

Zadania powtórzeniowe przygotowujące do matury

---

Matematyka

---

## Spis treści

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Ciągi liczbowe</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1      | Zadania o sposobach opisywania ciągów . . . . .                                       | 3         |
| 1.2      | Zadania o granicach ciągów liczbowych . . . . .                                       | 5         |
| 1.3      | Zadania o ciągach arytmetycznych . . . . .  | 7         |
| 1.4      | Zadania o ciągach geometrycznych . . . . .  | 11        |
| 1.5      | Zadania o ciągach arytmetycznym i geometrycznym . . . . .                             | 13        |
| 1.6      | Zadania o szeregu geometrycznym . . . . .   | 15        |
| <b>2</b> | <b>Funkcje trygonometryczne</b>   | <b>17</b> |
| 2.1      | Zadania o funkcjach trygonometrycznych kąta ostrego . . . . .                         | 17        |
| 2.2      | Zadania o funkcjach trygonometrycznych dowolnego kąta . . . . .                       | 19        |
| 2.3      | Zadania o związkach między funkcjami trygonometrycznymi tego samego<br>kąta . . . . . | 20        |
| 2.4      | Zadania o wykresach i własnościach funkcji trygonometrycznych . . . . .               | 21        |
| <b>3</b> | <b>Funkcja kwadratowa</b>   | <b>23</b> |
| <b>4</b> | <b>Funkcja liniowa</b>  | <b>24</b> |
| <b>5</b> | <b>Funkcje wymierne</b>   | <b>25</b> |
| 5.1      | Zadania o dziedzinie i miejscach zerowych funkcji wymiernej . . . . .                 | 25        |
| <b>6</b> | <b>Geometria analityczna</b>  | <b>26</b> |
| 6.1      | Zadania o wektorach . . . . .   | 26        |
| 6.2      | Zadania o prostej, paraboli i okręgu . . . . .  | 28        |
| 6.3      | Zadania o wielokątach w układzie współrzędnych . . . . .                              | 30        |
| <b>7</b> | <b>Wielomiany jednej zmiennej</b>   | <b>33</b> |
| 7.1      | Zadania o działaniach na wielomianach oraz równości wielomianów . . . . .             | 33        |

# 1

---

## Ciągi liczbowe

### 1.1 Zadania o sposobach opisywania ciągów

**Zadanie 1.1.1.** Jaki jest wzór na wyraz ogólny każdego z poniższych ciągów liczbowych:

1.  $\frac{1}{3}, \frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{9}, \dots$ ,
2.  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{6}, \frac{1}{24}, \frac{1}{120}, \dots$ ,
3.  $5, 7, 9, 11, \dots$ ,
4.  $\cos 0, \cos \frac{\pi}{4}, \cos \frac{\pi}{2}, \cos \frac{3\pi}{4}, \dots$ ,
5.  $-\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, -\frac{1}{6}, \frac{1}{8}, \dots$ ,
6.  $3, \frac{3}{4}, \frac{1}{3}, \frac{3}{16}, \frac{3}{25}, \dots, ?$

**Zadanie 1.1.2.** Wyznacz trzy pierwsze wyrazy ciągu  $(a_n)$  o podanym wzorze:

1.  $a_n = 3n + 4$ ,
2.  $a_n = \frac{1}{1+n^2}$ ,
3.  $a_n = \left(\frac{n}{n+1}\right)^2$ ,
4.  $a_n = \sqrt{n+1}$ .

**Zadanie 1.1.3.** Dany jest ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n$ . Wyznacz wyrazy tego ciągu dla tych wartości  $n$ , które są jednocyfrowymi liczbami pierwszymi, jeżeli:

1.  $a_n = \frac{4n-1}{n^2}$ ,
2.  $a_n = \frac{-2n+n^2}{4}$ ,
3.  $a_n = \sqrt{-1+n^2}$ ,

4.  $a_n = \frac{n-1}{n}$ .

**Zadanie 1.1.4.** (R) Podaj przykłady wzorów ogólnych trzech ciągów, w których czwarty i piąty wyraz przyjmują wartość zero.

**Zadanie 1.1.5.** Dany jest ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n$ . Który wyraz tego ciągu przyjmuje wartość 10, jeżeli:

1.  $a_n = n^2 - 5n + 4$ ,

2.  $a_n = n^2 - 8n + 1$ ,

3.  $a_n = \frac{8n}{n-2}$ ,

4.  $a_n = \sqrt{15n - 5}$ ?

**Zadanie 1.1.6.** Dany jest ciąg o wyrazie ogólnym  $b_n$ . Zbadaj, który wyraz tego ciągu przyjmuje wartość 0, jeżeli:

1.  $b_n = \frac{n^2+3n-10}{n}$ ,

2.  $b_n = \frac{n^3+n^2-5n+3}{4n}$ ,

3.  $b_n = \frac{n^3-11n^2+38n-40}{(n-5)^2}$ ,

4.  $b_n = \frac{\sqrt{3n-6}}{n-2}$ ,

5.  $b_n = \frac{\sqrt{3(n-5)(n-3)}}{3n-1}$ ,

6.  $b_n = \frac{\sqrt[3]{(n-9)^2}}{2n+9}$ .

**Zadanie 1.1.7.** Wyznacz pierwszy, dziesiąty i setny wyraz ciągu  $(a_n)$ , jeżeli wiadomo, że

$$a_n - a_{n-1} = \frac{1}{n + n^2}, \quad a_n + a_{n-1} = \frac{2n^2 - 1}{n + n^2}.$$

**Zadanie 1.1.8.** Które wyrazy ciągu  $(c_n)$  są większe od stu, jeżeli:

1.  $c_n = 3n - 15$ ,

2.  $c_n = \sqrt{4n + 2}$ ,

3.  $c_n = n^2 + 20n$ ,

4.  $c_n = \frac{n+1}{n-1}$ ?

