



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС. Вариант 1



1. [3 балла] Найдите все действительные значения x , при каждом из которых существует геометрическая прогрессия, состоящая из действительных чисел и такая, что её седьмой член равен $\sqrt{(25x - 9)(x - 6)}$, девятый член равен $x + 3$, а пятнадцатый член равен $\sqrt{\frac{25x - 9}{(x - 6)^3}}$.

2. [4 балла] Решите систему уравнений

$$\begin{cases} \sqrt{x+5} - \sqrt{1-x-4z} + 4 = 2\sqrt{y-4x-x^2+z}, \\ |y+4| + 4|y-5| = \sqrt{81-z^2}. \end{cases}$$

3. [5 баллов] Найдите все значения параметра p , при которых уравнение

$$p \cos 3x + 3(p+4) \cos x = 6 \cos 2x + 10$$

имеет хотя бы одно решение. Решите это уравнение при всех таких p .

4. [5 баллов] Две окружности ω_1 и ω_2 пересекаются в точках A и B , а их общая касательная имеет с ω_1 и ω_2 общие точки C и D соответственно, причём точка B расположена ближе к прямой CD , чем точка A . Луч CB пересекает ω_2 в точках B и E . Найдите отношение $ED : CD$, если диагональ AD четырёхугольника $ACDE$ делит отрезок CE в отношении $2 : 5$, считая от вершины C .

5. [4 балла] Дан клетчатый прямоугольник 100×400 . Сколькими способами можно закрасить 8 клеток этого прямоугольника так, чтобы закрасенное множество обладало хотя бы одной из следующих симметрий: относительно центра прямоугольника, относительно любой из двух "средних линий" прямоугольника ("средней линией" прямоугольника назовём отрезок, соединяющий середины двух его противоположных сторон). Ответ дайте в виде выражения, содержащего не более трёх членов (в них могут входить факториалы, биномиальные коэффициенты).

6. [4 балла] Найдите все тройки целых чисел (a, b, c) такие, что:

- $a < b$,
- число $b - a$ не кратно 3,
- число $(a - c)(b - c)$ является квадратом некоторого простого числа,
- выполняется равенство $a^2 + b = 710$.

7. [6 баллов] В основании призмы лежит равносторонний треугольник площади 1. Площади её боковых граней равны 3, 3 и 2. Найдите объём призмы.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пусть во-седьмой член геом-ти, в которой q -
отношение соседних членов \Rightarrow 9-ый член $= b_0 q^2$,

15-ый $= b_0 q^8$

$$b_0 = \sqrt{(25x-9) \cdot (x-6)}$$

$$x \neq 6$$

$x = \frac{9}{25}$ - решение не является

$$b_0 q^2 = x+3$$

$$b_0 q^8 = \sqrt{\frac{25x-9}{(x-6)^3}} \quad \begin{array}{l} \leftarrow \\ 25x-9 \neq 0 \text{ (т.к. } b_0=0 \Rightarrow b_0 q^2=0 \Rightarrow \\ \Rightarrow x+3 = \frac{9}{25} + 3 = 0) \end{array}$$

$$\frac{b_0 q^8}{b_0} = \sqrt{\frac{1}{(x-6)^4}} = \frac{1}{(x-6)^2} \Rightarrow q^4 = |x-6|$$

$$q^2 = \sqrt{|x-6|}$$

$$x+3 = b_0 q^2 = \sqrt{(25x-9)(x-6)} \cdot \sqrt{|x-6|}$$

$$\text{I } x > 6 \Rightarrow |x-6| = x-6$$

$$25x-9 > 0 \Rightarrow x+3 = \sqrt{25x-9}$$

$$x^2 + 6x + 9 = 25x - 9$$

$$x^2 - 19x + 18 = 0$$

$$(x-18)(x-1) = 0$$

$$x > 6 \Rightarrow \boxed{x=18}$$

$$b_0 = \sqrt{21^2 \cdot 12} = 21\sqrt{12}$$

$$b_0 q^2 = 21$$

$$b_0 q^8 = \sqrt{\frac{21^2}{12^3}} = \frac{21}{12\sqrt{12}}$$

$$\text{II } x < 6 \Rightarrow x-6 < 0 \Rightarrow 25x-9 < 0$$

$$x+3 = \sqrt{9-25x} \quad (x+3 > 0)$$

$x=0$ не подходит

$$x^2 + 6x + 9 = 9 - 25x \Rightarrow x^2 + 31x = 0 \rightarrow x = -31$$

$$x=0 \Rightarrow b_0 = 3\sqrt{6}$$

$$b_0 q^2 = 3$$

$$b_0 q^8 = \frac{3}{6\sqrt{6}}$$

$x_0 = -31$ не подходит, т.к. $x+3 = -\sqrt{9-25x}$,
а не $\sqrt{9-25x}$

Ответ: $\{0, 18\}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\sqrt{2}$

Заметим, что $|y+4| + 4|y-5| \geq 9$

пусть $y+4 = a$

$$f(a) = |a| + 4|a+9| \geq 9$$

$$I \ a \geq 0 \Rightarrow a+9 \geq 9 \Rightarrow f(a) \geq 9$$

$$II \ -9 \leq a < 0 \Rightarrow f(a) = 4a + 36 - a = 3a + 36 \geq 36 - 3 \cdot 9 = 9$$

