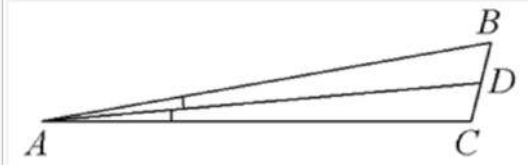


1.1

В треугольнике  $ABC$   $AD$  — биссектриса, угол  $C$  равен  $104^\circ$ , угол  $CAD$  равен  $5^\circ$ . Найдите угол  $B$ . Ответ дайте в градусах.



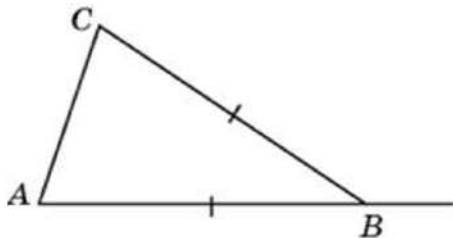
1A845D

**ИСТОЧНИКИ**

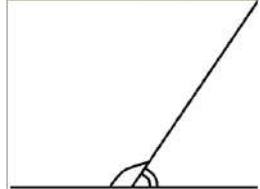
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2013  
**СУММА УГЛОВ ТРЕУГОЛЬНИКА**  
 180°

1.2

В треугольнике  $ABC$   $AB = BC$ . Внешний угол при вершине  $B$  равен  $94^\circ$ . Найдите угол  $C$ . Ответ дайте в градусах.

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна (Резерв) 2023  
 Досрочная волна (Резерв) 2018  
**СМЕЖНЫЕ УГЛЫ**

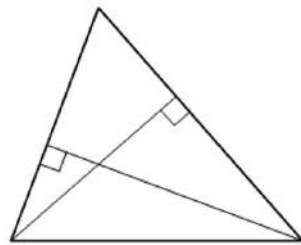


В сумме 180°

**РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК**

1.3

Две стороны треугольника равны 21 и 28. Высота, опущенная на большую из этих сторон, равна 15. Найдите высоту, опущенную на меньшую из этих сторон треугольника.

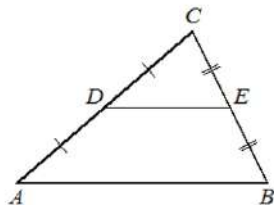
**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна 2017  
 Досрочная волна 2016  
**ПЛОЩАДЬ ТРЕУГОЛЬНИКА**



1.4

Площадь треугольника  $ABC$  равна 24.  $DE$  — средняя линия, параллельная стороне  $AB$ . Найдите площадь треугольника  $CDE$ .

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
**ОТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ**



1.5

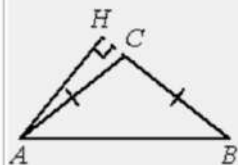
Площадь треугольника  $ABC$  равна 183,  $DE$  — средняя линия, параллельная стороне  $AB$ . Найдите площадь трапеции  $ABED$ .

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Пробный ЕГЭ 2019  
**ОТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ**

1.6

В треугольнике  $ABC$   $AC = BC$ ,  $AB = 20$ , высота  $AH$  равна 8.



Найдите синус угла  $BAC$ .

B26F8E

**ИСТОЧНИКИ**

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

**СИНОС**  
 $\sin \alpha = \frac{\text{противоположный катет}}{\text{гипотенуза}}$   
**РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК**



1.7

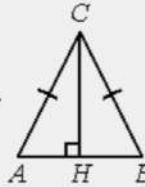
В треугольнике  $ABC$   $AC = BC$ ,  $AB = 15$ ,  $AH$  — высота,  $BH = 6$ .



Найдите косинус угла  $BAC$ .

1.8

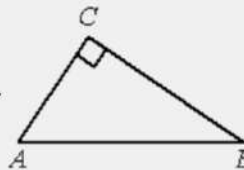
В треугольнике  $ABC$   $AC = BC$ , высота  $CH$  равна 19,2,  $\cos A = \frac{7}{25}$ . Найдите  $AC$ .



244628

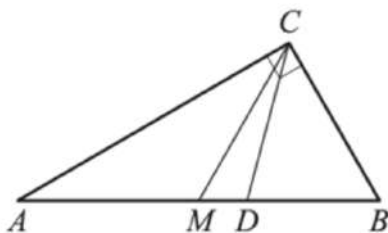
1.9

В треугольнике  $ABC$  угол  $C$  равен  $90^\circ$ ,  $AC = 6$ ,  $\operatorname{tg} A = \frac{\sqrt{5}}{2}$ . Найдите  $AB$ .

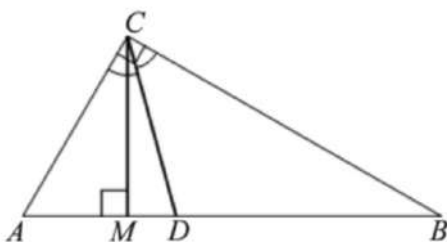


58D926

1.10 Острый угол  $B$  прямоугольного треугольника равен  $66^\circ$ . Найдите угол между биссектрисой  $CD$  и медианой  $CM$ , проведёнными из вершины прямого угла. Ответ дайте в градусах.

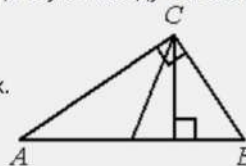


1.11 Острый угол  $B$  прямоугольного треугольника равен  $23^\circ$ . Найдите угол между биссектрисой  $CD$  и высотой  $CM$ , проведёнными из вершины прямого угла. Ответ дайте в градусах.



1.12 Острые углы прямоугольного треугольника равны  $84^\circ$  и  $6^\circ$ . Найдите угол между высотой и медианой,

проведёнными из вершины прямого угла. Ответ дайте в градусах.



F1150D

## ИСТОЧНИКИ

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

## КОСИНУС

$\cos \alpha = \frac{\text{прилежащий катет}}{\text{гипотенуза}}$

## РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна 2013

## ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

1  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

2  $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

3  $1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)

Основная волна (Резерв) 2013

## ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ

1  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$

2  $1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$

3  $1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha}$

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2017

Основная волна 2021

Основная волна (Резерв) 2022

Досрочная волна 2023

## СУММА УГЛОВ ТРЕУГОЛЬНИКА

180°

## МЕДИАНА В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ТРЕУГОЛЬНИКЕ



## ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2023

Основная волна (Резерв) 2022

Основная волна 2021

## СУММА УГЛОВ ТРЕУГОЛЬНИКА

180°

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)

Досрочная волна 2023

Основная волна 2021

Основная волна 2017

Основная волна (Резерв) 2013

## СУММА УГЛОВ ТРЕУГОЛЬНИКА

180°

## МЕДИАНА В ПРЯМОУГОЛЬНОМ ТРЕУГОЛЬНИКЕ



1.13

Стороны параллелограмма равны 5 и 10. Высота, опущенная на меньшую из этих сторон, равна 3. Найдите высоту, опущенную на большую сторону параллелограмма.

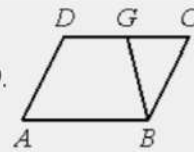
**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2018  
 Основная волна 2017  
 Досрочная волна 2016

ПЛОЩАДЬ ПАРАЛЛЕЛОГРАММА

1.14

Площадь параллелограмма  $ABCD$  равна 132. Точка  $G$  — середина стороны  $CD$ .



Найдите площадь трапеции  $ABGD$ .

2695F1

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна 2017  
 Основная волна (Резерв) 2013

1.15

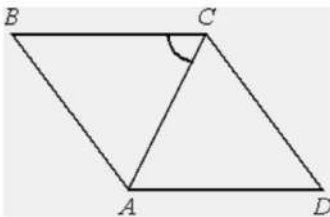
Площадь параллелограмма  $ABCD$  равна 155. Точка  $E$  — середина стороны  $CD$ . Найдите площадь треугольника  $ADE$ .

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2023

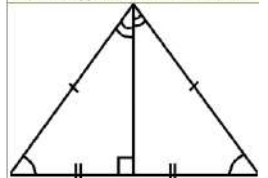
1.16

Угол между стороной и диагональю ромба равен  $54^\circ$ . Найдите острый угол ромба.

**ИСТОЧНИКИ**

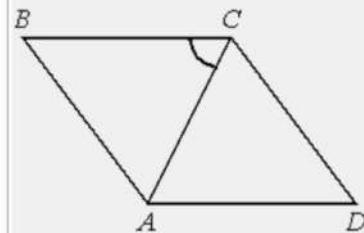
Основная волна 2019

РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК



1.17

В ромбе  $ABCD$  угол  $CDA$  равен  $78^\circ$ . Найдите угол  $ACB$ . Ответ дайте в градусах.

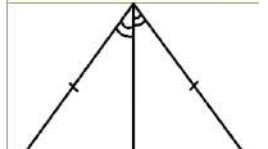


257EE0

**ИСТОЧНИКИ**

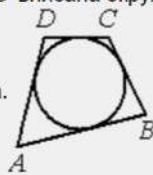
ФИПИ (старый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Пробный ЕГЭ 2013

РАВНОБЕДРЕННЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК



1.18

В четырёхугольник  $ABCD$  вписана окружность,  $AB = 13$ ,  $BC = 7$  и  $AD = 11$ . Найдите четвёртую сторону четырёхугольника.



31765C

**ИСТОЧНИКИ**

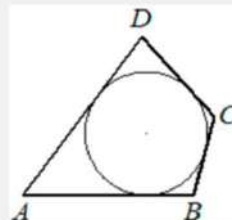
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2019  
 Досрочная волна 2013

СВОЙСТВО ОПИСАННОГО ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИКА



1.19

В четырёхугольник  $ABCD$  вписана окружность,  $AB = 22$ ,  $CD = 17$ . Найдите периметр четырёхугольника  $ABCD$ .

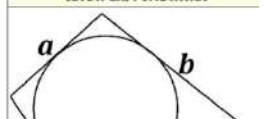


CB8C97

**ИСТОЧНИКИ**

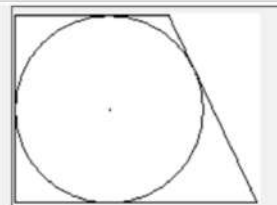
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2019

СВОЙСТВО ОПИСАННОГО ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИКА



1.20

Периметр прямоугольной трапеции, описанной около окружности, равен 40, её большая боковая сторона равна 11. Найдите радиус окружности.



47EA41

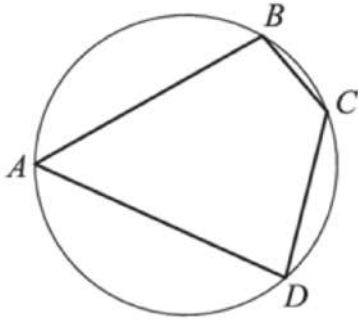
**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Досрочная волна 2015

СВОЙСТВО ОПИСАННОГО ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИКА



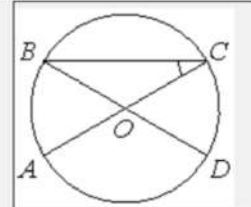
- 1.21** Четырёхугольник  $ABCD$  вписан в окружность. Угол  $BAD$  равен  $58^\circ$ . Найдите угол  $BCD$ . Ответ дайте в градусах.



- 1.22** Найдите центральный угол, если он на  $28^\circ$  больше острого вписанного угла, опирающегося на ту же дугу. Ответ дайте в градусах.



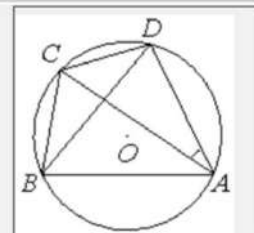
- 1.23** Отрезки  $AC$  и  $BD$  — диаметры окружности с центром  $O$ . Угол  $AOD$  равен  $114^\circ$ . Найдите вписанный угол  $ACB$ . Ответ дайте в градусах.



29D9FB

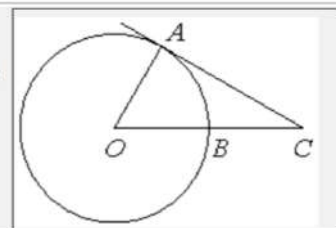
- 1.24** Треугольник  $ABC$  вписан в окружность с центром  $O$ . Угол  $BAC$  равен  $32^\circ$ . Найдите угол  $BOC$ . Ответ дайте в градусах.

- 1.25** Четырёхугольник  $ABCD$  вписан в окружность. Угол  $ABC$  равен  $82^\circ$ , угол  $ABD$  равен  $47^\circ$ . Найдите угол  $CAD$ . Ответ дайте в градусах.



F62324

- 1.26** Угол  $ACO$  равен  $27^\circ$ , где  $O$  — центр окружности. Его сторона  $CA$  касается окружности. Сторона  $CO$  пересекает окружность в точке  $B$  (см. рис.). Найдите величину меньшей дуги  $AB$  окружности. Ответ дайте в градусах.

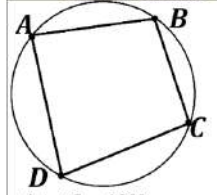


A6532B

## ИСТОЧНИКИ

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

### СВОЙСТВО ВПИСАННОГО ЧЕТЫРЁХУГОЛЬНИКА



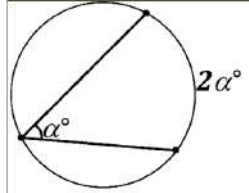
$$\angle A + \angle C = 180^\circ$$

$$\angle B + \angle D = 180^\circ$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2018  
Пробный ЕГЭ 2015

### ТЕОРЕМА О ВПИСАННОМ УГЛЕ



Вписанный угол равен

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2018  
Основная волна 2016

### ВЕРТИКАЛЬНЫЕ УГЛЫ



## ИСТОЧНИКИ

Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Демо 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Демо 2016  
Демо 2015

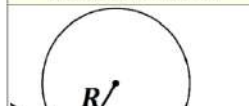
### ТЕОРЕМА О ВПИСАННОМ УГЛЕ



## ИСТОЧНИКИ

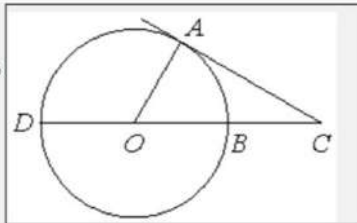
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2018

### СВОЙСТВО КАСАТЕЛЬНОЙ



1.27

Угол  $ACO$  равен  $28^\circ$ . Его сторона  $CA$  касается окружности с центром в точке  $O$ . Сторона  $CO$  пересекает окружность в точках  $B$  и  $D$  (см. рис.). Найдите градусную меру дуги  $AD$  окружности, заключённой внутри этого угла. Ответ дайте в градусах.

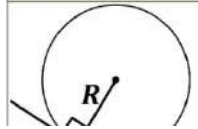


292C86

## ИСТОЧНИКИ

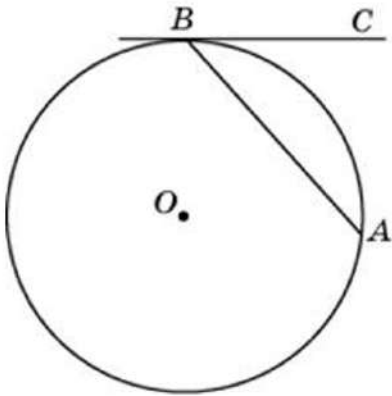
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2018

## СВОЙСТВО КАСАТЕЛЬНОЙ

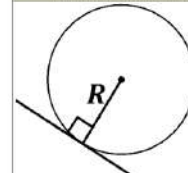


1.28

Хорда  $AB$  стягивает дугу окружности в  $92^\circ$ . Найдите угол  $ABC$  между этой хордой и касательной к окружности, проведённой через точку  $B$ . Ответ дайте в градусах.