## 1.2 Zadania o granicach ciągów liczbowych

**Zadanie 1.2.1.** (R) Wyznacz granicę każdego z podanych poniżej ciągów przy  $n \rightarrow \infty$  :

1.  $a_n = \frac{2n^2 - 3n}{3n^2}$ ,
2.  $a_n = \frac{4n^3 - 3n^2}{-2n^3}$ ,
3.  $a_n = \frac{2n^4 - 4n^3 - 3n^2}{5n^4 - 6n^2}$ ,
4.  $a_n = \frac{(n-2)(3n+4)}{-n^2 - 2n}$ ,
5.  $a_n = \frac{-2n(n^2-1)(4n+3)}{-n^4 - 2n^3}$ ,
6.  $a_n = \frac{(2n+5)^3}{3n^3}$ .

**Zadanie 1.2.2.** (R) Dane są ciągi o wyrazach ogólnych  $a_n = 2n^2 - n$ ,  $b_n = n^3 - 2n^2$ ,  $c_n = 4n$ . Wyznacz granicę ciągu  $(d_n)$  przy  $n \rightarrow \infty$ , jeżeli:

1.  $d_n = \frac{a_n \cdot c_n}{b_n}$ ,
2.  $d_n = \frac{b_n - a_n \cdot c_n}{b_n}$ ,
3.  $d_n = \frac{b_n + a_n \cdot c_n}{b_n}$ ,
4.  $d_n = \frac{\frac{1}{c_n} \cdot b_n}{a_n}$ ,
5.  $d_n = \frac{(a_n)^2}{b_n \cdot c_n}$ ,
6.  $d_n = \frac{-b_n + a_n \cdot c_n}{a_n \cdot c_n}$ .

**Zadanie 1.2.3.** (R) Dane są ciągi o wyrazach ogólnych  $a_n = n^2 - 2n$ ,  $b_n = n^3 + 2n$ ,  $c_n = -3n$ . Wykorzystując każdy z podanych ciągów co najmniej raz oraz znaki działań arytmetycznych zapisz taki ciąg  $(d_n)$ , który przy  $n \rightarrow \infty$  ma następującą wartość granicy:

1.  $-3$ ,
2.  $-\frac{1}{3}$ ,
3.  $+\infty$ ,
4.  $-\infty$ .

**Zadanie 1.2.4.** (R) Dla jakich wartości  $a$  i  $b$  ( $a \neq b$ ) ciąg o podanym wyrazie ogólnym  $a_n$  przy  $n \rightarrow \infty$  granicę równą 2:

1.  $a_n = \frac{(an^2 - 3n)(bn + 1)}{2n^3 - 4}$ ,
2.  $a_n = \frac{(3n^3 - 4n)(an - 1)}{bn^4 + 2n}$ ,
3.  $a_n = \frac{(-n^2 + 3n) \cdot 2an}{bn^3 - 2}$ ,

4.  $a_n = \frac{(an^2-3)^2}{3bn^4-4},$

5.  $a_n = \frac{(-2an^3+1)^2}{(bn^3-2)^2},$

6.  $a_n = \frac{\sqrt{2}an^2-3\sqrt{3}n}{-bn^2+7}?$

**Zadanie 1.2.5.** (R) Wyznacz granicę ciągu o wyrazie ogólnym  $a_n$  przy  $n \rightarrow \infty$ :

1.  $a_n = \left(1 + \frac{5}{n}\right)^n,$

2.  $a_n = \left(1 + \frac{3}{n}\right)^{-2n},$

3.  $a_n = \left(1 + \frac{2}{n^2}\right)^{n^2},$

4.  $a_n = \left(1 - \frac{2}{n}\right)^n,$

5.  $a_n = \left(1 - \frac{7}{n^2}\right)^{2n^2},$

6.  $a_n = \left(1 - \frac{7}{n^2+1}\right)^{1+n^2}.$

**Zadanie 1.2.6.** (R) Wypisz takie wykładniki we wzorach ciągów, aby granica każdego z nich była równa  $e^{-3}$ :

1.  $a_n = \left(1 + \frac{3}{n}\right),$

2.  $a_n = \left(1 + \frac{2}{n}\right),$

3.  $a_n = \left(1 + \frac{4}{n}\right),$

4.  $a_n = \left(1 - \frac{3}{n}\right),$

5.  $a_n = \left(1 - \frac{1}{n}\right),$

6.  $a_n = \left(1 - \frac{5}{n}\right).$

**Zadanie 1.2.7.** (R) Podaj przykłady wzorów ogólnych czterech różnych ciągów, które przy  $n \rightarrow \infty$  mają granicę niewłaściwą.

**Zadanie 1.2.8.** (R) Jaka jest granica ciągu o wyrazie ogólnym  $a_n$  przy  $n \rightarrow \infty$ , jeżeli:

1.  $a_n = \sqrt{n-1} - \sqrt{n},$

2.  $a_n = \sqrt{-3+n^2} - \sqrt{n^2+1},$

3.  $a_n = \sqrt{7n^2-1} + \sqrt{5n^2+2},$

4.  $a_n = n - 2\sqrt{n+1},$

5.  $a_n = 2n^2 - \sqrt{n+3},$

6.  $a_n = \sqrt{2n} + \sqrt{n^2-2n}?$

**Zadanie 1.2.9.** (R) Podaj przykłady trzech różnych ciągów, które mają taką samą granicę przy  $n \rightarrow \infty$ , jak ciąg  $a_n$  o wyrazie ogólnym

$$a_n = \frac{3n^2 - 5n + 1}{2n^2 - 3}.$$

### 1.3 Zadania o ciągach arytmetycznych

**Zadanie 1.3.1.** Zbadaj, które z poniższych ciągów są ciągami arytmetycznymi:

1. ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = 4,5 - 2n$ ,
2. ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = n^2 - 2n - 1$ ,
3. ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = (9n^2 - 1) : (3n + 1) - 1,5$ ,
4. ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = \frac{4n-1}{4}$ ,
5. ciąg, którego wyrazami są pola kwadratów o długościach boków wyrażających się kolejnymi liczbami naturalnymi,
6. ciąg, którego wyrazami są obwody trójkątów równobocznych o długościach boków wyrażających się kolejnymi liczbami naturalnymi parzystymi.

