



МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ

ОЛИМПИАДА "ФИЗТЕХ"
ПО МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС. Вариант 4



1. [4 балла] Натуральные числа a, b, c таковы, что ab делится на $2^6 3^{13} 5^{11}$, bc делится на $2^{14} 3^{21} 5^{13}$, ac делится на $2^{16} 3^{25} 5^{28}$. Найдите наименьшее возможное значение произведения abc .
2. [5 баллов] Дан прямоугольный треугольник ABC . Окружность, касающаяся прямой AC в точке A , пересекает высоту CD , проведённую к гипотенузе, в точке E , а катет BC – в точке F . Известно, что $AB \parallel EF$, $AB : BD = 1,4$. Найдите отношение площади треугольника ACD к площади треугольника CEF .
3. [4 балла] Решите уравнение $10 \arccos(\sin x) = 9\pi - 2x$.
4. [5 баллов] Найдите все значения параметра a , для каждого из которых найдётся значение параметра b , при котором система уравнений

$$\begin{cases} 5x + 6ay - b = 0, \\ (x^2 + y^2 - 25)(x^2 + y^2 + 18y + 77) = 0 \end{cases}$$

имеет ровно 4 решения.

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

$$\log_{11}^4 x - 6 \log_x 11 = \log_{x^3} \frac{1}{121} - 5, \quad \text{и} \quad \log_{11}^4 (0,5y) + \log_{0,5y} 11 = \log_{0,125y^3} (11^{-13}) - 5.$$

Найдите все возможные значения произведения xy .

6. [5 баллов] На координатной плоскости дан параллелограмм с вершинами в точках $O(0;0)$, $P(-15;90)$, $Q(2;90)$ и $R(17;0)$. 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 $6x_2 - 6x_1 + y_2 - y_1 = 48$.
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 180, $SA = BC = 20$.
 - 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 , $SN = 6$, а радиус сферы Ω равен 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!

№1.

$$ab : 2^6 \cdot 3^{13} \cdot 5^{11}$$

$$bc : 2^{14} \cdot 3^{21} \cdot 5^{13}$$

$$ac : 2^{16} \cdot 3^{25} \cdot 5^{28}$$

Пусть a_1, b_1, c_1 - степени входящие тройки

В тройке a, b, c соответственно. Тогда имеем систему:
т.е. abc имеет min, то пусть min степень входящая 2, 3, 5 в

$$+ \begin{cases} a_1 + b_1 \geq 6 \\ b_1 + c_1 \geq 14 \\ c_1 + a_1 \geq 16 \end{cases} \quad \text{откуда} \quad a_1 + b_1 + c_1 \geq 18, \text{ заметим} \\ \text{то равенство достигается}$$

Пусть a_2, b_2, c_2 - степени входящие тройки при $a_1 = 4, b_1 = 2, c_1 = 12$

Пусть a_2, b_2, c_2 - степени входящие тройки

в a, b, c соответственно, откуда имеем

$$\begin{cases} a_2 + b_2 \geq 13 \\ b_2 + c_2 \geq 21 \\ c_2 + a_2 \geq 25 \end{cases} \quad \text{сложив, имеем: } a_2 + b_2 + c_2 \geq \frac{59}{2},$$

т.е. $a, b, c \in \mathbb{N}$, то $a_2 + b_2 + c_2 \geq$

≥ 30 . Заметим, что $a_2 = 8, b_2 = 5, c_2 = 17$ упрощ.

имеем, и имеем также равно 30.

Пусть a_3, b_3, c_3 - степени входящие тройки

в a, b, c соответственно, откуда имеем.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

$$\begin{cases} a_3 + b_3 \geq 11 & (1) \\ b_3 + c_3 \geq 13 & (2) \\ c_3 + a_3 \geq 28 & (3) \end{cases}$$

Сложив первые две неравенства:

$$a_3 + c_3 + 2b_3 \geq 24$$

но из (3) $c_3 + a_3 \geq 28$, тогда

min сумма $a_3 + b_3 + c_3 = 28$ при $a_3 = 13, b_3 = 0, c_3 = 15$

(пусть ищем вогнанные)

Пока min значение $abc = 2^{18} \cdot 3^{20} \cdot 5^{28}$

$$(a = 2^4 \cdot 3^8 \cdot 5^{13}, b = 2^2 \cdot 3^5 \cdot 5^0, c = 2^{12} \cdot 3^{17} \cdot 5^{15})$$



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

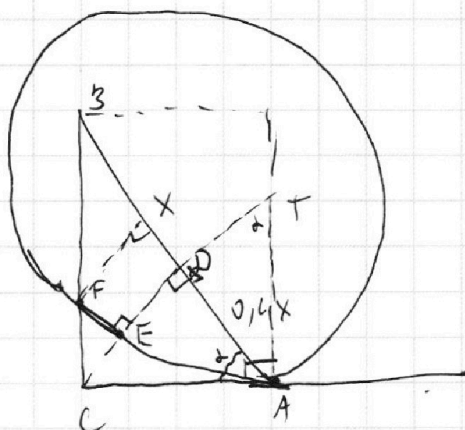
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

~2.