## СВОЙСТВО КАСАТЕЛЬНОЙ

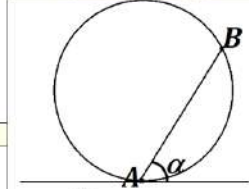


Касательная к окружности перпендикулярна радиусу,

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2018

## ТЕОРЕМА ОБ УГЛЕ МЕЖДУ КАСАТЕЛЬНОЙ И ХОРДОЙ



$$\alpha = \frac{\sim AB}{2}$$

## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УГОЛ



2.1

Даны векторы  $\vec{a}(1; 2)$ ,  $\vec{b}(-3; 6)$  и  $\vec{c}(4; -2)$ . Найдите длину вектора  $\vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$ .

2.2

Даны векторы  $\vec{a}(-13; 4)$  и  $\vec{b}(-6; 1)$ . Найдите скалярное произведение  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ .

0A394F

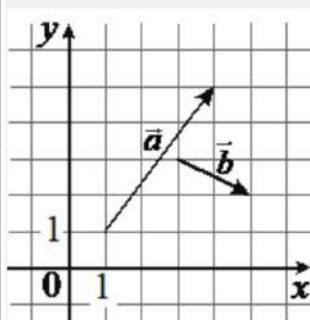
2.3

Длины векторов  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$  равны 3 и 5, а угол между ними равен  $60^\circ$ . Найдите скалярное произведение  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ .

238861

2.4

На координатной плоскости изображены векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ , координатами которых являются целые числа. Найдите длину вектора  $\vec{a} + 4\vec{b}$ .



579B74

## ИСТОЧНИКИ

Демо 2024

## УМНОЖЕНИЕ ВЕКТОРА НА ЧИСЛО

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)

## СКАЛЯРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cdot \cos \varphi$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)

## 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  $\vec{a}(2; 3)$ , то

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

## СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ

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

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

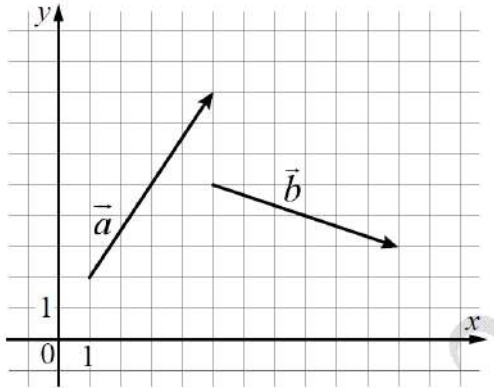
## ДЛИНА ВЕКТОРА

Если  $\vec{a}(x; y)$ , то

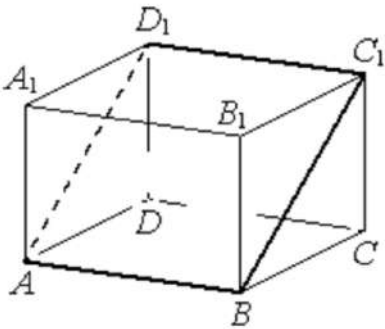
$$|\vec{a}| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

**2.5**

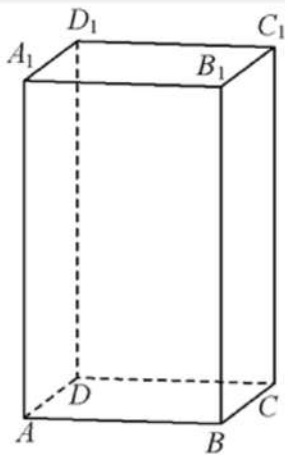
На координатной плоскости изображены векторы  $\vec{a}$  и  $\vec{b}$ . Найдите скалярное произведение  $\vec{a} \cdot \vec{b}$ .

**3.1**

В прямоугольном параллелепипеде  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  известны длины рёбер:  $AB = 7$ ,  $AD = 3$ ,  $AA_1 = 4$ . Найдите площадь сечения параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки  $A$ ,  $B$  и  $C_1$ .

**3.2**

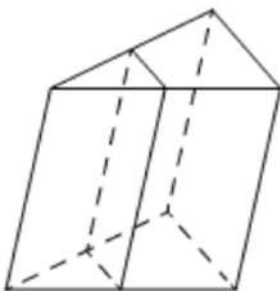
Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки  $A$ ,  $D$ ,  $A_1$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $B_1$  прямоугольного параллелепипеда  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ , у которого  $AB = 3$ ,  $AD = 4$ ,  $AA_1 = 5$ .



C352F6

**3.3**

Через среднюю линию основания треугольной призмы проведена плоскость, параллельная боковому ребру. Найдите объём этой призмы, если объём отсечённой треугольной призмы равен 15.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2024

**КОординаты вектора**

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

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

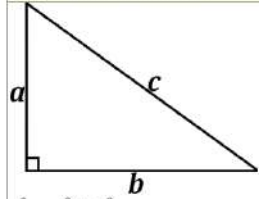
**Скалярное произведение в координатах**

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

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = x_1 \cdot x_2 + y_1 \cdot y_2$$

**ИСТОЧНИКИ**

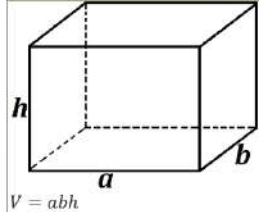
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2022

**ТЕОРЕМА ПИФАГОРА**

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

**Площадь прямоугольника****ИСТОЧНИКИ**

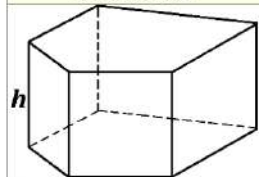
ФИПИ (старый банк)  
Досрочная волна 2023

**Объём параллелепипеда**

$$V = abh$$

**ИСТОЧНИКИ**

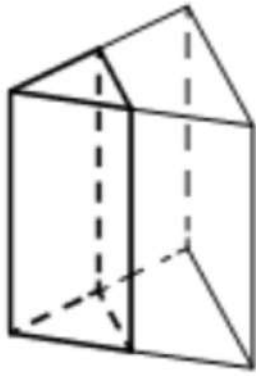
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2020  
Основная волна 2018

**Объём призмы**

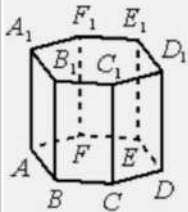
$$V = S_{\text{основания}} \cdot h$$

**Отношение площадей**

**3.4** Через среднюю линию основания треугольной призмы, объём которой равен 48, проведена плоскость, параллельная боковому ребру. Найдите объём отсечённой треугольной призмы.

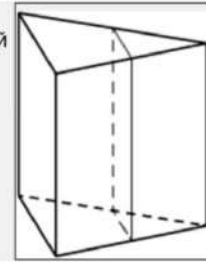


**3.5** Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки  $D, E, F, D_1, E_1, F_1$  правильной шестиугольной призмы  $ABCDEF A_1 B_1 C_1 D_1 E_1 F_1$ , площадь основания которой равна 8, а боковое ребро равно 9.



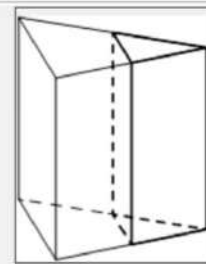
02836B

**3.6** Через среднюю линию основания треугольной призмы проведена плоскость, параллельная боковому ребру. Площадь боковой поверхности отсечённой треугольной призмы равна 37. Найдите площадь боковой поверхности исходной призмы.



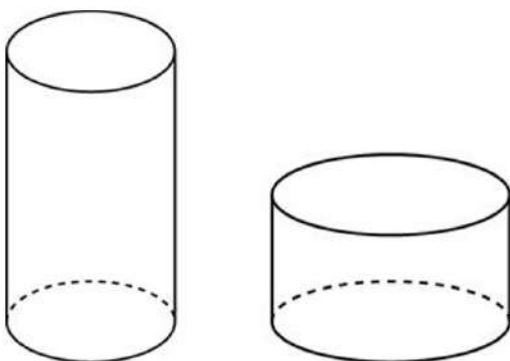
AB1F5D

**3.7** Площадь боковой поверхности треугольной призмы равна 75. Через среднюю линию основания призмы проведена плоскость, параллельная боковому ребру. Найдите площадь боковой поверхности отсечённой треугольной призмы.



5DADB7

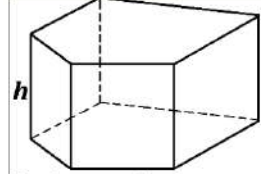
**3.8** Дано два цилиндра. Объём первого цилиндра равен 12. У второго цилиндра высота в три раза больше, а радиус основания в два раза меньше, чем у первого. Найдите объём второго цилиндра.



## ИСТОЧНИКИ

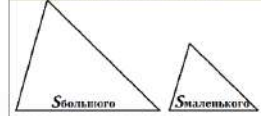
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2018  
 Основная волна 2014

### ОБЪЁМ ПРИЗМЫ



$$V = S_{\text{основания}} \cdot h$$

### ОТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

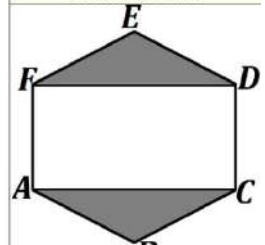


Отношение площадей  
 подобных треугольников равно

## ИСТОЧНИКИ

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

### ПЛОЩАДИ ЧАСТЕЙ ПРАВИЛЬНОГО ШЕСТИУГОЛЬНИКА



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна (Резерв) 2023  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна (Резерв) 2019  
 Основная волна 2018  
 Досрочная волна 2015

### ПЛОЩАДЬ ПРЯМОУГОЛЬНИКА



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Демо 2020

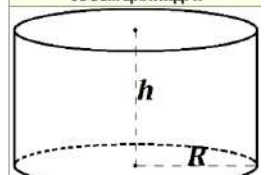
### ПЛОЩАДЬ ПРЯМОУГОЛЬНИКА



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2019  
 Основная волна 2017

### ОБЪЁМ ЦИЛИНДРА



$$V = \pi R^2 h$$

3.9

В цилиндрическом сосуде уровень жидкости достигает 48 см. На какой высоте будет находиться уровень жидкости, если её перелить во второй цилиндрический сосуд, диаметр которого в 2 раза больше диаметра первого? Ответ выразите в см.



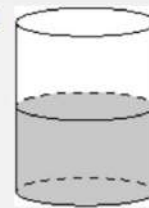
0BE824

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Демо 2020  
 Демо 2019  
 Демо 2018  
 Демо 2017  
 Основная волна 2017  
 Демо 2016  
 Демо 2015

3.10

В цилиндрический сосуд налили  $2800 \text{ см}^3$  воды. Уровень жидкости оказался равным 16 см. В воду полностью погрузили деталь. При этом уровень жидкости в сосуде поднялся на 13 см. Найдите объём детали. Ответ выразите в куб. см.

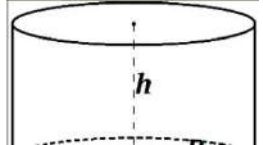


791637

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2018  
 Основная волна 2017

## ОБЪЁМ ЦИЛИНДРА



3.11

Диаметр основания конуса равен 40, а длина образующей – 25. Найдите высоту конуса.

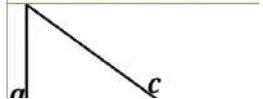


50FCF3

## ИСТОЧНИКИ

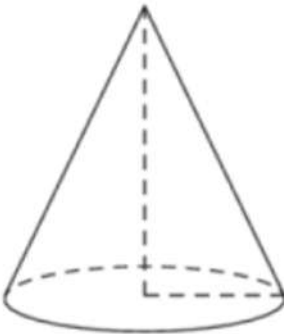
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2013

## ТЕОРЕМА ПИФАГОРА



3.12

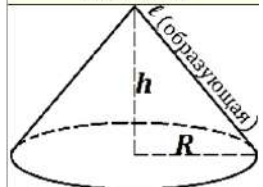
Во сколько раз уменьшится объём конуса, если его высота уменьшится в 3 раза, а радиус основания останется прежним?



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2019

## ОБЪЁМ КОНУСА



$$V = \frac{1}{3} \pi R^2 h$$

3.13

Во сколько раз увеличится объём конуса, если радиус его основания увеличить в 8 раз, а высоту оставить прежней?



F9E66F

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2019

3.14

В сосуде, имеющем форму конуса, уровень жидкости достигает  $\frac{1}{2}$  высоты. Объём жидкости равен 25 мл.



Сколько миллилитров жидкости нужно долить, чтобы полностью наполнить сосуд?



60E82D

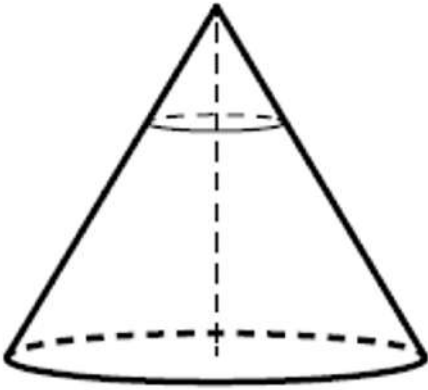
## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Досрочная волна 2014  
 Досрочная волна 2013

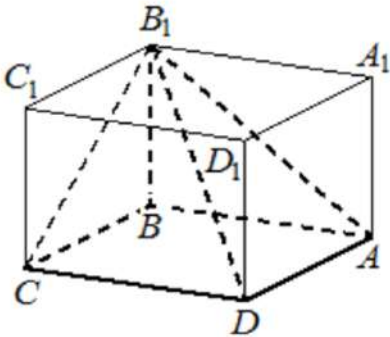
## ОТНОШЕНИЕ ОБЪЁМОВ



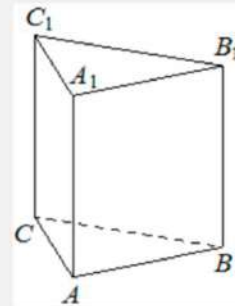
- 3.15** Через точку, лежащую на высоте прямого кругового конуса и делящую её в отношении 1:2, считая от вершины конуса, проведена плоскость, параллельная его основанию и делящая конус на две части. Каков объём той части конуса, которая примыкает к его основанию, если объём всего конуса равен 54?



- 3.16** Найдите объём многогранника, вершинами которого являются вершины  $A, B, C, D, B_1$  прямоугольного параллелепипеда  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ , у которого  $AB = 9, BC = 3, BB_1 = 8$ .

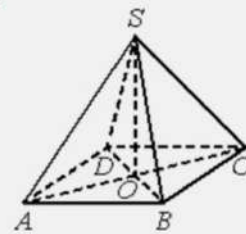


- 3.17** Дана правильная треугольная призма  $ABCA_1 B_1 C_1$ , площадь которой равна 9, а боковое ребро равно 4. Найдите объём многогранника, вершинами которого являются точки  $A, A_1, B_1, C_1$ .



FBF62F

- 3.18** В правильной четырёхугольной пирамиде  $SABCD$  с вершиной  $S$  точка  $O$  – центр основания,  $SO = 35, SD = 37$ . Найдите длину отрезка  $BD$ .

