



МОСКОВСКИЙ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"  
ПО МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС. Вариант 2



- 1. [3 балла] Найдите все действительные значения  $x$ , при каждом из которых существует геометрическая прогрессия, состоящая из действительных чисел и такая, что её четвёртый член равен

$$\sqrt{\frac{15x+6}{(x-3)^3}}, \text{ десятый член равен } x+4, \text{ а двенадцатый член равен } \sqrt{(15x+6)(x-3)}.$$

2. [4 балла] Решите систему уравнений

$$\begin{cases} \sqrt{x+7} - \sqrt{5-x-3z} + 6 = 2\sqrt{y-2x-x^2+z}, \\ |y-20| + 2|y-35| = \sqrt{225-z^2}. \end{cases}$$

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

$$\cos 3x + 6 \cos x = 3 \cos 2x + p$$

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

4. [5 баллов] Две окружности  $\omega_1$  и  $\omega_2$  пересекаются в точках  $A$  и  $B$ , а их общая касательная имеет с  $\omega_1$  и  $\omega_2$  общие точки  $C$  и  $D$  соответственно, причём точка  $B$  расположена ближе к прямой  $CD$ , чем точка  $A$ . Луч  $CB$  пересекает  $\omega_2$  в точках  $B$  и  $E$ . Найдите отношение  $ED : CD$ , если диагональ  $AD$  четырёхугольника  $ACDE$  делит отрезок  $CE$  в отношении  $9 : 25$ , считая от вершины  $C$ .
- 5. [4 балла] Дан клетчатый прямоугольник  $150 \times 200$ . Сколькими способами можно закрасить 8 клеток этого прямоугольника так, чтобы закрашенное 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  $a - b$  не кратно 3,
  - число  $(a - c)(b - c)$  является квадратом некоторого простого числа,
  - выполняется равенство  $a + b^2 = 820$ .
7. [6 баллов] В основании призмы лежит равносторонний треугольник со стороной 2. Площади её боковых граней равны 5, 5 и 4. Найдите высоту 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  $y_i$  -  $i$ -й член прогрессии, тогда

$$y_4 = y_1 \cdot k^3 = \sqrt{\frac{15x+6}{(x-3)^3}} \quad y_{10} = y_1 \cdot k^9 = x+4$$

$$y_{12} = y_1 \cdot k^{11} = \sqrt{(15x+6)(x-3)}, \text{ где } k - \text{знаменатель}$$

прогрессии

$$\frac{y_{12}}{y_4} = k^8 = \sqrt{\frac{(15x+6)(x-3)^4}{15x+6}} = (x-3)^2$$

Если  $15x+6 \geq 0$ , то  $y_4 = y_{12} = 0 \Rightarrow y_{10} = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow 15x+6 = 0 = x+4$  - решений нет

$$y_{12} = y_{10} \cdot k^2 \Rightarrow \sqrt{(15x+6)(x-3)} = (x+4) \sqrt{(x-3)^2}$$

$$(15x+6)^2 (x-3)^2 = (x+4)^4 (x-3)^2 \quad x \neq 3, \text{ так как}$$

тогда  $y_4$  в знаменателе под корнем 0.

$$|15x+6| = (x+4)^2$$

$$\begin{cases} x^2 + 8x + 16 = 15x + 6 \\ x^2 + 8x + 16 = -15x - 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x^2 - 7x + 10 = 0 \text{ I} \\ x^2 + 23x + 22 = 0 \text{ II} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 2 \text{ по т. Виета из I} \\ x = 5 \\ x = -1 \text{ по т. Виета из II} \\ x = -22 \end{cases}$$

$x=2$  не подходит,  
 так как тогда  
 ~~$y_4 = 0$~~   $y_{12}$  - корень  
 из стр. числа

$x = -22$  не подходит, так как  
 тогда  $y_4 > 0$   $y_{12} > 0$ , но  $y_{10} < 0$

Ответ: -1; 5



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!