$AB \parallel EF$

$$\frac{AB}{BD} = 1,4$$

$$\frac{S_{ACD}}{S_{CEF}} = ?$$

$$BD = x, AD = 1,4x - x = 0,4x$$

$$CD = \sqrt{x \cdot \frac{2}{5}x} = x\sqrt{\frac{2}{5}}$$

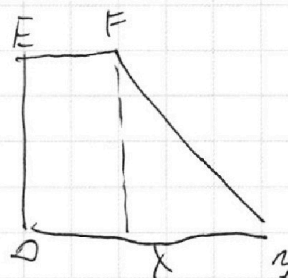
$$\frac{S_{ACD}}{S_{CEF}} = \frac{AD \cdot CD}{CE \cdot EF}$$

$$AD^2 = CD \cdot DT$$

$$\frac{4}{25}x^2 = \sqrt{\frac{2}{5}}x \cdot DT$$

$$DT = CD = \sqrt{\frac{2}{5}}x$$

$$DT = \frac{x^2 \cdot \frac{4}{25}}{x\sqrt{\frac{2}{5}}} = \frac{x \cdot 4}{25\sqrt{\frac{2}{5}}} = \frac{4\sqrt{5}x}{25\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{10}x}{25 \cdot 2} = \frac{2\sqrt{10}}{25}x$$



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!

№3.

$$10 \arccos(\sin x) = 9\pi - 2x$$

$$\arccos(\sin x) = \frac{9\pi - 2x}{10}$$

Возведем $\cos$ от обеих частей, а затем приведем к нулю левую часть.

$$\cos(\arccos(\sin x)) = \cos\left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right)$$

$$\sin x = \cos\left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right)$$

$$\cos\left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right)\right) = \sin\left(\frac{5\pi - 9\pi + 2x}{10}\right) =$$

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

$$\sin x - \sin\left(x - \frac{2\pi}{5}\right) = 0$$

$$2 \sin \frac{x - (x - \frac{2\pi}{5})}{2} \cos \frac{x + (x - \frac{2\pi}{5})}{2} = 0$$

$$2 \sin\left(\frac{5x - x + 2\pi}{10}\right) \cos\left(\frac{6x - 2\pi}{10}\right) = 0 \quad | :2$$

$$\sin\left(\frac{2x + \pi}{5}\right) \cos\left(\frac{3x - \pi}{5}\right) = 0$$

$$\begin{cases} -\sin\left(\frac{2x + \pi}{5}\right) = 0 & ① \\ \cos\left(\frac{3x - \pi}{5}\right) = 0 & ② \end{cases}$$

$$① \quad \sin\left(\frac{2x + \pi}{5}\right) = 0$$

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

$$2x + \pi = 5\pi k$$

$$2x = -\pi + 5\pi k$$

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

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!

проверим полученную серию решений:

при $k \leq -1$ $x \leq -3\pi$, тогда в интервал

уравнения $10 \arccos(\sin x) = 9\pi - 2x$ не будет решений

$\geq 15\pi$, но т.к. $0 \leq \arccos(x) \leq \pi$, то левая

часть $\leq 10\pi$, следовательно при $k \leq -1$ решений нет

при $k=0$ $x = -\frac{\pi}{2} \quad \textcircled{+}$

$$10 \arccos(\sin(-\frac{\pi}{2})) = 10 \arccos(-1) = 10\pi$$

$$9\pi - 2 \cdot (-\frac{\pi}{2}) = 10\pi$$

при $k=1$: при $k=1$

$$x = \pi$$

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

$$10 \arccos(0) = 10$$

$5\pi \neq 10$, не подходит

$$9\pi - 2 \cdot 2\pi = 5\pi$$

при $k \geq 2$

$$x \geq -\frac{\pi}{2} + 5\pi = \frac{9\pi}{2}$$

тогда левая часть в интервале уравнения

$$\leq 9\pi - 11\pi = -2\pi < 0, \text{ но } 10 \arccos(\sin x) \geq 0,$$

следовательно при $k \geq 2$ решений нет

$$\textcircled{2} \quad \cos\left(\frac{3x-\pi}{5}\right) = 0$$

$$\frac{3x-\pi}{5} = \frac{\pi}{2} + \pi m, m \in \mathbb{Z}$$

$$3x - \pi = \frac{5\pi}{2} + 5\pi m$$

$$3x = \frac{7\pi}{2} + 5\pi m$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$x = \frac{7\pi}{6} + \frac{5\pi m}{3}$$