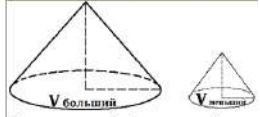


C026C8

## ИСТОЧНИКИ

Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021

### ОТНОШЕНИЕ ОБЪЁМОВ



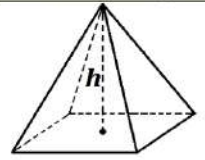
Отношение объёмов подобных фигур равно кубу коэффициента подобия  

$$\frac{V_{\text{большой фигуры}}}{V_{\text{маленькой фигуры}}} = k^3$$

## ИСТОЧНИКИ

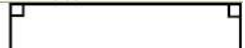
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Основная волна (Резерв) 2022

### ОБЪЁМ ПИРАМИДЫ



$$V = \frac{1}{3} S_{\text{основания}} \cdot h$$

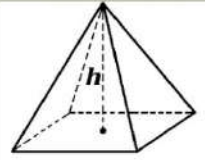
### ПЛОЩАДЬ ПРЯМОУГОЛЬНИКА



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2018  
Основная волна 2013

### ОБЪЁМ ПИРАМИДЫ

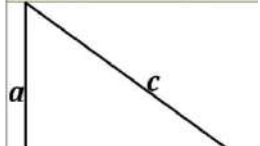


$$V = \frac{1}{3} S_{\text{основания}} \cdot h$$

## ИСТОЧНИКИ

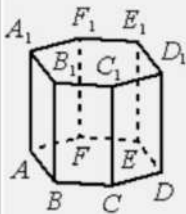
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Пробный ЕГЭ 2015  
Основная волна (Резерв) 2013

### ТЕОРЕМА ПИФАГОРА



3.19

Найдите объем многогранника, вершинами которого являются точки  $D, A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1$  правильной шестиугольной призмы  $ABCDEF A_1 B_1 C_1 D_1 E_1 F_1$ , площадь основания которой равна 12, а боковое ребро равно 2.

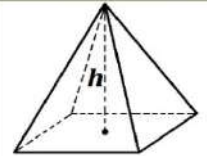


362938

## ИСТОЧНИКИ

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

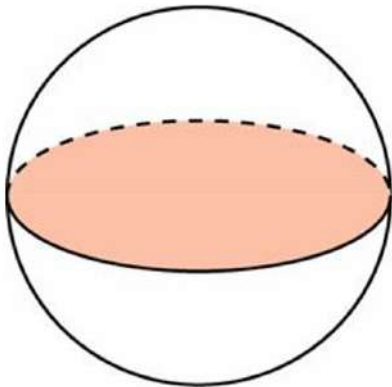
## ОБЪЕМ ПИРАМИДЫ



$$V = \frac{1}{3} S_{\text{основания}} \cdot h$$

3.20

Площадь поверхности шара равна 12. Найдите площадь большого круга шара.



3.21

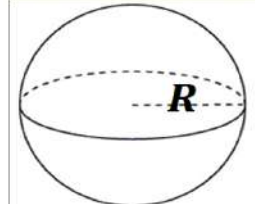
Цилиндр описан около шара. Объем шара равен 50. Найдите объем цилиндра.



FCCBC9

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна (Резерв) 2023  
Досрочная волна (Резерв) 2019  
ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА



$$S_{\text{сферы}} = 4\pi R^2$$

## ПЛОЩАДЬ КРУГА



3.22

Шар вписан в цилиндр. Площадь поверхности шара равна 48. Найдите площадь полной поверхности цилиндра.



AFD872

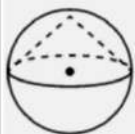
## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2021  
Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2014  
Основная волна 2013  
Пробный ЕГЭ 2013

## ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ ШАРА

3.23

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.

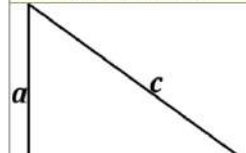


F4AA43

## ИСТОЧНИКИ

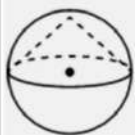
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2013

## ТЕОРЕМА ПИФАГОРА



3.24

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



Образующая конуса равна  $50\sqrt{2}$ . Найдите радиус сферы.

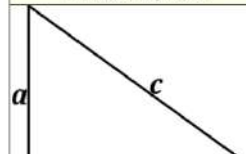


2A5773

## ИСТОЧНИКИ

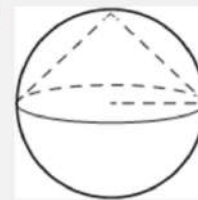
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2013

## ТЕОРЕМА ПИФАГОРА



3.25

Конус вписан в шар (см. рисунок). Радиус основания конуса равен радиусу шара. Объем конуса равен 47. Найдите объем шара.



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2021  
Досрочная волна 2016

## ОБЪЕМ КОНУСА



3.26

Конус и цилиндр имеют общее основание и общую высоту (конус вписан в цилиндр). Вычислите объем цилиндра, если объем конуса равен 57.



267D7F

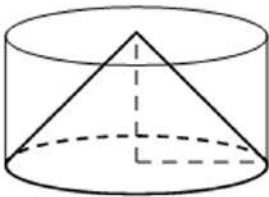
## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна 2019  
Основная волна 2017  
Основная волна (Резерв) 2013

## ОБЪЕМ ЦИЛИНДРА

3.27

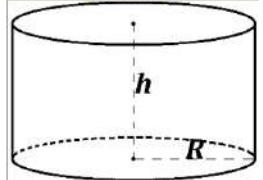
Цилиндр и конус имеют общие основание и высоту. Высота цилиндра равна радиусу основания. Площадь боковой поверхности цилиндра равна  $5\sqrt{2}$ . Найдите площадь боковой поверхности конуса.



## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2017

## ПЛОЩАДЬ БОКОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЦИЛИНДРА



4.1

В сборнике билетов по математике всего 20 билетов, в 16 из них встречается вопрос по логарифмам. Найдите вероятность того, что в случайно выбранном на экзамене билете школьнику достанется вопрос по логарифмам.

E31481

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Демо 2019  
Основная волна 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Демо 2016  
Демо 2015  
Досрочная волна 2014  
Основная волна 2013

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

4.2

В сборнике билетов по истории всего 50 билетов, в 13 из них встречается вопрос про Александра Второго. Найдите вероятность того, что в случайно выбранном на экзамене билете школьнику **не достанется** вопрос про Александра Второго.

89584F

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна 2019  
Основная волна 2013

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

4.3

В соревнованиях по толканию ядра участвуют 3 спортсмена из Дании, 6 из Швеции, 4 из Норвегии и 7 из Финляндии. Порядок, в котором выступают спортсмены, определяется жребием. Найдите вероятность того, что спортсмен, который выступает последним, окажется из Норвегии.

F805D7

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2021  
Основная волна 2019  
Основная волна 2018  
Основная волна 2017  
Основная волна 2013

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ

4.4

На чемпионате по прыжкам в воду выступают 25 спортсменов, среди них 4 прыгуна из Италии и 6 прыгунов из Мексики. Порядок выступлений определяется жеребьевкой. Найдите вероятность того, что двадцать четвертым будет выступать прыгун из Италии.

266249

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2022  
Основная волна 2017  
Основная волна 2013

4.5

В чемпионате по гимнастике участвуют 70 спортсменов: 25 из США, 17 из Мексики, остальные из Канады. Порядок, в котором выступают гимнастки, определяется жребием. Найдите вероятность того, что спортсменка, выступающая первой, окажется из Канады.



2EBA48

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2022  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2019  
 Основная волна 2018

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

4.6

На конференцию приехали 2 учёных из Дании, 7 из Польши и 3 из Венгрии. Каждый из них делает на конференции один доклад. Порядок докладов определяется жеребьёвкой. Найдите вероятность того, что четвёртым окажется доклад учёного из Венгрии.



60E929

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2018  
 Основная волна 2017

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

4.7

В среднем из 900 садовых насосов, поступивших в продажу, 27 подтекают. Найдите вероятность того, что один случайно выбранный для контроля насос не подтекает.



FE2ADA

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2019  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2014  
 Досрочная волна 2013

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

Благословителен исковы

4.8

Конкурс исполнителей проводится в 3 дня. Всего заявлено 70 выступлений — по одному от каждой страны, участвующей в конкурсе. Исполнитель из России участвует в конкурсе. В первый день запланировано 28 выступлений, остальные распределены поровну между оставшимися днями. Порядок выступлений определяется жеребьёвкой. Какова вероятность, что выступление исполнителя из России состоится в третий день конкурса?



e5D1Ae

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Основная волна (Резерв) 2019  
 Досрочная волна 2018  
 Пробный ЕГЭ 2015

4.9

Научная конференция проводится в 4 дня. Всего запланировано 80 докладов — первые два дня по 12 докладов, остальные распределены поровну между третьим и четвёртым днями. На конференции планируется доклад профессора М. Порядок докладов определяется жеребьёвкой. Какова вероятность, что доклад профессора М. окажется запланированным на последний день конференции?



569129

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2016  
 Пробный ЕГЭ 2015

4.10

На олимпиаде по русскому языку 350 участников разместили в трёх аудиториях. В первых двух удалось разместить по 140 человек, оставшихся перевели в запасную аудиторию в другом корпусе. Найдите вероятность того, что случайно выбранный участник писал олимпиаду в запасной аудитории.



26c68F

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2017

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

Благословителен исковы

4.11

Фабрика выпускает сумки. В среднем 6 сумок из 75 имеют скрытые дефекты. Найдите вероятность того, что купленная сумка окажется без дефектов.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2019  
 Пробный ЕГЭ 2016

4.12

В группе туристов 8 человек. С помощью жребия они выбирают шестерых человек, которые должны идти в село в магазин за продуктами. Какова вероятность того, что турист Д., входящий в состав группы, пойдёт в магазин?



4c1895

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2021  
 Основная волна 2020  
 Основная волна 2018  
 Основная волна 2017

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

4.13

В группе туристов 300 человек. Их вертолёт доставляют в труднодоступный район, перевозя по 15 человек за рейс. Порядок, в котором вертолёт перевозит туристов, случаен. Найдите вероятность того, что турист В. полетит первым рейсом вертолёта.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2018

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

Благословителен исковы

4.14

Перед началом первого тура чемпионата по теннису участников разбивают на игровые пары случайным образом с помощью жребия. Всего в чемпионате участвует 76 теннисистов, среди которых 7 спортсменов из России, в том числе Анатолий Москвин. Найдите вероятность того, что в первом туре Анатолий Москвин будет играть с каким-либо теннисистом из России.



11C2CE

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Пробный ЕГЭ 2019  
 Основная волна 2014  
 Основная волна 2013

4.15

В случайном эксперименте симметричную монету бросают дважды. Найдите вероятность того, что решка выпала больше раз, чем орёл.



454B44

4.16

Перед началом волейбольного матча капитаны команд тянут честный жребий, чтобы определить, какая из команд начнёт игру с мячом. Команда «Стартер» по очереди играет с командами «Протор», «Ротор» и «Мотор». Найдите вероятность того, что «Стартер» будет начинать только вторую и последнюю игры.

4.17

Перед началом футбольного матча судья бросает монетку, чтобы определить, какая из команд начнёт игру с мячом. Команда «Биолог» играет три матча с разными командами. Найдите вероятность того, что в этих матчах команда «Биолог» начнёт игру с мячом все три раза.



A203F4

4.18

На экзамене по геометрии школьник отвечает на один вопрос из списка экзаменационных вопросов. Вероятность того, что это вопрос по теме «Вписанная окружность», равна 0,2. Вероятность того, что это вопрос по теме «Внешние углы», равна 0,35. Вопросов, которые одновременно относятся к этим двум темам, нет. Найдите вероятность того, что на экзамене школьнику достанется вопрос по одной из этих двух тем.



5e924B

4.19

Вероятность того, что новый тостер прослужит больше года, равна 0,93. Вероятность того, что он прослужит больше двух лет, равна 0,82. Найдите вероятность того, что он прослужит меньше двух лет, но больше года.



CA9F71

5.1

Стрелок стреляет по одному разу в каждую из четырёх мишеней. Вероятность попадания в мишень при каждом отдельном выстреле равна 0,9. Найдите вероятность того, что стрелок попадёт в первую мишень и не попадёт в три последние.



F3F0DF

5.2

Помещение освещается тремя лампами. Вероятность перегорания каждой лампы в течение года равна 0,8. Лампы перегорают независимо друг от друга. Найдите вероятность того, что в течение года хотя бы одна лампа не перегорит.



0ECDD4

5.3

При выпечке хлеба производится контрольное взвешивание свежей буханки. Известно, что вероятность того, что масса окажется меньше 810 г, равна 0,96. Вероятность того, что масса окажется больше 790 г, равна 0,82. Найдите вероятность того, что масса буханки больше 790 г, но меньше 810 г.



66F056

5.4

Автоматическая линия изготавливает батарейки. Вероятность того, что готовая батарейка неисправна, равна 0,01. Перед упаковкой каждая батарейка проходит систему контроля качества. Вероятность того, что система забракует неисправную батарейку, равна 0,96. Вероятность того, что система по ошибке забракует исправную батарейку, равна 0,06. Найдите вероятность того, что случайно выбранная изготовленная батарейка будет забракована системой контроля.



91D905

5.5

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

5.6

Игральную кость бросили два раза. Известно, что шесть очков не выпало ни разу. Найдите при этом условии вероятность события «сумма очков равна 8».



97B50F

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2013  
Досрочная волна 2023

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

## ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2019  
Досрочная волна 2023

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

$p =$  благоприятные исходы

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Досрочная волна 2019  
Досрочная волна 2017

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

$p =$  благоприятные исходы

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Досрочная волна 2016

**НЕСОВМЕСТНЫЕ СОБЫТИЯ**

Несовместные события – это

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021

Досрочная волна 2016

**НЕЗВИСИМЫЕ СОБЫТИЯ**

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2022

**НЕЗАВИСИМЫЕ СОБЫТИЯ**

## ИСТОЧНИКИ

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

**НЕЗАВИСИМЫЕ СОБЫТИЯ**

## ИСТОЧНИКИ

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

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2022

**НЕСОВМЕСТНЫЕ СОБЫТИЯ**

Несовместные события – это

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Основная волна (Резерв) 2022

**ПРОТИВОПОЛОЖНЫЕ СОБЫТИЯ**

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна (Резерв) 2023

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ**

$p =$  благоприятные исходы

5.7

В торговом центре два одинаковых автомата продают кофе. Вероятность того, что к концу дня в первом автомате закончится кофе, равна 0,1. Вероятность того, что кофе закончится во втором автомате, такая же. Вероятность того, что кофе закончится в двух автоматах, равна 0,03. Найдите вероятность того, что к концу дня кофе останется в двух автоматах.



346547

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023

5.8

В коробке 11 синих, 6 красных и 8 зелёных фломастеров. Случайным образом выбирают два фломастера. Найдите вероятность того, что окажутся выбраны один синий и один красный фломастеры.



27C71D

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023

**НЕСОВМЕСТНЫЕ СОБЫТИЯ**

Несовместные события — это

6.1

Найдите корень уравнения  $(x + 3)^9 = 512$ .



F1A1A3

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Основная волна 2021  
Основная волна (Резерв) 2019  
Досрочная волна 2018  
Основная волна 2017

6.2

Найдите корень уравнения  $\frac{1}{3x - 1} = 5$ .