$$\cos 3x + 6 \cos x = 3 \cos 2x + p \quad N 3$$

$$\cos 2x \cos x - \sin 2x \sin x + 6 \cos x - 3(\cos^2 x - \sin^2 x) = p$$

$$\cos^3 x - \sin^2 x \cos x - 2 \sin^2 x \cos x + 6 \cos x - 3 \cos^2 x + 3 \sin^2 x = p$$

$$\cos^3 x - 3 \sin^2 x \cos x + 6 \cos x - 3 \cos^2 x + 3 - 3 \sin^2 x = p$$

$$\cos^3 x - 3 \cos x (1 - \cos^2 x) + 6 \cos x - 6 \cos^2 x + 3 = p$$

$$\cos^3 x - 3 \cos x + 3 \cos^2 x + 6 \cos x - 6 \cos^2 x + 3 = p$$

$$\cos^3 x - 3 \cos^2 x + 3 \cos x - 1 = p - 4$$

$$(\cos x - 1)^3 = p - 4$$

$$E(\cos x) = [-1; 1]$$

$$E(\cos x - 1) = [-2; 0]$$

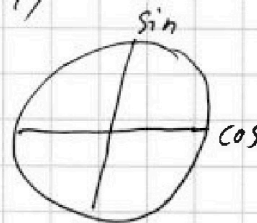
$$E((\cos x - 1)^3) = [-8; 0]$$

$$p \in [-4; 4]$$

$$\Leftarrow = E(p - 4)$$

$$\cos x - 1 = \sqrt[3]{p - 4}$$

$$\cos x = \sqrt[3]{p - 4} + 1$$



$$x = \pm \arccos(\sqrt[3]{p - 4} + 1) + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

Ответ:  $p \in [-4; 4]; x = \pm \arccos(\sqrt[3]{p - 4} + 1) + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$

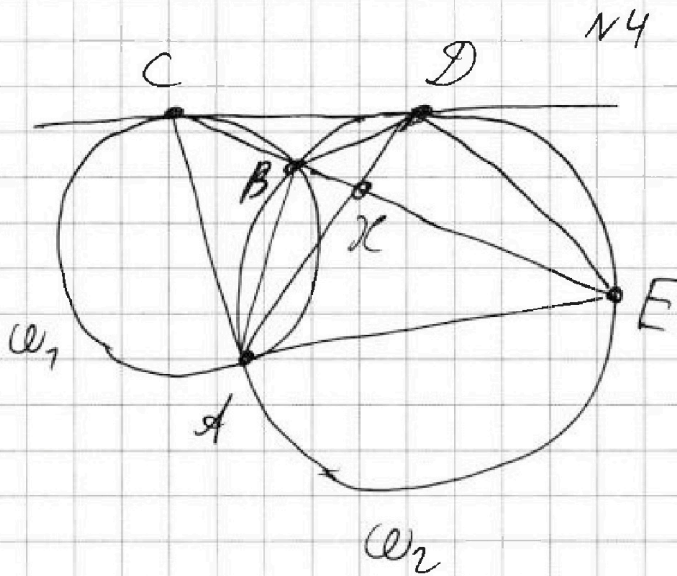


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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  $CE \cap AD = K$

$$\angle DCB = \angle CAB, \quad \angle CDB = \angle ADB$$

$$\angle DBE = \angle CDB + \angle DCB$$

$$\angle DBE = \angle DAE$$

$$\angle DBE = \angle CDB + \angle DCB = \angle CAD \Rightarrow$$

$\Rightarrow CK$  — биссектриса  $\triangle CAE \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{CK}{KE} = \frac{a}{25} = \frac{AC}{AE}$$

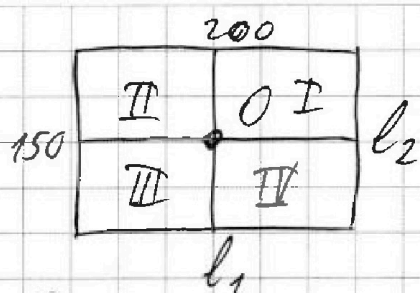
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 3

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!



$l_1, l_2$  - средние линии  
прямоугольника  
O - центр прямоугольника

Римскими цифрами обозначены области прямоугольника относительно его границ и средних линиями.