при $m=0$:

$$x = \frac{7\pi}{6} \oplus$$

$$9\pi - 2 \cdot \frac{7\pi}{6} = 9\pi - \frac{7\pi}{3} = \frac{20\pi}{3}$$

$$10 \arccos \left(\sin \frac{7\pi}{6} \right) = 10 \arccos \left(-\frac{1}{2} \right) = 10 \cdot \frac{2\pi}{3} = \frac{20\pi}{3}$$

при $m=1$:

$$x = \frac{7\pi}{6} + \frac{5\pi}{3} = \frac{17\pi}{6} \oplus$$

$$9\pi - 2 \cdot \frac{17\pi}{6} = 9\pi - \frac{17\pi}{3} = \frac{10\pi}{3}$$

$$10 \arccos \left(\sin \frac{17\pi}{6} \right) = 10 \arccos \left(\sin \frac{5\pi}{6} \right) = \frac{10\pi}{3}$$

при $m=2$: $\oplus$

$$x = \frac{7\pi}{6} + \frac{10\pi}{6} = \frac{17\pi}{6} = \frac{9\pi}{2}$$

$$9\pi - 2 \cdot \frac{17\pi}{6} = 0$$

$$10 \arccos \left(\sin \frac{17\pi}{6} \right) = 10 \arccos \left(\sin \frac{\pi}{2} \right) = 0$$

при $m \geq 3$

$2x > 9\pi$ и пр. темб отриц, значит
решений нет.

при $m=-1$

$$x = \frac{7\pi}{6} - \frac{5\pi}{3} = -\frac{3\pi}{6} = -\frac{\pi}{2} \oplus$$

$$9\pi + \pi = 10\pi$$

$$10 \arccos \left(\sin \left(-\frac{\pi}{2} \right) \right) = 10\pi$$

при $m \leq -2$

$x < -\frac{\pi}{2}$ и пр. темб $> 10\pi$, значит
решений нет.



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!

Ответ: $x \in \left\{ -\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{6}; \frac{5\pi}{2} \right\}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

Заметим, что если прямая - такая обшая
(окрест. касательная её с
разных сторон)
касательная 2 прямой, как прямая l , то также
касательная или не пройдет, т.е. параллельно
касательной её, мы будем получать не более 2
точек пересечения с одной из окружностей
(при касании - с обеими). Заметим, что если
мы увеличим угол кр. прямой (по мере),
относительно l прямой l (кр. l_1 на рисунке),
то система также не будет иметь более 2
решений (пересеч. только одну точку).
Если увеличим угол кр. прямой (по
мере) от кр. прямой l (кр. l_2 на рисунке),
то система будет иметь 4 решения при касании

в. (пересечение обе окружности)

1. $\triangle ABC \sim \triangle EDC$ по 2 углам; $AB=5$ (рисунке), $ED=2$

(рисунке), тогда $\frac{AC}{CE} = \frac{AB}{ED} = \frac{5}{2}$

$$AE = 9$$

$$AB = \frac{5}{7} \cdot 9 = \frac{45}{7}$$

$$DE = \frac{2}{7} \cdot 9 = \frac{18}{7}$$

Площа l пропорциональна через l $C(0; -\frac{45}{7})$

$$S_{\triangle DCE} = \frac{18}{7 \cdot 2} = \frac{18}{7} \quad \text{или} \quad S_{\triangle DCE} = \frac{2}{\frac{45}{7}} = \frac{14}{18} = \frac{7}{9}$$



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!

✓ DCE = d, мы ^{не} можем увидеть с бэком релак

$$(y_0 - 2) = \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{7}{9} \right)$$

$$k = -\frac{5}{6a} = \tan\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{7}{9}\right)$$

$$\alpha = -\frac{6}{5} \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{7}{9} \right)$$

rpm $|K| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \tan\left(\frac{\pi}{2} - \arctan \frac{1}{g}\right)$ cuemine

не имеет 4 перемен (кроме случая $a=0$),

može da bude negativno uzeti $x = \frac{6}{5}$, kompar

Нормен утврди хрестоматията, чин сметаната а

cruciente unum 4 pementa.

Unk. ~~$a \neq 0$~~ $a = 0$; ~~$|a| \geq \frac{G}{5}$~~ $\in \left(\frac{\pi}{2}, \arccos \frac{7}{9} \right)$

$$|k| \geq \tan\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{7}{9}\right), \text{ also } k = \frac{-5}{6\omega}$$



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.

$$\begin{cases} \log_m^4 x - 6 \log_{x^{11}} = \log_{x^3} \frac{1}{121} - 5 \\ \log_m^4 (0,5y) + \log_{0,5y} 11 = \log_{0,125y^3} (11^{-13}) - 5 \end{cases}$$

