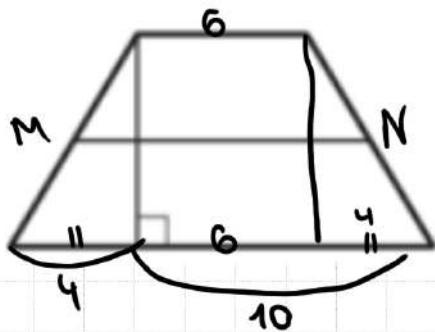


1

Высота, опущенная из вершины тупого угла на большее основание равнобедренной трапеции, делит его на отрезки равные 10 и 4. Найдите среднюю линию этой трапеции.

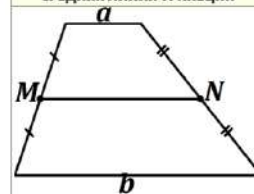


$$MN = \frac{6 + 14}{2} = 10$$

ИСТОЧНИКИ

Основная волна (Резерв) 2017

СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ ТРАПЕЦИИ

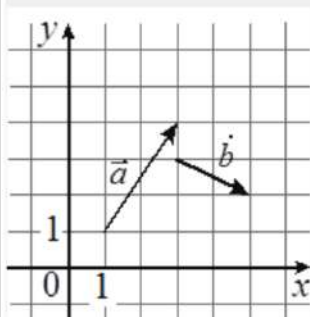


- Лежит на серединах сторон
- Параллельна основаниям
- Равна полусумме оснований

ОТВЕТ 10

2

На координатной плоскости изображены векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$, координатами которых являются целые числа. Найдите длину вектора $\vec{a} + 3\vec{b}$.



$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad & \vec{a} (2; 3) \\ & \vec{b} (2; -1) \\ & 3\vec{b} (6; -3) \end{aligned}$$

$$\textcircled{2} \quad \vec{a} + 3\vec{b} (8; 0)$$

$$\textcircled{3} \quad |\vec{a} + 3\vec{b}| = \sqrt{8^2 + 0^2} = 8$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)

ФИПИ (новый банк)

Основная волна (Резерв) 2024

Основная волна 2024

КООРДИНАТЫ ВЕКТОРА

Если $A(x_1; y_1)$ и $B(x_2; y_2)$, то

$$\vec{AB} (x_2 - x_1; y_2 - y_1)$$

УМНОЖЕНИЕ ВЕКТОРА НА ЧИСЛО

Если $\vec{a} (x; y)$, то

$$2\vec{a} (4; 6)$$

СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ

Если $\vec{a} (x_1; y_1)$ и $\vec{b} (x_2; y_2)$, то

$$\vec{a} + \vec{b} = (x_1 + x_2; y_1 + y_2)$$

ДЛИНА ВЕКТОРА

Если $\vec{a} (x; y)$, то

$$|\vec{a}| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

B515D1

ОТВЕТ 8

3

Около конуса описана сфера (сфера содержит окружность основания конуса и его вершину). Центр сферы совпадает с центром основания конуса.



Радиус сферы равен $10\sqrt{2}$. Найдите образующую конуса.

F4AA43

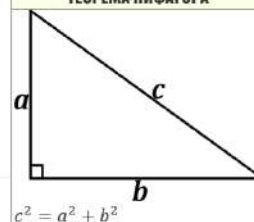
$$l^2 = (10\sqrt{2})^2 + (10\sqrt{2})^2 = 400$$

$$l = 20$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
ФИПИ (новый банк)
Основная волна 2013

ТЕОРЕМА ПИФАГОРА

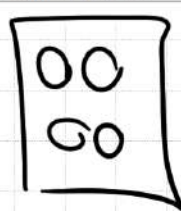
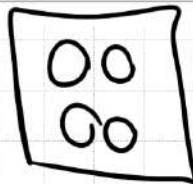
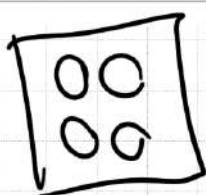
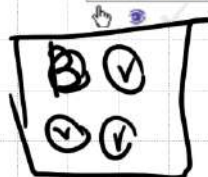


ОТВЕТ | 20

4

В классе 16 учащихся, среди них два друга — Вадим и Сергей. Учащихся случайным образом разбивают на 4 равные группы. Найдите вероятность того, что Вадим и Сергей окажутся в одной группе.

e33c5D



$$P = \frac{2}{15} = \frac{1}{5} = 0,2$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
Пробный ЕГЭ 2018

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

$p = \frac{\text{благоприятные исходы}}{\text{все исходы}}$

ОТВЕТ | 0,2

5

Стрелок в тире стреляет по мишени до тех пор, пока не поразит её. Известно, что он попадает в цель с вероятностью 0,5 при каждом отдельном выстреле. Какое наименьшее количество патронов нужно дать стрелку, чтобы он поразил цель с вероятностью не меньше 0,7?