Множество обладает симметрией отн.  $l_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  для любой точки в I и II есть образ в II и III  $\Rightarrow$  в I и II 4 клетки, а их образ в II и III выбираются однозначно  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  количество способов  $C_{100 \cdot 150}^4 = C_{15000}^4$

Множество обладает симметрией отн.  $l_2$ .

В этом случае рассуждения аналогичны для пар областей I, II и III, IV и

количество способов  $C_{200 \cdot 75}^4 = C_{15000}^4$

Множество обладает симметрией отн. O  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  для любой точки из I однозначно определен образ в III и для любой точки в II однозначно определен образ в IV  $\Rightarrow$  в I и II 4 клетки и

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.



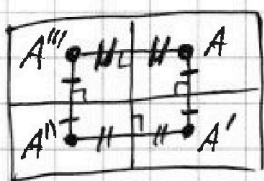
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 из 3

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!

тогда количество способов  $C_{75 \cdot 200}^4 = C_{15000}^4$

Множество обладает симметрией отн.  $l_1$  и  $l_2 \Rightarrow$  для любой точки в I есть образ в II и IV, а также есть образ образов в III:

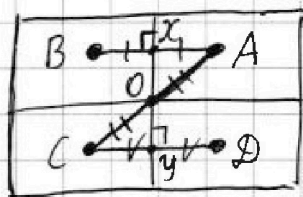


Тогда 8 точек представляют две группы по 4, которые задают вершины прямоугольника, тогда в каждой области по 2 точки и зная 2 точки в I остальные в остальных областях однозначно.  $\Rightarrow$  количество способов  $C_{100 \cdot 75}^2 = C_{7500}^2$

Также в этом случае есть и симметрия отн. O.

Множество обладает симметрией отн.  $l_1$  и O.

Тогда для каждой точки в I есть образ в II и III, а для образа в III есть образ в IV:



$\triangle AXO = \triangle CYO$  по 2 углам и стороне  $\Rightarrow XO = YO \Rightarrow ABCD$  - прямоугольник и получаем

ту же ситуацию, что в предыдущем случае (опять есть 3 симметрии)  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  количество способов  $C_{7500}^2$



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  
3 из 3

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!

Множество обладает симметрией относительно  $v_2$  и  $v$  аналогично  $v_1$  и  $v \Rightarrow C_{7500}^2$

Множество обладает 3 симметриями также симметрия  $\Rightarrow C_{7500}^2$

По формуле включения-исключения ответ на задачу:

$$3C_{15000}^4 - 2C_{7500}^2$$

Ответ:  $3 \cdot C_{15000}^4 - 2 \cdot C_{7500}^2$



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!

$$(a-c)(b-c) = p^2, \text{ где } p \text{ - простое}$$

$a > b \Rightarrow a-c > b-c \Rightarrow$  есть 2 случая  
чему равны  $a-c$  и  $b-c$

$$\text{I } a-c = p^2 \quad b-c = 1$$

$$\text{II } a-c = -1 \quad b-c = -p^2$$

Решим I случай:

$$a = p^2 + c, \quad b = c + 1$$

$$a \not\equiv b \pmod{3} \Leftrightarrow$$

$$p^2 + c \not\equiv c + 1 \pmod{3} \Leftrightarrow$$

$$p^2 \not\equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow p = 3$$

$$a = 9 + c, \quad b = c + 1$$

$$a + b^2 = 9 + c + c^2 + 2c + 1 = c^2 + 3c + 10 = 820$$

$$c^2 + 3c - 810 = 0$$

$$\begin{cases} c = -30 \\ c = 27 \end{cases} \text{ по т. Виета}$$

$$\text{Есть } c = 27, a = 36, b = 28$$

$$c = -30, a = -21, b = -29$$

Решим II случай:

$$a = c - 1, \quad b = c - p^2$$

$$a \not\equiv b \pmod{3} \Leftrightarrow c - 1 \not\equiv c - p^2 \pmod{3} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow p^2 \not\equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow p = 3$$

$$a = c - 1, \quad b = c - 9$$

$$a + b^2 = c - 1 + c^2 - 18c + 81 = c^2 - 17c + 80 = 820$$

$$c^2 - 17c - 740 = 0 \Rightarrow \begin{cases} c = -20 \\ c = 37 \end{cases} \text{ по т. Виета}$$