(*):

$$\begin{cases} x > 0 \\ x \neq 1 \\ y > 0 \\ 0,5y \neq 1 \end{cases}$$

$$\log_{x^{11}} = \frac{1}{\log_m x}$$

$$\log_{x^3} \frac{1}{121} = -\log_{x^3} 11^2 = -\frac{2}{3} \log_{x^{11}} = \frac{-2}{3 \log_m x}$$

$$\begin{aligned} \log_{0,125y^3} (11^{-13}) &= \log_{(0,5y)^3} (11^{-13}) = \frac{-13}{3} \log_{0,5y} 11 = \\ &= \frac{-13}{3 \log_m 0,5y} \end{aligned}$$

$$\log_m x = a, \log_{11} 0,5y = b$$

$$\begin{cases} a^4 - \frac{6}{a} = -\frac{2}{3a} - 5 & | \cdot 3a \neq 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b^4 + \frac{1}{b} = \frac{-13}{3b} - 5 & | \cdot 3b \neq 0 \end{cases}$$

$$+ \begin{cases} 3a^5 + 15a - 15 = 0 \\ 3b^5 + 15b + 16 = 0 \end{cases}$$

$$3a^5 + 15a = -3b^5 - 15b \quad | :3$$

$$\text{Решим } a^5 + 15a = (-b)^5 + 5(-b) \quad | \text{ подстановка}$$

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!

$$3a^5 + 15a + 3b^5 + 15b = 0 \quad | :5$$

$$a^5 + 3a + b^5 + 3b = 0$$

$$a^5 + 5a = (-b)^5 + 5(-b)$$

$$\text{Введём } f(t) = t^5 + 5t$$

$$f'(t) = 5t^4 + 5 > 0, \text{ значит } f(t) \text{ монотонно}$$

возрастает, т.е. каждое значение принимает

1 раз

$$f(a) = f(-b), \text{ значит } a = -b$$

$$\log_m x + \log_m 0,5y = 0$$

$$\log_m 0,5xy = 0$$

$$0,5xy = 1$$

$$xy = 2$$

Ответ: 2.



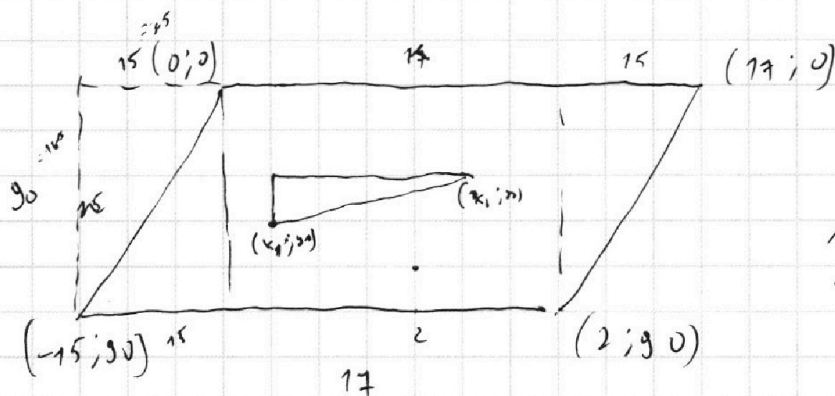
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



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

$$6x_2 - 6x_1 + y_2 - y_1 = 48$$

$$\frac{42}{32} \cdot 1 = 13$$

$$\frac{90}{15} = 6$$

$$\frac{6(x_2 - x_1)}{6} + \frac{y_2 - y_1}{6} = \frac{48}{6}$$

$$x_2 - x_1 = 0$$

$$y_2 - y_1 = 48$$

$$\begin{cases} x_2 - x_1 = 0 \\ y_2 - y_1 = 48 \end{cases}$$

$$C \quad \frac{48}{12} = 4$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