30D3F2

$$\begin{cases} P(\text{попасть}) = 0,5 \\ P(\text{промах}) = 0,5 \end{cases} \quad \} 1$$

$$\begin{cases} P(\text{поражение цели}) \geq 0,7 \\ P(\text{цель}) \leq 0,30 \end{cases}$$

③ 1 выстрел
2 выстрела

$$\begin{aligned} P(\text{цель}) &= 0,5 \times \\ P(\text{цель}) &= 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \quad \checkmark \end{aligned}$$

ОТВЕТ | 2

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)

ФИПИ (новый банк)

Основная волна (Резерв) 2023

Основная волна (Резерв) 2022

ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ СОБЫТИЯ

Сумма вероятностей наступления противоположных событий равна 1

$$P(A) + P(\bar{A}) = 1$$

ПРИМЕР:

Событие A — выпадение орлаСобытие $\bar{A}$ — выпадение решки

Если при одном бросании монеты не выпал орёл, то точно выпадет решка

6

Найдите корень уравнения

$$\log_5(5-x) = 2 \log_5 3.$$

$$\log_5(5-x) = \log_5 3^2$$

$$5-x = 9$$

$$-4 = x$$

ОТВЕТ | -4

ИСТОЧНИКИ

Основная волна (Резерв) 2017

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

$$1 \log_a b + \log_a c = \log_a (b \cdot c)$$

$$2 \log_a b - \log_a c = \log_a \frac{b}{c}$$

$$3 \log_a b^m = m \cdot \log_a b$$

$$4 \log_a^n b = \frac{1}{n} \cdot \log_a b$$

$$5 \log_a b = \frac{1}{\log_b a}$$

$$6 \log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$$

7

Найдите значение выражения $\frac{(\sqrt{7} + \sqrt{5})^2}{60 + 10\sqrt{35}}$.

$$\frac{7 + 2\sqrt{35} + 5}{60 + 10\sqrt{35}} = \frac{12 + 2\sqrt{35}}{60 + 10\sqrt{35}} = \frac{2 \cdot (6 + \sqrt{35})}{10 \cdot (6 + \sqrt{35})} = 0,2$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
ФИПИ (новый банк)

ФСУ

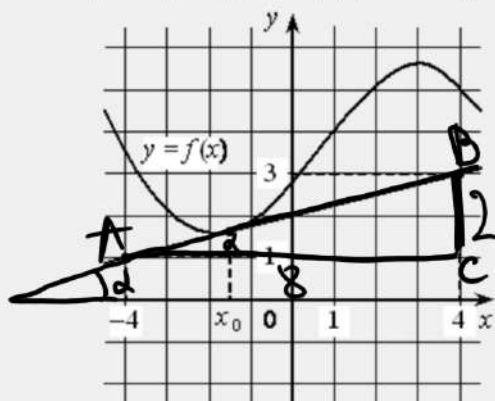
- 1 $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$
- 2 $(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$
- 3 $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$
- 4 $a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$
- 5 $a^3 + b^3 = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$
- 6 $(a - b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$
- 7 $(a + b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$

E7C22D

ОТВЕТ 0,2

8

На рисунке изображены график дифференцируемой функции $y = f(x)$ и касательная к нему в точке с абсциссой x_0 . Найдите значение производной функции $f(x)$ в точке x_0 .



$$f'(x_0) = ?$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{8} = 0,25$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
ФИПИ (новый банк)
Основная волна (Резерв) 2023
Основная волна 2019
Основная волна (Резерв) 2017

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ
ПРОИЗВОДНОЙ

$$f'(x_0) = k = \operatorname{tg} \alpha$$

C70016

ОТВЕТ 0,25

9

Коэффициент полезного действия (КПД) некоторого двигателя определяется формулой

$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$, где T_1 — температура нагревателя (в кельвинах), T_2 — температура холодильника