$$III \ a < -9 \Rightarrow f(a) = -5a - 36 \geq (-5) \cdot (-9) - 36 = 9$$

Тогда $|y+4| + 4|y-5| \geq 9$, причем $f(a) = 9$ - когда $a = 9$,
т.е. $y = 5$

$$\sqrt{81-z^2} \leq 9 \Rightarrow \text{если } |y+4| + 4|y-5| = \sqrt{81-z^2}$$

$$y = 5, z = 0$$

$$\text{Тогда } \sqrt{x+5} - \sqrt{1-x} + 4 = 2\sqrt{5-4x-x^2}$$

$$\sqrt{x+5} + \sqrt{1-x} = 2\sqrt{5-4x-x^2} - 4$$

$$\text{пусть } \sqrt{x+5} = a, \sqrt{1-x} = b \Rightarrow \sqrt{5-4x-x^2} = a-b$$

$$a-b+4 = 2(a-b)$$

$$a^2 + b^2 - 2ab = 4a^2b^2 - 16$$

$$a^2 + b^2 = 6$$

$$\sqrt{x+5} + \sqrt{1-x} + 2\sqrt{5-4x-x^2} = 4(5-4x-x^2) + 16 + 16\sqrt{5-4x-x^2}$$

$$\text{пусть } \sqrt{5-4x-x^2} = b \geq 0$$

$$4b^2 + 18b + 10 = 0$$

$$4b^2 - 14b + 10 = 0$$

$$2b^2 + 9b + 5 = 0$$

$$2b^2 - 7b + 5 = 0$$

$$2b^2 + 6b + 17 = 0$$

$$-D = 19 - 40 = 9$$

$$b = \frac{-9 \pm 3}{2 \cdot 2} \Rightarrow b = \frac{-9 \pm 3}{4}$$

$$b = \frac{7 \pm 3}{2 \cdot 2} \Rightarrow b = \frac{7 \pm 3}{4}$$

$$D = 81 - 40 = 41 \Rightarrow b = \frac{-9 \pm \sqrt{41}}{4}$$

$$b = \frac{7 \pm 3}{4} \Rightarrow b = \frac{10}{4} = 2.5$$

$\sqrt{5-4x-x^2} = 2.5 \Rightarrow 5-4x-x^2 = 6.25 \Rightarrow x^2 + 4x + 1.25 = 0$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$b=1 \Rightarrow 5-4x-x^2=1 \Rightarrow x^2+4x-4=0 \quad x=\pm 2\sqrt{2}-2$$
$$(x+2)^2=8 \Rightarrow$$

$$b=5/2 \Rightarrow 5-4x-x^2=\frac{25}{4}$$

$$x^2+4x+\frac{5}{4}=0$$

$$(x+2)^2 = \frac{4}{4} \Rightarrow x = \pm \sqrt{\frac{11}{4}} - 2$$

$$\text{Ответ: } (\pm 2\sqrt{2}-2, 5, 0), (\pm \sqrt{\frac{11}{4}}-2, 5, 0)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$p \cos 3x + 3(p+4) \cos x = \sqrt{3} \cos 2x + 10$$

$$\cos 3x = \cos 2x \cdot \cos x - \sin x \cdot \sin 2x = (2 \cos^2 x - 1) \cos x -$$

$$- \sin x \cdot 2 \sin x \cdot \cos x = 2 \cos^3 x - \cos x - 2 \cos x (1 - \cos^2 x)$$

$$= 4 \cos^3 x - 3 \cos x \quad \cos 2x = 2 \cos^2 x - 1 \quad \text{Пусть } a = \cos x$$

$$p(4a^3 - 3a) + 3(p+4)a = 6(2a^2 - 1) + 10$$

$$4a^3 p + 12a = 12a^2 + 4 \quad | :4$$

$$a^3 p + 3a - 3a^2 - 1 = 0$$

$$(a-1)^3 + a^3(p-1) = 0 \quad \text{Если } a=1, \quad p=1$$

$$p-1 = -\frac{(a-1)^3}{a^3} \quad \text{Если } a=0, \quad \text{выражение} = -1 \Rightarrow \text{не подходит}$$

$$\sqrt[3]{p-1} = \frac{1-a}{a} = \frac{1}{a} - 1$$

$$f(b) = \frac{1}{b} - 1 \quad \text{при } b \in [-1, 1] \text{ принимает любые}$$