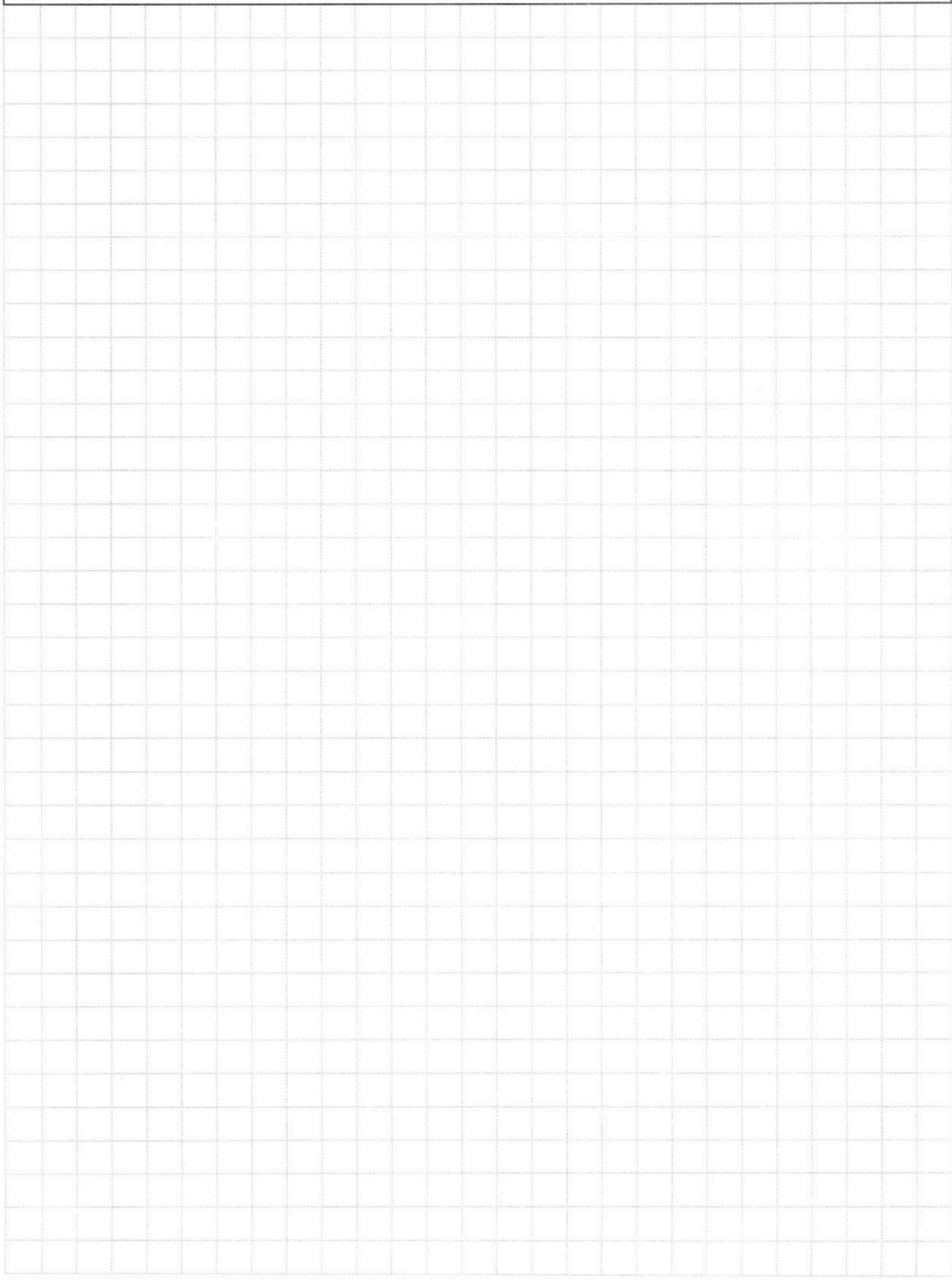
5
☐

6
☐

7
☐



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





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

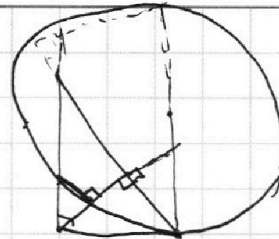
МФТИ

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

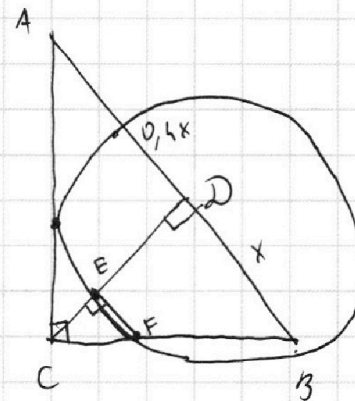
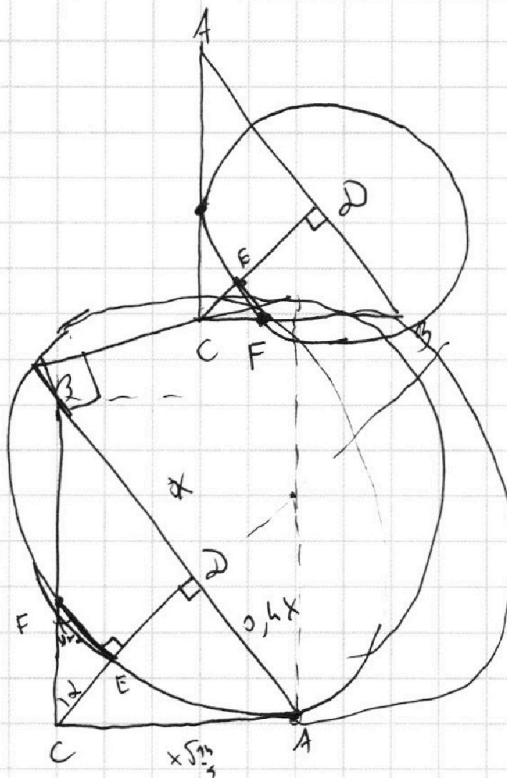
$$\log_{11} x = 2$$