**Zadanie 1.3.2.** Dane są liczby  $-1,5$  oraz  $25,5$ . Wpisz pomiędzy nimi podaną liczbę takich liczb, aby z danymi tworzyły one ciąg arytmetyczny:

1. cztery,
2. pięć,
3. osiem.

**Zadanie 1.3.3.** Liczby 7 i 14 są kolejnymi wyrazami pięcioelementowego rosnącego ciągu arytmetycznego. Jaki jest wyraz ogólny tego ciągu? Podaj wszystkie możliwe rozwiązania.

**Zadanie 1.3.4.** Wyznacz taką wartość  $x$ , dla której wyrażenia  $2x - 7n - 1$ ,  $4x - 7n + 5$ ,  $9x - 7n + 14$  są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego (w podanej kolejności).

**Zadanie 1.3.5.** Wyznacz wartość setnego wyrazu rosnącego ciągu arytmetycznego, wiedząc, że rozwiązania równania  $x^2 - 10x + 21 = 0$  są wyrazami tego właśnie ciągu o numerach:

1. pierwszym i piątym,
2. piątym i dziesiątym.

**Zadanie 1.3.6.** Suma ósmego i jedenastego wyrazu w pewnym rosnącym ciągu arytmetycznym jest równa  $20,5$ , a różnica pomiędzy tymi wyrazami jest równa  $4,5$ . Wyznacz sumę od ósmego do siedemnastego wyrazu tego ciągu.

**Zadanie 1.3.7.** Suma dziesięciu początkowych wyrazów w pewnym ciągu arytmetycznym jest równa  $152,5$ , a suma dwudziestu początkowych wyrazów tego samego ciągu jest o  $402,5$  większa. Wyznacz wzór na wyraz ogólny tego ciągu.

**Zadanie 1.3.8.** Kwadrat magiczny piątego stopnia został wypełniony liczbami tworzącymi rosnący ciąg arytmetyczny. Suma magiczna tego kwadratu jest równa  $177,5$ , a największy wyraz ma wartość  $43,5$ . Wyznacz najmniejszy wyraz  $a_1$  tego kwadratu oraz różnicę ciągu arytmetycznego  $r$ .

**Zadanie 1.3.9.** W kwadracie magicznym piątego stopnia wypełnionymi liczbami tworzącymi rosnący ciąg arytmetyczny dany jest wyraz znajdujący się w środkowym polu równy 120 oraz wyraz najmniejszy równy 36. Wyznacz największy wyraz  $a_{25}$  tego kwadratu oraz różnicą ciągu arytmetycznego  $r$ .

**Zadanie 1.3.10.** Oblicz sumę wszystkich liczb wpisanych do kwadratu magicznego rzędu dziewiątego, jeżeli wiesz, że są one kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu arytmetycznego o różnicy 0,5, w którym pierwszy wyraz ma wartość 18.

**Zadanie 1.3.11.** (R) Udowodnij, że jeżeli w trzech kwadratach magicznych piątego stopnia wyrazy środkowe są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego, to sumy magiczne są również kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego.

**Zadanie 1.3.12.** Dla jakiej wartości  $m$  poniższe wyrażenia (w podanej kolejności) są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego:

1.  $m - 7, 3, 2m + 4,$
2.  $2m + 1, 4m - 7, 7,$
3.  $-m^2 + 8m, 4, 4m - 3,$
4.  $m^2 - 2m, 2m + 1, 4m + 2.$

**Zadanie 1.3.13.** W pewnym ciągu arytmetycznym wyraz dwunasty jest równy 78,5, a wyraz dwudziesty pierwszy 141,5. Jaka jest suma pięciu początkowych wyrazów tego ciągu?

**Zadanie 1.3.14.** W ciągu arytmetycznym różnica pomiędzy siedemdziesiątym siódmym i siódmym wyrazem jest równa 105, a suma siedmiu początkowych wyrazów jest równa 45,5. Wyznacz siedemdziesiąty siódmy wyraz tego ciągu.

**Zadanie 1.3.15.** W ciągu arytmetycznym jest dokładnie dwadzieścia wyrazów. suma pięciu początkowych wyrazów jest równa 60, a suma pięciu ostatnich 247,5. Wyznacz pierwszy wyraz tego ciągu i różnicę  $r$ .

**Zadanie 1.3.16.** Suma liczb  $a, b, c$  jest równa 85. Jeżeli pierwszą i ostatnią liczbę zmniejszymy o 40%, a środkową zwiększymy o 40%, to liczby te będą trzema kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego o różnicy 6. Wyznacz liczby  $a, b, c$ .

**Zadanie 1.3.17.** Mając podany pierwszy wyraz ciągu arytmetycznego  $a_1$ , różnicę  $r$  pomiędzy kolejnymi wyrazami oraz sumę  $n$  początkowych wyrazów  $S_n$ , wyznacz  $n$ :

1.  $a_1 = 1, 5, r = 4, S_n = 19950,$
2.  $a_1 = 4, r = 1, 5, S_n = 365,$
3.  $a_1 = -5, r = 2, 5, S_n = 625,$
4.  $a_1 = -1, 5, r = 8, S_n = 11797, 5.$

**Zadanie 1.3.18.** Jaka jest suma wszystkich trzycyfrowych liczb naturalnych:

1. mniejszych od 900,

2. podzielnych przez 4,
3. parzystych,
4. podzielnych przez 3,
5. podzielnych przez 9,
6. podzielnych przez 3 lub 4?

**Zadanie 1.3.19.** Oblicz sumę kolejnych liczb naturalnych podzielnych przez:

1. trzy, większych od 12 i mniejszych od 150,
2. pięć, większych od 110 i mniejszych od 400,
3. dziewięć, większych od 99 i mniejszych od 450,
4. jedenaście, większych od 121 i mniejszych od 1331.