значения, кроме $(-\infty, 0)$ промежутка $(-2, 0) \Rightarrow$

$\Rightarrow \sqrt[3]{p-1} \notin (-2, 0)$ (Тогда решение есть, всего 7 иско-
ное a $\forall a: |a| \leq 1 \Rightarrow$ \exists x)

$$p-1 \notin (-8, 0)$$

$$p \notin (-7, 1)$$

Ответ: $(-\infty, -7] \cup [1, +\infty)$

$$\arccos\left(\frac{1}{\sqrt[3]{p-1} + 1}\right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

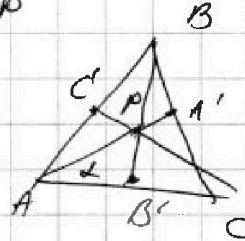
54

Вспользуемся синусовой теоремой Чебы:

В Δ -ке ABC $AA' \cap BB' = AA' \cap CC' = P$

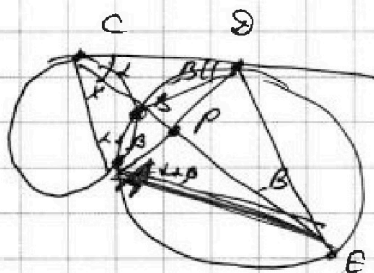
$$\frac{\sin \angle CAA'}{\sin \angle BAA'} \cdot \frac{\sin \angle ABB'}{\sin \angle CBB'} \cdot \frac{\sin \angle BCC'}{\sin \angle ACC'} = 1$$

Что верно и следует из обобщенной теоремы Чебы



$$\left(\frac{AC'}{CB} \cdot \frac{BA'}{AC} \cdot \frac{B'C}{B'A} \right) = 1, \quad \frac{AB'}{CB} = \frac{S_{ABB'}}{S_{BCC'}} = \frac{\sin \angle ABB'}{\sin \angle B'BC} \cdot \frac{AB}{AC}$$

~~Это следует из условия и для случая, когда P вне~~



Пусть $P = CE \cap AD$

$CP : PE = 2 : 5$ из условия

Пусть $\angle DCB = \alpha, \angle CDB = \beta$

Тогда $\angle DBP = \angle BCD + \angle BDC =$

$\alpha + \beta$ по впис-ти ABDE

$\angle CAB = \angle BCD = \alpha$ по теореме о хорде и касательной
 $\angle BAD = \angle CDB = \beta \Rightarrow \angle CAD = \alpha + \beta \Rightarrow AP$ - бис-ца ΔCAE
 $\Rightarrow CP : PE = CA : AE = 2 : 5$ по теореме о бис-се в ΔCAE

Пусть $\angle ACE = x \Rightarrow \angle CEA = 180 - 2\alpha - 2\beta - x$

$\angle BDE = \angle BAD = \beta$ по впис-ти ABDE $\Rightarrow \angle AED = 180 - 2\alpha - \beta - x$

по теореме синусов в ΔACE и ΔADE :

$$\frac{CD}{DE} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} \cdot \frac{AE}{AC} = \frac{\sin x}{\sin(180 - 2\alpha - 2\beta - x)}$$

по синусовой теореме Чебы ~~для ΔACE и ΔADE~~

$$\frac{\sin(x + \beta)}{\sin(2\alpha + \beta)} \cdot \frac{\sin(x + \alpha)}{\sin \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin(180 - 2\alpha - \beta - x)} = 1 \Rightarrow \frac{\sin x}{\sin(180 - 2\alpha - 2\beta - x)} = \frac{\sin \alpha}{\sin \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha} = \frac{CD}{DE} = \frac{\sin(x + \alpha)}{\sin(180 - 2\alpha - \beta - x)}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

По теореме синусов и теореме Чевы для
4-ка $CAED$ и точки пересечения B диагоналей:

$$\frac{\sin B}{\sin 2} \cdot \frac{\sin X}{\sin 2} \cdot \frac{\sin B}{\sin \angle BDA} = 1 \quad \angle BDA = \angle BEA \text{ из}$$