$$\sin 5 = 5'$$

$$\log \left(\frac{11}{5} \right)^3 \left(11^{-13} \right) =$$



$AB \parallel EF$

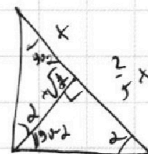


$$\frac{S_{ACD}}{S_{CEF}}$$

$$\frac{S_{ACD}}{S_{CEF}} = \frac{CD \cdot AD}{CE \cdot EF}$$

$$\frac{S_{ACD}}{S_{CEF}} = \frac{CD \cdot AD}{CE \cdot EF}$$

$$\frac{h}{x} = \frac{\frac{2}{5}x}{h}$$



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

$$CA^2 = CE \cdot x \sqrt{\frac{2}{5}}$$

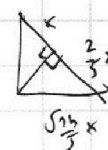
$$h = \sqrt{x \cdot \frac{2}{5} x} = x \sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$\frac{14}{25} x^2 = CE \cdot x \sqrt{\frac{2}{5}}$$

$$CA^2 = \sqrt{\frac{4}{25} x^2 + \frac{2 \cdot 15}{5} x^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{4}{25} x^2 + \frac{12}{25} x^2} = \frac{\sqrt{16}}{5} x$$

$$CE = \frac{x \cdot 14}{25 \sqrt{\frac{2}{5}}} = \frac{x \cdot 14}{25 \sqrt{\frac{2}{5}}}$$



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!



~ 5.

$$\begin{cases} \log_m^4 x - 6 \log_x 11 = \log_x^3 \left(\frac{1}{11}\right)^2 - 5 \\ \log_m^4 (0,5y) + \log_{0,5y} 11 = \log_{(0,5y)^3} (11^{-15})^5 \end{cases}$$

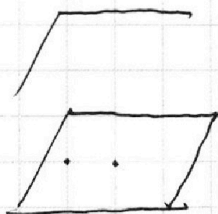
$$4 \log_m x = 4$$

$$\log_x^3 \left(\frac{1}{11}\right)^2 = -\log_x^3 11^2 = -\frac{2}{3} \log_x 11$$

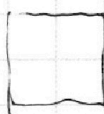
$$\log_m x = a$$

$$-\frac{13}{3} \log_{0,5y} 11$$

$$\log_m 0,5y = b$$



$$\begin{cases} a^4 - \frac{6a}{a} = -\frac{2}{3} - 5 \quad | \cdot 3a \\ 6^4 + \frac{1}{b} = -\frac{13}{3b} - 5 \quad | \cdot 3b \end{cases}$$



$$\begin{aligned} 13 - \frac{1}{2} + 11 \\ 4 - \frac{1}{2} + 11 = 4 \\ 4 \end{aligned}$$

$$3b^5 + 3 + 13 + 15b = 0$$

$$3a^5 - 18 = -2 - 15a$$

$$a+b = \log_m x \cdot 0,5y$$

$$2^{1,3} =$$

$$\begin{cases} 3a^5 + 15a - 16 = 0 \\ 3b^5 + 15b + 16 = 0 \end{cases}$$

$$3(a^5 + b^5) + 15(a+b) = 0$$

$$a^5 + b^5 = -5(a+b)$$

$$(x^3 + y^3) = (x+y)(x^2 - xy + y^2)$$

$$a^5 + b^5 = (a+b)(a^4 - a^3b + a^2b^2 - ab^3 + b^4)$$

$$a^5 + b^5 = (a+b)(a^4 + a^3b - a^2b^2 + ab^3 + b^4)$$

$$a^4 - a^3b + a^2b^2 - ab^3 + b^4 = -5$$

$$a^5 + 5a = -b^5 - 5b$$

$$a^5 + 5a = -(b^5 + 5b)$$

$$f(t) = t^5 + 5t$$

$$f'(t) = 5t^4 + 5$$

~

$$\begin{aligned} a^5 + b^5 & | a+b \\ -a^3b & | a^2 \\ \hline -a^2b + b^5 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a^5 + b^5 & | a^4 + a^3b - a^2b^2 + ab^3 + b^4 \\ -a^5 + a^4b & \\ \hline a^3b + b^5 & \\ -a^3b + a^2b^2 & \\ \hline a^2b^2 + b^5 & \\ -a^2b^2 + ab^3 & \\ \hline ab^3 + b^5 & \\ -ab^3 + b^4 & \\ \hline b^4 + b^5 & \\ -b^4 + b^5 & \\ \hline b^5 & \end{aligned}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\begin{cases} 5x + 6ay - b = 0 \\ (x^2 + y^2 - 25)(x^2 + y^2 + 18y + 77) = 0 \end{cases}$$

