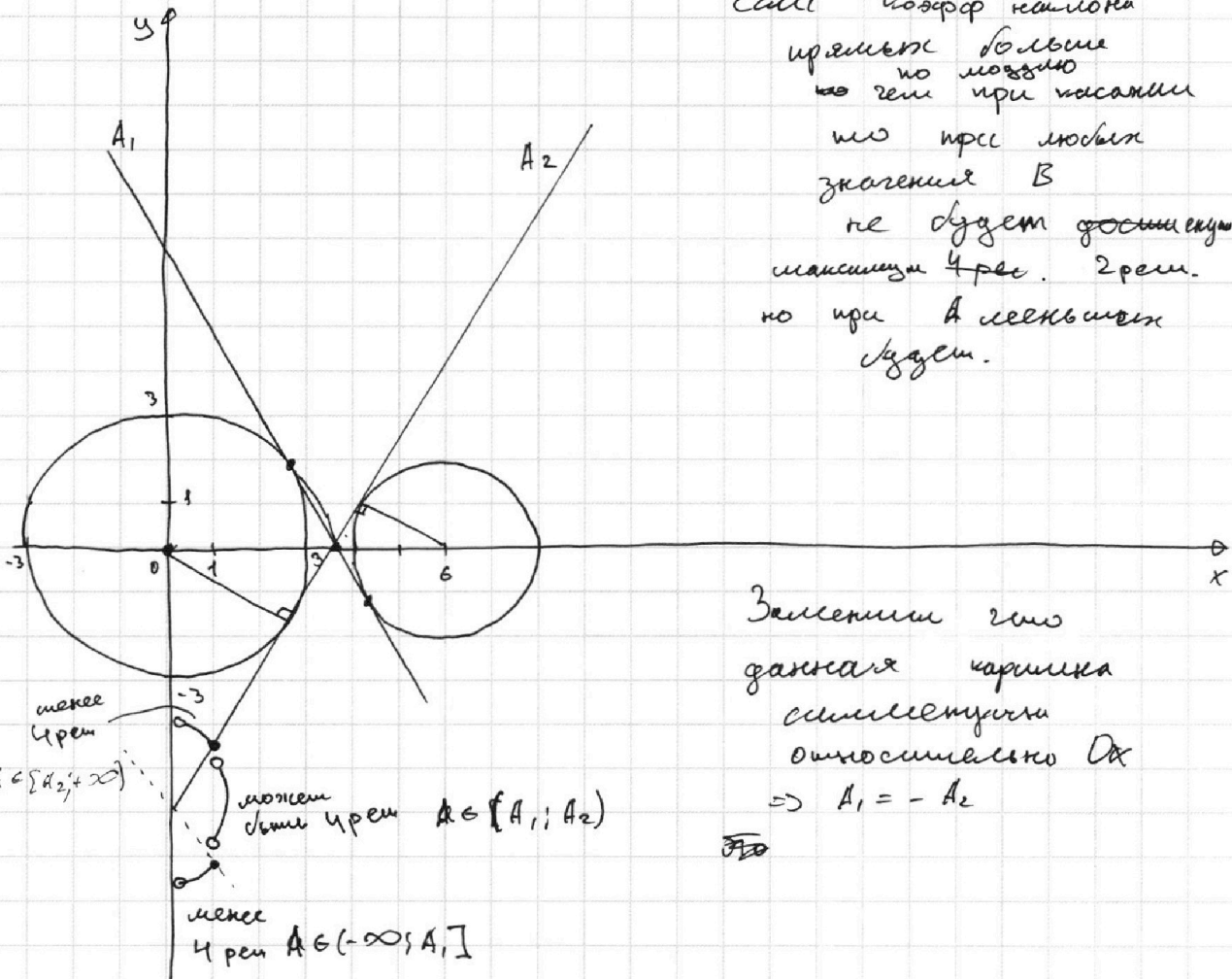
МФТИ

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



№4 (продолжение)

Если коэф наклона
прямых больше
по модулю
то при касании
то при любых
значениях B
не будет горизонтальной
максимум 4 рен. 2 рен.
но при A меньших
будет.



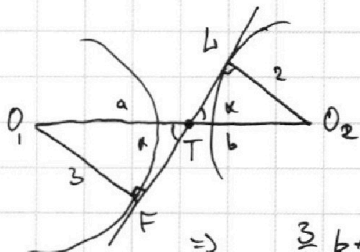
Запишем это
данная картинка
симметрична
относительно Ox
 $\Rightarrow A_1 = -A_2$

ЭТО

Найдем A касания A_2 будем искать

Проведем ~~высоты~~ ^{радиусы} геометрически.
из центров оцр. на
в B ^{тогда} ~~касая~~

\Rightarrow то будет пер.пен.