вписанности $ABDE$

$$\angle BEA = 180 - 2\alpha - 2\beta - X$$

$$\frac{\sin X}{\sin(180 - 2\alpha - 2\beta - X)} = \frac{\sin^2 2}{\sin^2 B}$$

2) " $\frac{AE}{AC} = \frac{5}{2}$

3) $\frac{DE}{CD} = \frac{5}{2}$

$$\frac{DE}{CD} = \frac{\sqrt{5}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{10}}{2} \text{ Ответ: } \frac{\sqrt{10}}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Сопоставим каждой точке прямоугольника 3 ^{из} C_{400}^2

симметричные точки (отн. средней линии и центра) образует прямоугольник

Пусть S_1 - кол-во вариантов с симметрией отн. ср. линии

Пусть S_2 - кол-во вариантов с симметрией отн. горизонт. ср. линии

S_3 - кол-во симметрий с центральной симметрией.

Заметим, что если ~~симметрия~~ ^{тип симметрии для точек} входит в 2 из этих 3

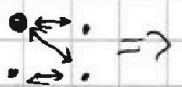
групп, то она входит и во все.

Центр. сим. + вертик.

гориз. + верт.

центр. + гориз.

пусть
ее взяли



\Rightarrow есть и

горизонтальная



- есть горизонт.



- есть вертик.

(Пусть \bullet мы взяли, тогда \rightarrow означают, что из этого следует, что и группу тогда мы тоже выбрали.)

$$100 \times 400 = 40000$$

$$S_1 = C_{20000}^4 \leftarrow \text{кол-во вариантов выбрать 4 точки в левой половине (тогда 4 точки мы возьмем}$$

$$S_2 = C_{20000}^4 \text{ аналогично}$$

$$S_3 = C_{20000}^4 \text{ - аналогично}$$

и из каждой пары берем 1 ^{представитель}

$$S_1 \cap S_2 \cap S_3 = C_{10000}^2 \leftarrow \text{как мы поняли, берем 2 прямоугольника из этих точек. Всего их } \frac{40000}{4} = 10000 \text{ выбрать}$$

$S_1 \cap S_2 \cap S_3$ считали дважды 2 раза \Rightarrow вычтем ^{нужно 2} его столько же

$$\text{Ответ: } 3 \cdot C_{10000}^4 - 2 \cdot C_{10000}^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№6

~~Решение~~ в $a-b=3$

$$a^2 + b = 710 \Rightarrow a \equiv 1 \pmod{3}, \text{ т.к. ищем } a^2 \equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow a-b=3$$

$$b \equiv 1 \pmod{3} \quad (710 - 1 \equiv 1 \pmod{3})$$

$$(a-c)/(b-c) = p^2$$

$a-c, b-c$ - целые \Rightarrow

Пусть $a-c \geq 0$

$$\frac{b-c}{a-c} > a-c \geq 0$$

$$\frac{b-c}{a-c} = p^2$$

$$a-c = 1$$

~~Пусть $a-c < 0$~~
 ~~$(a-c) = 1$~~
 ~~$(b-c) = p^2$~~

Пусть $a-c < 0$ } $c-a > 0$
 } $c-b > 0$

Тогда $(c-a)/(c-b) = p^2$

$$c-a > c-b$$

Но заметим, что

Тогда $p^2 - 1 = b-a \equiv 0 \pmod{3}$

где $p \neq 3$

$$p=3 \Rightarrow b = a+3$$

$$a = c+1$$

$$a^2 + b = c^2 + 2c + 1 + 2 + c = 710$$

$$c^2 + 3c = 700$$

$$(c-25)(c+28) = 0$$

$$c = 25 \quad c = -28$$

$$a = 26 \quad a = -27$$

$$b = 34 \quad b = -19$$

$$\frac{c-a}{c-b} = p^2$$

$c-a > c-b$
 $\frac{c-a}{c-b} > 1$
 $c-a = p^2$
 $c-b = 1 \rightarrow b = c-1$

$$b-a = p^2 - 1 \equiv 0 \pmod{3}$$

$$p=3$$

$$a = c-9$$

$$b = c-1$$

$$a^2 + b = (c-9)^2 + c - 1 =$$

$$= c^2 - 17c + 80 = 710$$

$$c^2 - 17c = 630$$

$$c = \frac{17 \pm 53}{2} \rightarrow 35$$

$$c = 35 \rightarrow a = 26$$

$$b = 34$$

Ответ: ~~(26, 34, 35)~~
~~(-27, -19, -28)~~
~~(25, -28, -27, 34, 35)~~

~~(-27, -19, -28)~~
~~(26, 34, 35)~~

(-27, -19, -28) (26, 34, 35)
(-27, -19, -18) (26, 34, 25)



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
___ ИЗ ___

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Состави таблицу из чисел $(a, a^2, b = 710 - a^2, b \pmod 3)$

a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a^2	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	144	169

