



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС. Вариант 6



1. [4 балла] Решите уравнение

$$4 \operatorname{tg} 2x + 1 + \operatorname{ctg} \left(x + \frac{\pi}{4} \right) = 0.$$

2. [4 балла] Сколько существует троек целых чисел $(a; b; c)$ таких, что они образуют в указанном порядке геометрическую прогрессию, а их произведение abc равно $3^{240} \cdot 7^{240}$?

3. [5 баллов] Решите неравенство

$$\ln^2(x+2) - (x+1) \ln(4x+8) + (\ln 4) \ln(x+2) \geq 0.$$

4. [4 балла] На координатной плоскости нарисован квадрат, все вершины которого лежат на графике функции $y = -2x^3 - ax$. Известно, что одна из диагоналей квадрата лежит на прямой $y = 5x$, а центр совпадает с началом координат. Найдите значение параметра a и площадь квадрата.

5. [6 баллов] Вокруг треугольника ABC описана окружность Ω . Точки D и E – середины сторон AC и AB соответственно, CF – биссектриса треугольника ABC . Лучи DE и CF пересекаются в точке G , принадлежащей Ω . Найдите углы треугольника ABC , если известно, что $\frac{CF}{DF} = \sqrt{\frac{2}{11}}$.

6. [5 баллов] Числа x , y и z не все равны между собой, и при этом

$$x^3 + \frac{10}{y^3} = y^3 + \frac{10}{z^3} = z^3 + \frac{10}{x^3}.$$

Найдите максимально возможное значение произведения $x y z$.

7. [6 баллов] В основании четырёхугольной пирамиды $SABCD$ лежит четырёхугольник $ABCD$, в котором $AB = BC = \sqrt{10}$, $AD = DC = 2$, $AC = 2\sqrt{2}$. Ребро SD – высота пирамиды. Известно, что $SA + SB = 2\sqrt{2} + \sqrt{10}$. Найдите:

а) объём пирамиды;

б) радиус шара, касающегося граней $ABCD$, SAB , SBC и ребра SD .



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!

№1.

$$4 \left| \operatorname{tg} 2x + 1 + \operatorname{ctg} \left(x + \frac{\pi}{4} \right) \right| = 0$$

$$4 \cdot \frac{2 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} + 1 + \frac{1}{\operatorname{tg} \left(x + \frac{\pi}{4} \right)} = 0$$

$$\frac{8 \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} + 1 + \frac{1 - \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg} x} = 0$$

$$\frac{8 \operatorname{tg} x + 1 - \operatorname{tg}^2 x + 1 - 2 \operatorname{tg} x + \operatorname{tg}^2 x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = 0$$

$$\frac{6 \operatorname{tg} x + 2}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = 0$$

$$\begin{cases} 6 \operatorname{tg} x = -2 \\ \operatorname{tg}^2 x \neq 1 \end{cases} \quad \begin{cases} \operatorname{tg} x = -\frac{1}{3} \\ \operatorname{tg} x \neq \pm 1 \end{cases} \Rightarrow x = \arctan \left(-\frac{1}{3} \right) + \pi n, n \in \mathbb{Z}$$

Ответ: $x = \arctan \left(-\frac{1}{3} \right) + \pi n, n \in \mathbb{Z}$



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.

Пусть $b = aq$; $c = aq^2$, тогда:

$$a^3 q^3 = 3^{240} \cdot 7^{240}$$

$$aq = 3^{80} \cdot 7^{80}$$

Тогда существует $80 \cdot 80 = 6400$ вариантов выбрать a , но т.ч.

$q \neq 1$, то a можно выбрать 6399 вариантов, также

не рассмотрен случай, когда $a = 1$, тогда всего вариантов

выбрать a — 6400 , но по-во способов выбрать a и

есть по-во способов выбрать $(a; b; c)$, т.ч. при выборе

a выбирается и q .

Ответ: $6399 \cdot 6400$



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

Отметьте крестиком номер задачи.

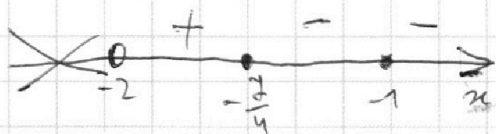
решение которой представлено на странице:

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!

$\sqrt{3}$ (градусы)



Тогда с учетом ОДЗ

получаем $x \in (-2; -\frac{3}{4}) \cup$
 $\cup \{-1\}$

Ответ: $(-2; -\frac{3}{4}) \cup \{-1\}$

При $x=100$:

$\ln 408 > 0$; $\ln(102) - 101 < 0$, т.к.
 $\ln 102 < 7$

При $x = -1,5$:

$\ln 2 > 0$; $\ln 0,5 + 0,5 = 0,5 - \ln 2 < 0$

При $x = -1,8$:

$\ln(4 \cdot (-1,8) + 8) < 0$; $\ln 0,2 + 0,8 = 0,8 - \ln 5 < 0$

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!



ДЗ

$$\ln^2(x+2) - (x+1)\ln(4x+8) + (\ln 4)\ln(x+2) \geq 0$$

$$D(3): \begin{cases} x+2 > 0 \\ 4x+8 > 0 \\ x+2 > 0 \end{cases} \Rightarrow x > -2$$

$$\ln^2(x+2) - (x+1)\ln 4 - (x+1)\ln(x+2) + (\ln 4)\ln(x+2) \geq 0$$

$$\ln(x+2)(\ln(x+2) - (x+1)) + \ln 4(\ln(x+2) - (x+1)) \geq 0$$

$$(\ln(x+2) - (x+1)) \cdot (\ln(x+2) + \ln 4) \geq 0$$

$$\ln(4x+8)(\ln(x+2) - (x+1)) \geq 0$$

$$\text{Рассмотрим } f(x) = \ln(4x+8)(\ln(x+2) - (x+1))$$

$$D(f): \begin{cases} 4x+8 > 0 \\ x+2 > 0 \end{cases} \Rightarrow x > -2$$

$$\text{Нули: } \begin{cases} \ln(4x+8) = 0 \\ \ln(x+2) - (x+1) = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} 4x+8 = 1 \\ \ln(x+2) = (x+1) \end{cases} \quad \begin{cases} x = -\frac{9}{4} \\ \ln(x+2) = x+1 \end{cases}$$