**Zadanie 1.3.20.** Oblicz sumę wszystkich liczb trzycyfrowych, które nie są podzielne przez:

1. osiem,
2. dziesięć,
3. dwanaście,
4. dwadzieścia pięć.

**Zadanie 1.3.21.** Jaka jest suma wszystkich liczb mniejszych od 100, które nie są podzielne:

1. ani przez sześć, ani przez pięć,
2. ani przez trzy, ani przez dziesięć,
3. ani przez pięć, ani przez siedem,
4. ani przez siedem, ani przez osiem?

**Zadanie 1.3.22.** Współczynniki  $a, b, c$  wielomianu  $W(x) = ax^3 + bx^2 + cx - 4$  są kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu arytmetycznego, a ich suma jest równa  $-12$ . Wyznacz te współczynniki, wiedząc, że są one liczbami całkowitymi różnymi od zera, a liczba  $-1$  jest miejscem zerowym wielomianu  $W(x)$ .

**Zadanie 1.3.23.** Współczynniki  $a, b, c$  wielomianu  $W(x) = ax^3 + bx^2 + cx + 1$  są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego, a ich suma jest równa  $-9$ . Różnica podwojonego współczynnika  $a$  i współczynnika  $c$  jest równa 9. Jaki jest wzór wielomianu  $W(x)$ ?

**Zadanie 1.3.24.** Pierwiastki równania  $x^2 - 2x - 8 = 0$  są piątym i ósmym wyrazem malejącego ciągu arytmetycznego. Oblicz sumę dziesięciu początkowych wyrazów tego ciągu.

**Zadanie 1.3.25.** Pierwiastki równania  $x^2 - 7x + 6 = 0$  są kolejnymi wyrazami pewnego malejącego ciągu arytmetycznego o czterech wyrazach. Znajdź brakujące wyrazy tego ciągu. Pamiętaj o uwzględnieniu wszystkich rozwiązań.

**Zadanie 1.3.26.** Które wyrazy ciągu o wzorze  $a_n = \frac{1}{4} + (n - 1)\frac{1}{2}$  należą do zbioru rozwiązań nierówności  $-2x^2 + 5x - 2 \geq 0$ ?

**Zadanie 1.3.27.** Miary kątów wewnętrznych w trójkącie są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Różnica miar pomiędzy największym i najmniejszym kątem jest równa  $90^\circ$ . Jakie to kąty?

**Zadanie 1.3.28.** Wszystkie liczby całkowite należące do zbioru rozwiązań nierówności  $-x^2 + x + 20 \geq 0$  są kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu arytmetycznego. Podaj wzór ogólny tego ciągu i oblicz sumę jego wyrazów.

**Zadanie 1.3.29.** Długości krawędzi sześcianu o polu powierzchni całkowitej 294 oraz sześcianu o objętości 1728 są odpowiednio dziesiątym i dwudziestym wyrazem pewnego ciągu arytmetycznego. Wyznacz sumę pierwszych pięćdziesięciu wyrazów tego ciągu.

**Zadanie 1.3.30.** Narysuj dwa kąty ostre o różnych miarach. Niech ich miary będą drugim i trzecim wyrazem ciągu arytmetycznego. Dorysuj dwa inne kąty takie, aby ich miary były pierwszym i czwartym wyrazem tego samego ciągu.

**Zadanie 1.3.31.** Narysuj dwa dowolne odcinki o różnych długościach. Niech ich długości będą pierwszym i trzecim wyrazem ciągu arytmetycznego. Dorysuj trzy odcinki takie, aby ich długości były drugim, czwartym i piątym wyrazem tego samego ciągu.

**Zadanie 1.3.32.** Długości pięciu odcinków wyrażone w centymetrach są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Suma długości tych odcinków jest równa 32,5 cm, a piąty odcinek ma długość 9,5 cm. Jak powinna być długość dziesiątego odcinka należącego do tego samego ciągu?

**Zadanie 1.3.33.** Obwody kwadratu, trójkąta równobocznego i rombu są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Suma tych obwodów jest równa 99, a różnica długości boku trójkąta równobocznego i kwadratu jest równa 4. Oblicz sumę pól tych figur, jeżeli w rombie kąt ostry ma miarę  $30^\circ$ .

**Zadanie 1.3.34.** Długości boków pewnego trójkąta prostokątnego są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Oblicz pole koła wpisanego i pole koła opisanego na trójkącie o najkrótszych bokach, których długości są liczbami całkowitymi, jeżeli suma długości dwóch krótszych boków jest o 40% większa od długości najdłuższego.

**Zadanie 1.3.35.** Promień koła wpisanego w trójkąt równoboczny, promień koła opisanego na tym samym trójkącie i wysokość trójkąta są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Suma tych wielkości jest równa 20. Oblicz pole koła wpisanego w trójkąt i pole koła opisanego na tym trójkącie.

**Zadanie 1.3.36.** (R) Objętości trzech sześcianów są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Suma tych objętości jest równa 3000, a różnica pola powierzchni całkowitej sześcianu drugiego i pierwszego jest równa 450. Wyznacz długości krawędzi tych sześcianów.

**Zadanie 1.3.37.** Oblicz sumę obwodów dziesięciu trójkątów równobocznych, których długości boków wyrażone w centymetrach są kolejnymi wyrazami liczbami naturalnymi podzielonymi przez trzy, jeżeli długość boku najmniejszego trójkąta jest równa 6 cm.

**Zadanie 1.3.38.** Oblicz sumę obwodów dziesięciu sześciątów kwadratu, których długości boków wyrażone w centymetrach są kolejnymi liczbami naturalnymi podzielonymi przez cztery, jeżeli pierwszy kwadrat ma bok o długości 12 cm.

**Zadanie 1.3.39.** Jaka jest suma długości krawędzi dwudziestu sześciątów, jeżeli długości krawędzi wyrażone w decymetrach są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego, w którym dziesiąty wyraz ma wartość 3,9 dm, a dwudziesty 6,9 dm?