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!

$$c = -20, a = -27, b = -29$$

$$c = 37, a = 36, b = 28$$

$$\text{Ответ: } (-27; -29; -30), (36; 28; 27), \\ (36; 28; 37), (-27; -29; -20)$$



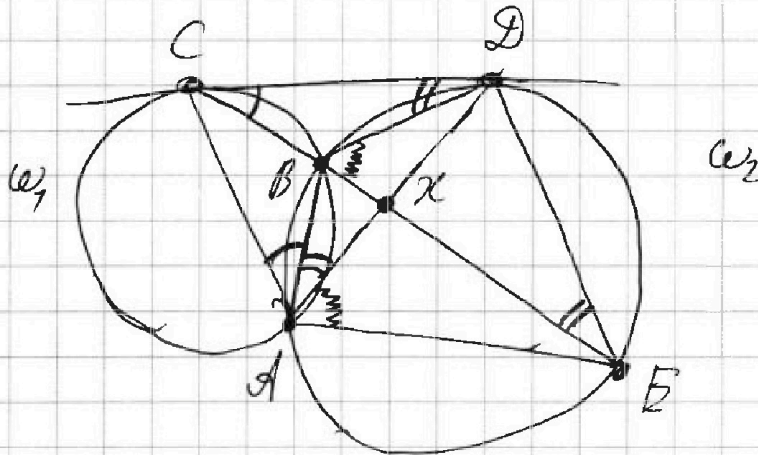
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$\begin{cases} \sqrt{x+7} - \sqrt{5-x-3z} + 6 = 2\sqrt{y-2x-x^2+z} \\ |y-20| + 2|y-35| = \sqrt{225-z^2} \end{cases}$$