При решении ур-но $\ln(x+2) = x+1$, заметим, что

$(\ln(x+2))' = \frac{1}{x+2}$, тогда ур-но касает к $y = \ln(x+2)$ будем иметь кас: $y = \frac{1}{x_0+2}(x-x_0) + \ln(x_0+2)$, где x_0 - точка касания

При $x_0 = -1$, касательная ур-но касательной: $y = x+1$,

тогда $x+1 = \ln(x+2)$ только в одной точке, когда $x = -1$

$$\text{Нули: } -\frac{9}{4} x = -\frac{9}{4}; x = -1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



№4 (проб.)

Дано. AO и OM - половинки диаг. квадрата, то $\Rightarrow AO = OM$

$$\frac{\sqrt{\frac{5+a}{2}}}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{\frac{1-5a}{20}}}{\cos \alpha} \Rightarrow \sqrt{\frac{5+a}{2}} = \operatorname{tg} \alpha \sqrt{\frac{1-5a}{10}} ; \operatorname{tg} \alpha > 0, \text{ т.к. } \alpha - \text{угл. в } \triangle OAB$$

$\Rightarrow$ можно возвести в квадрат

$$\left. \begin{aligned} -\frac{5+a}{2} &= \operatorname{tg}^2 \alpha \left(\frac{1-5a}{20} \right) \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{1}{5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow -\frac{5+a}{2} = \frac{1}{25} \cdot \frac{1-5a}{10} \Rightarrow 25(5+a) = 1-5a$$

$$125 + 25a = 1 - 5a ; 20a = -126 ; a = -\frac{126}{20} = -\frac{63}{10} = -6,3$$

$$-\frac{5+a}{2} = \frac{1}{25} \cdot \frac{1-5a}{10} \quad | \cdot 20$$

$$-25 + 5a = \frac{1}{25} (1 - 5a)$$

$$-625 + 125a = 1 - 5a \Rightarrow 120a = -626 \Rightarrow a = -\frac{626}{120} = -\frac{313}{60}$$

Дано. $AO = \sqrt{\frac{5-\frac{313}{60}}{2}} = \sqrt{\frac{5 \cdot \frac{60-313}{60} - \frac{313}{60}}{2}} = \sqrt{\frac{13}{120}} ; a$ - диагональ квадрата

$= 2\sqrt{\frac{13}{120}}$, площадь квадр. можно найти по ф-ле

$$S = \frac{1}{2} d^2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \frac{13}{120} = \frac{13}{60}$$

Ответ. $a = -\frac{313}{60} ; S = \frac{13}{60}$.

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!



Мн

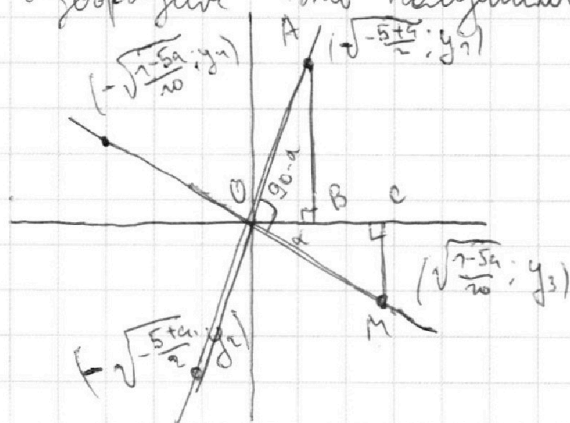
П.и. одна из диагоналей квадрата проходит через начало координат и его центр не совпадает, то вторая диагональ проходит через него же перпендикулярно первой диагонали, а её угловой коэффициент будет равен $-\operatorname{tg}(90-\alpha) = -\operatorname{ctg} \alpha = -\frac{1}{5}$, её ур-ие: $y = -\frac{1}{5}x$

П.и. вершины квадрата лежат на $y = -2x^3 - 9x$, то решив ур-ие $-2x^3 - 9x = 5x$ и $-2x^3 - 9x = -\frac{1}{5}x$, мы получим их абсциссы. Заметим, что $x=0$ не является абсциссой вершины, т.к. она лежит в центре квадрата, тогда;

$$-2x^3 - 9x = 5x \Rightarrow x = \pm \sqrt{\frac{5+9}{2}}; \quad x - 2x^3 - 9x = -\frac{x}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10x^2 + 59 = 9x \Rightarrow x = \pm \sqrt{\frac{7-59}{20}}$$

Изобразим что получилось:



Из $\triangle AOB$: $AO =$

$$= \frac{\sqrt{\frac{5+9}{2}}}{\sin \alpha}$$

Из $\triangle OCM$: $OM = \frac{\sqrt{\frac{7-59}{20}}}{\cos \alpha}$

$$\frac{\sqrt{\frac{5+9}{2}}}{\cos(90-\alpha)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

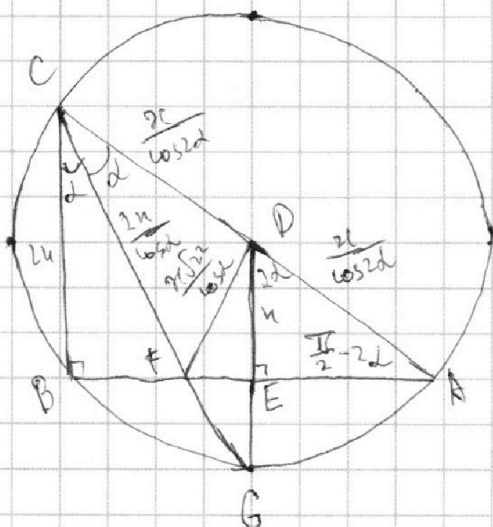
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