**Zadanie 1.3.40.** Pola dziesięciu równoległoboków wyrażone w  $\text{cm}^2$  są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Pole drugiego równoległoboku jest równe  $12 \text{ cm}^2$ , a piątego  $33 \text{ cm}^2$ . Jakie pola ma pierwszy równoległobok tego ciągu, a jakie ostatni?

**Zadanie 1.3.41.** (R) Pola pięciu trójkątów równoramiennych o jednakowych wysokościach poprowadzonych na podstawy są kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Udowodnij, że długości tych podstaw trójkątów tworzą również ciąg arytmetyczny.

**Zadanie 1.3.42.** Tomek obliczył liczbę przekątnych w każdym z wielokątów, który ma mniej niż jedenaście boków. Czy są wśród tych liczb takie, które są wyrazami ciągu arytmetycznego? Jeżeli tak, to są to przekątne których wielokątów?

**Zadanie 1.3.43.** Dla jakich wartości parametru  $m$  ciąg arytmetyczny o wyrazie ogólnym  $a_n = 2,5 + (n - 1)(2m - 7)$  jest rosnący, a dla jakich malejący?

**Zadanie 1.3.44.** Zbadaj monotoniczność ciągu arytmetycznego o wyrazie ogólnym  $a_n = -3 + (n - 1)(m^2 - 4)$  w zależności od parametru  $m$ .

## 1.4 Zadania o ciągach geometrycznych

**Zadanie 1.4.1.** Zbadaj, które z poniższych ciągów są ciągami geometrycznymi:

- ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = (-2)^n$ ,
- ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = \frac{1}{3} \cdot (7)^{n+1}$ ,
- ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = 3^n \cdot (\frac{1}{3})^{2n+1}$ ,
- ciąg o wyrazie ogólnym  $a_n = (n + 1) \cdot 2^{n+1}$ ,
- ciąg, którego wyrazami są obwody kwadratów o długościach boków będących kolejnymi liczbami naturalnymi nieparzystymi,
- ciąg, którego wyrazami są miary kątów będących kolejnymi liczbami naturalnymi podzielonymi przez pięć.

**Zadanie 1.4.2.** Wyraz piąty w pewnym ciągu geometrycznym jest równy 1,5, a siódmy  $\frac{3}{16}$ . Oblicz sumę czterech pierwszych wyrazów tego ciągu.

**Zadanie 1.4.3.** wyraz czwarty w pewnym ciągu geometrycznym ma wartość  $\frac{5}{9}$ , a siódmy wyraz jest równy  $\frac{5}{243}$ . Znajdź pierwszy wyraz tego ciągu oraz jego iloraz.

**Zadanie 1.4.4.** Suma drugiego i piątego wyrazu w pewnym ciągu geometrycznym o siedmiu wyrazach jest równa 27. Iloczyn trzech pierwszych wyrazów tego ciągu jest również równy 27. Oblicz sumę trzech ostatnich wyrazów.

**Zadanie 1.4.5.** Tomek zapisał pięć liczb, które są kolejnymi wyrazami malejącego ciągu geometrycznego o pięciu wyrazach. Suma wyrazów o numerach parzystych jest równa 7, 5, a suma wyrazów o numerach nieparzystych jest równa 15, 75. Jakie liczby zapisał Tomek?

**Zadanie 1.4.6.** Tomek zapisał siedem liczb, które są kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu geometrycznego. Suma tych liczb jest równa 1093, a suma pierwszej i ostatniej jest równa 730. Jakie liczby zapisał Tomek?

**Zadanie 1.4.7.** Wyznacz sumę kolejnych potęg o wykładniku naturalnym większym lub równym 1:

1. liczby 2 mniejszych od 5000,
2. liczby 3 mniejszych od 3000,
3. liczby 2 większych od 1000 i mniejszych od 5000.

**Zadanie 1.4.8.** Udowodnij, że jeżeli w czterech kwadratach magicznych piątego stopnia wyrazy środkowe są kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego, to sumy magiczne są również kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego.

**Zadanie 1.4.9.** Współczynniki  $a, b, c$  funkcji  $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx - 24$  są kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego, a ich suma jest równa 9. Wyznacz te współczynniki, wiedząc, że 2 jest miejscem zerowym funkcji  $f(x)$ .

**Zadanie 1.4.10.** Każdy następny współczynnik funkcji  $f(x) = ax^2 + bx + c$  jest o 25% większy od współczynnika poprzedniego. Suma wszystkich współczynników jest równa 15, 25. Jakim wzorem jest opisana funkcja  $f(x)$ ?

**Zadanie 1.4.11.** Rozwiązania równania  $x^2 - 12x + 27 = 0$  są wyrazami pewnego rosnącego ciągu geometrycznego o trzech wyrazach. Znajdź brakujący wyraz tego ciągu. Pamiętaj o zapisaniu wszystkich możliwych rozwiązań.

**Zadanie 1.4.12.** Dany jest wielomian  $W(x) = x^4 - 7,5x^3 + 17,5x^2 - 15x + 4$ . Miejsca zerowe tego wielomianu uporządkowane malejąco są kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego o pięciu wyrazach. Znajdź sumę wszystkich wyrazów tego ciągu.

**Zadanie 1.4.13.** Miary kątów wewnętrznych w czworokącie są kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego. Suma miar kąta najmniejszego i największego jest równa  $252^\circ$ . Wyznacz miary kątów wewnętrznych tego czworokąta.

**Zadanie 1.4.14.** (R) W pewnym trapezie równoramiennym długości krótszej podstawy, ramienia i dłuższej podstawy są kolejnymi początkowymi wyrazami ciągu geometrycznego. Jakie jest pole i obwód trapezu, jeżeli suma dwóch następnych wyrazów tego ciągu jest równa 67, 5, a różnica między wyrazami trzecim i pierwszym jest równa 10.

**Zadanie 1.4.15.** Długość boku każdego następnego kwadratu jest dwukrotnie większa od długości kwadratu poprzedniego. Trzeci kwadrat ma obwód 16 cm. Jakie pole i obwód ma dziesiąty kwadrat? Ile razy większe pole o obwód ma piąty kwadrat w porównaniu z drugim?