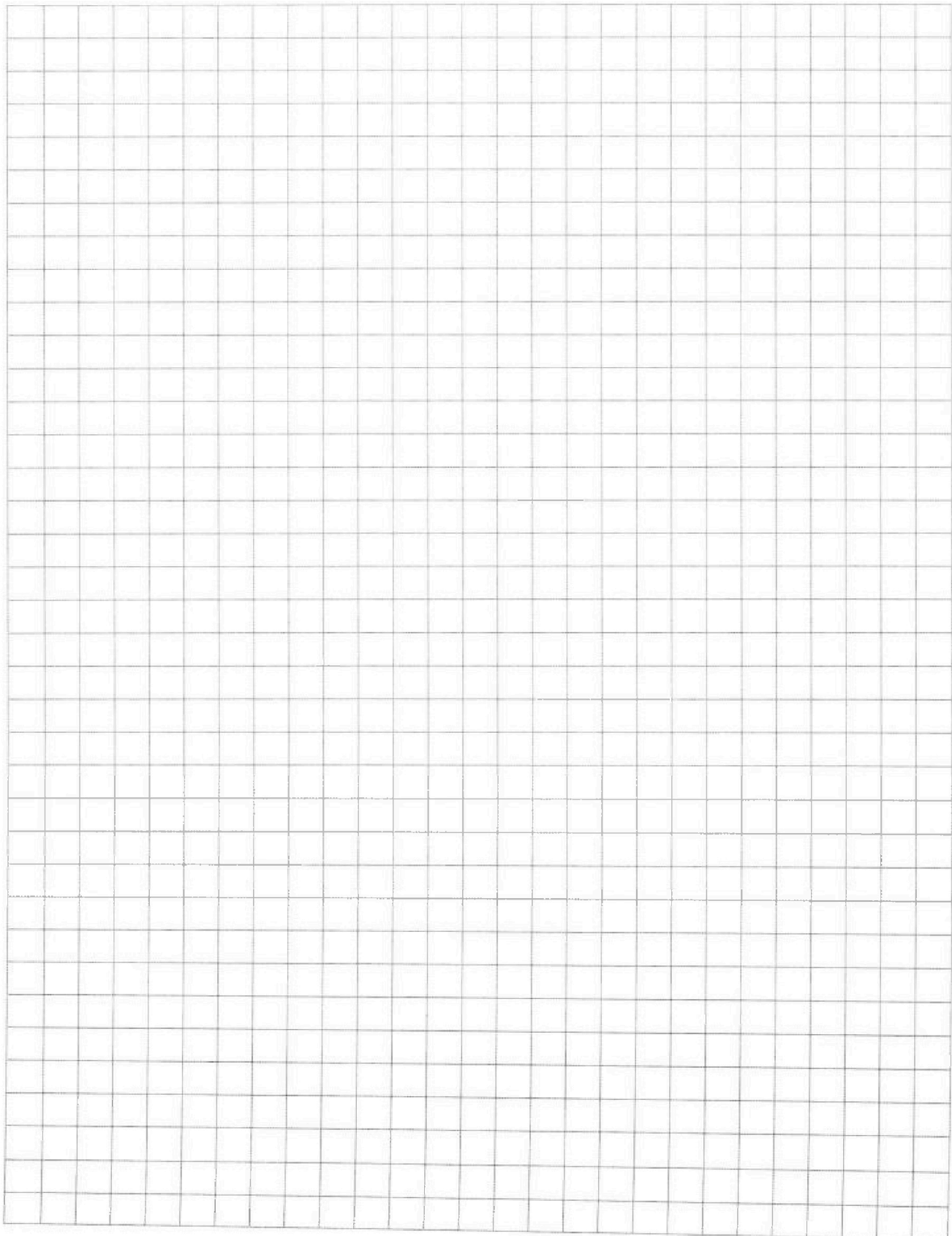


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!



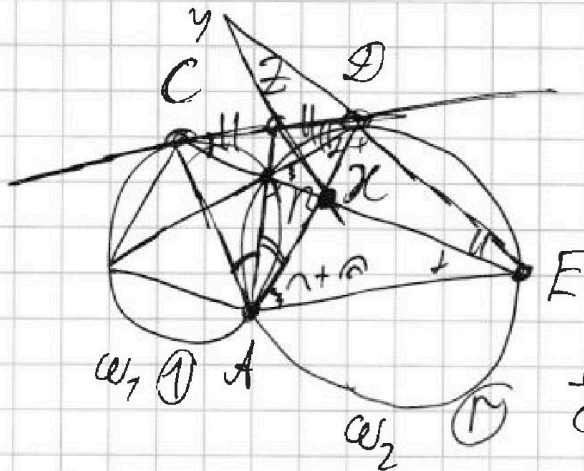


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{ED}{CD} = ? \quad CD^2 = CB \cdot CE$$

$$\frac{CK}{KE} = \frac{9}{25} \quad CD = \frac{CB \cdot CE}{CB}$$

$$\frac{ED}{CD} = \frac{DB}{BC} \quad \frac{ED}{DC} = \frac{EB \cdot CB}{CB \cdot CE}$$

$$\frac{ED}{CD} = \frac{\sin \angle DCE}{\sin \angle DEC} = \frac{\sin \angle CAB}{\sin \angle CDB} = \frac{AD}{AC} = \frac{AD}{AC}$$

$$1 = \frac{S_{ACZ}}{S_{AZD}} = \frac{AC \cdot AZ \cdot \sin \angle CAB}{AZ \cdot AD \cdot \sin \angle CAB} = \frac{AC \cdot \sin \angle CAB}{AD \cdot \sin \angle CAB}$$