$a < b$
 $a^2 + b = 710$
 $a^2 + a < 710$
 $a \leq 26$
 $a < 0$
 $a^2 + b = 710 \Rightarrow b = 710 - a^2 > a$
 $710 > a^2 + a$
 $a \leq -27$

35
 $\times 18$
 270
 35
 430

$a - b \not\equiv 3 \Rightarrow \text{т.к. } a^2 + b \equiv 2 \pmod 3$
 $a \equiv 0 \text{ или } 2$, иначе $a^2 \equiv 1 \Rightarrow a - b \equiv 3$
 $(a-c)(b-c) = p^2 \rightarrow \begin{cases} a-c = p \\ b-c = p \end{cases} \Rightarrow a = b$ противоречие
 $a-c = 1$ (т.к. $a-c < b-c$)
 $b-c = p^2$
 $a-c = 1$
 т.е. если $b - a = p^2 - 1$

Тогда $c = a - 1$ (единица в меньшем)

a	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
a^2	0	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100	121	144	169	196	225
$710 - a^2 = b$	710	709	706	701	694	685	674	661	646	629	610	589	566	541	514	485

Но $b - a = p^2 - 1 \equiv 0 \pmod 3$, или $p \not\equiv 3$
 Но тогда $b - a \equiv 8 \pmod 3 \Rightarrow$ единица в меньшем

Возьмем $p = 3 \Rightarrow b - a = 8 \Rightarrow b = a + 8$
 $\Rightarrow a^2 + b = a^2 + a + 8 = 710 \Rightarrow a^2 + a = 702 \Rightarrow a = 26$
 В этом случае $b = a + 8 \rightarrow 34$, $c = a - 1 \rightarrow 25$
 $(26; 34; 25)$
 $(-27; -19; 28)$



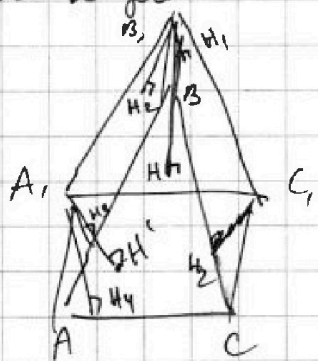
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

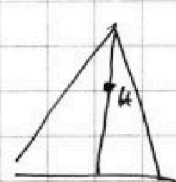
СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

П.ч. площади двух параллелограммов равны
они симметричны относительно биссектрисы
м-ты для этих двух фигур на кубе ABC - верши



Δ -ик, $S_{AA_1B_1} = S_{BB_1C_1} = 3$
Тогда перпендикуляр из B_1 на (ABC)
попадает на бис-су Δ -ка



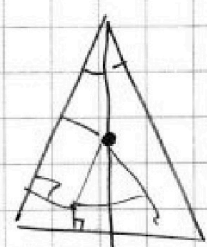
Δ -во: $S_{AA_1B_1} = AB \cdot B_1H_1$,
где $H_1 \in AB$
Аналогично $S_{BB_1C_1} = BC \cdot B_1H_2$,
где $H_2 \in BC$

\Downarrow
 $B_1H_2 = B_1H_1 \Rightarrow$

\Rightarrow По теореме о 3 перпендикулярах

B_1H_1 и H_1H_2 - перпендикуляры к своим сторонам

\Downarrow
 $H_1H_2 = \sqrt{B_1H_1^2 - B_1H_2^2} = H_1H_1 \Rightarrow H \in$ бис-се Δ -ка



аналогично определим H_3 и H_4 - как перпендикуляры из A_1 на AB и AC , $H \in \perp(ABC)$
Т.р. $V_{ABCA_1B_1C_1} = B_1H \cdot S_{ABC} = B_1H = H'C$

Пусть $AB = a \Rightarrow BC = CA = a$
 $AH_3 = \frac{3}{AB} = \frac{3}{a}$ $AH' = x$