$\Delta O_1TF \sim \Delta O_2TB$ по двум углам
 $\Rightarrow \frac{O_1T}{TO_2} = \frac{a}{b} = \frac{O_1F}{BO_2} = \frac{3}{2}$

$\Rightarrow a = \frac{3}{2}b$ $a+b = O_1O_2 = 6$ (по постро.)

$\Rightarrow \frac{3}{2}b + b = 6$

$5b = 12$ $b = \frac{12}{5}$

$\sin k = \frac{2}{12/5} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$

см след.стр.

\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
<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!



№4 (продолжение)

$$\sin \alpha = \frac{5}{6} \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{25}{36}} = \frac{\sqrt{11}}{6}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{5}{6}}{\frac{\sqrt{11}}{6}} = \frac{5\sqrt{11}}{11}$$

$$A_2 = \operatorname{tg} \alpha = \frac{5\sqrt{11}}{11} \quad \Rightarrow A_1 = -A_2 = -\frac{5\sqrt{11}}{11}$$

$$A \in \left(-\frac{5\sqrt{11}}{11} ; \frac{5\sqrt{11}}{11} \right)$$

$$-\frac{5\sqrt{11}}{11} \leq -\frac{a}{2} \leq \frac{5\sqrt{11}}{11}$$

$$\frac{10\sqrt{11}}{11} \geq a \geq -\frac{10\sqrt{11}}{11}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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



№5

$$1) \log_3^4 x + 6 \log_x 3 = \log_{x^2} 243 - 8$$

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

$$1) \log_3^4 x + 6 \frac{1}{\log_3 x} = \frac{1}{2} \cdot 5 \log_x 3 - 8$$

Заменим $t = \log_3 x$

$$\log_x 3 = \frac{1}{\log_3 x} = \frac{1}{t}$$

$$t^4 + \frac{6}{t} = \frac{5}{2t} - 8$$

~~$$t^4 + \frac{4}{t} + 8 = 0$$~~

~~$$t^5 + 8t + 4 = 0$$~~

~~$$\begin{array}{r} 100084 \\ -2 \quad -24-8 \\ \hline \end{array}$$~~

Анализом
2) $\log_{3^4}(5y) + \frac{2}{\log_2 5y} = \frac{1}{2} \log_{\frac{1}{5y}} 3 - 8$

Пусть $xy_1 = A \Rightarrow \log_3 xy_1 = \log_3 A$ $\log_3 x + \log_3 y_1 = \log_3 A$

Если $y_1 = 5y$

то $5xy = A \Rightarrow xy = \frac{A}{5}$

$\Rightarrow \log_3 x + \log_3 y_1 = \log_3 A$ но при этом $xy = \frac{A}{5}$

\Rightarrow не применим к малому выражению

где $x = x$ а $y_1 = 5y$

а каждем A все возможные A

Заменим $a = \log_3 x$ $b = \log_3 5y$ $a \neq 0, b \neq 0$

$$\begin{cases} a^4 + \frac{6}{a} = \frac{5}{2a} - 8 \\ b^4 + \frac{2}{b} = \frac{5}{2b} - 8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a^5 + 8a + \frac{7}{2} = 0 \\ b^5 + 8b - \frac{7}{2} = 0 \end{cases}$$

~~$$2 - \frac{1}{2} = -\left(\frac{6}{5}\right)$$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

№5 (продолжение)

$$a^5 + 8a + \frac{7}{2} = 0$$

$$b^5 + 8b - \frac{7}{2} = 0$$

$$\oplus \quad a^5 + b^5 + 8(a+b) + \frac{7}{2} = 0$$

$$(a+b)(a^4 + \dots + b^4) + 8(a+b) = 0$$

$$\Rightarrow a+b = 0$$

и вторая скобка всегда больше 0

$$\Rightarrow \log_3 x + \log_3 5y = \log_3 1$$

$$\log_3 5xy = \log_3 1$$

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

Ответ: $xy = \frac{1}{5}$

~~$x = \frac{1}{5}$~~
 ~~$y = \frac{1}{5}$~~
 ~~$xy = \frac{1}{5}$~~
 ~~$x = \frac{1}{5}$~~
 ~~$y = \frac{1}{5}$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