$AZ$  - биссектриса  $\Rightarrow$

$$\frac{CK}{KE} = \frac{AC}{AE} = \frac{9}{25}$$

$$AD \rightarrow \alpha + \rho$$

$$AE \rightarrow 180 - \alpha - \rho - \rho - \alpha$$

$$\alpha + \rho \neq 180 - \alpha - \rho - \rho - \alpha$$

$$180 = \alpha + \rho + \rho + \alpha + \alpha + \alpha$$

$$AC \rightarrow AD$$

$$AD \rightarrow AE \quad \frac{AD}{AC} \rightarrow \frac{AE}{AD}$$

нов. гипотезы

$$|z| \leq 15$$

$$x \geq -7$$

$$x + 3z \leq 5$$

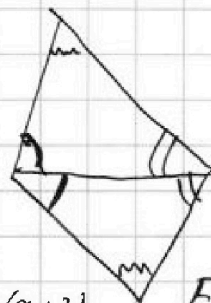
$$3z \leq 5 - x$$

$$z \leq 12$$

$$z \leq 4$$

$$y \geq x^2 + 2x - 2$$

$$y \geq 49$$



$$AD = AC \cdot t$$

$$AE = AD$$

$$\frac{DY}{YE} = \frac{9}{25}$$

$$\frac{EX}{XC} \cdot \frac{CZ}{ZD} \cdot \frac{DY}{YE} = 1$$

$$\frac{25}{9} = \frac{DY}{YE} = 1$$

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!

$$\cos 3x + 6\cos x = 3\cos 2x + p \quad p: \exists \text{ хотя бы } 1 \text{ решение}$$

$$\cos 3x = \cos(2x+x) = \cos 2x \cos x - \sin 2x \sin x = 2\cos x$$

$$\cos 2x \cos x + 6\cos x - \sin 2x \sin x - 3\cos 2x = p$$

$$(\cos^2 x - \sin^2 x)\cos x + 6\cos x - 2\sin^2 x \cos x - 3(\cos^2 x - \sin^2 x) = p$$

$$\cos^3 x - \sin^2 x \cos x + 6\cos x - 2\sin^2 x \cos x - 3\cos^3 x + 3\sin^2 x = p$$

$$-2\cos^3 x + 6\cos x - 3\sin^2 x \cos x + 3\sin^2 x = p$$

$$-2\cos^3 x + 6\cos x - 3\cos x(1 - \cos^2 x) + 3\sin^2 x = p$$

$$-2\cos^3 x + 6\cos x - 3\cos x + 3\cos^3 x + 3 - 3\cos^2 x = p$$

$$\cos^3 x - 3\cos^2 x + 3\cos x + 3 = p$$

$$\cos^3 x - 3\cos^2 x + 3\cos x - 1 = p - 4$$

$$(\cos x - 1)^3 = p - 4$$

$$\cos x \in [-1; 1]$$

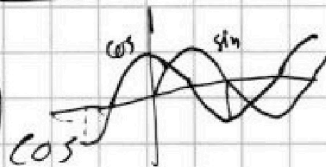
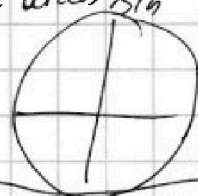
$$\cos x - 1 \in [-2; 0]$$

$$(\cos x - 1)^3 \in [-8; 0] \exists p - 4$$

$$\begin{aligned} (a-b)^3 &= (a-b) \cdot \\ &\cdot (a^2 - 2ab + b^2) = \\ &= a^3 - 2a^2b + ab^2 - \\ &- ba^2 + 2ab^2 - b^3 = \\ &= a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3 \end{aligned}$$

$$\cos x - 1 = \sqrt[3]{p-4} \quad \arccos y = \arccos y \text{ или } \arcsin$$

$$\cos x = \sqrt[3]{p-4} + 1$$



$$x = \arccos(\sqrt[3]{p-4} + 1) + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}, \sqrt[3]{p-4} + 1 \geq 0$$

$$x = -\arccos(-1 - \sqrt[3]{p-4}) + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}, \sqrt[3]{p-4} + 1 < 0$$

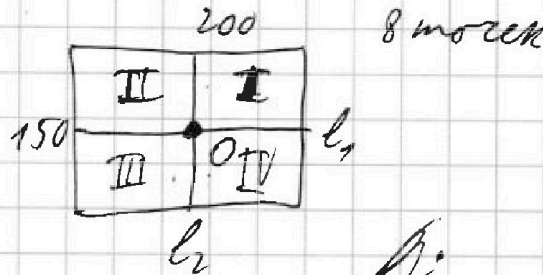
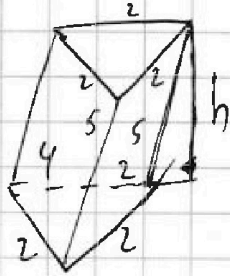


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

СТРАНИЦА  
\_\_ 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!