29F491

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна (Резерв) 2023  
Основная волна (Резерв) 2022  
Досрочная волна 2013

6.3

Найдите корень уравнения  $\sqrt{28 - 2x} = 2$ .



D6D480

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Досрочная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2019  
Основная волна 2018  
Основная волна 2017  
Основная волна 2014  
Досрочная волна 2013

6.4

Найдите корень уравнения  $\sqrt[3]{x + 3} = 5$ .



0DAFF4

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2021  
Основная волна 2018  
Основная волна 2017  
Досрочная волна 2014

6.5

Найдите корень уравнения  $\log_2(7 - x) = 5$ .



5CD57D

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Основная волна (Резерв) 2023  
Досрочная волна 2022  
Досрочная волна 2016  
Основная волна 2013

6.6

Найдите корень уравнения  $7^{-6-x} = 343$ .



7377CE

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Основная волна 2023  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна 2020  
Основная волна 2019  
Демо 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Основная волна 2017  
Основная волна 2016  
Демо 2016  
Демо 2015  
Основная волна 2013

6.7

Найдите корень уравнения  $3^{2x-16} = \frac{1}{81}$ .

A1ADF2

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2019  
 Досрочная волна (Резерв) 2018  
 Основная волна 2017  
 Пробный ЕГЭ 2015

СТЕПЕНИ

6.8

Найдите корень уравнения  $(\frac{1}{2})^{x-6} = 8^x$ .

C36F5E

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна (Резерв) 2019  
 Основная волна 2019  
 Основная волна 2017  
 Пробный ЕГЭ 2015  
 Основная волна 2014

7.1

Найдите значение выражения  $(5^4)^6 : 5^{22}$ .

4EF06F

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2018

СТЕПЕНИ

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

7.2

Найдите значение выражения

$$\frac{1}{4^5} \cdot 16^{\frac{9}{10}}$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Демо 2020  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна (Резерв) 2019  
 Основная волна 2018

СТЕПЕНИ

7.3

Найдите значение выражения

$$(64^9)^3 : (16^5)^8$$

**ИСТОЧНИКИ**

СТЕПЕНИ

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

7.4

Найдите значение выражения

$$\frac{\left(5^{\frac{3}{5}} \cdot 7^{\frac{2}{3}}\right)^{15}}{35^9}$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2016

СТЕПЕНИ

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

7.5

Найдите значение выражения  $20^{-3,9} \cdot 5^{2,9} : 4^{-4,9}$ .

8DC6F2

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна (Резерв) 2017

СТЕПЕНИ

7.6

Найдите значение выражения

$$0,75^{\frac{1}{8}} \cdot 4^{\frac{1}{4}} \cdot 12^{\frac{7}{8}}$$

**ИСТОЧНИКИ**

Досрочная волна 2016

СТЕПЕНИ

7.7

Найдите значение выражения

$$\frac{81^{2,6}}{93,7}$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2018

СТЕПЕНИ

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

7.8

Найдите значение выражения  $(\sqrt{12} - \sqrt{75}) \cdot \sqrt{12}$ .

62754D

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Основная волна (Резерв) 2013

КОРНИ

7.9

Найдите значение выражения

$$\frac{(2\sqrt{7})^2}{14}$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Досрочная волна 2020

СТЕПЕНИ

7.10

Найдите значение выражения

$$(\sqrt{13} - \sqrt{7})(\sqrt{13} + \sqrt{7})$$

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна (Резерв) 2022

ФС

**7.11** Найдите значение выражения

$$4\sqrt{2} \cos \frac{\pi}{4} \cos \frac{7\pi}{3}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2020

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ  
|sin x

**7.12** Найдите значение выражения

$$21\sqrt{6} \operatorname{tg} \frac{\pi}{6} \sin \frac{\pi}{4}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2020  
Досрочная волна (Резерв) 2018

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ

**7.13** Найдите  $\cos \alpha$ , если  $\sin \alpha = -\frac{\sqrt{51}}{10}$  и  $\alpha \in (\pi; \frac{3\pi}{2})$ .



E418B1

## ИСТОЧНИКИ

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

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ  
|sin x

**7.14** Найдите  $\operatorname{tg} \alpha$ , если  $\sin \alpha = -\frac{4\sqrt{41}}{41}$  и  $\alpha \in (\pi; \frac{3\pi}{2})$ .



BEF0CB

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2017  
Основная волна 2013

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ

**7.15** Найдите значение выражения

$$\frac{16 \sin 98^\circ \cdot \cos 98^\circ}{\sin 196^\circ}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна 2017

**7.16** Найдите значение выражения

$$\frac{21(\sin^2 66^\circ - \cos^2 66^\circ)}{\cos 132^\circ}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2021  
Основная волна 2016

ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА

**7.17** Найдите значение выражения

$$\frac{2(\cos^2 82^\circ - \sin^2 82^\circ)}{\cos 164^\circ}.$$

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2021

ФОРМУЛЫ ДВОЙНОГО УГЛА

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

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

**7.18** Найдите значение выражения

$$3\sqrt{2} \cos^2 \frac{9\pi}{8} - 3\sqrt{2} \sin^2 \frac{9\pi}{8}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2021  
Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2014

**7.19** Найдите значение выражения  $\sqrt{108} \cos^2 \frac{\pi}{12} - \sqrt{27}$ .



D78270

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2019  
Пробный ЕГЭ 2018  
Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2016

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ  
|sin x

**7.20** Найдите значение выражения

$$\sqrt{2} - 2\sqrt{2} \sin^2 \frac{15\pi}{8}.$$

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2019  
Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2016  
Основная волна 2014

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ  
|sin x

**7.21** Найдите значение выражения  $7\sqrt{2} \sin \frac{15\pi}{8} \cdot \cos \frac{15\pi}{8}$ .



7C4023

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Пробный ЕГЭ 2018  
Основная волна 2014

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ

7.22 Найдите значение выражения

$$\sqrt{2} \sin \frac{7\pi}{8} \cdot \cos \frac{7\pi}{8}.$$

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна 2017

7.23 Найдите значение выражения  $30 \operatorname{tg} 3^\circ \cdot \operatorname{tg} 87^\circ - 43$ .

70CAFA

### ИСТОЧНИКИ

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

ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ  
|sin x

7.24 Найдите значение выражения

$$\frac{7 \sin 154^\circ}{\cos 77^\circ \cdot \cos 13^\circ}.$$

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2021  
Досрочная волна 2018  
Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2017

7.25 Найдите значение выражения  $\log_7 12,25 + \log_7 4$ .

D27044

### ИСТОЧНИКИ

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

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

7.26 Найдите значение выражения  $\log_2 240 - \log_2 3,75$ .

F6A353

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2019  
Основная волна 2013

7.27 Найдите значение выражения  $\frac{\log_2 729}{\log_2 9}$ .

84E3EB

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2019

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

7.28 Найдите значение выражения

$$\frac{\log_8 14}{\log_{64} 14}.$$

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2019

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

7.29 Найдите значение выражения  $\frac{\log_5 2}{\log_5 13} + \log_{13} 0,5$ .

6693B1

### ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

7.30 Найдите значение выражения

$$\log_{6\sqrt{13}} 13.$$

### ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2023  
Основная волна 2019

СВОЙСТВА ЛОГАРИФМОВ

7.31 Найдите значение выражения

$$6 \log_7 \sqrt[3]{7}.$$

### ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2021  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Основная волна 2019

КОРНИ

7.32 Найдите значение выражения

$$\log_{\frac{1}{13}} \sqrt{13}.$$

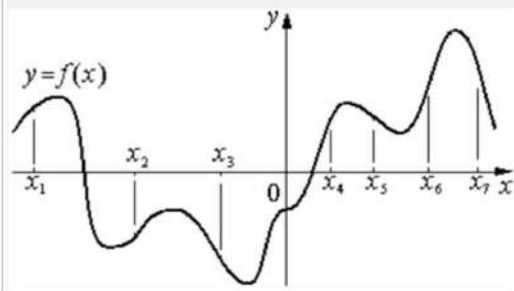
### ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2017

КОРНИ

8.1

На рисунке изображён график функции  $y = f(x)$ . На оси абсцисс отмечены семь точек:  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ . В скольких из этих точек производная функции  $f(x)$  положительна?



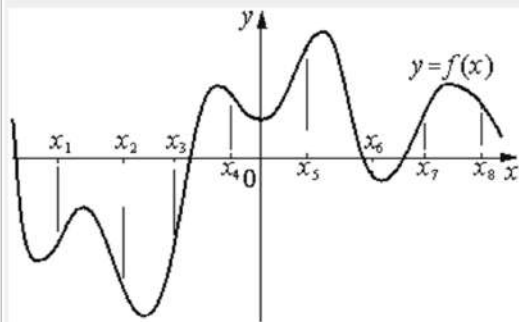
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023



8.2

На рисунке изображён график функции  $y = f(x)$ . На оси абсцисс отмечены восемь точек:  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8$ . В скольких из этих точек производная функции  $f(x)$  отрицательна?



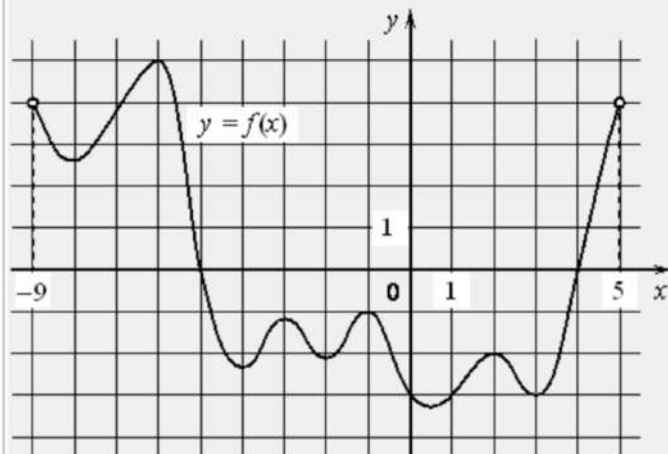
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Демо 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Демо 2016  
Демо 2015  
Основная волна 2023  
Досрочная волна 2015  
Основная волна (Резерв) 2013



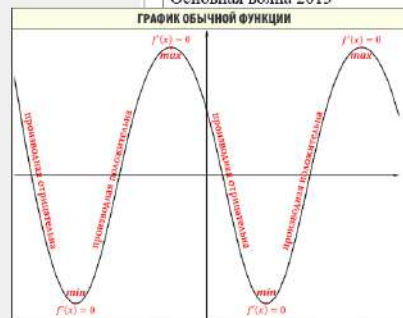
8.3

На рисунке изображён график функции  $y = f(x)$ , определённой на интервале  $(-9; 5)$ . Найдите количество точек, в которых производная функции  $f(x)$  равна 0.



ИСТОЧНИКИ

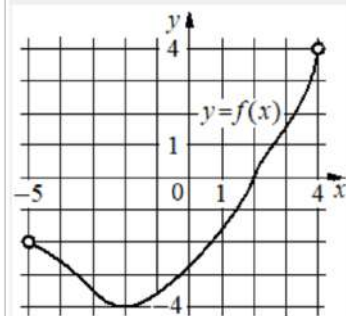
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна (Резерв) 2023  
Основная волна (Резерв) 2021  
Основная волна 2013



8E93FF

8.4

На рисунке изображён график функции  $y = f(x)$ , определённой на интервале  $(-5; 4)$ . Найдите корень уравнения  $f'(x) = 0$ .



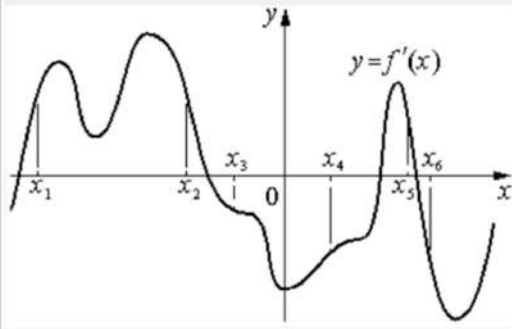
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2022  
Досрочная волна 2021



8.5

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ .  
 На оси абсцисс отмечены шесть точек:  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ .  
 Сколько из этих точек лежит на промежутках возрастания функции  $f(x)$ ?



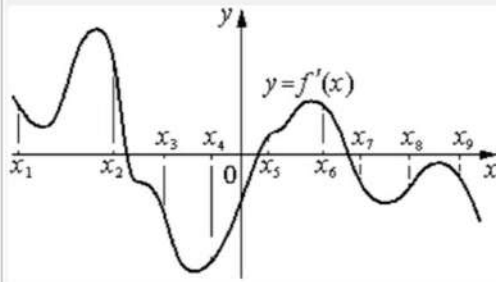
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Основная волна 2017  
 Досрочная волна 2016  
 Основная волна 2014



8.6

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ .  
 На оси абсцисс отмечены девять точек:  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$ .  
 Сколько из этих точек лежит на промежутках убывания функции  $f(x)$ ?



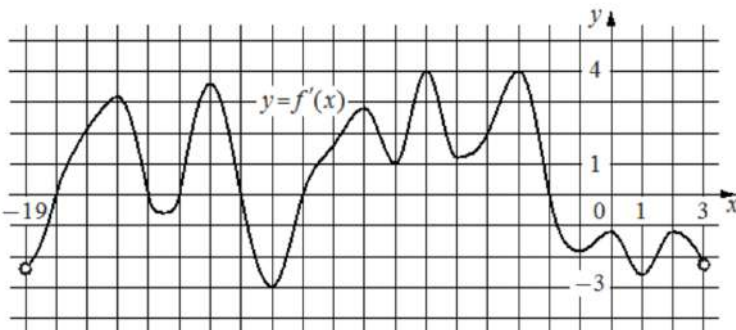
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 Досрочная волна 2016



8.7

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определенной на интервале  $(-19; 3)$ .  
 Найдите количество точек экстремума функции  $f(x)$ , принадлежащих отрезку  $[-17; -4]$ .



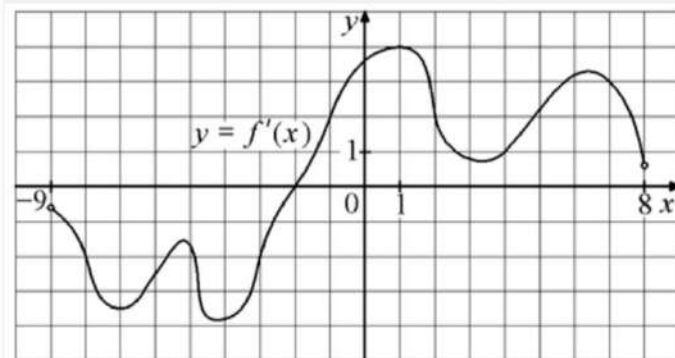
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2023  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2018  
 Основная волна 2017



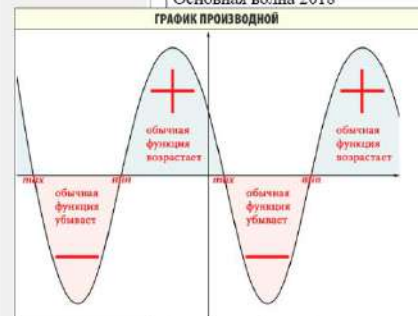
8.8

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-9; 8)$ .  
 Найдите точку экстремума функции  $f(x)$  на отрезке  $[-3; 3]$ .