№5



1) Пусть $\angle BCG = \angle ACG = \alpha$ (м.н. CF-
бис-са)

2) $\angle BCG = \angle ACG$ (м.н. $\angle BCG = \angle ACG$
по т.ч. и м.н. $\angle BCG$ опир. на CB ,
а $\angle ACG$ опир. на CA), тогда

$BC = CA$ (равные дуги стрит. равные

хорды) $\Rightarrow \triangle BGA$ - равноб. $\Rightarrow$

$\Rightarrow GE$ - медиана и высота $\Rightarrow$
 $\angle DEA = \angle GEA = 90^\circ$

3) DE - средняя линия $\triangle ABC \Rightarrow DE \parallel BC \Rightarrow \angle AED = \angle ABC = 90^\circ$
(соответственные), а также $\angle BCA = \angle EDA = 2\alpha$

4) Пусть $BC = 2n$, тогда $DE = n$ (по с.б.-ву средн. линии)

5) Из $\triangle BCF$ ($\angle FBC = 90^\circ$); $CF = \frac{2nc}{\cos \alpha}$, аналог из $\triangle DEA$: $DA =$
 $= \frac{2n}{\cos 2\alpha}$

6) $\frac{CF}{DE} = \sqrt{\frac{2}{1}} \Rightarrow DF = \sqrt{\frac{1}{2}} CF = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \frac{2n}{\cos \alpha} = \frac{2\sqrt{2}n}{\cos \alpha}$

7) По м. кос уг $\triangle FCD$:

$$FD^2 = CF^2 + CD^2 - 2CF \cdot CD \cos 2\alpha$$

$$\frac{22n^2}{\cos^2 \alpha} = \frac{4n^2}{\cos^2 \alpha} + \frac{c^2}{\cos^2 2\alpha} - 2 \cdot \frac{2n^2}{\cos \alpha} \cdot \frac{c}{\cos 2\alpha} \cos 2\alpha \quad | \cdot \frac{1}{n^2}$$

$$\frac{22}{\cos^2 \alpha} = \frac{4}{\cos^2 \alpha} + \frac{c^2}{\cos^2 2\alpha} - \frac{4c}{\cos 2\alpha}$$



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!

$$\frac{-18}{\cos^2 2\alpha} = \frac{1}{\cos^2 2\alpha} - \frac{4}{\cos 2\alpha}$$

1/5 (продолжи)

$$\frac{36}{1+\cos 2\alpha} - \frac{1}{\cos^2 2\alpha} + \frac{4}{\cos 2\alpha} = 0$$

$$\frac{36 \cos^3 2\alpha - \cos 2\alpha - \cos^2 2\alpha + 4 \cos^2 2\alpha + 4 \cos^3 2\alpha}{(1+\cos 2\alpha) \cos^3 2\alpha} = 0$$

$$\begin{cases} 40 \cos^3 2\alpha + 3 \cos^2 2\alpha - \cos 2\alpha = 0 \\ (1+\cos 2\alpha) \cos^3 2\alpha \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 40 \cos^3 2\alpha + 3 \cos^2 2\alpha - 1 = 0 \\ \cos 2\alpha \neq -1 \\ \cos 2\alpha \neq 0 \end{cases}$$

$$t = \cos 2\alpha, \quad |t| \leq 1$$

$$\begin{cases} 40t^3 + 3t^2 - t = 0 \\ \begin{cases} t \neq -1 \\ t \neq 0 \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} t = \frac{1}{8}; t = -\frac{7}{5} \\ \begin{cases} t \neq -1 \\ t \neq 0 \end{cases} \end{cases} \Rightarrow t = \frac{1}{8}; t = -\frac{7}{5}$$

$$\begin{cases} \cos 2\alpha = \frac{1}{8} \\ \cos 2\alpha = -\frac{7}{5} \end{cases}$$

, но м.в. 2α - угол Π и Δ , но $\cos 2\alpha = \frac{1}{8} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 2\alpha = \arccos \frac{1}{8} = \angle ACB \Rightarrow \angle BAC = \frac{\pi}{2} - \angle ACB = \frac{\pi}{2} - \arccos \frac{1}{8}$$

$$\text{Ответ: } \angle ABC = \frac{\pi}{2}; \angle ACB = \arccos \frac{1}{8}; \angle BAC = \frac{\pi}{2} - \arccos \frac{1}{8}$$

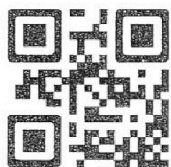
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



№6

$$x^3 + \frac{10}{y^3} = y^3 + \frac{10}{z^3} \Rightarrow x = \sqrt[3]{y^3 + \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3}}$$

Аналогично получаем: $y = \sqrt[3]{z^3 + \frac{10}{x^3} - \frac{10}{z^3}}$; $z = \sqrt[3]{x^3 + \frac{10}{y^3} - \frac{10}{x^3}}$

$$\text{откуда } x \geq \sqrt[3]{\left(y^3 + \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3}\right) \left(z^3 + \frac{10}{x^3} - \frac{10}{z^3}\right) \left(x^3 + \frac{10}{y^3} - \frac{10}{x^3}\right)}$$

Произведение будет максимальным, когда все множители
будут максимальны

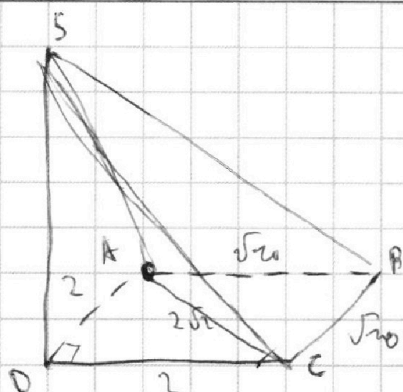
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$1) AC^2 = 8 = AD^2 + CD^2 = 8 \Rightarrow$$