I II  
 $l_1: C_{75 \cdot 200}^4$

II III  
 $l_2: C_{150 \cdot 100}^4$

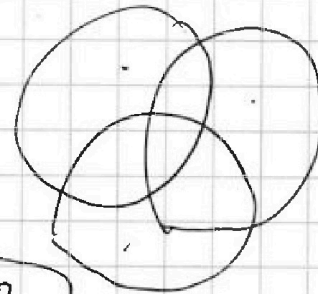
O:  
 $C_{75 \cdot 200}^4$

I  
 $l_1 + l_2: C_{75 \cdot 200}^2$

I  
 $l_1 + O: C_{75 \cdot 100}^2$

O +  $l_2: C_{75 \cdot 200}^2$

$l_1 + l_2 + O: C_{75 \cdot 100}^2$



$$C_{1500}^4 + C_{1500}^4 + C_{1500}^4 - C_{7500}^2 \cdot 3 + C_{7500}^2 =$$

$$3C_{15000}^4 - 2C_{7500}^2$$

$$\frac{15000! \cdot 3}{4! \cdot 14996!} - 3 + 5 + 4 + 4 = 8 + 8 = 16$$



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!

$$y_1 \quad y_4 = k^3 y_1 = \sqrt{\frac{15x+6}{(x-3)^3}} \quad y_{10} = k^9 y_1 = x+4 \quad 3 \cdot 4 = 12$$

$$y_{12} = k^{11} y_1 = \sqrt{(15x+6)(x-3)}$$

$$k^8 = \sqrt{\frac{(15x+6)(x-3)}{(x-3)^3}} = \sqrt{\frac{(15x+6)(x-3)}{15x+6}} = (x-3)^{-1/2}$$

$$k^8 = (x-3)^{-2} \Rightarrow k^2 = 4(x-3)^2$$

$$(x+4)^4 \sqrt{(x-3)^2} = \sqrt{(15x+6)(x-3)}$$

$$(x+4)^2 \sqrt{(x-3)^2} = (15x+6)(x-3)$$

$$(x+4)^2 \cdot (x-3) = (15x+6)(x-3)$$

$$x^2 + 7x + 16 = 15x + 6$$

$$(x+4)^4 (x-3)^2 = (15x+6)^2 (x-3)^2$$

$$(x+4)^4 = (15x+6)^2$$

$$(x+4)^2 = |15x+6|$$

$$\begin{cases} 15x+6 \geq 0 \\ x^2 + 8x + 16 = 15x + 6 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 15x+6 \geq 0 \\ x^2 - 7x + 10 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = -22 \\ x = -1 \end{cases}$$

$$x = \frac{-23 \pm 27}{2}$$

$$\begin{cases} x = 5 \\ x = 2 \end{cases}$$

$$y_{10} = k^9 y_1 = x+4$$

$$k^8 = 16 \quad k^2 = 2$$

$$(x+4)^2 = 16$$

$$(x+4)^2 = 16 \Rightarrow x+4 = \pm 4$$

$$x = 0 \quad x = -8$$

$$15x+6 = 0$$

$$x = -4/5$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ + 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$(x-3)^2 = 0$$

$$x = 3 \text{ - не подходит}$$

$$D = 49 - 40 = 9 \Rightarrow \sqrt{9} = 3$$

$$x = \frac{7 \pm 3}{2}$$

$$x^2 + 8x + 16 = -6 - 15x$$

$$x^2 + 13x + 22 = 0$$

$$D = 23^2 - 88 = 529 - 88 = 441$$

$$= 27^2$$



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!