ИСТОЧНИКИ

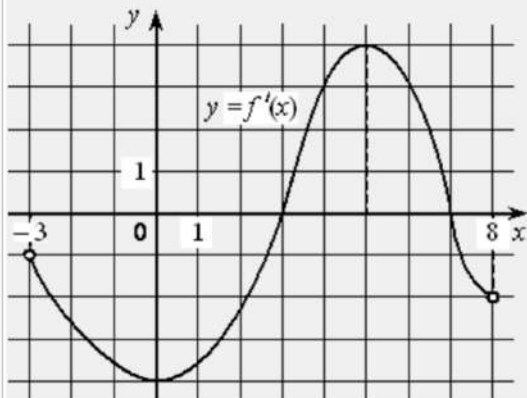
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2018



720371

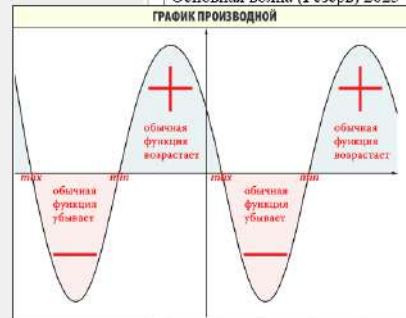
8.9

На рисунке изображён график функции  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-3; 8)$ . Найдите точку максимума функции  $f(x)$ .



ИСТОЧНИКИ

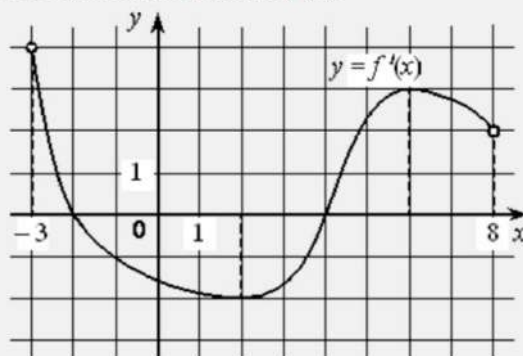
ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023



FFD023

8.10

На рисунке изображён график функции  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-3; 8)$ . Найдите точку минимума функции  $f(x)$ .



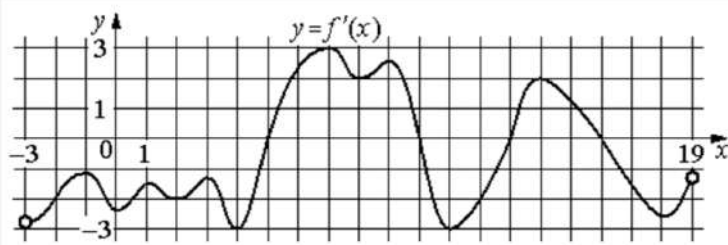
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2022  
Досрочная волна 2019



8.11

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-3; 19)$ . Найдите количество точек максимума функции  $f(x)$ , принадлежащих отрезку  $[-2; 15]$ .



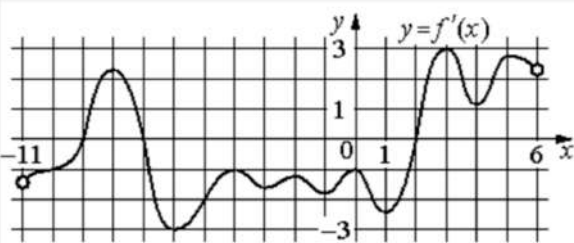
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна (Резерв) 2022  
Основная волна 2021  
Основная волна (Резерв) 2019  
Основная волна 2018  
Основная волна 2017



8.12

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-11; 6)$ . Найдите количество точек минимума функции  $f(x)$ , принадлежащих отрезку  $[-6; 4]$ .



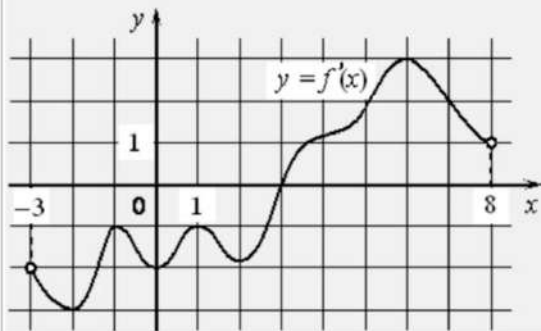
ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2021  
Основная волна 2018  
Пробный ЕГЭ 2017



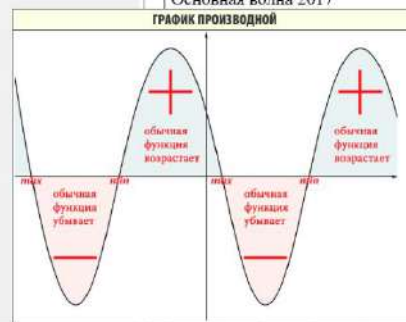
8.13

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-3; 8)$ . В какой точке отрезка  $[-2; 3]$  функция  $f(x)$  принимает наименьшее значение?



**ИСТОЧНИКИ**

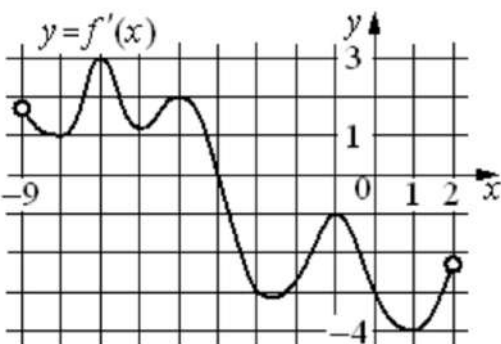
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2017



16R2FF

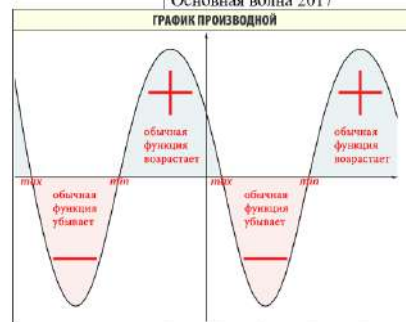
8.14

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  — производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-9; 2)$ . В какой точке отрезка  $[-8; -4]$  функция  $f(x)$  принимает наибольшее значение?



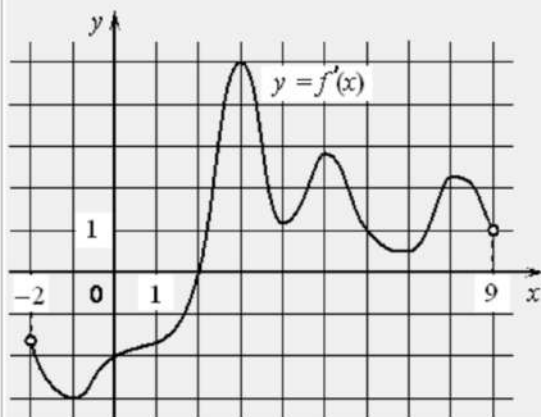
**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2023  
 Основная волна 2018  
 Основная волна 2017



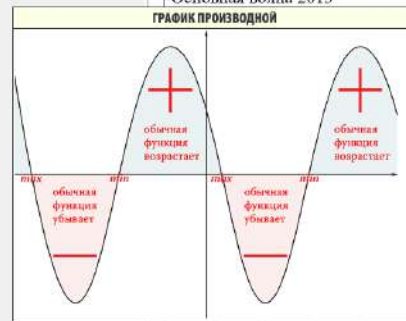
8.15

На рисунке изображён график  $y = f'(x)$  производной функции  $f(x)$ , определённой на интервале  $(-2; 9)$ . В какой точке отрезка  $[2; 8]$  функция  $f(x)$  принимает наименьшее значение?



**ИСТОЧНИКИ**

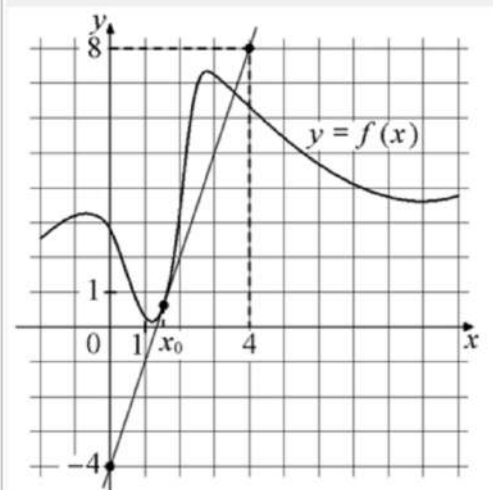
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2018  
 Досрочная волна 2014  
 Основная волна 2013



12659F

8.16

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



**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Досрочная волна 2020  
 Досрочная волна 2017  
 Основная волна (Резерв) 2017  
 Основная волна 2013

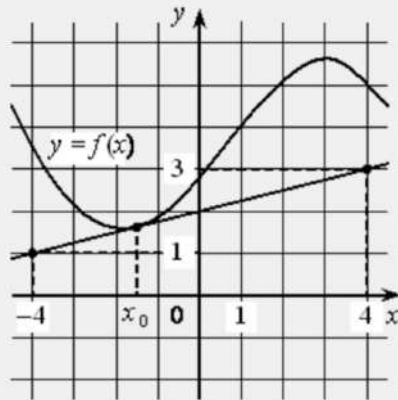
**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ  
 ПРОИЗВОДНОЙ**

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

56F47A

8.17

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  $x_0$ .



C70016

**ИСТОЧНИКИ**

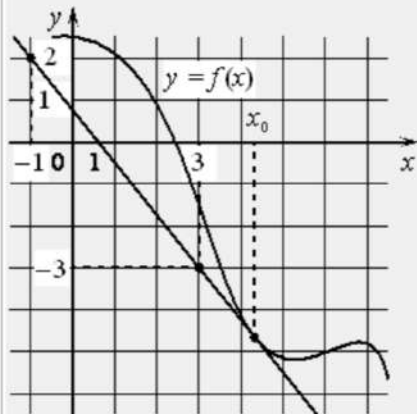
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2019  
 Основная волна (Резерв) 2017

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ  
 ПРОИЗВОДНОЙ**

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

8.18

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



ED7504

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Демо 2020  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Пробный ЕГЭ 2019  
 Основная волна (Резерв) 2017  
 Основная волна 2013

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ  
 ПРОИЗВОДНОЙ**

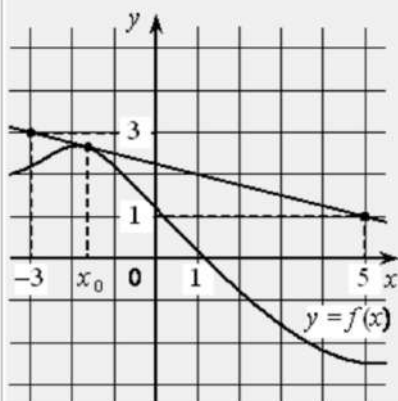
$f'(x_0) = k = \text{tg } \alpha$

**СИНУС, КОСИНУС, ТАНГЕНС И  
 КОТАНГЕНС ТУПЫХ УГЛОВ**



8.19

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  $x_0$ .



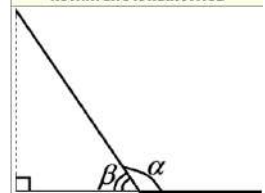
**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2019  
 Основная волна (Резерв) 2017

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ  
 ПРОИЗВОДНОЙ**

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

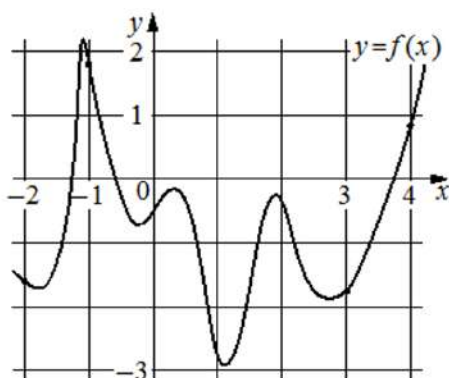
**СИНУС, КОСИНУС, ТАНГЕНС И  
 КОТАНГЕНС ТУПЫХ УГЛОВ**



$\sin \alpha = \sin \beta$

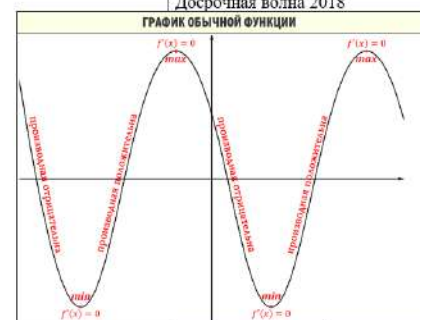
8.20

На рисунке изображён график функции  $y = f(x)$ . На оси абсцисс отмечены точки  $-2$ ,  $-1$ ,  $3$ ,  $4$ . В какой из этих точек значение производной наименьшее? В ответе укажите эту точку.



**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2020  
 Досрочная волна 2018



**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ СМЫСЛ  
 ПРОИЗВОДНОЙ**

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

9.1

В боковой стенке высокого цилиндрического бака у самого дна закреплён кран. После его открытия вода начинает вытекать из бака, при этом высота столба воды в нём, выраженная в метрах, меняется по закону  $H(t) = at^2 + bt + H_0$ , где  $H_0 = 3$  м — начальный уровень воды,  $a = \frac{1}{768}$  м/мин<sup>2</sup> и  $b = -\frac{1}{8}$  м/мин — постоянные,  $t$  — время в минутах, прошедшее с момента открытия крана. В течение какого времени вода будет вытекать из бака? Ответ приведите в минутах.



E4E32E

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2018

9.2

Высота над землёй подброшенного вверх мяча меняется по закону  $h(t) = 2 + 13t - 5t^2$ , где  $h$  — высота в метрах,  $t$  — время в секундах, прошедшее с момента броска. Сколько секунд мяч будет находиться на высоте не менее 8 метров?



D9AE4D

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Пробный ЕГЭ 2015

9.3

Автомобиль, движущийся со скоростью  $v_0 = 24$  м/с, начал торможение с постоянным ускорением  $a = 3$  м/с<sup>2</sup>. За  $t$  секунд после начала торможения он прошёл путь  $S = v_0t - \frac{at^2}{2}$  (м). Определите время, прошедшее с момента начала торможения, если известно, что за это время автомобиль проехал 90 метров. Ответ дайте в секундах.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 1988  
Досрочная волна 2014

9.4

К источнику с ЭДС  $\varepsilon = 180$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом хотят подключить нагрузку с сопротивлением  $R$  (в Ом). Напряжение (в В) на этой нагрузке вычисляется по формуле  $U = \frac{\varepsilon R}{R+r}$ . При каком значении сопротивления нагрузки напряжение на ней будет равно 170 В? Ответ дайте в омах.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2021

9.5

При сближении источника и приёмника звуковых сигналов, движущихся в некоторой среде по прямой навстречу друг другу со скоростями  $u$  и  $v$  (в м/с) соответственно, частота звукового сигнала  $f$  (в Гц), регистрируемого приёмником, вычисляется по формуле  $f = f_0 \cdot \frac{c+u}{c-v}$ , где  $f_0 = 170$  Гц — частота исходного сигнала,  $c$  — скорость распространения сигнала в среде (в м/с), а  $u = 2$  м/с и  $v = 17$  м/с — скорости приёмника и источника относительно среды. При какой скорости  $c$  распространения сигнала в среде частота сигнала в приёмнике  $f$  будет равна 180 Гц? Ответ дайте в м/с.