(в кельвинах). При какой температуре нагревателя T_1 КПД этого двигателя будет 25%, если температура холодильника $T_2 = 276$ К? Ответ дайте в градусах Кельвина.

$$25\% = \frac{T_1 - 276}{T_1} \cdot 100\%$$

$$\frac{T_1 - 276}{T_1} = \frac{25}{100} \cdot \frac{1}{4}$$

$$4 \cdot (T_1 - 276) = T_1$$

$$4T_1 - 4 \cdot 276 = T_1$$

$$3T_1 = 4 \cdot 276 \quad | :3$$

$$T_1 = 4 \cdot 92 = 368$$

ОТВЕТ | 368

ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2021
Пробный ЕГЭ 2019

10

Семья состоит из мужа, жены и их дочери-студентки. Если бы зарплата мужа увеличилась вдвое, общий доход семьи вырос бы на 67%. Если бы стипендия дочери уменьшилась втрое, общий доход семьи сократился бы на 4%. Сколько процентов от общего дохода семьи составляет зарплата жены?

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)

FD8828

Пусть

$$\left. \begin{array}{l} m - \% \text{ мужа} \\ g - \% \text{ жены} \\ d - \% \text{ дочери} \end{array} \right\} 100\%$$

$$\begin{cases} ① m + g + d = 100\% \\ ② 2m + g + d = 167\% \\ ③ m + g + \frac{1}{3}d = 96\% \end{cases}$$

$$② - ① :$$

$$① - ③ :$$

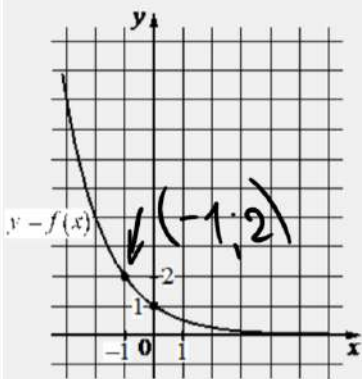
$$\begin{aligned} m &= 67\% \\ \frac{2}{3}d &= 4\% \quad | \cdot \frac{3}{2} \\ d &= 6\% \end{aligned}$$

$$100 - 67 - 6 = 27\%$$

ОТВЕТ | 27

11

На рисунке изображён график функции вида $f(x) = a^x$. Найдите значение $f(-4)$.



$$f(x) = \frac{1}{2}^x$$

$$f(-4) = \left(\frac{1}{2}\right)^{-4} = 16$$

7C4A3A

① $2 = a^{-1}$

$$2 = \frac{1}{a}$$

$$a = \frac{1}{2}$$

ОТВЕТ 1 6

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
ФИПИ (новый банк)
Основная волна 2024
Основная волна 2022

12

Найдите наибольшее значение функции $y = 11 \cdot \ln(x+4) - 11x - 5$ на отрезке $[-3,5; 0]$.

5BA356

① $y' = 11 \cdot \frac{1}{x+4} - 11 = 0$

$$\frac{11}{x+4} = \frac{11}{1}$$

$$x+4 = 1$$

$$x = -3$$

② $y(-3) = 11 \cdot \ln^{\circ} 1 + 33 - 5 = 28$

$$y(-3,5) = \dots$$

$$y(0) = \dots$$

ОТВЕТ 2 8

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
ФИПИ (новый банк)
Демо 2024
Демо 2023
Демо 2022
Демо 2021
Демо 2020
Основная волна 2018