$$x^2 + y^2 = 25$$

$$x^2 + (y^2 + 18y) + 81 - 4 = 0$$

$$6ay = -5x + b$$

$$y = \frac{-5}{6a}x + \frac{b}{6a}$$

$$\begin{aligned} x=0 \\ 5x - b = 0 \\ x = \frac{b}{5} \end{aligned}$$

$$x^2 + (y+9)^2 = 4 \quad \log_m x = k$$

$$t^4 - \frac{6}{t} + \frac{2}{3t} + 15 = 0 \quad | \cdot 3t$$

$$\begin{aligned} 3t^5 + 15t - 17 + 11 &= 0 \\ 3t^5 + 15t - 6 &= 0 \\ t^5 + 5t - 2 &= 0 \end{aligned}$$

$$3t^5 + 15t - 6 = 0$$

$$\log_2 4 = 2 \quad \log_2 \frac{1}{2} = -2$$

$$\begin{aligned} \log_{x^3} \frac{1}{11} &= \log_{x^3} 1 - \\ &= -\log_{x^3} 11 \\ &= -\log_{x^3} 11^1 = -\frac{2}{3} \log_x 11 \end{aligned}$$

$$t^4 - \frac{6}{t} = \frac{-2}{3t} - 5$$

$$\log_m^4 x - 6 \log_x m = \log_{x^3} \left(\frac{1}{11} \right)^2 - 5$$

$$\log_m^4 \left(\frac{1}{2} \right) + \log_{\frac{2}{2}} 11 = \log \left(\frac{1}{5} \right)^3 (11^{-13}) - 5$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$\arccos(\sin x) = 9\pi - 2x$$

$$x \in [0; 10\pi]$$

$$4\frac{\sqrt{6}}{6} - \frac{5\pi}{3} = 7\pi - \frac{10\pi}{6} = -\frac{\pi}{2}$$

$$\frac{2\pi}{6} = 4 + \frac{3}{6} = 4 + \frac{1}{2}$$

$$\arcsin(\sin x)$$

$$\frac{17}{6} = 2$$

$$\arccos(\sin x) = \frac{9\pi - 2x}{10}$$

$$2 + \frac{5}{6}$$

$$\cos(\dots) = \cos(\dots)$$

$$\frac{12}{6} + \frac{5}{6}$$

$$\sin x = \cos\left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right)$$

$$\cos d = \sin(90 - d)$$

$$9\pi - \frac{2\pi}{3} =$$

$$\cos\left(\frac{9\pi - 2x}{10}\right) = \sin\left(\frac{5\pi}{10} - \frac{9\pi - 2x}{10}\right) = \left(\frac{2x - 4\pi}{10}\right) = x - \frac{2\pi}{5}$$

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

$$\sin d - \sin b = 2\sin \frac{d-b}{2} \cos \frac{d+b}{2}$$

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

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

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

$$\frac{12\pi}{3} + \frac{12\pi}{6} + \frac{23\pi}{6}$$

$$2\sin\left(\frac{2x + \pi}{5}\right) \cos\left(\frac{3x - \pi}{5}\right) = 0$$

$$= \frac{4x + 12\pi}{10} = \frac{2x + \pi}{5}$$

$$\frac{5\pi}{3} + \frac{7\pi}{6} =$$

$$\frac{2x + \pi}{5} = \pi k \quad (1)$$

$$\frac{17\pi}{6} =$$

$$\frac{3x - \pi}{5} = \frac{\pi}{2} + \pi k$$

$$9\pi - \frac{17\pi}{3} =$$

$$\frac{\frac{5x + 1}{5} \left(\frac{x - 2\pi}{5}\right)}{2} = \frac{6x - 2\pi}{10} = \frac{3x - \pi}{5}$$

$$(1) \quad 2x + \pi = 5\pi k$$

(2)

$$2x = -\pi + 5\pi k$$

$$3x - \pi = \frac{5\pi}{2} + 5\pi k$$

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

$$3x = \frac{7\pi}{2} + 5\pi k$$

$$k =$$

$$k = \frac{9\pi}{6} + \frac{5\pi k}{3}$$



$$x = 2\pi$$

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

$$x = -3\pi$$

$$10 \arccos(-1) = 9\pi + \pi$$

$$10\pi = 10\pi$$

$$x = \frac{7\pi}{6}$$

$$9\pi - \frac{17\pi}{3}$$

$$10 \arccos\left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{12\pi}{3}$$