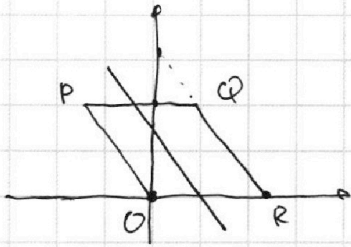
МФТИ

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

№ 6

$O(0;0)$; $P(-14;42)$; $Q(6;42)$; $R(20;0)$

$A(x_1; y_1)$ $B(x_2; y_2)$

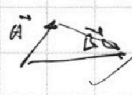


$$3x_2 - 3x_1 + y_2 - y_1 = 33$$

$$3(x_2 - x_1) + y_2 - y_1 = 33$$

~~$\vec{AB} = \vec{BA}$~~ ~~$\vec{CB} = \vec{BC}$~~ $\{ x_2 - x_1; y_2 - y_1 \}$

$\vec{A} \{ x_1; y_1 \}$ $\vec{B} \{ x_2; y_2 \}$



$$\vec{C} = \vec{B} - \vec{A}$$



$$y = y_2 - y_1$$

$$x = x_2 - x_1 \Rightarrow y = -3x + 33$$

Найдем уравнение боковой стороны
параллелограмма.

~~$\vec{QR} = \vec{QR}$~~ $y_{QR}: \Delta x = 6 - 20 \quad \Delta y = 42$

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -3$$

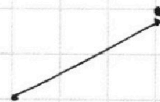
$$y_{QR} = -3x + b \quad \begin{cases} 0 = -3 \cdot 20 + b & b = 60 \end{cases}$$

$$y_{PO} = -3x \quad y_{QR} = -3x + 60$$

$$y_{PQ} = 42$$

$$y_{OR} = 0$$

Найдем



$$y = -3x + 33$$

$$(3 \cdot 14)^2 + 42^2 = 14^2 \cdot 3^2 + 42^2$$

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!



№6 (продолжение)

Каго найми кол-во

этого $\vec{A} \{x_1; y_1\}$ $\vec{B} \{x_2; y_2\}$

$$\vec{C} = \vec{B} - \vec{A} = \{x_2 - x_1; y_2 - y_1\}$$

Каго найми кол-во пар векторов \vec{A} и \vec{B} лежащих внутри паралл.

мехи x это $\vec{C} = \vec{B} - \vec{A}$

вершина e конец \vec{C} обел на прямой $y = -3x + 33$

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

$a^2 = bc + 2c \quad z = \frac{a^2 - bc}{c}$
 $4xy = z(b - c)$
 $\frac{bc}{4x} = \frac{y}{2} + x$
 $y = \frac{bc}{2x} - 2x$
 $2bc - 8x^2 = (\frac{a^2}{c} - b)(b - c)$
 $2bc - 8x^2 = \frac{a^2 b}{c} - a^2 - b^2 + bc$
 $bc = \frac{a^2 b}{c} + 8x^2$
 $1 = \frac{a^2}{c^2} - \frac{8x^2}{bc}$
 $1 = \frac{a^2}{c^2} - \frac{b^2 + a^2}{2bc}$
 $y + 2x = z = \frac{a^2}{c} - b$
 $a^2 = bc + 2c$
 $4xy = z(b - c)$
 $\frac{bc}{4x} = \frac{y}{2} + x$
 $2bc - 8x^2 = \frac{a^2}{c}(b - c)$

$a^2 = (b + z)c$
 $4\sqrt{3}x^2 = ab$
 $4xy = z(b - c)$
 $b^2 + a^2 = 16x^2$
 $\cos x = \frac{a}{4x}$
 $\frac{4x + y}{2} = \frac{2b}{4x}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

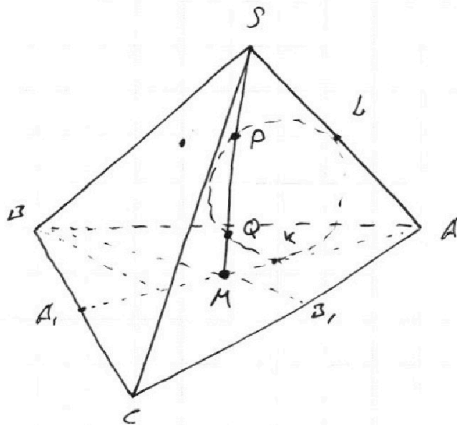
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№7 SABC