ПРОИЗВОДНЫЕ

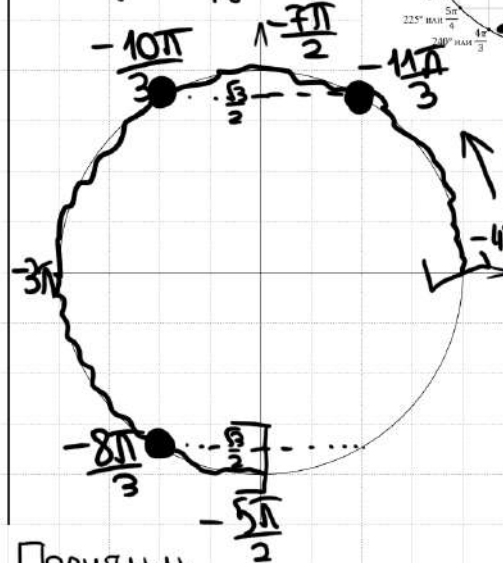
1	$C' = 0$
2	$x' = 1$
3	$(Cx)' = C$
4	$(x^n)' = n \cdot x^{n-1}$
5	$(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$
6	$(U \cdot V)' = U'V + UV'$
7	$\left(\frac{U}{V}\right)' = \frac{U'V - UV'}{V^2}$
8	$(U(V))' = (U(V))' \cdot V'$
9	$(\sin x)' = \cos x$
10	$(\cos x)' = -\sin x$
11	$(\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$
12	$(\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$
13	$(e^x)' = e^x$
14	$(a^x)' = a^x \cdot \ln a$
15	$(\ln x)' = \frac{1}{x}$
16	$(\log_a b)' = \frac{1}{b \cdot \ln a}$

$$\cos 2x + \cos^2\left(\frac{3\pi}{2} - x\right) = 0,25.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку $\left[-4\pi; -\frac{5\pi}{2}\right]$.

а) $\cos 2x + \sin^2 x = 0,25$
 $1 - 2\sin^2 x + \sin^2 x = 0,25$
 $\frac{3}{4} = \sin^2 x$
 $\sin x = \pm \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $x = \pm \frac{\pi}{3} + \pi n; n \in \mathbb{Z}$

б) Отберём корни с помощью окружности



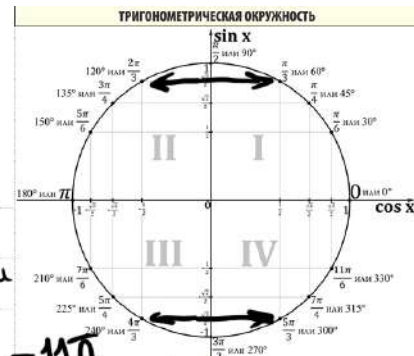
Получим

$$x = -\frac{4\pi}{1} + \frac{\pi}{3} = -\frac{11\pi}{3}$$

$$x = -\frac{3\pi}{1} - \frac{\pi}{3} = -\frac{10\pi}{3}$$

$$x = -\frac{3\pi}{1} + \frac{\pi}{3} = -\frac{8\pi}{3}$$

Ответ: а) $\pm \frac{\pi}{3} + \pi n; n \in \mathbb{Z}$
 б) $-\frac{11\pi}{3}; -\frac{10\pi}{3}; -\frac{8\pi}{3}$



ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2016

ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА

$$1 \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$2 \cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha$$

$$3 \cos 2\alpha = 2\cos^2 \alpha - 1$$

$$4 \cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2 \alpha$$

ФОРМУЛЫ ПРИВЕДЕНИЯ

1 ШАГ

Если в скобочке нечётное количество $\frac{\pi}{2}$, то функция меняется на кофункцию

Если в скобочке сколько-то π , то функция остаётся прежней

ПРИМЕР:

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

$$\operatorname{tg}(\pi + \alpha) = \operatorname{tg} \alpha$$

2 ШАГ

Определяем знак по указанной в скобочках четверти (смотреть на изначальную функцию, а не на изменившуюся)

ПРИМЕР:

$$\sin\left(\frac{3\pi}{2} + \alpha\right)$$

Это IV четверть, в ней синус имеет знак минус, поэтому

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

б) Найдите объём пирамиды $SABC$, если $AB = 25$, $AC = 10$, $BC = 5\sqrt{13}$, $SC = 3\sqrt{10}$.

$$AC^2 + BS^2 = AS^2 + BC^2$$
$$\Delta \text{COS: } SC^2 = x^2 + h^2$$
$$\triangle CBH: BC^2 = 4x^2 + BH^2$$

$\triangle BOS: OS^2 = k^2 + BO^2$

$$\Delta AOS: AS^2 = h^2 + AO^2$$
$$\Delta HOS: SK^2 = k^2 + x^2$$

Треб. док:

$$\cancel{4x^2} + \cancel{4x^2} + \cancel{x^2} + \cancel{BO^2} = \cancel{x^2} + \cancel{AO^2} + \cancel{4x^2} + \cancel{BU^2}$$