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

$$2) \text{ Пусть } \angle DCA = \angle DAC = \alpha / \text{м.ч.}$$

$$\angle ADC = \pi / 2, \angle BAC = \angle ACB = \beta (\triangle ABC - \text{р.б.})$$

$$\Rightarrow \angle DAB = \angle DCB = \alpha + \beta$$

$$3) AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2AB \cdot BC \cdot \cos \angle ABC \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 8 = 20 - 20 \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = 0,6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \angle ABC = 0,8$$

$$4) \angle DCB = \pi - \frac{\pi}{2} - \angle ABC = \frac{3\pi}{2} - \angle ABC \Rightarrow \cos \angle DCB =$$

$$\cos \left(\frac{3\pi}{2} - \angle ABC \right) = -\sin \angle ABC = -0,8$$

$$5) BD^2 = CD^2 + BC^2 - 2CD \cdot BC \cdot \cos \angle DCB$$

$$6) \angle DCB = \angle DAB = \frac{2\pi - \frac{\pi}{2} - \angle ABC}{2} = \frac{3\pi}{4} - \frac{\angle ABC}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{3\pi}{2} - \angle ABC \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos^2 \angle DCB = \cos^2 \left(\frac{1}{2} \left(\frac{3\pi}{2} - \angle ABC \right) \right) = \frac{1 + \cos \left(\frac{3\pi}{2} - \angle ABC \right)}{2} = \frac{1 - \sin \angle ABC}{2}$$

$$= 0,1 \Rightarrow \cos \angle DCB = -\frac{\sqrt{10}}{10} (\angle DCB > 90^\circ)$$

$$5) BD^2 = CD^2 + BC^2 - 2CD \cdot BC \cdot \cos \angle DCB = 4 + 10 + 4 \cdot \sqrt{10} \cdot \frac{\sqrt{10}}{10} =$$

$$= 14 + 4 = 18 \Rightarrow BD = 3\sqrt{2}$$

$$7) \begin{cases} SB^2 + BD^2 = BD^2 + SB^2 \\ AD^2 + SD^2 = AS^2 \\ SA + SB = 2\sqrt{2} + \sqrt{10} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 18 + SD^2 = SB^2 \\ 4 + SD^2 = AS^2 \\ SA + SB = 2\sqrt{2} + \sqrt{10} \end{cases}$$

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!

$$14 = SB^2 - AS^2 \Rightarrow SA^2 - BB^2 = -104$$

$$(SA - SB)/(SA + SB) = -104 \Rightarrow SA - SB = -\frac{104}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}}$$

$$\begin{cases} SA - SB = -\frac{104}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}} \\ SA + SB = 2\sqrt{2} + \sqrt{10} \end{cases}$$

$$2SA = 2\sqrt{2} + \sqrt{10} - \frac{104}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}} = \frac{(2\sqrt{2} + \sqrt{10})^2 - 104}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}} = \frac{8 + 8\sqrt{5} + 10 - 104}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}} = \frac{-86 + 8\sqrt{5}}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}}$$

$$SA = \frac{4 + 4\sqrt{5} - 43}{\sqrt{2} + \sqrt{5}} = \frac{2 + 2\sqrt{5} - 21}{\sqrt{2} + \sqrt{5}} = \frac{1 + 2\sqrt{5}}{\sqrt{2} + \sqrt{5}}$$

$$SD^2 = SA^2 - AD^2 = \frac{1 + 4\sqrt{5} + 20}{2 + 10\sqrt{2} + 25} - 4 = \frac{21 + 4\sqrt{5} - 8 - 10\sqrt{2} - 100}{2 + 10\sqrt{2} + 25} =$$

$$= \frac{4 + 8\sqrt{5}}{2\sqrt{2} + 10} = \frac{2 + 4\sqrt{5}}{\sqrt{2} + 5} \Rightarrow SA = \frac{1 + 2\sqrt{5}}{\sqrt{2} + \sqrt{5}}$$

$$SD^2 = SA^2 - AD^2 = \frac{1 + 4\sqrt{5} + 20}{2 + 10\sqrt{2} + 25} - 4 = \frac{21 + 4\sqrt{5}}{25 + 10\sqrt{2}} - \frac{108 + 40\sqrt{2}}{25 + 10\sqrt{2}} =$$

$$= \frac{4 + 8\sqrt{5}}{2\sqrt{2} + 10}$$

$$SD^2 = SA^2 - AD^2 = \frac{16 + 64\sqrt{5} + 320}{28 + 8\sqrt{5} + 10} - \frac{32 + 32\sqrt{5} + 40}{8 + 8\sqrt{5} + 10} =$$

$$= \frac{336 + 64\sqrt{5} - 72 - 32\sqrt{5}}{(2\sqrt{2} + \sqrt{10})^2} = \frac{264 + 32\sqrt{5}}{(2\sqrt{2} + \sqrt{10})^2}$$

$$SD = \frac{\sqrt{264 + 32\sqrt{5}}}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}}$$

$$S_{\text{очн}} = S_{\triangle ADC} + S_{\triangle ABC} = \frac{1}{2} \cdot AD \cdot CD + \frac{1}{2} \cdot AB \cdot AC \cdot \sin \angle ABC = \frac{1}{2} (4 + 10 \cdot 8) =$$

$$= 42$$

$$V = \frac{S_{\text{очн}} \cdot SD}{3} = \frac{42 \cdot \sqrt{264 + 32\sqrt{5}}}{3(2\sqrt{2} + \sqrt{10})} = \frac{14\sqrt{264 + 32\sqrt{5}}}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}}$$