$A_1H_4 = \frac{2}{a}$ Тогда H_3H_4 (перпендикуляр к AB) =

$= \sqrt{x^2 - \frac{9}{a^2}}$, $H_4H' = \sqrt{x^2 - \frac{4}{a^2}}$



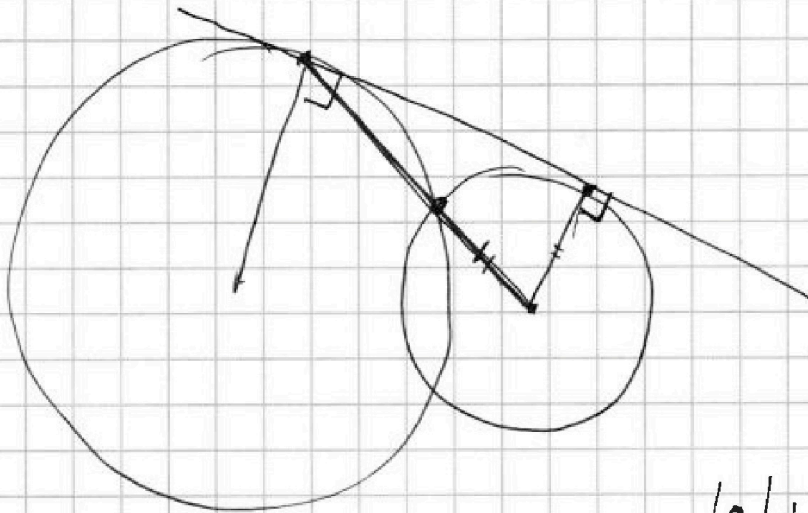
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Решение задачи



$$|a| + 4|a+9|$$

$$x+5 \geq 0$$

g

$$1-x-4z \geq 0$$

$$z \geq \frac{x-1}{4}$$

$$y-4x-x^2+z \geq 0$$

$$y+z \geq x^2+4x \quad 1-4z \geq x$$

$$1-4z \geq x$$

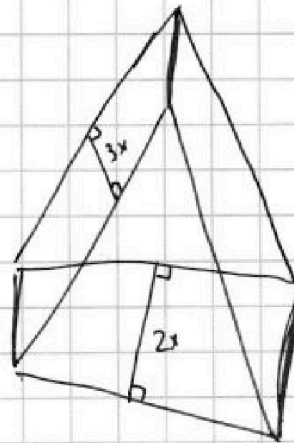
$$(x+2)^2 - 4$$

$$-4x - x^2 - 4zx \geq 20z$$

$$y+z - 4x - x^2$$

$$20z \geq 4zx + x^2 + 4x$$

$$y+z \geq x^2 + 4x$$



$$4 \quad 20000 \cdot 19999 - 19998 \cdot 19999$$

4!

-3 - *g*

$$10000 - 99999$$

$$10000 - 99999$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

6
7

$6a^2$

$6a^8$

7 8 9 10 11 12 13 14 15
0 1 2 3 4 5 6 7 8



9

$$(x-6)^2 = 9^8$$

$$\frac{1}{|x-6|} = 9^4 \Rightarrow 9^2 = \sqrt{|x-6|}$$

$$4a^3p + 12a = 12a^2 + 4$$

$$p \cos 3x + 3(p+4) \cos x = 6 \cos 2x + 10$$

$$a^3p + 3a = 3a^2 + 1$$

$$\cos 3x = 4 \cos^3 x - 3 \cos x$$

$$a^3p - 3a^2 + 3a - 1 = 0$$

$$(a-1)^3 = a^3(p-1)$$

$$p(4a^3 - 3a) + 3(p+4)a = 6(2a^2 - 1) + 10$$

$$4a^3p - 12a^2 + (2p+12)a - 4 = 0$$

$$2a^3p - 6a^2 + (p+6)a - 4 = 0$$

$$2a^2(ap-3) + (ap-3)a + 21 = \sqrt{25-18} - 9$$

$$4ap(2a^2+1)ap$$

$$(21+4)(21-3)$$

a
a^2

33
x33

$$9-121 =$$

$$22-22 = 4 \cdot 121 = 484$$

$$25-18$$

$$50-9$$

$$27 = 729$$

$$\frac{28}{28} = 1$$

$$450 \cdot 12$$

2

$$(30-2)^2 = 900 - 120 + 4 = 784$$

0 20

$$25-18 \cdot 12$$

21

1 21

2 21

$$5 \cdot 3 \cdot 24$$

$$5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot \sqrt{6}$$

$$30\sqrt{6} \quad 21$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
из

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\sqrt{x+5} + \sqrt{1-x-4z} + 9 = 2\sqrt{y-4x-x^2+z}$$

$$\text{Реш} \quad 6-4z - 2\sqrt{(x+5)(1-x-4z)} = 4y-16x-4x^2+4z+16 - 16\sqrt{y-4x-x^2+z}$$