9602C9

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Досрочная волна 2022  
Основная волна 2021

9.6

Локатор батискафа, равномерно погружающегося вертикально вниз, испускает ультразвуковые импульсы частотой 494 МГц. Скорость погружения батискафа  $v$  вычисляется по формуле  $v = c \cdot \frac{f - f_0}{f + f_0}$ , где  $c = 1500$  м/с — скорость звука в воде,  $f_0$  — частота испускаемых импульсов,  $f$  — частота отражённого от дна сигнала, регистрируемая приёмником (в МГц). Определите частоту отражённого сигнала в МГц, если скорость погружения батискафа равна 18 м/с.



E819AD

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2022  
Основная волна 2021  
Демо 2023  
Демо 2022  
Демо 2021  
Демо 2020  
Демо 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Демо 2016  
Демо 2015

9.7

К источнику с ЭДС  $\varepsilon = 115$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,6$  Ом, хотят подключить нагрузку с сопротивлением  $R$  Ом. Напряжение на этой нагрузке, выражаемое в вольтах, даётся формулой  $U = \frac{\varepsilon R}{R+r}$ . При каком наименьшем значении сопротивления нагрузки напряжение на ней будет не менее 100 В? Ответ выразите в омах.

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2019

9.8

Сила тока в цепи  $I$  (в А) определяется напряжением в цепи и сопротивлением электроприбора по закону Ома:  $I = \frac{U}{R}$ , где  $U$  — напряжение (в В),  $R$  — сопротивление электроприбора (в Ом). В электросеть включен предохранитель, который плавится, если сила тока превышает 2,5 А. Определите, какое наименьшее сопротивление может быть у электроприбора, подключаемого к сети в 220 В, чтобы сеть продолжала работать. Ответ дайте в омах.



06534C

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2019  
Основная волна 2018

9.9

При сближении источника и приёмника звуковых сигналов, движущихся в некоторой среде по прямой навстречу друг другу, частота звукового сигнала, регистрируемого приёмником, не совпадает с частотой исходного сигнала  $f_0 = 170$  Гц и определяется следующим выражением:  $f = f_0 \cdot \frac{c+u}{c-v}$  (Гц), где  $c$  — скорость распространения сигнала в среде (в м/с), а  $u = 12$  м/с и  $v = 6$  м/с — скорости приёмника и источника относительно среды соответственно. При какой максимальной скорости  $c$  (в м/с) распространения сигнала в среде частота сигнала в приёмнике  $f$  будет не менее 180 Гц?



9685F7

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 1999  
Основная волна 2017  
Основная волна 2013

9.10

Локатор батискафа, равномерно погружающегося вертикально вниз, испускает ультразвуковые импульсы частотой 217 МГц. Скорость погружения батискафа, выражаемая в м/с, определяется по формуле  $v = c \cdot \frac{f - f_0}{f + f_0}$ , где  $c = 1500$  м/с — скорость звука в воде,  $f_0$  — частота испускаемых импульсов (в МГц),  $f$  — частота отражённого от дна сигнала, регистрируемая приёмником (в МГц). Определите наибольшую возможную частоту отражённого сигнала  $f$ , если скорость погружения батискафа не должна превышать 12 м/с. Ответ выразите в МГц.



E44604

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2017  
Основная волна 2013

9.11

В розетку электросети подключена электрическая духовка, сопротивление которой составляет  $R_1 = 60 \text{ Ом}$ . Параллельно с ней в розетку предполагается подключить электрообогреватель, сопротивление которого  $R_2$  (в Ом).

При параллельном соединении двух электроприборов с сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  их общее сопротивление вычисляется по формуле  $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ .

Для нормального функционирования электросети общее сопротивление в ней должно быть не меньше 10 Ом. Определите наименьшее возможное сопротивление  $R_2$  электрообогревателя. Ответ дайте в омах.



9R06C4

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2021

9.12

Перед отправкой тепловоз издал гудок с частотой  $f_0 = 192 \text{ Гц}$ . Чуть позже гудок издал подъезжающий к платформе тепловоз. Из-за эффекта Доплера частота второго гудка  $f$  (в Гц) больше первого: она зависит от скорости тепловоза  $v$  (в м/с) по закону  $f(v) = \frac{f_0}{1 - \frac{v}{c}}$  (Гц), где  $c$  — скорость звука (в м/с).

Человек, стоящий на платформе, различает сигналы по тону, если они отличаются не менее чем на 8 Гц. Определите, с какой минимальной скоростью приближался к платформе тепловоз, если человек смог различить сигналы, а  $c = 300 \text{ м/с}$ . Ответ дайте в м/с.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023

9.13

Автомобиль разгоняется на прямолинейном участке шоссе с постоянным ускорением  $a$  (в км/ч<sup>2</sup>). Скорость  $v$  (в км/ч) вычисляется по формуле  $v = \sqrt{2la}$ , где  $l$  — пройденный автомобилем путь (в км). Найдите ускорение, с которым должен двигаться автомобиль, чтобы, проехав 1,1 км, приобрести скорость 110 км/ч. Ответ дайте в км/ч<sup>2</sup>.



55D7D9

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Основная волна 2022  
Основная волна 2022  
Основная волна (Резерв) 2019  
Основная волна 2017  
Досрочная волна 2016  
Основная волна 2014  
Пробный ЕГЭ 2013

9.14

В ходе распада радиоактивного изотопа его масса уменьшается по закону  $m = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$ , где  $m_0$  — начальная масса изотопа,  $t$  — время, прошедшее от начального момента,  $T$  — период полураспада. В начальный момент времени масса изотопа 96 мг. Период его полураспада составляет 3 мин. Найдите, через сколько минут масса изотопа будет равна 3 мг.



76777E

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Основная волна 2021

9.15

Водолазный колокол, содержащий  $v = 2$  моля воздуха при давлении  $p_1 = 1,75$  атмосферы, медленно опускают на дно водоёма. При этом происходит изотермическое сжатие воздуха до конечного давления  $p_2$ .

Работа, совершаемая водой при сжатии воздуха, определяется выражением  $A = \alpha v T \log_2 \frac{p_2}{p_1}$ , где

$\alpha = 13,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$  — постоянная,  $T = 300 \text{ К}$  — температура воздуха. Найдите, какое давление  $p_2$  (в атм)

будет иметь воздух в колоколе, если при сжатии воздуха была совершена работа в 15 960 Дж.



AF6375

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2023  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2018  
Основная волна 2017  
Досрочная волна 2015

9.16

Для обогрева помещения, температура в котором поддерживается на уровне  $T_n = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , через радиатор пропускают горячую воду. Расход проходящей через трубу радиатора воды  $m = 0,3 \text{ кг/с}$ . Проходя по трубе расстояние  $x$ , вода охлаждается от начальной температуры  $T_b = 57 \text{ }^\circ\text{C}$  до температуры  $T$ , причём

$x = \alpha \cdot \frac{cm}{\gamma} \cdot \log_2 \frac{T_b - T_n}{T - T_n}$ , где  $c = 4200 \frac{\text{Вт} \cdot \text{с}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$  — теплоёмкость воды,  $\gamma = 63 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$  — коэффициент

теплообмена,  $\alpha = 1,4$  — постоянная. Найдите, до какой температуры (в градусах Цельсия) охладится вода, если длина трубы радиатора равна 56 м.



5CC0F4

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2018

9.17

Груз массой 0,16 кг колеблется на пружине. Его скорость  $v$  (в м/с) меняется по закону  $v = v_0 \cos \frac{2\pi t}{T}$ , где  $t$  — время с момента начала наблюдения в секундах,  $T = 2 \text{ с}$  — период колебаний,  $v_0 = 1,5 \text{ м/с}$ .

Кинетическая энергия  $E$  (в Дж) груза вычисляется по формуле  $E = \frac{mv^2}{2}$ , где  $m$  — масса груза (в кг),  $v$  — скорость груза (в м/с). Найдите кинетическую энергию груза через 20 секунд после начала наблюдения.

Ответ дайте в джоулях.



9DD340

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна (Резерв) 2023  
Основная волна (Резерв) 2022

9.18

Для получения на экране увеличенного изображения лампочки в лаборатории используется собирающая линза с главным фокусным расстоянием  $f = 20 \text{ см}$ . Расстояние  $d_1$  от линзы до лампочки может изменяться в пределах от 15 до 40 см, а расстояние  $d_2$  от линзы до экрана — в пределах от 100 до 120 см. Изображение на экране будет чётким, если выполнено соотношение

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f}$$

Укажите, на каком наименьшем расстоянии от линзы нужно поместить лампочку, чтобы её изображение на экране было чётким. Ответ выразите в сантиметрах.



6FDB97

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Пробный ЕГЭ 2018  
Основная волна 2017

**10.1** Два велосипедиста одновременно отправились в 140-километровый пробег. Первый ехал со скоростью, на 4 км/ч большей, чем скорость второго, и прибыл к финишу на 4 часа раньше второго. Найти скорость велосипедиста, пришедшего к финишу первым. Ответ дайте в км/ч.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2019  
Основная волна 2018

**10.2** Два велосипедиста одновременно отправились в 160-километровый пробег. Первый ехал со скоростью, на 6 км/ч большей, чем скорость второго, и прибыл к финишу на 6 часов раньше второго. Найти скорость велосипедиста, пришедшего к финишу вторым. Ответ дайте в км/ч.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Пробный ЕГЭ 2019  
Основная волна 2018

**10.3** Велосипедист выехал с постоянной скоростью из города А в город В, расстояние между которыми равно 187 км. На следующий день он отправился обратно в А со скоростью на 6 км/ч больше прежней. По дороге он сделал остановку на 6 часов. В результате велосипедист затратил на обратный путь столько же времени, сколько на путь из А в В. Найдите скорость велосипедиста на пути из В в А. Ответ дайте в км/ч.



936503

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2021  
Основная волна 2019  
Основная волна 2013

**10.4** Из пункта А в пункт В одновременно выехали два автомобиля. Первый проехал с постоянной скоростью весь путь. Второй проехал первую половину пути со скоростью, меньшей скорости первого на 13 км/ч, а вторую половину пути — со скоростью 78 км/ч, в результате чего прибыл в пункт В одновременно с первым автомобилем. Найдите скорость первого автомобиля, если известно, что она больше 48 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

## ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна (Резерв) 2023  
Основная волна 2021

**10.5** Из городов А и В навстречу друг другу одновременно выехали мотоциклист и велосипедист. Мотоциклист приехал в город В на 12 часов раньше, чем велосипедист приехал в город А, а встретились они через 2 часа 30 минут после выезда. Сколько часов затратил на путь из города В в город А велосипедист?



34F721

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна 2019  
Пробный ЕГЭ 2018

**10.6** Расстояние между городами А и В равно 630 км. Из города А в город В выехал первый автомобиль, а через три часа после этого навстречу ему из города В выехал со скоростью 70 км/ч второй автомобиль. Найдите скорость первого автомобиля, если автомобили встретились на расстоянии 350 км от города А. Ответ дайте в км/ч.



305DDD

## ИСТОЧНИКИ

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

**10.7** Моторная лодка прошла против течения реки 187 км и вернулась в пункт отправления, затратив на обратный путь на 6 часов меньше. Найдите скорость лодки в неподвижной воде, если скорость течения равна 3 км/ч. Ответ дайте в км/ч.



5CD026

## ИСТОЧНИКИ

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

**10.8** Моторная лодка прошла против течения реки 252 км и вернулась в пункт отправления, затратив на обратный путь на 4 часа меньше. Найдите скорость течения, если скорость лодки в неподвижной воде равна 16 км/ч. Ответ дайте в км/ч.



2ED701

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна (Резерв) 2013

**10.9** От пристани А к пристани В, расстояние между которыми равно 153 км, отправился с постоянной скоростью первый теплоход, а через 8 часов после этого следом за ним со скоростью на 8 км/ч большей отправился второй. Найдите скорость первого теплохода, если в пункт В оба теплохода прибыли одновременно. Ответ дайте в км/ч.



E5DDDD

## ИСТОЧНИКИ

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

**10.10** Теплоход проходит по течению реки до пункта назначения 775 км и после стоянки возвращается в пункт отправления. Найдите скорость течения, если скорость теплохода в неподвижной воде равна 28 км/ч, стоянка длится 5 часов, а в пункт отправления теплоход возвращается через 61 час. Ответ дайте в км/ч.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Основная волна 2020  
Основная волна 2017

**10.11** Теплоход проходит по течению реки до пункта назначения 384 км и после стоянки возвращается в пункт отправления. Найдите скорость теплохода в неподвижной воде, если скорость течения равна 4 км/ч, стоянка длится 8 часов, а в пункт отправления теплоход возвращается через 48 часов. Ответ дайте в км/ч.



2F20C1

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Досрочная волна 2018

**10.12** Теплоход, скорость которого в неподвижной воде равна 24 км/ч, проходит по течению реки и после стоянки возвращается в исходный пункт. Скорость течения равна 3 км/ч, стоянка длится 2 часа, а в исходный пункт теплоход возвращается через 34 часа после отправления из него. Сколько километров прошёл теплоход за весь рейс?



FE9990

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2017

**10.13** Байдарка в 10 : 00 вышла из пункта А в пункт В, расположенный в 15 км от А. Пробыв в пункте В 1 час 20 минут, байдарка отправилась назад и вернулась в пункт А в 16 : 00 того же дня. Определите (в км/ч) собственную скорость байдарки, если известно, что скорость течения реки равна 2 км/ч.



5FA179

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2022  
Досрочная волна (Резерв) 2019  
Основная волна 2013

**10.14** Расстояние между пристанями А и В равно 192 км. Из А в В по течению реки отправился плот, а через 3 часа вслед за ним отправилась яхта, которая, прибыв в пункт В, тотчас повернула обратно и возвратилась в А. К этому времени плот проплыл 92 км. Найдите скорость яхты в неподвижной воде, если скорость течения реки равна 4 км/ч. Ответ дайте в км/ч.

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2021  
Основная волна 2020  
Основная волна 2017

**10.15** Первый сплав содержит 5% меди, второй — 13% меди. Масса второго сплава больше массы первого на 9 кг. Из этих двух сплавов получили третий сплав, содержащий 11% меди. Найдите массу третьего сплава. Ответ дайте в килограммах.



72E65F

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Досрочная волна 2013  
**СХЕМА ЗАДАЧ НА СПЛАВЫ И СМЕСИ**  
Доля · т. + Доля · т. = Доля · т.

**10.16** Имеется два сплава. Первый содержит 10% никеля, второй — 35% никеля. Из этих двух сплавов получили третий сплав массой 150 кг, содержащий 25% никеля. На сколько килограммов масса первого сплава была меньше массы второго?



5AA449

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023  
Досрочная волна 2022  
Досрочная волна 2019  
Основная волна 2014  
**СХЕМА ЗАДАЧ НА СПЛАВЫ И СМЕСИ**

**10.17** Имеется два сосуда. Первый содержит 60 кг, а второй — 20 кг растворов кислоты различной концентрации. Если эти растворы смешать, то получится раствор, содержащий 30% кислоты. Если же смешать равные массы этих растворов, то получится раствор, содержащий 45% кислоты. Сколько процентов кислоты содержится в первом сосуде?



B968FE

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Досрочная волна 2022  
**СХЕМА ЗАДАЧ НА СПЛАВЫ И СМЕСИ**  
Доля · т. + Доля · т. = Доля · т.