$$\text{Ответ: } \frac{14\sqrt{264 + 32\sqrt{5}}}{2\sqrt{2} + \sqrt{10}}$$

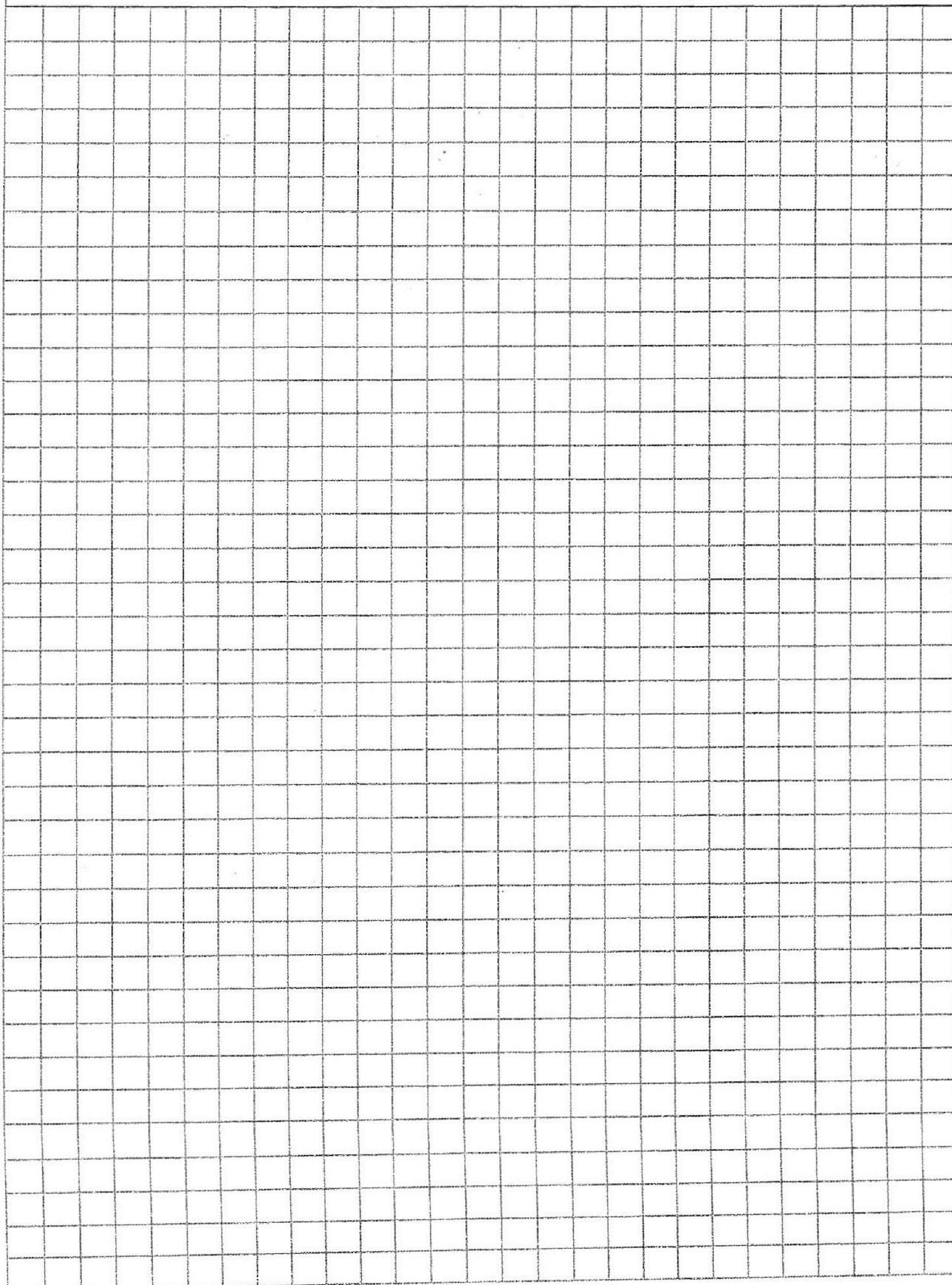
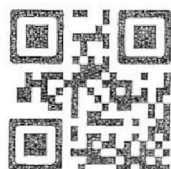
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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!



$$\ln^2(x+2) - (x+1)\ln(4x+8) + (\ln 4)\ln(x+1) > 0$$

$$OДЗ: \begin{cases} x > -2 \\ 4x+8 > 0 \Rightarrow x > -2 \\ x > -2 \end{cases}$$

$$\ln^2(x+2) - (x+1)\ln(4(x+2)) + (\ln 4)\ln(x+1) > 0$$

$$\ln^2(x+2) - (x+1)\ln 4 - (x+1)\ln(x+2) + (\ln 4)\ln(x+1) > 0$$

$$\ln(x+2)(\ln(x+1) - (x+1)) + \ln 4(\ln(x+2) - (x+1)) > 0$$

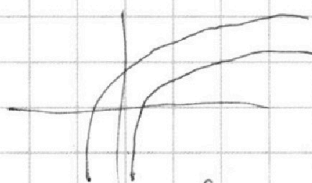
$$(\ln(x+2) - (x+1))(\ln(x+2) + \ln 4) > 0$$

$$\ln(x+2) > \ln e^{(x+1)}$$

$$x+2 > e^{x+1}$$

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

$$\ln(x+2) = x+1$$



$$(\ln(x+2))' = \frac{1}{x+2}$$

$$x+2 = t$$

$$x+1 = t-1$$

$$\ln \ln(x+2) - \ln e^x = 0$$

$$\ln\left(\frac{x+2}{e^x}\right) = \ln e$$

$$\ln t = t-1 \quad x+2 = e^{x+1}$$

$$\ln t + \ln e = \ln e^t \quad et = \frac{1}{e} e^t$$



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!