$$\cos 3x + \cos x$$

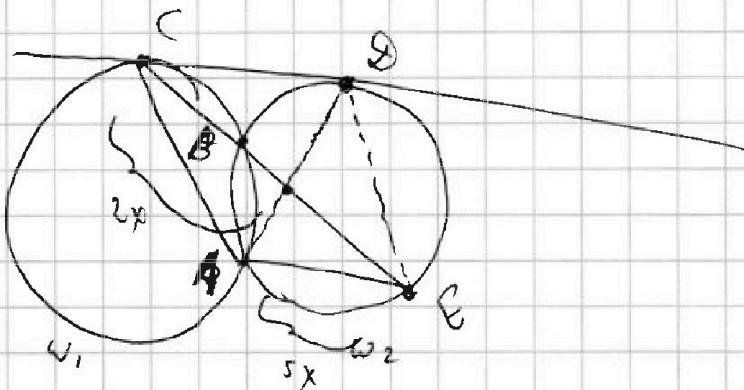
$$\cos 2x+x + \cos 2x-x$$

$$2 \cos 2x - \cos x \text{ Реш}$$

$$\begin{array}{r} 539 \\ + 539 \\ \hline 1078 \\ 2809 \end{array}$$

$$2p \cos 2x - \cos x + 2p \cdot \cos x = 6 \cos 2x - 12 \cos x + 10$$

$$2p \cos x (\cos 2x + 1) = 6(\cos 2x - 2 \cos x) + 10$$



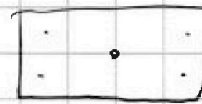
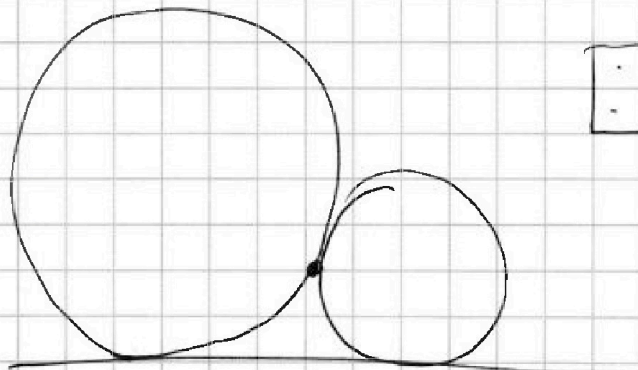
$$630 = 3 \cdot 210$$

$$3021$$

$$17 \cdot 17$$

$$289 + 2520$$

$$2809$$



$$3 (20-3)^2$$

$$400 - 120 + 9$$

$$289$$

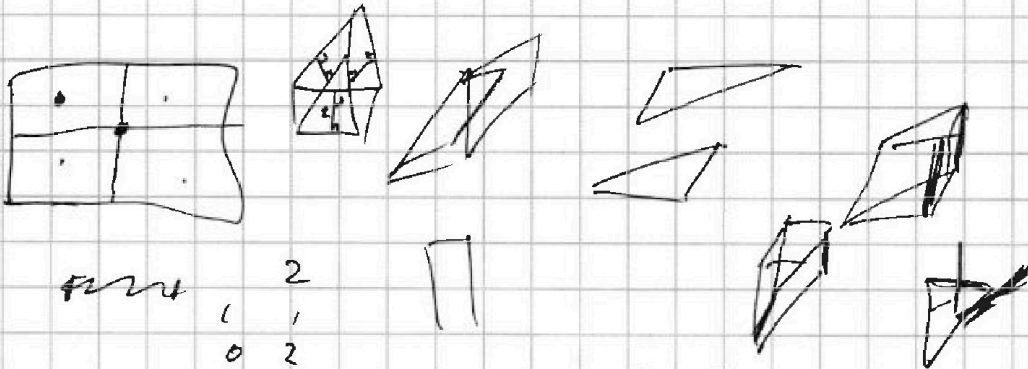


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$a, b > 0 \Rightarrow$

$$b^2 + b^2 \leq 10$$

$$2a^2 + 2b$$

$$\underline{2a^2 + 2b}$$

$$26^2 + 26$$

$$26 \cdot 27$$

$$\frac{27}{26}$$

$$\frac{162}{26}$$

$$+ 54$$

$$\frac{702}{26}$$

$(a-c, b-c)$

$$a^2 - b$$

$$a^2 - a + 10$$

$$28^2$$

$$x^2 - 5$$

$$x + 5 \geq 0$$

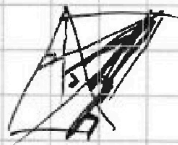
$$1 - x - 4z \geq 0$$

$$y - 4x - x^2 + z \geq 0$$

$$4 + y + z \geq (x+2)^2$$

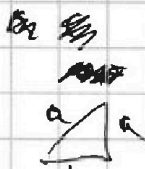
$$4 + y \geq (x+2)^2$$

$$y \geq x^2$$



$$b^2 - a^2 = d^2 - c^2$$

$$b^2 - d^2 = c^2 - a^2$$



$$\frac{1 - \sin 60^\circ}{2} \geq \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{a^2 - \sqrt{3}}{4} = 1$$

$$\sqrt{4/\sqrt{3}}$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot 3^{1/4}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