$S_{ABC} = 90$
 $SP = QM$
 $SA = BC = 12$

Можно показать
 пересечение диаметра
 2:1 считая от вершины

$S = 90 = \frac{BC \cdot h}{2} \Rightarrow h = \frac{90 \cdot 2}{12} = 15$

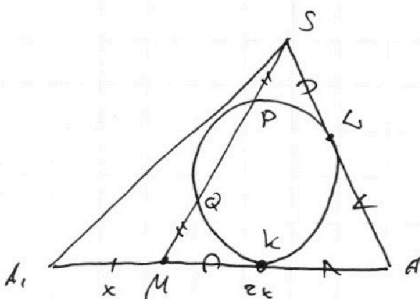
$AA_1 = \frac{\sqrt{2c^2 + 2b^2 - a^2}}{2}$

$BB_1 = \frac{\sqrt{2c^2 + 2a^2 - b^2}}{2}$

$CC_1 = \frac{\sqrt{2a^2 + 2b^2 - c^2}}{2}$

~~$S_{ABC} = \frac{BC \cdot h}{2} \cdot \sin \alpha$~~

Нарисуем сечение пирамиды по линии AAS



$SA = 12$

по т. о чев. и секущей

$SL^2 = SP \cdot SQ$

$MK^2 = MQ \cdot MP$

$MQ = SP$ QP - диаметр

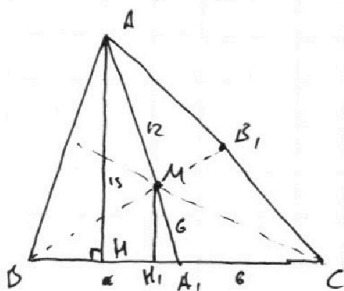
$\Rightarrow SL^2 = MK^2 \Rightarrow MK = SL$

$LA = AK$

$LA + SL = AK + MK = 12$

$\Rightarrow MA = SA = 12 \Rightarrow AM = 6 \Rightarrow AA_1 = 18$

Нарисуем основание



$BA_1 = 6$

$HA_1^2 = AA_1^2 - HA^2$

$\Rightarrow HA_1 = \sqrt{(3 \cdot 6)^2 - 3 \cdot 5^2} = 3\sqrt{11}$

~~AA1~~

проведем MH_1

$\Rightarrow MH_1 = \frac{1}{3} AH = 5$

$HA_1 = \sqrt{36 - 25} = \sqrt{11} \Rightarrow BH_1 = 6 - \sqrt{11}$

$H_1C = 6 + \sqrt{11}$

AH - высота из в. A

по т. П.

- высоту на BC из т. M

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!

№ (продолжение)

$$BM^2 = BH_1^2 + H_1M^2 = (6 - \sqrt{11})^2 + 25 = 36 - 12\sqrt{11} + 11 + 25 = 72 - 12\sqrt{11} + 36 = 108 - 12\sqrt{11} \quad \text{---} \quad \textcircled{2}$$

$$CM^2 = CH_1^2 + H_1M^2 = (6 + \sqrt{11})^2 + 25 = 36 + 12\sqrt{11} + 11 + 25 = 72 + 12\sqrt{11} + 36 = 108 + 12\sqrt{11} \quad \text{---} \quad \textcircled{3}$$

$$BD_1 = \frac{3}{2} BM = \frac{3}{2} \sqrt{(6 - \sqrt{11})^2 + 25} = 3\sqrt{3(6 - \sqrt{11})}$$

$$CD_1 = \frac{3}{2} CM = \frac{3}{2} \sqrt{(6 + \sqrt{11})^2 + 25} = 3\sqrt{3(6 + \sqrt{11})}$$

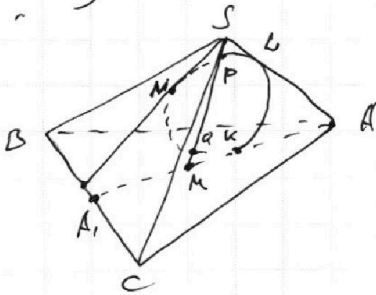
$$AA_1 \cdot BD_1 \cdot CD_1 = 18 \cdot 3\sqrt{3(6 + \sqrt{11})} \cdot 3\sqrt{3(6 - \sqrt{11})} =$$

$$= 9 \cdot 9 \cdot 2 \sqrt{3 \cdot 3 \sqrt{(6 + \sqrt{11})(6 - \sqrt{11})}} = 9 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 3 \sqrt{36 - 11} =$$