**Zadanie 1.4.16.** Dla jakich wartości parametru  $m$  ciągi geometryczne o podanych poniżej wyrazach ogólnych są malejące?

1.  $a_n = -2(m^2 - 3)^{n-1}$ ,
2.  $a_n = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{3}m + 1\right)^{n-1}$
3.  $a_n = 4(m^2 - 3m - 4)^{n-1}$ .

### 1.5 Zadania o ciągach arytmetycznym i geometrycznym

**Zadanie 1.5.1.** Suma trzech kolejnych wyrazów rosnącego ciągu arytmetycznego jest równa 31,5. Jeżeli pierwszy wyraz zmniejszymy o 3, drugi zwiększymy o 1,5, a trzeci zwiększymy dwukrotnie, to otrzymane liczby będą kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego. Wyznacz wyrazy ciągu arytmetycznego.

**Zadanie 1.5.2.** Paweł zapisał pięć liczb. Trzy pierwsze są kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu geometrycznego o sumie 129, a trzy ostatnie są kolejnymi wyrazami malejącego ciągu arytmetycznego o sumie 300. Suma wszystkich zapisanych liczb jest równa 321. Znajdź te liczby.

**Zadanie 1.5.3.** Pomiędzy liczby  $-2$  i  $-20$  wstaw dwie takie liczby, aby trzy pierwsze były kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego, a trzy ostatnie-kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego. Oblicz sumę trzech następnych wyrazów w ciągu arytmetycznym.

**Zadanie 1.5.4.** Zapisz dwie dowolne liczby i wstaw między nimi taką liczbę, aby wszystkie trzy były kolejnymi wyrazami ciągu:

1. arytmetycznego,
2. geometrycznego.

**Zadanie 1.5.5.** Tomek zapisał dziesięć potęg o podstawie 7 i wykładnikach będących kolejnymi wyrazami rosnącego ciągu arytmetycznego o różnicy 3. Czy wyrazy, które zapisał Tomek są kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego? Jeśli tak, to podaj iloraz tego ciągu.

**Zadanie 1.5.6.** Tomek zapisał dziesięć liczb, które są kolejnymi wyrazami skończonego ciągu arytmetycznego o sumie 97,5. Pierwszy, trzeci i siódmy wyraz są równocześnie kolejnymi wyrazami pewnego ciągu geometrycznego. Znajdź najmniejszy i największy wyraz ciągu arytmetycznego.

**Zadanie 1.5.7.** Podaj przykład wielomianu stopnia trzeciego, którego pierwiastki są kolejnymi wyrazami ciągu:

1. arytmetycznego o różnicy  $\frac{1}{2}$ ,
2. geometrycznego o ilorazie  $\frac{1}{2}$ .

**Zadanie 1.5.8.** Podaj wzory dwóch funkcji kwadratowych mające po dwa różne miejsca zerowe, które po uporządkowaniu rosnąco będą kolejnymi wyrazami ciągu:

1. arytmetycznego,
2. geometrycznego.

**Zadanie 1.5.9.** Dany jest wielomian  $W(x) = x^3 + 7,5x^2 + 12,5x$ . Miejsca zerowe tego wielomianu uporządkowane rosnąco są odpowiednio trzecim, ósmym i trzynastym wyrazem ciągu arytmetycznego.

1. Znajdź sumę dziesięciu początkowych wyrazów tego ciągu arytmetycznego.
2. Oblicz, dla ilu początkowych wyrazów suma jest równa 312,5,
3. Podaj cztery wyrazy tego ciągu, które są równocześnie kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego o ilorazie 2.

**Zadanie 1.5.10.** Narysuj dwa kąty o różnych miarach. Pomiedzy nimi narysuj kolejne dwa kąty takie, aby miary wszystkich czterech były kolejnymi wyrazami ciągu:

1. arytmetycznego,
2. geometrycznego.

**Zadanie 1.5.11.** Narysuj dwa odcinki o różnych długościach. Pomiedzy nimi narysuj kolejne dwa odcinki takie, aby długości wszystkich czterech były kolejnymi wyrazami ciągu:

1. arytmetycznego,
2. geometrycznego.

**Zadanie 1.5.12.** Pomiedzy dwa kwadraty o polach  $49 \text{ cm}^2$  i  $225 \text{ cm}^2$  wstaw taki kwadrat, aby:

1. pola trzech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego,
2. obwody trzech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego,
3. długości boków trzech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego.

**Zadanie 1.5.13.** Dane są dwa kwadraty o bokach 4 cm i 32 cm. Wstaw pomiedzy nimi kolejne dwa kwadraty, aby:

1. długości boków czterech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego,
2. długości boków czterech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego,
3. obwody czterech kwadratów były kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego,
4. pola kół wpisanych w te kwadraty były kolejnymi wyrazami ciągu geometrycznego.

## 1.6 Zadania o szeregu geometrycznym

**Zadanie 1.6.1.** Wyznacz wartości poniższych nieskończonych ciągów geometrycznych:

1.  $\frac{3}{2} + \frac{3}{4} + \frac{3}{8} + \frac{3}{16} + \dots$
2.  $\frac{2}{5} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \dots$
3.  $2 + \frac{3}{4} + 1\frac{1}{2} + 1\frac{1}{8} + \frac{27}{32} + \dots$
4.  $1 + 2 + 3 + \frac{3}{4} + \frac{3}{16} + \frac{3}{64} + \dots$
5.  $5 + 4 + 2\frac{2}{3} + 1\frac{7}{9} + \dots$
6.  $\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \dots$

**Zadanie 1.6.2.** (R) Wyznacz wartość ilorazu nieskończonego zbieżnego ciągu geometrycznego, mając podaną sumę jego wyrazów  $S$  i wartość pierwszego wyrazu  $a_1$ :

1.  $a_1 = 2, S = 15,$
2.  $a_1 = \frac{1}{2}, S = 4,$
3.  $a_1 = \frac{2}{3}, S = \frac{3}{4},$
4.  $A_1 = \frac{2}{5}, S = 25.$