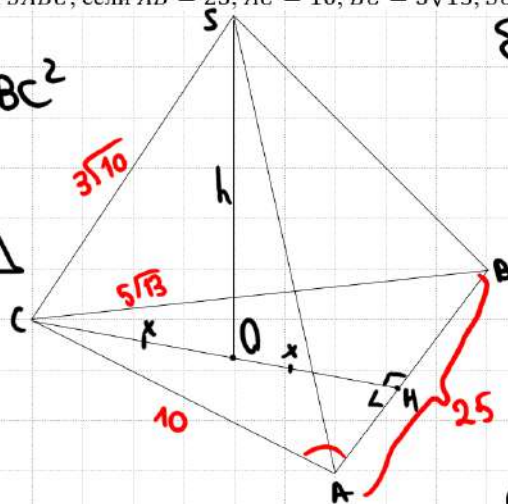
$$\Delta OBM: x^2 = BO^2 - BM^2$$

$$\triangle OAN: x^2 = AO^2 - AN^2$$

Получаем

$$BO^2 - BU^2 = AO^2 - AU^2$$

$$BO^2 + AK^2 = AO^2 + BK^2$$



no T. COS:

$$\cos A = \frac{10^2 + 25^2 - (5\sqrt{13})^2}{2 \cdot 10 \cdot 25} =$$

$$= \frac{5}{5}$$

$$\sin A = \frac{3}{5}$$

$$\textcircled{2} \sin A = \frac{3}{5} = \frac{2x}{AC}$$

$$\frac{3}{5} = \frac{2x}{10}$$

$$x = 3$$

$$h = \sqrt{(3\sqrt{10})^2 - 3^2} = 9$$

$$V = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 25 \cdot \frac{3}{5} \cdot 9 = 225$$

Orber: 225.

15

Решите неравенство

$$\frac{9^x - 3^{x+1} - 19}{3^x - 6} + \frac{9^{x+1} - 3^{x+4} + 2}{3^x - 9} \leq 10 \cdot 3^x + 3.$$

$$\frac{9^x - 3^x \cdot 3 - 19}{3^x - 6} + \frac{9^x \cdot 9 - 3^x \cdot 3^4 + 2}{3^x - 9} \leq 10 \cdot 3^x + 3$$

Пусть $3^x = t$

$$\frac{t^2 - 3t - 19}{t-6} + \frac{9t^2 - 81t + 2}{t-9} - \frac{10t}{1} - \frac{3}{1} \leq 0$$

Способ с упрощением

$$\frac{(t-6)(t+3)}{t-6} - \frac{1}{t-6} + \frac{9t \cdot (t-9)}{t-9} + \frac{2}{t-9} - 10t - 3 \leq 0$$

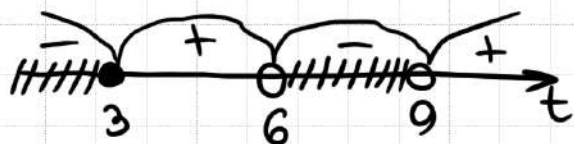
$$t + 3 - \frac{1}{t-6} + 9t + \frac{2}{t-9} - 10t - 3 \leq 0$$

$$\frac{2}{t-9} - \frac{1}{t-6} \leq 0$$

Способ "брос"

$$\frac{t^2 - 3t - 19}{(t-6)(t-9)} + \frac{9t^2 - 81t + 2}{(t-6)(t-9)} - \frac{10t + 3}{(t-6)(t-9)} \leq 0$$

$$\frac{t-3}{(t-6)(t-9)} \leq 0$$



$$\begin{cases} t \leq 3 \\ 6 < t < 9 \end{cases}$$

$$3^x \leq 3^1$$

$$x \leq 1$$

$$\log_3 6 < x < 2$$

$$\text{Ответ: } (-\infty, 1] \cup (\log_3 6; 2)$$

ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)
 ФИПИ (новый банк)
 Основная волна 2016
 Пробный ЕГЭ 29.02.2020
 Основная волна (Резерв) 2021
 Досрочная волна 2023