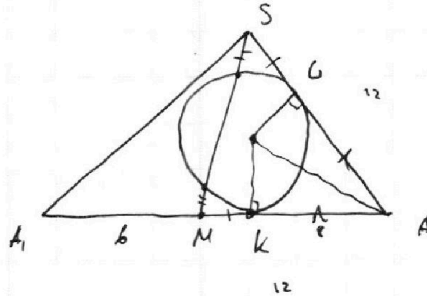
$$= 30 \cdot 81 = 2430$$

а) Ответ: 2430

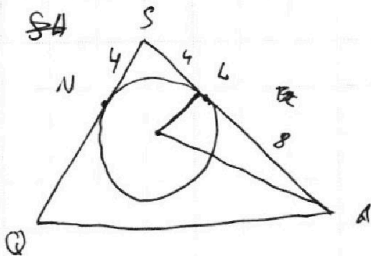
б)



± в м-м HA_1S



Проведем SN до пересечения с BC в Q
в м-м SAQ



$SN = SL$ — как касательные из
одной точки

$$\Rightarrow LA = 12 - SL = 8$$

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!



N3

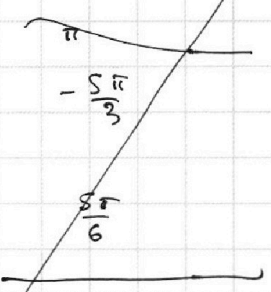
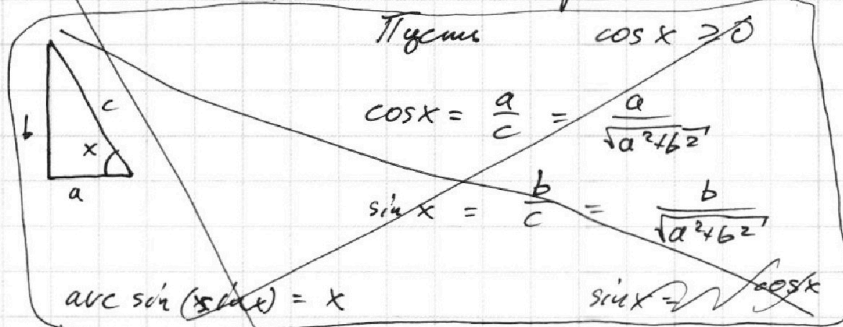
$$5 \arcsin(\cos x) = x + \frac{\pi}{2}$$

2π

$$5 \frac{\pi}{3} = 2\pi + \frac{\pi}{3}$$

$\cos x \in [-1; 1] \Rightarrow$ ограниченности на x нем.

Пусто $\cos x \geq 0$



$$\cos x = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right)$$

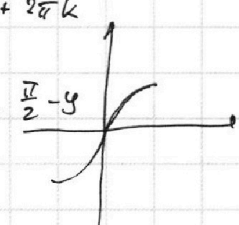
$$\Rightarrow 5 \arcsin\left(\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right)\right) = x + \frac{\pi}{2}$$

$$5\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = x + \frac{\pi}{2}$$

$$\cos x = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right)$$

$$x = y + 2\pi k$$

$$5 \arcsin \sin \frac{\pi}{2} - y$$



$$\frac{5\pi}{2} - 5y = y + 2\pi k + \frac{\pi}{2}$$

$$6y = 2\pi + 2\pi k$$

$$y = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{3}k$$

$$x = \frac{\pi}{3} - \frac{2\pi}{3}k + 2\pi k =$$

$$= \frac{\pi}{3} + \frac{5\pi}{3}k$$

$$f(y) = \arcsin(y) \quad y \in [-1; 1]$$

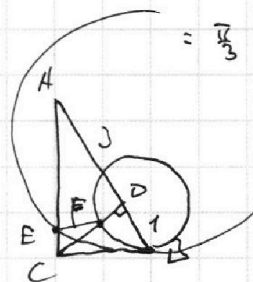
$$E(f) : f(y) \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$$

$$\Rightarrow E f(y) = 5 \arcsin(y) \quad f(y) \in \left[-\frac{5\pi}{2}; \frac{5\pi}{2}\right]$$

$$\Rightarrow x + \frac{\pi}{2}$$

$$-\frac{5\pi}{2} \leq x + \frac{\pi}{2} \leq \frac{5\pi}{2}$$

$$-3\pi \leq x \leq 2\pi$$



$$\Rightarrow \cos x = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right)$$

$$5 \arcsin(\cos x) = 5 \arcsin\left(\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right)\right) = 5\left(\frac{\pi}{2} - x\right)$$

5π

$$5\frac{\pi}{2} - 5x = x + \frac{\pi}{2}$$

$$6x = 2\pi \quad x = \frac{\pi}{3}$$

Ответ: $x = \frac{\pi}{3}$