**Zadanie 1.6.3.** (R) Wyznacz wartości pierwszego i drugiego wyrazu nieskończonego zbieżnego ciągu geometrycznego o podanym ilorazie  $q$  i znanej wartości sumy wyrazów tego ciągu  $S$ :

1.  $q = \frac{1}{6}, S = 14, 4,$
2.  $q = \frac{1}{3}, S = -4, 5,$
3.  $q = \frac{1}{8}, S = 4\frac{4}{7},$
4.  $q = \frac{2}{3}, S = 6.$

**Zadanie 1.6.4.** (R) Suma wyrazów w pewnym nieskończonym zbieżnym ciągu geometrycznym jest równa  $-2\frac{2}{3}$ , a drugi wyraz tego ciągu ma wartość  $-\frac{1}{2}$ . Wyznacz wartość pierwszego wyrazu tego ciągu  $a_1$  oraz iloraz  $q$ .

**Zadanie 1.6.5.** (R) Wyznacz takie wartości  $x$ , dla których podane wyrażenia kolejnymi początkowymi wyrazami zbieżnego nieskończonego ciągu geometrycznego:

1.  $1, \frac{2}{x-5}, \frac{4}{(x-5)^2}, \frac{8}{(x-5)^3},$
2.  $x, \frac{x^2}{x+3}, \frac{x^3}{(x+3)^2}, \frac{x^4}{(x+3)^3},$
3.  $x - 2, \frac{(x-2)^2}{x+1}, \frac{(x-2)^3}{(x+1)^2}, \frac{(x-2)^4}{(x+1)^3},$
4.  $1, \frac{2x}{x-2}, \frac{4x^2}{(x-2)^2}, \frac{8x^3}{(x-2)^3}.$

**Zadanie 1.6.6.** (R) Podaj przykłady trzech nieskończonych zbieżnych ciągów geometrycznych o takim samym ilorazie równym  $0,5$  i pierwszych wyrazach tworzących ciąg arytmetyczny.

**Zadanie 1.6.7.** (R) Wykaż, że jeżeli pierwsze wyrazy trzech nieskończonych zbieżnych ciągów geometrycznych o takim samym ilorazie  $q$  tworzą ciąg arytmetyczny, to sumy wyrazów tych ciągów tworzą również ciąg arytmetyczny.

**Zadanie 1.6.8.** (R) Wyznacz sumę:

1. nieskończonej liczby odcinków, z których każdy następny jest czterokrotnie krótszy od poprzedniego, a pierwszy ma długość  $12$  cm,
2. obwodów nieskończonej liczby kwadratów, z których pierwszy ma pole  $144$  cm<sup>2</sup>, a długość boku każdego kwadratu kolejnego jest o  $40\%$  mniejsza od długości boku poprzedniego,
3. obwodów okręgów, z których pierwszy ma promień o długości  $12$  cm, a promień każdego następnego okręgu stanowi  $\frac{2}{7}$  promienia poprzedniego,
4. długości krawędzi sześcianów, z których pierwszy ma krawędź o długości  $12$  cm, a każdy następny ma krawędź o  $10\%$  krótszą od poprzedniego.

**Zadanie 1.6.9.** Wyznacz sumę pól podanych figur:

1. wszystkie prostokąty, o których wiadomo, że każdy następny ma boki dwukrotnie krótsze od poprzedniego,
2. wszystkie trójkąty prostokątne, o których wiadomo, że każdy następny ma przyprostokątne dwukrotnie krótsze od przyprostokątnych poprzedniego trójkąta.

**Zadanie 1.6.10.** Wyznacz zbiór rozwiązań poniższych równań:

1.  $1 + \frac{1}{x+2} + \frac{1}{(x+1)^2} + \frac{1}{(x+2)^3} + \frac{1}{(x+2)^4} + \dots = 3x - 1,$
2.  $x + \frac{x}{x-3} + \frac{x}{(x-3)^2} + \frac{x}{(x-3)^3} + \frac{1x}{(x-3)^4} + \dots = \frac{4}{x-4},$
3.  $3x + \frac{3x^2}{x+2} + \frac{3x^3}{(x+1)^2} + \frac{3x^4}{(x+2)^3} + \frac{3x^5}{(x+2)^4} + \dots = x + 1.$

# 2

---

## Funkcje trygonometryczne

### 2.1 Zadania o funkcjach trygonometrycznych kąta ostrego

**Zadanie 2.1.1.** Dany jest trójkąt prostokątny o przyprostokątnych 12 i 5. Wyznacz wartości funkcji trygonometrycznych kąta ostrego  $\alpha$ .

**Zadanie 2.1.2.** Podstawa trójkąta równoramiennego ma długość 12 cm, a wysokość na nią opuszczona ma długość 4 cm. Jakie są wartości funkcji trygonometrycznych kąta przy podstawie?

**Zadanie 2.1.3.** Wyznacz wartość funkcji trygonometrycznych kąta ostrego rombu:

1. o przekątnych 12 i 16,
2. o obwodzie 1,6 dm o polu  $12 \text{ cm}^2$ .

**Zadanie 2.1.4.** Długość przekątnej prostokąta jest równa 12, a sinus kąta, jaki ta przekątna tworzy z dłuższym bokiem jest równy  $\frac{1}{3}$ . Jakie jest pole tego prostokąta?

**Zadanie 2.1.5.** Podstawa trójkąta równoramiennego ma długość 8 cm, a ramię ma długość 12 cm. Oblicz wartości funkcji trygonometrycznych połowy kąta przy podstawie.

**Zadanie 2.1.6.** Przyprostokątne trójkąta prostokątnego mają długości 6 i 8. Wyznacz wartości funkcji trygonometrycznych kąta  $\beta$ , jaki tworzy wysokość poprowadzona z wierzchołka kąta prostego z krótszą przyprostokątną.