$$4 \operatorname{ctg} 2x + 1 + \operatorname{ctg} \left(x + \frac{\pi}{4}\right) = 0.$$

$$2x = \frac{\pi}{2}$$

$$4 \cdot \frac{2 + \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} + \operatorname{ctg} x \cdot \frac{1 - \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg} x} + 1 = 0 \quad x \neq \frac{\pi}{4}$$

$$\operatorname{ctg} \left(x + \frac{\pi}{4}\right) =$$

$$4 \cdot \frac{2 + \operatorname{tg} x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} + \frac{(1 - \operatorname{tg} x)}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = 0.$$

$$= \frac{1}{\operatorname{tg} \left(x + \frac{\pi}{4}\right)} = \frac{1}{\frac{\operatorname{tg} x + 1}{1 - \operatorname{tg} x}} = \frac{1 - \operatorname{tg} x}{1 + \operatorname{tg} x}$$

$$\frac{8 + \operatorname{tg} x + 1 - 2 \operatorname{tg} x + \operatorname{tg}^2 x}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = 0.$$

$$\frac{\operatorname{tg}^2 x + 6 \operatorname{tg} x + 7}{1 - \operatorname{tg}^2 x} = 0$$

$$\frac{(3 + 2\sqrt{2})^2 + 18 + 12\sqrt{2} + 1}{1 -}$$

$$3 + \operatorname{tg} x \quad \operatorname{tg} x = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{3 \pm 2\sqrt{2}}{1} = 9$$

$$\frac{t^2 + 6t + 7}{1 - t^2} = 0$$

$$9 - 1 = 8$$

$$80 \cdot 80 = 6400$$

$$\begin{cases} t^2 + 6t + 7 = 0 \\ t \neq \pm 1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} t = 3 \pm 2\sqrt{2} \rightarrow 3 + 2\sqrt{2} \\ t \neq \pm 1 \end{cases}$$

$$a_9 = 3^{80} \cdot 3$$

$$a = b = a_9; c = a_9^2$$

$$1 + 80 \cdot 80$$

$$a_9^3 = 3^{240} \cdot 3^{240}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = 2$$

$$4 \cdot \left(1 - \frac{1}{3}\right) + 1 + \frac{1 + \frac{1}{3}}{1 - \frac{1}{3}}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = 2$$

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{3}{2} = 2$$



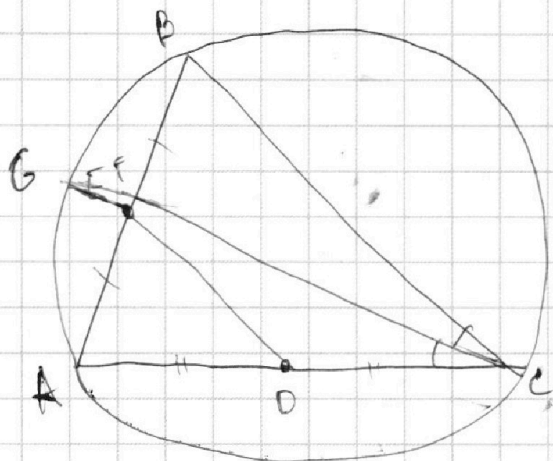
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

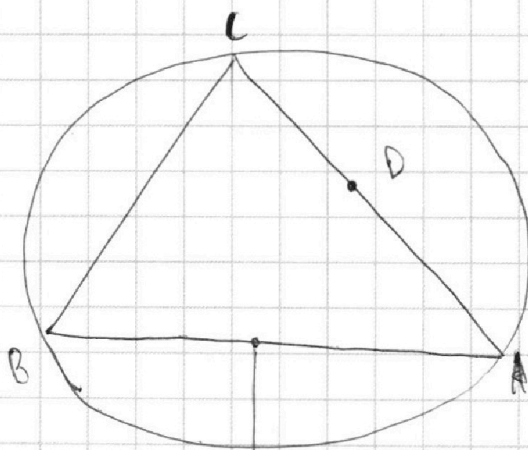
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

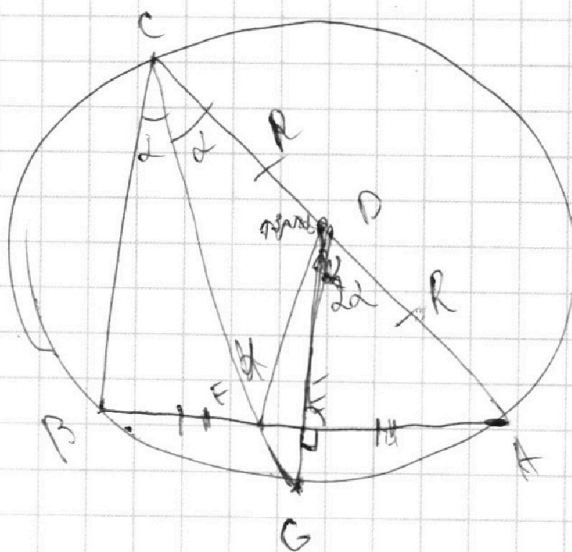
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{CF}{DF} = \sqrt{\frac{2}{11}}$$



$$\frac{CF^2}{DF^2} = \frac{2}{11}$$



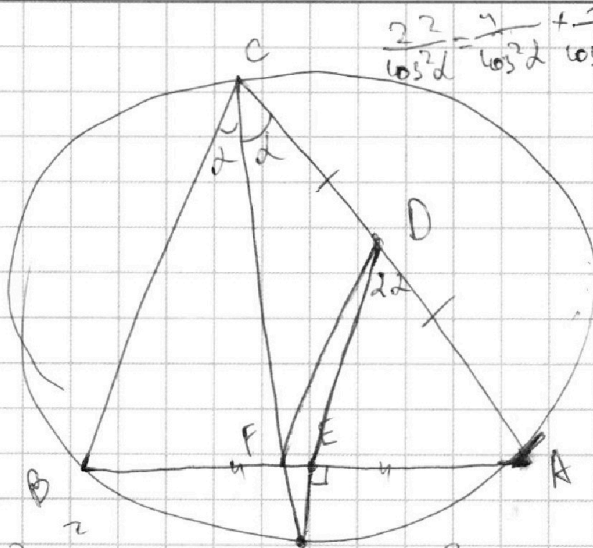
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{2n}{\cos^2 \alpha} = \frac{n}{\cos^2 \alpha} + \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{n}{\cos^2 \alpha}$$