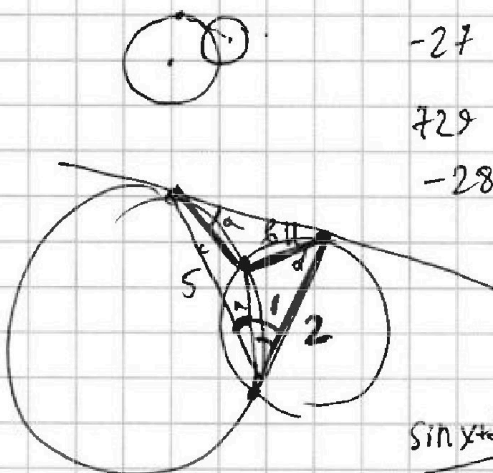
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$x+5 + 1-x-4z$$

$$6-4z = 4(y-4x-x^2+z) + 16 - 8\sqrt{y-4x-x^2+z}$$

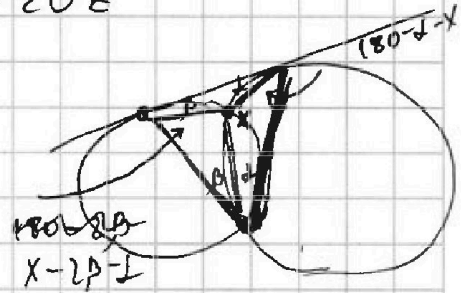
$$2\sqrt{x-x^2-4zx+5-5x-20z}$$

$$-x^2 - 4x - 4zx - 20z$$



$$\begin{array}{r} -27 \\ 729 \\ -28^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 28 \\ 28 \\ 224 \\ 56 \\ 784 \end{array}$$



$$\frac{2}{\sin x} = \frac{a}{\sin 2}$$

$$\frac{b}{\sin \beta} = \frac{5}{\sin(x-2-\beta)}$$

$$26^2 + 26$$

$$26 \cdot 27$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 26 \\ \hline 162 \\ 54 \\ \hline 702 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 02 \\ \hline 40 \end{array}$$

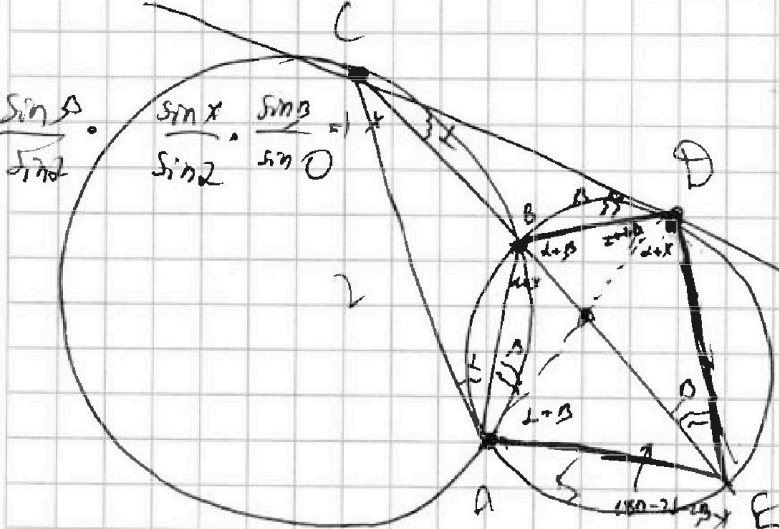
$$\begin{array}{r} 162 \\ + 54 \\ \hline 216 \end{array}$$

$$a + 27$$

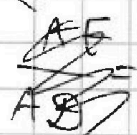
$$\begin{array}{r} 54 \\ \times 13 \\ \hline 162 \\ 54 \\ \hline 702 \end{array}$$

$$\frac{\sin \beta \cdot \sin \gamma \cdot \sin \delta}{\sin \alpha} = 1 \quad \frac{\sin(x+\delta) \cdot \sin \beta}{\sin \delta \cdot \sin(2\beta+x)} = 1$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin \delta} \cdot \frac{\sin x}{\sin 2} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \delta} = 1$$



$$\frac{ED}{CD} = \frac{AE - AB}{AD \cdot AC}$$



$$\frac{CB}{CD} = \frac{BD}{DE}$$

$$\frac{CB}{BD}$$

$$\frac{\sin x}{\sin(2\delta + 2\beta + x)}$$

$$\frac{\sin(2\delta + \beta + x)}{\sin(\delta + x)}$$

$$\frac{CB}{BD}$$