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

$$ab : 2^6 \cdot 3^{13} \cdot 5^{11}$$

$$bc : 2^{14} \cdot 3^{21} \cdot 5^{13}$$

$$ac : 2^{16} \cdot 3^{25} \cdot 5^{27}$$

$$a^3 b^4 c^2 : 2^{36} \cdot 3$$

$$abc \rightarrow \min$$

$$2^{16} \cdot 3^{25} \cdot 5^{27}$$

$$4 \cdot 6 : 2^3 \cdot 3$$

$$4 \cdot 6 : 2^3 \cdot 3$$

$$6 \cdot 12 : 2^2 \cdot 3^2 \cdot 2 = 2^5 \cdot 3^2$$

$$4 \cdot 6 \cdot 12 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 3 = 2^4 \cdot 3^2$$

$$4 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 12 : 2^5 \cdot 3$$

$$6^2 \cdot 4 \cdot 12 : 2^{10} \cdot 3^5$$

$$2^5 \cdot 3^2$$

$$4 \cdot 6 \cdot 12 : 2^5 \cdot 3^3$$

$$8 \cdot 4 : 2^5$$

$$4 \cdot 6 : 2^3 \cdot 3$$

$$8 \cdot 6 : 2^4 \cdot 3$$

$$8 \cdot 4 \cdot 6 : 2^{12} \cdot 3^2$$

$$8 \cdot 6 : 2^4 \cdot 3$$

$$z = 12$$

$$x = 4$$

$$y = 2$$

$$2z = 4$$

$$z = 2$$

$$x = 2$$

$$z - k = 2 \quad y = 11$$

$$z + k = 20$$

$$z = 11$$

$$x = 13$$

$$= 2$$

$$a = 2^6 \cdot 3^2 \cdot 5^{13}$$

$$b = 2^2 \cdot 3^{11} \cdot 5^{15}$$

$$c = 2^{12} \cdot 3^{23} \cdot 5^{15}$$

~2

$$\begin{cases} x + y = 6 \\ y + z = 14 \\ z + x = 16 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z - k = 8 \\ z + k = 16 \end{cases}$$

$$z = 12$$

$$x = 4$$

$$y = 2$$

$$8 \cdot 4 \cdot 6$$

$$2^6 \cdot 3$$

$$20 \cdot 3$$

$$\begin{cases} x + y = 11 \\ y + z = 13 \\ z + x = 20 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z - k = 2 \\ z + k = 20 \end{cases}$$

$$z = 11$$

$$\begin{cases} x + y = 13 \\ y + z = 21 \\ z + x = 26 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z - k = 21 \\ z + k = 15 \end{cases}$$

$$2z = 4$$

$$z = 2$$

$$x = 2$$

$$\begin{cases} x + y = 11 \\ y + z = 13 \\ z + x = 20 \end{cases}$$

$$z - k = 2 \quad y = 11$$

$$z + k = 20$$

$$z = 11$$

$$x = 13$$

$$= 2$$

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!



$$\begin{cases} x+y \geq 13 \\ y+z \geq 21 \\ z+x \geq 25 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a &= 2^4 \cdot 3^8 \cdot 5^{13} \\ b &= 2^2 \cdot 3^5 \cdot 5^{10} \\ c &= 2^{12} \cdot 3^{17} \cdot 5^{15} \end{aligned}$$

$$x+y+z \rightarrow \min$$

$$2(x+y+z) \geq 53$$

$$x+y+z \geq 30$$

$$x+y+z=30$$

$$\begin{cases} z+x=8 \\ z+x=25 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x+y=14 \\ y+z=21 \\ z+x=25 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x+y \geq 11 \\ y+z \geq 13 \\ z+x \geq 22 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z+x \geq 8 \\ z+x \geq 25 \end{cases}$$

$$z-y=12$$

$$\begin{cases} z-x \geq 24 \\ z+x \geq 28 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2z \geq 33 \\ z=17 \end{cases}$$

$$z=30-x-y$$

$$11+13+28$$

$$z=$$

$$15$$

$$\begin{cases} 13 \cdot 2 \cdot 15 \\ x=31 \end{cases}$$

$$12 \cdot 2$$

$$\begin{cases} 6 \cdot 7 \cdot 13 \\ 8 \cdot 5 \cdot 17 \end{cases}$$

$$x+y+z \geq 28$$

$$\begin{cases} x+y=14 \\ y+z=15 \\ z+x=28 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z+x=2 \\ z+x=28 \end{cases}$$

$$z=15$$

$$\begin{cases} x+y \geq 13 \\ 30-x \geq 21 \\ 30-y \geq 25 \end{cases} \quad \begin{cases} x \leq 9 \\ y \leq 6 \end{cases}$$

$$27-11=16$$

$$2^{18} \cdot 3^{30} \cdot 5^{28}$$

$$\begin{cases} x+y \geq 11 \\ 27-x \geq 13 \\ 24-y \geq 28 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x+y \geq 11 \\ z=27-x+y \end{cases}$$

$$x \leq 14$$

$$y \leq 1$$

$$z=16$$

$$x=10$$

$$y=1$$

$$y=5$$

$$x=6$$

$$z=$$

$$y=0$$

$$z=15$$

$$x=13$$

$$y=1$$

$$x+y=27-z$$