$$BE = AE$$

$$\frac{CF^2}{OF^2} = \frac{2}{11} = \frac{n \sqrt{2} - DF}{\cos^2 \alpha}$$

$$DF^2 = \frac{11}{2} \cdot CF^2 = \frac{11}{2} \cdot \frac{4n^2}{\cos^2 \alpha} = \frac{11}{2} \cdot \frac{4n^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$DF = \frac{11}{2} \cdot \frac{2n}{\cos^2 \alpha} = \frac{11n}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{CF}{DF} = \sqrt{\frac{2}{11}}$$

$$DF = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$n \cdot \frac{2n}{\cos^2 \alpha} = \frac{3}{\cos^2 \alpha}$$

$$n \cdot 5 - 18 \cos^2 \alpha = -3 \cos^2 \alpha$$

$$n \cdot 5 = 15$$

$$n = 3$$

$$6 \cos^2 \alpha - 18 + 3 \cos^2 \alpha = 0$$

$$\frac{BF}{FA} = \frac{2n}{\frac{2n}{\cos^2 \alpha}} = \cos^2 \alpha$$

$$\frac{n^2}{\cos^2 \alpha} - n^2 = n^2 \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 \right) = n^2 \tan^2 \alpha$$

$$= n^2 \tan^2 \alpha$$

$$BF = n \tan^2 \alpha - y$$

$$AE = FA = n \tan^2 \alpha + y$$

$$\frac{n \tan^2 \alpha - y}{n \tan^2 \alpha + y} = \cos^2 \alpha$$

$$n \tan^2 \alpha - y = n \sin^2 \alpha + y \cos^2 \alpha$$



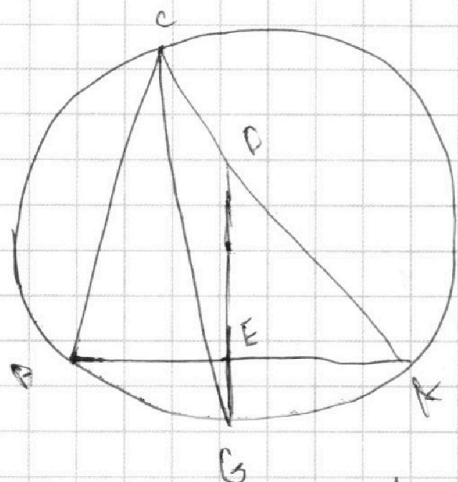
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\cos^2 2d = \frac{1 + \cos 2d}{2}$$