СТЕПЕНИ

1 $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

2 $a^n : a^m = a^{n-m}$

3 $(a^n)^m = a^{n \cdot m}$

4 $a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

5 $\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$

6 $a^0 = 1$

7 $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

8 $\left(\frac{a}{b}\right)^{-n} = \left(\frac{b}{a}\right)^n$

РАЗЛОЖЕНИЕ НА МНОЖИТЕЛИ

$$ax^2 + bx + c = a(x - x_1)(x - x_2)$$

ОСНОВНОЕ ЛОГАРИФИЧЕСКОЕ

$$a^{\log_a b} = b$$

Вклад планируется открыть на четыре года. Первоначальный вклад составляет целое число миллионов рублей. В конце каждого года вклад увеличивается на 10% по сравнению с его размером в начале года, а, кроме этого, в начале третьего и четвертого годов вклад ежегодно пополняется на 2 млн рублей. Найдите наибольший размер первоначального вклада, при котором через четыре года вклад будет меньше 15 млн рублей.

ФИР (старый банк)
 ФИР (новый банк)
 Яценко 2018
 Досрочная волна 2016

Пусть S — сумма вклада
 в 21 — месяцы, откр. вклад
 Дек — месяцы копился %
 в 21 — месяцы, пополнения
 вклада

$$\frac{11^4}{10^4} \cdot S < 15 - 2 \cdot 1,21 - 2,2$$

$$\frac{11^4}{10^4} \cdot S < \frac{1038}{100} \quad | \cdot \frac{11^4}{10^4}$$

$$S < \frac{1038 \cdot 10000}{100 \cdot 14641}$$

$$S < \frac{103800}{14641}$$

$$S < 7 \frac{1313}{14641}$$

$$\begin{array}{r} 103800 \overline{) 14641} \\ 102487 \overline{) 7} \\ 1313 \end{array}$$

$$S_{\text{наиб. цел.}} = 7 \text{ млн}$$

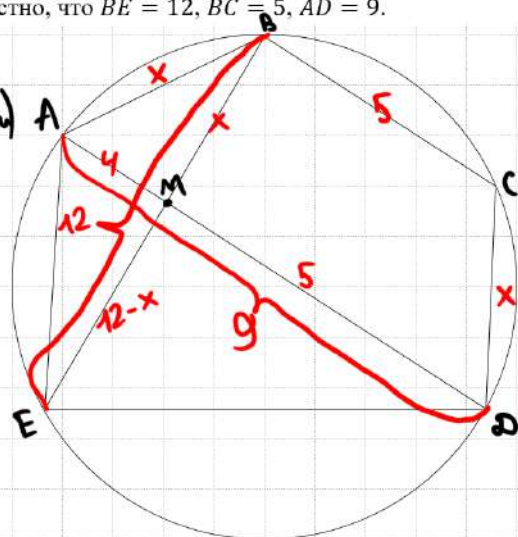
Дата	Сумма вклада
21	S
21	$1,1 \cdot S$
22	ничего не происх
22	$1,1^2 \cdot S$
23	$1,1^2 \cdot S + 2$
23	$1,1^3 \cdot S + 2 \cdot 1,1$
24	$1,1^3 \cdot S + 2 \cdot 1,1 + 2$
24	$1,1^4 \cdot S + 2 \cdot 1,1^2 + 2 \cdot 1,1 < 15$

Ответ: 7 млн.

а) Докажите, что две стороны пятиугольника равны.

б) Найдите AB , если известно, что $BE = 12$, $BC = 5$, $AD = 9$.

а) $DM \parallel BC$
(т.к. $BCDM$ — паралл.-м)
Тогда $AD \parallel BC$
 $ABCD$ — трапеция
вписан. в окр., т.е.
равноб.
 $AB = CD$ ■



б) ① Пусть $AB = x = CD$
(см. а)

$$DM = BC = 5$$

$$BM = CD = x$$

(т.к. $\triangle BCDM$ — паралл.-м)

$$AM = AD - DM = 4$$

$$EM = BE - BM = 12 - x$$

② по св-ву пересек. хорд:
 $AM \cdot DM = BM \cdot EM$

$$4 \cdot 5 = x \cdot (12 - x)$$

$$20 = 12x - x^2$$

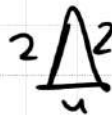
$$x^2 - 12x + 20 = 0$$

$$x = 2$$

$$x = 10$$

Пост. корень

т.к. тогда в $\triangle ABM$



не выпол. нер-во
тр-га

Ответ: 10.

$$3 \sin x + \cos x = a$$

имеет единственное решение на отрезке $\left[\frac{\pi}{4}; \frac{3\pi}{4}\right]$.