$$\Sigma = 3+4+5+5+4+4+6 = 20+8+3 = 31$$

$$\begin{array}{r} 3249 \mid 9 \\ 361 \end{array}$$

$$a, b, c \in \mathbb{Z}$$

$$p^2 = c^2 + ab - c(a+b)$$

$$1) a > b$$

$$(p-c)(p+c) = ab - c(a+b)$$

$$2) a - b \not\equiv 0 \pmod{3} \Rightarrow a \not\equiv b$$

$$3) (a-c)(b-c) = p^2 = ab - ac - bc + c^2$$

$$4) a + b^2 = 820$$

$$\begin{array}{r} 820 \mid 2 \quad 235 \\ 410 \mid 2 \quad 711 \\ 205 \mid 5 \quad 13 \\ 41 \end{array}$$

$$I: a > c \quad b > c$$

$$a - c = p = b - c$$

$$II: c > a \quad c > b$$

$$a = b \quad X$$

$$a - c \vee b - c$$

$$c - a = c - b$$

$\Leftrightarrow$

$$a = b \quad X$$

$$a \vee b$$

$$a > b \Rightarrow a - c = p^2 \quad b - c = 1 \quad I$$

$$a - c = -1 \quad b - c = -p^2 \quad II$$

$$820 = 2^2 \cdot 5 \cdot 41$$

$$a \not\equiv b \pmod{3}$$

$$820 \equiv 1 \pmod{3}$$

$$\begin{cases} a \geq 1, b \geq 0 \\ a \geq 0, b \neq 0 \end{cases}$$

$$\textcircled{I} \quad a - c = p^2, \quad b - c = 1, \quad a > b, \quad a \not\equiv b \pmod{3}, \quad a + b^2 = 820$$

$$a = c + p^2 \quad a + b^2 = c + p^2 + (c+1)^2 = c + p^2 + c^2 + 1 + 2c = 820$$

$$b = c + 1$$

$$p^2 \not\equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow p = 3$$

$$c, \quad a = c + 9, \quad b = c + 1$$

$$a + b^2 = c + 9 + c^2 + 2c + 1 =$$

$$= c^2 + 3c + 10 = 820$$

$$c^2 + 3c - 810 = 0$$

$$D = 9 + 810 \cdot 4 = 9 + 40 + 3200 = 3249$$

$$c = \frac{-3 \pm \sqrt{3249}}{2}$$





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!

I:  $c, a=c+9, b=c+1$

$$c = \frac{-3 \pm \sqrt{3249}}{2}$$

$$c = \frac{-3 \pm 3 \cdot 79}{2} = \frac{-3 \pm 57}{2}$$

$c = -30$	$c = 27$
$a = -21$	$a = 36$
$b = -29$	$b = 28$

$$3249 = 9 \cdot 361$$

$$9 \cdot 19^2 = 3^2 \cdot 19^2$$

$$29^2 - 21 = 820 \checkmark$$

$$29^2 + 36 = 820 \checkmark$$

$$29^2 = 841$$

$$20^2 = 784$$

$$361/19$$

$$2 \mid$$

$$101:13$$

$$\begin{array}{r} 361/19 \\ 19 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 177 \\ -19 \\ \hline 171 \\ 0 \end{array}$$

$$171$$

$$0$$

$$28$$

$$+28$$

$$57$$

2 x

3 x

5 x

7 x

11 x

13 x

17

19

90+11

3 \cdot 19 =

= 30 + 27 \cdot 2

= 52

II  $a-c=-1, b-c=-p^2, a>b, a \not\equiv b \pmod{3}, a+b^2=820$

$$a=c-1$$

$$b=c-p^2$$

$$a \not\equiv b \pmod{3} \Leftrightarrow c-1 \not\equiv c-p^2$$

$$-1 \not\equiv -p^2 \pmod{3} \Rightarrow p \equiv 2$$

$$1 \not\equiv p^2$$

$$240 = 2 \cdot 5 \cdot 37 \cdot 2$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 17 \\ \hline 119 \\ +17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$a=c-1 \quad b=c-9$$

$$a+b^2 = c-1 + c^2 + 81 - 18c = 820$$

$$c = \frac{17 \pm 57}{2}$$

$$c^2 - 17c + 80 = 820$$

$$c^2 - 17c - 740 = 0$$

$$c = 37$$

$$D = 17^2 + 4 \cdot 740 =$$

$$c = -20$$

$$= 2800 + 160 + 289 =$$

$$= 3089 + 160 = 3249 =$$

$$= 3^2 \cdot 79^2$$

$c = 37$	$c = -20$
$a = 36$	$a = -21$
$b = 28$	$b = -29$