$$9 + 160$$

$$-1,15$$

$$169$$

$$- \frac{1}{5}$$

$$\frac{3+13}{80} = \frac{1}{8}$$

$$7 \frac{78}{\cos^2 2d} = \frac{9}{\cos^2 2d} - \frac{4}{\cos^2 2d}$$

$$-1,15$$

$$\frac{36}{1 + \cos^2 2d} = \frac{1}{\cos^2 2d} - \frac{4}{\cos^2 2d}$$

$$-1,8$$

$$36 \cos^3 2d - \cos 2d - \cos^2 2d + 4 \cos^2 2d + 4 \cos^3 2d$$

$$40 \cos^3 2d$$

$$(\ln(n+1))' = \frac{1}{n+2}$$

$$\log_3 0,5 = -1$$

$$-1,5$$

$$\frac{1}{n+2} (n - n_0) - \ln(n_0 + 2)$$

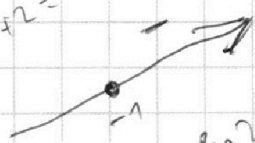
$$n_0 = -1$$

$$\frac{1}{n+2} - 1 < 0 \quad n = -1$$

$$n+2 = 1$$

$$n+1$$

$$0,5 - \ln 2$$



$$-\ln 2 + 0,5$$



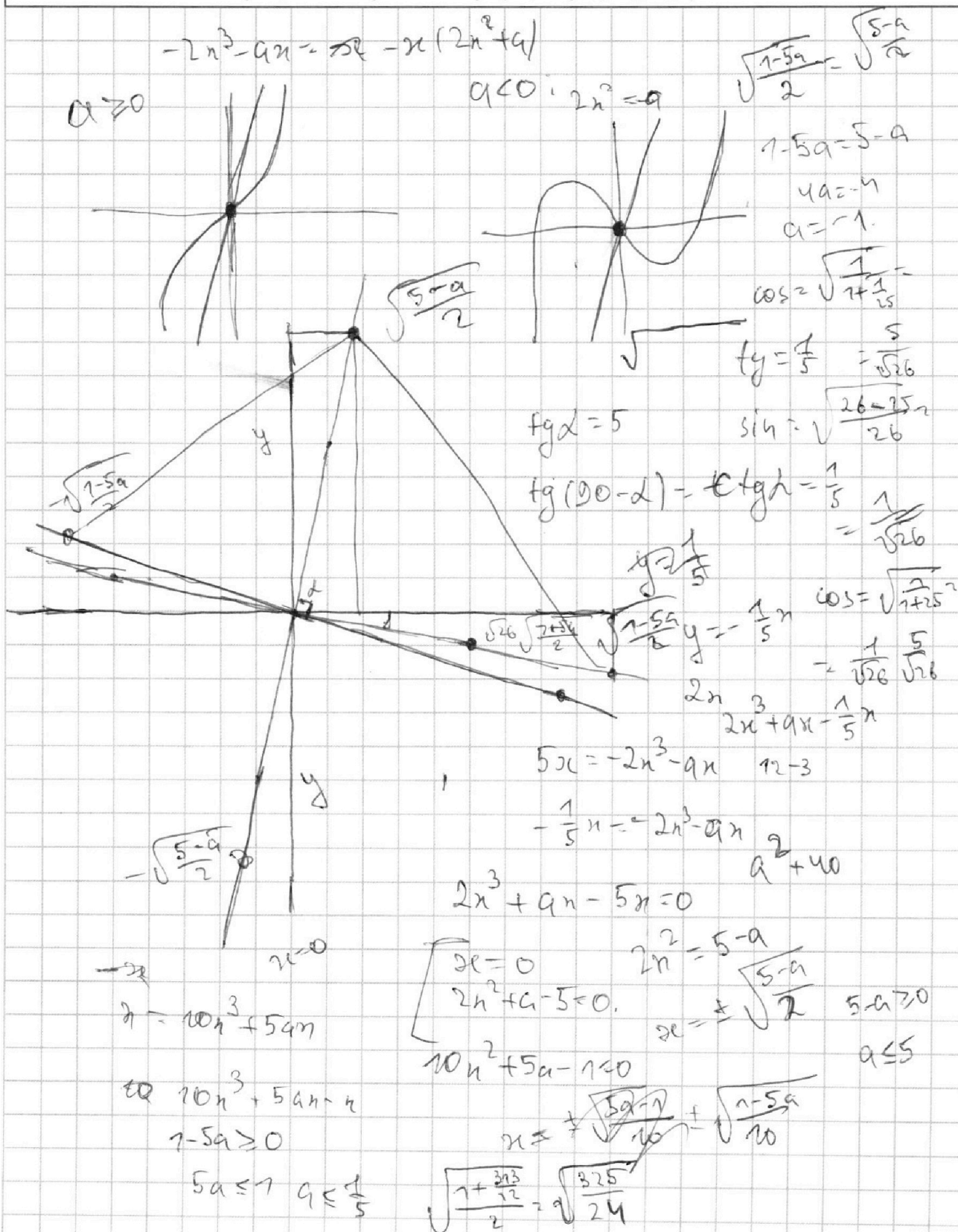
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



$$x^3 - \frac{10}{x^3} = y^3 - \frac{10}{y^3}$$

$$(x^3 - \frac{10}{x^3}) = y^3 - 20 + \frac{100}{y^3}$$

$$x^3 q = 3^{200} \cdot y^{200} \quad 80.79$$

$$qq = 3^{40} \cdot y^{40} \quad q=3$$

$$q=y; q=3$$

$$80.79$$

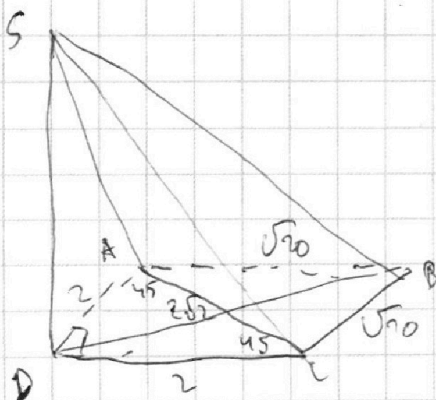
$$80-80$$

$$6400-2 \quad 6399$$

b

$$6398 +$$

$$x^3 - y^3 = \frac{10}{x^3} - \frac{10}{y^3}$$



$$SA+SB=2\sqrt{2}+\sqrt{10}$$

$$SB^2 + BD^2 = AD^2 + SA^2$$

$$8 = 20 - 20 \cos 2$$

$$20 \cos 2 = 12$$

$$\cos 2 = 0.6$$



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!

$$x^3 + \frac{10}{y^3} = y^3 + \frac{10}{z^3} = z^3 + \frac{10}{x^3}$$

$$x^3 + \frac{10}{y^3} = y^3 + \frac{10}{z^3}$$

$$y^3 - \frac{10}{y^3} = x^3 - \frac{10}{z^3}$$

$$x^3 - \frac{10}{x^3} = z^3 - \frac{10}{y^3}$$

$$y^3 - \frac{10}{x^3} = z^3 - \frac{10}{z^3} = y^3 - \frac{10}{x^3}$$

$$y^3 + z^3 - \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3} = x^3 + y^3 - \frac{10}{x^3} - \frac{10}{z^3}$$

$$x^3 y^3 z^3 + 10 x^3 y^3 = x^3$$

$$x^3 - z^3 = \frac{10}{x^3} - \frac{10}{y^3} = 10 \frac{y^3 - x^3}{x^3 y^3}$$

$$x^3 + \frac{10}{x^3} =$$

$$(x-2)(x^2+2x+x^2) = 10$$

$$\frac{3}{x} - \frac{3}{x^3} = \frac{3}{x^3} - \frac{3}{x^3} - \frac{1}{x^3}$$

$$x^6 y^3 - y^3 z^3 x^3 = 10 y^3 - 10 x^3$$

$$x^3 y^3 (x^3 - y^3) = 10 y^3 - 10 x^3$$

$$x = \sqrt[3]{y^3 + \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3}}$$

$$x y z = \sqrt[3]{\left(y^3 + \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3}\right) \left(z^3 + \frac{10}{x^3} - \frac{10}{z^3}\right) \left(x^3 + \frac{10}{y^3} - \frac{10}{x^3}\right)}$$

$$\frac{10}{x^3} = \frac{10}{y^3 + \frac{10}{z^3} - \frac{10}{y^3}} = \frac{10 y^3 z^3}{y^6 z^3}$$

$$\frac{10}{y^3} = \frac{10}{y^3}$$

$$y^3 - \frac{10}{y^3} = \frac{10}{z^3} \rightarrow \text{нет}$$

$$3 y^3 = 20$$
$$y = \sqrt[3]{\frac{20}{3}}$$