Построим $y = 3 \sin x + \cos x$

$$y' = 3 \cos x - \sin x = 0 \quad | : \cos x$$

$$3 = \tan x$$

$$x = \arctg 3 + \pi n, \quad n \in \mathbb{Z}$$

На отрезке

$$x = \arctg 3$$

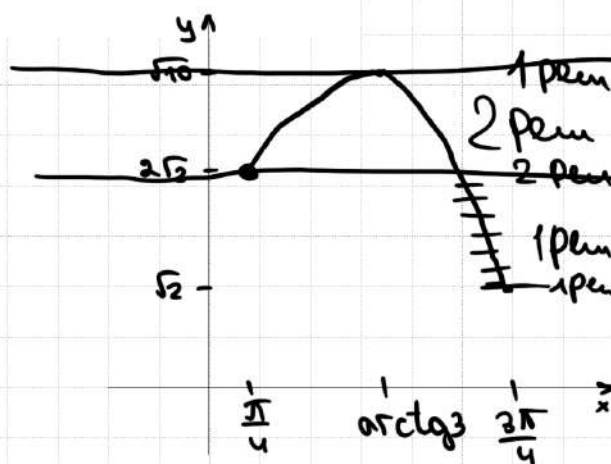


x	$\frac{\pi}{4}$	$\arctg 3$	$\frac{3\pi}{4}$
y	$2\sqrt{2}$	$\sqrt{10}$	$\sqrt{2}$

$$y(\arctg 3) = 3 \cdot \sin(\arctg 3) + \cos(\arctg 3)$$

$$= 3 \cdot \frac{3}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{10}} = \sqrt{10}$$

Ответ: $[\sqrt{2}; 2\sqrt{2}) \cup \{\sqrt{10}\}$



а) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 20?

б) Может ли частное этого числа и суммы его цифр быть равным 81?

в) Какое наименьшее натуральное значение может иметь частное данного числа и суммы его цифр?

$$а) \frac{a \cdot 100 + b \cdot 10 + c}{a + b + c} = \underline{20}$$

$$100 \cdot a + 10b + c = 20 \cdot a + 20b + 20c$$

$$80 \cdot a = 10 \cdot b + 19 \cdot c$$

Если $a=1$, то $b=8$ $c=0$

$$\frac{180}{1+8+0} = 20$$

Ответ: а) да

$$б) \frac{a \cdot 100 + b \cdot 10 + c}{a + b + c} = 81$$

$$100 \cdot a + 10 \cdot b + c = 81a + 81b + 81c$$

$$19a = 71b + 80c$$

Рассмотрим область значений левой части уравнения:

$$19 \leq 19a \leq 171$$

Рассмотрим все значения правой части ур-я в порядке возрастания:

Если $b=0$ и $c=0$, то	$19a=0$	$a=0$	∅
$b=1$ и $c=0$, то	$19a=71$		∅
$b=0$ и $c=1$, то	$19a=80$		∅
$b=2$ и $c=0$, то	$19a=142$		∅
$b=1$ и $c=1$, то	$19a=151$		∅
$b=0$ и $c=2$, то	$19a=160$		∅
$b=3$ и $c=0$, то	$19a=213$		∅

Все возможные комбинации b и c будут давать больше 213 в правой части ур-я, т.е. равенство выполняться не будет.в) Пусть k - искомое число

$$\frac{100a + 10b + c}{a + b + c} = k$$

$$100 \cdot a + 10b + c = k \cdot a + k \cdot b + k \cdot c$$

$$k \cdot a - 100a + k \cdot b - 10b + k \cdot c - c = 0$$

$$a \cdot (k - 100) + b \cdot (k - 10) + c \cdot (k - 1) = 0$$

Если $k=1$, то $k=2$, то

$$0 = 99a + 9b$$

$$c = 98a + 8b$$

...

$$9c = 90a$$

$$10c + b = 89a$$

 $k=10$, то $k=11$, то $\Rightarrow k \geq 11$

правая ур-я больше левой

Приведём пример для $k=11$

$$\text{при } a=1$$

$$b=9$$

$$c=8$$

$$\frac{198}{1+9+8} = 11$$

Ответ: в) 11