**10.18** Заказ на 140 деталей первый рабочий выполняет на 4 часа быстрее, чем второй. Сколько деталей в час делает второй рабочий, если известно, что первый за час делает на 4 детали больше?



D6FFD6

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2018

**10.19** Заказ на 176 деталей первый рабочий выполняет на 5 часов быстрее, чем второй. Сколько деталей в час делает первый рабочий, если известно, что он за час делает на 5 деталей больше, чем второй?



1C7F25

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2018

**10.20** Первая труба пропускает на 6 литров воды в минуту меньше, чем вторая. Сколько литров воды в минуту пропускает вторая труба, если резервуар объемом 112 литров она заполняет на 6 минут быстрее, чем первая труба?

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2018

**10.21** Первая труба пропускает на 1 литр воды в минуту меньше, чем вторая. Сколько литров воды в минуту пропускает первая труба, если резервуар объемом 110 литров она заполняет на 2 минуты дольше, чем вторая труба заполняет резервуар объемом 99 литров?

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна (Резерв) 2022  
Основная волна 2021

**10.22** Первая труба пропускает на 8 литров воды в минуту меньше, чем вторая. Сколько литров воды в минуту пропускает первая труба, если резервуар объемом 180 литров она заполняет на 8 минут дольше, чем вторая труба?



BC2088

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2023  
Основная волна 2018  
Пробный ЕГЭ 2015

**10.23** Первая труба пропускает на 5 литров воды в минуту меньше, чем вторая. Сколько литров воды в минуту пропускает вторая труба, если резервуар объемом 375 литров она заполняет на 10 минут быстрее, чем первая труба заполняет резервуар объемом 500 литров?

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна (Резерв) 2022  
Основная волна 2021

**10.24** На изготовление 60 деталей первый рабочий тратит на 4 часа меньше, чем второй рабочий на изготовление 80 таких же деталей. Известно, что первый рабочий за час делает на 2 детали больше, чем второй. Сколько деталей за час делает второй рабочий?

662145

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
Основная волна 2021  
Основная волна 2018

**10.25** На изготовление 540 деталей первый рабочий затрачивает на 12 часов меньше, чем второй рабочий на изготовление 600 деталей. Известно, что первый рабочий за час делает на 10 деталей больше, чем второй. Сколько деталей в час делает первый рабочий?

5A6244

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2021  
Основная волна 2018  
Пробный ЕГЭ 2015

**10.26** Петя и Митя выполняют одинаковый тест. Петя отвечает за час на 10 вопросов теста, а Митя — на 16. Они одновременно начали отвечать на вопросы теста, и Петя закончил свой тест позже Мити на 117 минут. Сколько вопросов содержит тест?

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2017

**10.27** Валя и Галя пропалывают грядку за 35 минут, а одна Галя — за 60 минут. За сколько минут пропалывает грядку одна Валя?

## ИСТОЧНИКИ

Досрочная волна 2023

**10.28** Первая труба наполняет резервуар на 13 минут дольше, чем вторая. Обе трубы, работая одновременно, наполняют этот же резервуар за 42 минуты. За сколько минут наполняет этот резервуар одна вторая труба?

4E4109

## ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Демо 2021  
Основная волна 2017  
Досрочная волна 2016

**10.29** Первый садовый насос перекачивает 8 литров воды за 2 минуты, второй насос перекачивает тот же объём воды за 7 минут. Сколько минут эти два насоса должны работать совместно, чтобы перекачать 36 литров воды?

## ИСТОЧНИКИ

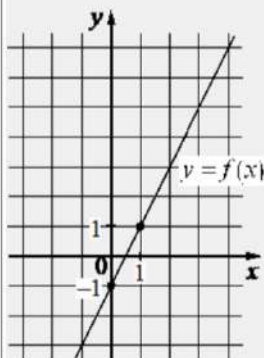
Досрочная волна 2023

**10.30** Первый и второй насосы наполняют бассейн за 10 минут, второй и третий — за 14 минут, а первый и третий — за 15 минут. За сколько минут эти три насоса заполнят бассейн, работая вместе?

## ИСТОЧНИКИ

Основная волна 2017  
Пробный ЕГЭ 2016

**11.1** На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = kx + b$ . Найдите значение  $f(7)$ .



9CC815

## ИСТОЧНИКИ

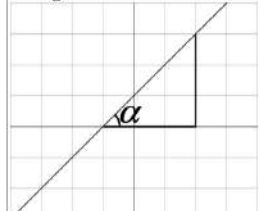
ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна (Резерв) 2023

### УРАВНЕНИЕ ПРЯМОЙ

$y = kx + b$   
 $y = kx$   
 $y = b$

### ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ $k$

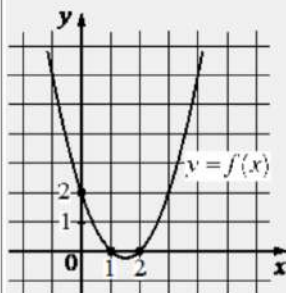
$k$  отвечает за наклон прямой  
 $k = \operatorname{tg} \alpha$



### ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ $b$

**11.2**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = ax^2 + bx + c$ . Найдите значение  $f(-2)$ .



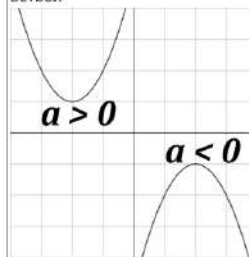
BC2802

**ИСТОЧНИКИ**

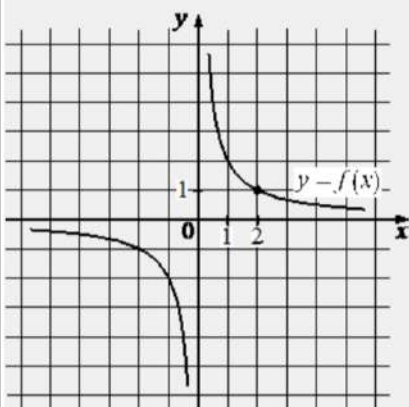
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $a$** 

$a$  отвечает за направление ветвей

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $c$** **11.3**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = \frac{k}{x}$ . Найдите значение  $f(10)$ .



08C3D9

**ИСТОЧНИКИ**

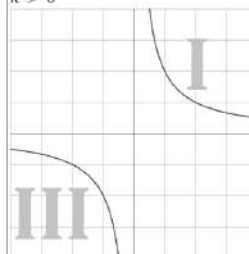
ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2022

**УРАВНЕНИЕ ГИПЕРБОЛЫ**

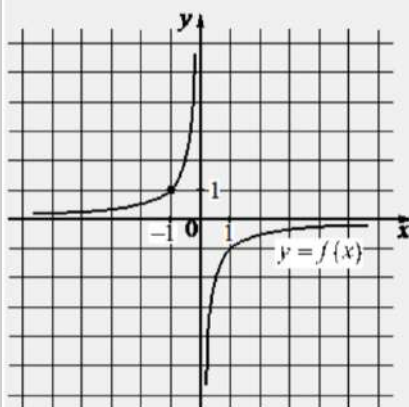
$$y = \frac{k}{x}$$

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $k$** 

$k$  отвечает за расположение ветвей гиперболы в разных четвертях

 $k > 0$ **11.4**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = \frac{k}{x}$ . Найдите значение  $f(10)$ .



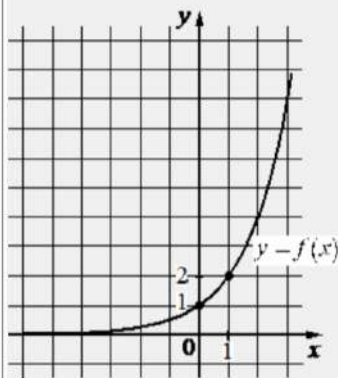
06DEEE

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна (Резерв) 2023

**11.5**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = a^x$ . Найдите значение  $f(3)$ .



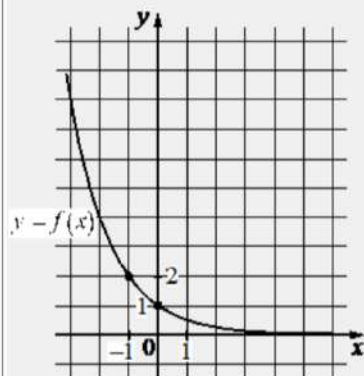
EC397F

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2023  
 Основная волна 2022

**11.6**

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



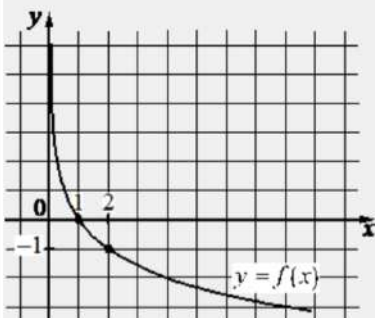
7C4A3A

**ИСТОЧНИКИ**

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

**11.7**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = \log_a x$ . Найдите значение  $f(8)$ .



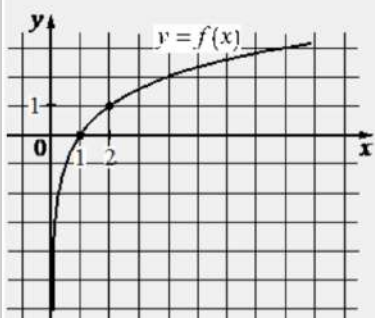
DA4F4F

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2023  
 Основная волна 2022

**11.8**

На рисунке изображён график функции вида  $f(x) = \log_a x$ . Найдите значение  $f(16)$ .



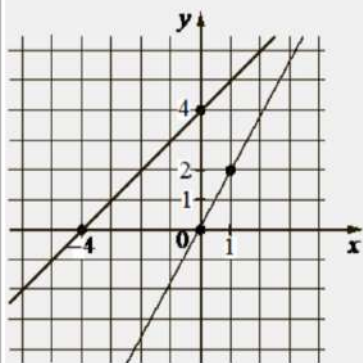
97C4EA

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2023

11.9

На рисунке изображены графики двух линейных функций, пересекающиеся в точке  $A$ . Найдите абсциссу точки  $A$ .



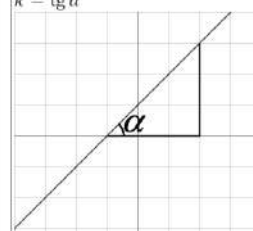
1DC3CC

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $k$**

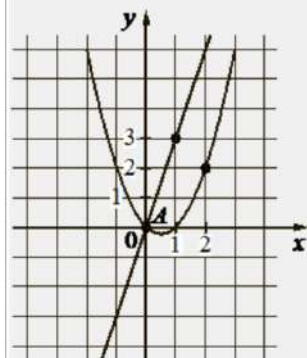
$k$  отвечает за наклон прямой  
 $k = \operatorname{tg} \alpha$



**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $b$**

11.10

На рисунке изображены графики функций видов  $f(x) = ax^2 + bx + c$  и  $g(x) = kx$ , пересекающиеся в точках  $A$  и  $B$ . Найдите абсциссу точки  $B$ .



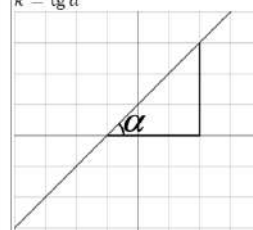
3D9010

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $k$**

$k$  отвечает за наклон прямой  
 $k = \operatorname{tg} \alpha$

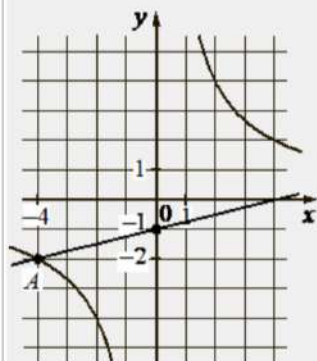


**ВЕРШИНА ПАРАБОЛЫ**

$$x_0 = -\frac{b}{2a}$$

11.11

На рисунке изображены графики функций видов  $f(x) = \frac{k}{x}$  и  $g(x) = ax + b$ , пересекающиеся в точках  $A$  и  $B$ . Найдите абсциссу точки  $B$ .



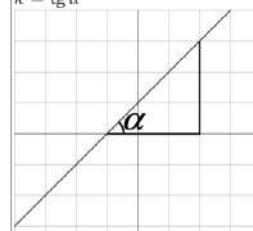
CA314B

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2022

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $k$**

$k$  отвечает за наклон прямой  
 $k = \operatorname{tg} \alpha$

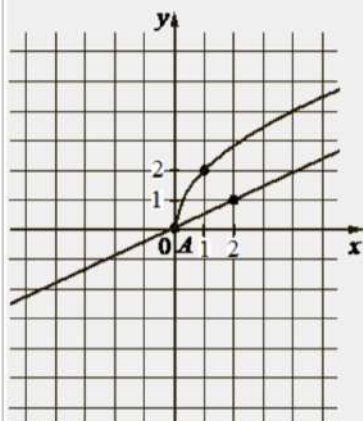


**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $b$**

$b$  отвечает за координату пересечения с осью  $y$

11.12

На рисунке изображены графики функций видов  $f(x) = a\sqrt{x}$  и  $g(x) = kx$ , пересекающиеся в точках  $A$  и  $B$ . Найдите абсциссу точки  $B$ .



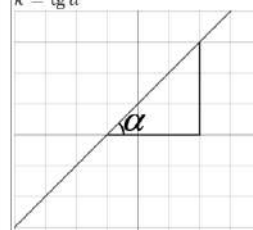
448E90

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2022

**ЗА ЧТО ОТВЕЧАЕТ  $k$**

$k$  отвечает за наклон прямой  
 $k = \operatorname{tg} \alpha$



12.1

Найдите наибольшее значение функции  $y = x^3 - 12x + 5$  на отрезке  $[-3; 0]$ .

BE8683

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 Основная волна 2019  
 Основная волна (Резерв) 2013  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**  
 1 |  $C' = 0$

12.2

Найдите точку максимума функции  $y = x^3 - 6x^2 + 9x + 5$ .

F07542

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2022  
 Досрочная волна 2023  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**

12.3

Найдите точку максимума функции  
 $y = 17 + 15x - 2x^{\frac{3}{2}}$ .**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2020  
 Основная волна 2019  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**

12.4

Найдите точку максимума функции  
 $y = 1 + 27x - 2x\sqrt{x}$ .**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2019  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**  
 1 |  $C' = 0$

12.5

Найдите наименьшее значение функции

$$y = \frac{2}{3}x\sqrt{x} - 6x - 5$$

на отрезке  $[9; 36]$ .

2F96EF

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2023  
 Досрочная волна 2022  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**  
 1 |  $C' = 0$

12.6

Найдите точку минимума функции  
 $y = 9x - 9 \cdot \ln(x + 3) + 4$ .**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2021  
 Основная волна 2021  
 Пробный ЕГЭ 2013

12.7

Найдите точку максимума функции  $y = \ln(x + 9) - 10x + 7$ .

B55725

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2017  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**  
 1 |  $C' = 0$

12.8

Найдите точку максимума функции  
 $y = \ln(x + 3)^7 - 7x - 9$ .**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2021  
 Демо 2019  
 Демо 2018  
 Основная волна 2017  
 Демо 2017  
 Демо 2016  
 Демо 2015  
 Основная волна 2014  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**  
 1 |  $C' = 0$

12.9

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

5BA356

**ИСТОЧНИКИ**

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

12.10

Найдите наибольшее значение функции  
 $y = \ln(8x) - 8x + 7$  на отрезке  $[\frac{1}{16}; \frac{5}{16}]$ .**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2018  
 Пробный ЕГЭ 2016  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**

12.11

Найдите наибольшее значение функции

$$y = \ln(x + 6)^3 - 3x$$

на отрезке  $[-5,5; 0]$ .

5095DA

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2019  
 Пробный ЕГЭ 2019  
 Основная волна 2018  
**ПРОИЗВОДНЫЕ**

**12.12**Найдите точку минимума функции  $y = 1,5x^2 - 30x + 48 \cdot \ln x + 4$ .

77454B

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна 2022  
 Основная волна 2021  
 Досрочная волна 2019  
 Основная волна 2016  
 Основная волна 2014

**ПРОИЗВОДНЫЕ****12.13**

Найдите точку максимума функции

$$y = (2x - 1) \cos x - 2 \sin x + 5,$$

принадлежащую промежутку  $(0; \frac{\pi}{2})$ .

D3FCC5

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Демо 2021  
 Досрочная волна (Резерв) 2019  
 Основная волна (Резерв) 2017  
 Пробный ЕГЭ 2017  
 Досрочная волна 2016

**ПРОИЗВОДНЫЕ****12.14**

Найдите наименьшее значение функции

$$y = (2x + 15) \cdot e^{2x+16}$$
 на отрезке  $[-12; -2]$ .

**12.15**

Найдите точку минимума функции

$$y = (x^2 - 17x + 17) \cdot e^{7-x}.$$

**12.16**Найдите точку максимума функции  $y = (x + 5)^2 \cdot e^{2-x}$ .

B744FF

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 Демо 2023  
 Демо 2022  
 Демо 2021  
 Демо 2020  
 Основная волна 2017

**ПРОИЗВОДНЫЕ****12.17**

Найдите наименьшее значение функции

$$y = (x^2 - 39x + 39) \cdot e^{2-x}$$
 на отрезке  $[0; 6]$ .

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2023  
 Основная волна (Резерв) 2022

**ПРОИЗВОДНЫЕ****13.1**

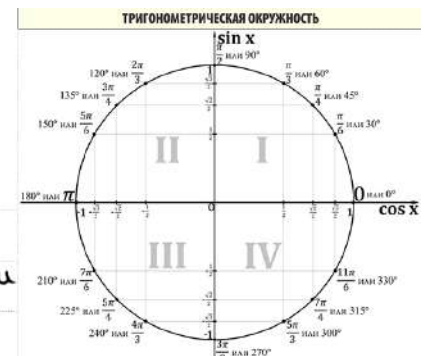
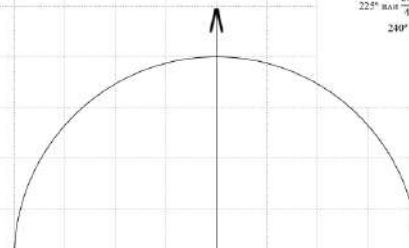
а) Решите уравнение

$$2\sin^2 x - \sqrt{3} \cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = 0.$$

б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $[\frac{3\pi}{2}; 3\pi]$ .

а)

б) Отберём корни с помощью окружности

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2020  
 Яценко 2018 (10 вар)  
 Яценко 2018 (30 вар)  
 Основная волна 2014  
 Основная волна 2013

13.2

а) Решите уравнение

$$\sin 2x = \sin x - 2 \cos x + 1.$$

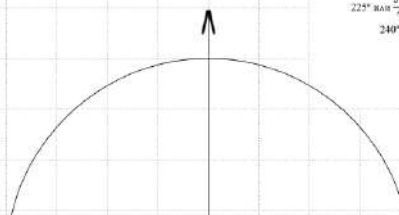
б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[\frac{3\pi}{2}; 3\pi\right]$ .



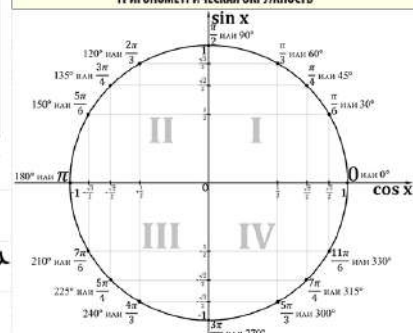
04C26A

а)

б) Отберём корни с помощью окружности



ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ



ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
СтатГрад 28.04.2022  
Основная волна 2019  
Досрочная волна 2015

13.3

а) Решите уравнение

$$2 \cos 2x + 4 \cos \left(\frac{3\pi}{2} - x\right) + 1 = 0.$$

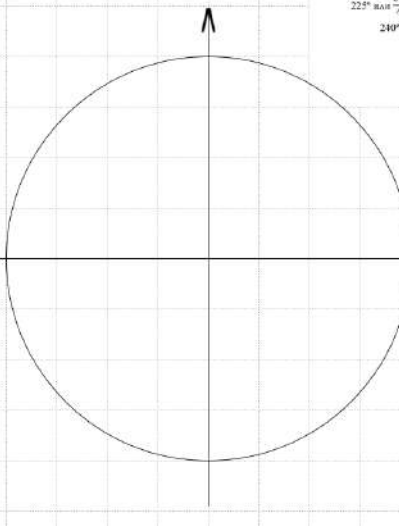
б) Укажите корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[\frac{3\pi}{2}; 3\pi\right]$ .



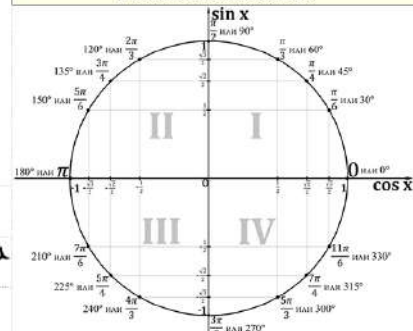
83B160

а)

б) Отберём корни с помощью окружности



ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ



ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2020  
Основная волна 2019  
Демо 2018  
Демо 2017  
Демо 2016  
Демо 2015  
Демо 2014  
Демо 2013  
Демо 2012  
Яценко 2022 (36 вар)  
Яценко 2021 (36 вар)  
Яценко 2020 (36 вар)  
Яценко 2019 (36 вар)  
Яценко 2019 (36 вар)  
Яценко 2016 (36 вар)  
Основная волна 2016  
Основная волна 2015  
Основная волна 2014

13.4

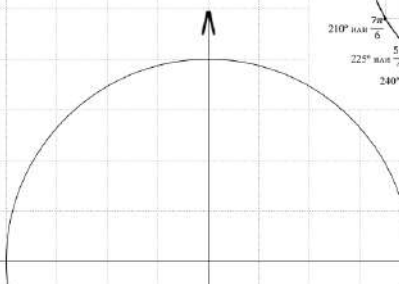
а) Решите уравнение

$$\cos 2x + \sin^2 x = 0,25.$$

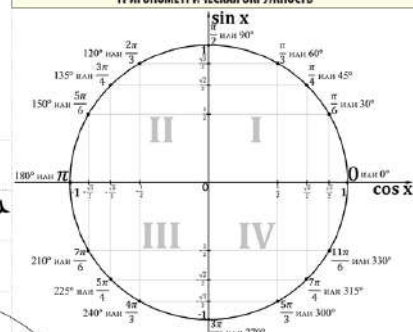
б) Найдите все корни этого уравнения, принадлежащие отрезку  $\left[3\pi; \frac{9\pi}{2}\right]$ .

а)

б) Отберём корни с помощью окружности



ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОКРУЖНОСТЬ



ИСТОЧНИКИ

ФИПИ (старый банк)  
ФИПИ (новый банк)  
Основная волна 2019  
Яценко 2020 (36 вар)  
Яценко 2019 (36 вар)  
Основная волна 2012

**15.1** Решите неравенство

$$\frac{31 - 5 \cdot 2^x}{4^x - 24 \cdot 2^x + 128} \geq 0,25.$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Ященко 2022 (36 вар)  
 Ященко 2021 (36 вар)  
 Ященко 2020 (36 вар)  
 Ященко 2019 (36 вар)  
 Основная волна 2021  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2015

**15.2** Решите неравенство

$$\log_2(14 - 14x) \geq \log_2(x^2 - 5x + 4) + \log_2(x + 5).$$

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2019  
 Ященко 2022 (36 вар)  
 Ященко 2021 (36 вар)  
 Ященко 2020 (36 вар)

**15.3** Решите неравенство

$$\frac{\log_5(5x - 27)}{\log_5(x - 5)} \geq 1.$$

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2017  
 Основная волна (Резерв) 2019  
**МЕТОД РАЦИОНАЛИЗАЦИИ**

**15.4** Решите неравенство

$$\frac{\log_4(64x) - 2}{\log_4^2 x + \log_4 x^3} \geq -1.$$

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Досрочная волна 2022  
 Основная волна 2017

**16.1** В июле 2025 года планируется взять кредит в банке на 8 лет. Условия его возврата таковы:

- в январе 2026, 2027, 2028 и 2029 годов долг возрастает на 20% по сравнению с концом предыдущего года;
- в январе 2030, 2031, 2032 и 2033 годов долг возрастает на 18% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле каждого года долг должен быть на одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- к июлю 2033 года кредит должен быть полностью погашен.

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2021  
 Ященко 2022 (36 вар)

Какую сумму планируется взять в кредит, если общая сумма выплат после полного его погашения составит 1125 тысяч рублей?

**16.2** В июле 2026 года планируется взять кредит на три года. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг будет возрастать на 30% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить одним платежом часть долга;
- платежи в 2027 и 2028 годах должны быть по 300 тыс. рублей;
- к июлю 2029 года долг должен быть выплачен полностью.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Основная волна 2022

Какую сумму планируется взять в кредит, если известно, что платёж в 2029 году равен 860,6 тыс. рублей?

**16.3** В июле 2025 года планируется взять кредит на десять лет в размере 600 тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг будет возрастать на  $r\%$  по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо оплатить одним платежом часть долга;
- в июле 2026, 2027, 2028, 2029 и 2030 годов долг должен быть на какую-то одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- в конце 2030 года долг составит 400 тыс. руб;
- в июле 2031, 2032, 2033, 2034 и 2035 годов долг должен быть на другую одну и ту же величину меньше долга на июль предыдущего года;
- к июлю 2035 года долг должен быть выплачен полностью.

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2023

Найдите  $r$ , если общая сумма выплат после полного погашения кредита будет равна 1740 тыс. рублей.

**16.4** 15-го марта планируется взять кредит в банке на 26 месяцев. Условия его возврата таковы:

- 1-го числа каждого месяца долг возрастает на 3% по сравнению с концом предыдущего месяца;
- со 2-го по 14-е число каждого месяца необходимо выплатить часть долга;
- 15-го числа каждого месяца с 1-го по 25-й долг должен быть на 40 тысяч рублей меньше долга на 15-е число предыдущего месяца;
- к 15-му числу 26-го месяца кредит должен быть полностью погашен.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Основная волна 2018  
 Ященко 2022 (36 вар)  
 Ященко 2021 (36 вар)  
 Ященко 2020 (36 вар)  
 Ященко 2019 (36 вар)

Какую сумму планируется взять в кредит, если общая сумма выплат после полного его погашения составит 1924 тысячи рублей?

**16.5** В июле 2026 года планируется взять кредит в банке на сумму 550 000 рублей. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг возрастает на 20% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить одним платежом часть долга.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Ященко 2021 (36 вар)  
 Ященко 2020 (36 вар)  
 Ященко 2019 (36 вар)  
 Основная волна 2020  
 Основная волна (Резерв) 2019  
 Основная волна 2017

Сколько рублей будет выплачено банку, если известно, что кредит будет полностью погашен двумя равными платежами (то есть за два года)?

**16.6** В июле 2020 года планируется взять кредит в банке на сумму 300 000 рублей. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг увеличивается на  $r\%$  по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить одним платежом часть долга.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИР (старый банк)  
 ФИР (новый банк)  
 Ященко 2021 (36 вар)  
 Ященко 2020 (36 вар)  
 Ященко 2019 (36 вар)  
 Семёнов 2015  
 Основная волна 2020  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2015

Найдите  $r$ , если известно, что кредит будет полностью погашен за два года, причём в первый год будет выплачено 160 000 рублей, а во второй год – 240 000 рублей.

**16.7**

В июле 2016 года планируется взять кредит в банке на пять лет в размере  $S$  тыс. рублей. Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг возрастает на 20% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле 2017, 2018 и 2019 годов долг остаётся равным  $S$  тыс. рублей;
- выплаты в 2020 и 2021 годах равны по 360 тыс. рублей;
- к июлю 2021 года долг будет выплачен полностью.

Найдите общую сумму выплат за пять лет.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2020  
 Основная волна 2016

**16.8**

В июле планируется взять кредит в банке на сумму 5 млн рублей на некоторый срок (целое число лет). Условия его возврата таковы:

- каждый январь долг возрастает на 20% по сравнению с концом предыдущего года;
- с февраля по июнь каждого года необходимо выплатить часть долга;
- в июле каждого года долг должен быть на одну и ту же сумму меньше долга на июль предыдущего года.

На сколько лет планируется взять кредит, если известно, что общая сумма выплат после его полного погашения составит 7,5 млн рублей?

7A1CB0

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Досрочная волна 2020  
 Основная волна 2019  
 Основная волна 2017  
 Основная волна 2015  
 Ященко 2020 (36 вар)  
 Ященко 2019 (36 вар)  
 Ященко 2018

**18.1**

Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых уравнение

$$\frac{x-2a}{x+2} + \frac{x-1}{x-a} = 1$$

имеет ровно один корень.

ED381C

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Ященко 2018  
 Основная волна 2016

**18.2**

Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} \frac{xy^2 - xy - 4y + 4}{\sqrt{x+2}} = 0, \\ y = x + a \end{cases}$$

имеет ровно два различных решения.

**ИСТОЧНИКИ**

Досрочная волна 2016

**18.3**

Найдите все значения параметра  $a$ , при каждом из которых уравнение

$$\frac{9x^2 - a^2}{3x - 9 - 2a} = 0$$

имеет ровно два различных решения.

**ИСТОЧНИКИ**

Основная волна 2019

**18.4**

Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых система уравнений

$$\begin{cases} ax^2 + ay^2 - (2a - 5)x + 2ay + 1 = 0, \\ x^2 + y = xy + x \end{cases}$$

имеет ровно четыре различных решения.

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна 2018

**18.5**

Найдите все значения  $a$ , при которых уравнение

$$(2x + \ln(x + 2a))^2 = (2x - \ln(x + 2a))^2$$

имеет единственный корень на отрезке  $[0; 1]$ .

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (новый банк)  
 СтатГрад 06.03.2017

**18.6**

Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых уравнение

$$x^2 + (2 - a)^2 = |x - 2 + a| + |x - a + 2|$$

имеет единственный корень.

FB361B

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Ященко 2019 (36 вар)  
 Семёнов 2015  
 Основная волна 2013

**18.7**

Найдите все значения  $a$ , при каждом из которых уравнение

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

имеет ровно три различных корня.

16B718

**ИСТОЧНИКИ**

ФИПИ (старый банк)  
 ФИПИ (новый банк)  
 Основная волна (Резерв) 2022  
 СтатГрад 29.01.2020  
 СтатГрад 24.01.2019  
 Сергеев 2018  
 СтатГрад 26.01.2017  
 Основная волна 2016