**Zadanie 2.1.7.** Tangens kąta ostrego w trapezie równoramiennym jest równy  $\frac{\sqrt{3}}{3}$ . Stosunek długości podstaw tego trapezu jest równy 1 : 3, a ramię ma długość  $2\sqrt{3}$ . Oblicz pole i obwód czworokąta.

**Zadanie 2.1.8.** Kwadrat podzielono na dwa różne prostokąty o odcięto z niego mniejszy prostokąt, w którym cosinus kąta zawartego między przekątną a krótszym bokiem ma wartość  $\frac{\sqrt{10}}{10}$ . W jakim stosunku został podzielony bok kwadratu?

**Zadanie 2.1.9.** Dany jest prostokąt  $SOWA$  o bokach 12 cm i 8 cm. Na boku  $\overline{AW}$  tego prostokąta zaznaczono trzy punkty  $L, I, N$  spełniające warunki  $|AL| : |LW| = 1 : 2$ ,  $|AI| : |IW| = 1 : 1$ ,  $|AN| : |NW| = 2 : 1$ . Wyznacz wartości sinusów kątów, jakie tworzą odcinki  $\overline{SL}$ ,  $\overline{SI}$ ,  $\overline{SN}$  z dłuższym bokiem.

**Zadanie 2.1.10.** Krótsza przekątna trapezu prostokątnego tworzy z dłuższą podstawą kąt, którego sinus ma wartość  $\frac{2\sqrt{13}}{13}$ . Oblicz pole i obwód tego czworokąta, jeżeli wiesz, że jedna podstawa jest dwukrotnie dłuższa od drugiej, a suma ich długości jest równa 18.

**Zadanie 2.1.11.** Dany jest trapez równoramienny, w którym ramię i krótsza podstawa mają po 12 cm. Cosinus kąta zawartego między wysokością trapezu a ramieniem ma wartość 0,6. Jaki jest obwód tego trapezu?

**Zadanie 2.1.12.** Dane są trzy prostokąty, w których przekątne mają po 12 cm. Daną również sinusy kątów jakie przekątne te tworzą z dłuższymi bokami i są one równe odpowiednio:  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{\sqrt{11}}{6}$ . Wyznacz wymiary tych prostokątów.

**Zadanie 2.1.13.** Krótsza przekątna o długości 7 podzieliła równoległobok o dłuższym boku równym 10 na dwa przystające trójkąty równoramienne. Wyznacz wartości funkcji trygonometrycznych kąta ostrego równoległoboku.

**Zadanie 2.1.14.** W trójkącie równoramiennym dane są długości boków i są one równe 12 i 16. Wyznacz wartość cosinusa kąta  $\alpha$ , jaki tworzy wysokość poprowadzona na ramię z podstawą trójkąta. Czy zadania ma tylko jedno rozwiązanie?

**Zadanie 2.1.15.** Wyznacz równanie prostej  $y = ax$ , mając podaną wartość funkcji trygonometrycznej kąta, jaki tworzy ta prosta z dodatnią osią  $Ox$ :

1.  $\sin \alpha = \frac{\sqrt{2}}{4}$ ,
2.  $\cos \alpha = \frac{5}{6}$ ,
3.  $\operatorname{ctg} \alpha = -\frac{3}{4}$ ,
4.  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{7}$ .

**Zadanie 2.1.16.** Tomek narysował wykres funkcji liniowej nachylonej do dodatniej osi  $Ox$  pod takim kątem  $\alpha$ , dla którego jest spełniona równość  $\sin \alpha + \cos \alpha = 1,4$ . Wykres Tomka przechodzi przez punkt  $A = (-4, 2)$ . Wyznacz równanie prostej narysowanej przez Tomka.

**Zadanie 2.1.17.** Długość krawędzi podstawy graniastosłupa prawidłowego czworokątnego jest równa 4. Tangens kąta nachylenia przekątnej tego graniastosłupa do płaszczyzny podstawy ma wartość  $\sqrt{2}$ . Jaka jest długość tej przekątnej?

**Zadanie 2.1.18.** Promienie słoneczne padają pod kątem  $30^\circ$ . Odpowiedz na pytania:

- a) Jak wysokie jest drzewo, jeśli cień przez nie rzucany ma długość  $10\sqrt{3}$ ?
- b) Jaką długość będzie miał Twój cień?

**Zadanie 2.1.19.** Dana jest równia pochyła o kącie nachylenia do poziomu  $60^\circ$ . Po równi zsuwa się ciało o masie 50 dag. Jaki nacisk wywiera to ciało na powierzchnię równi? Przyjmij, że wartość przyspieszenia ziemskiego to  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

**Zadanie 2.1.20.** Dana jest równia pochyła o wysokości 30 cm i kącie nachylenia do poziomu  $20^\circ$ . Wyznacz długość tej równi i zastanów się, jaki musiałby być kąt nachylenia do poziomu, aby przy takiej samej wysokości długość równi była dwukrotnie mniejsza.

**Zadanie 2.1.21.** Tomek rozłożył drabinę o długości 10 m pod kątem  $60^\circ$ . DO jakiej wysokości sięga drabina?

## 2.2 Zadania o funkcjach trygonometrycznych dowolnego kąta

**Zadanie 2.2.1.** (R) Oblicz wartość liczbową każdego z poniższych wyrażeń, nie korzystając z tablic z wartościami funkcji trygonometrycznych ani z kalkulatora:

- a)  $\sin \frac{5\pi}{6} - \cos \frac{4\pi}{3} + \operatorname{tg} \frac{3\pi}{4} + \operatorname{ctg} \frac{5\pi}{4}$ ,
- b)  $\sin \frac{3\pi}{4} \cdot \cos \frac{5\pi}{4} - \operatorname{tg} \frac{7\pi}{6} \cdot \operatorname{ctg} \frac{11\pi}{6}$ ,
- c)  $\cos \frac{\pi}{5} + \cos \frac{\pi}{8} + \cos \frac{4\pi}{5} + \cos \frac{7\pi}{8}$ ,
- d)  $\operatorname{tg} \frac{\pi}{12} \cdot \operatorname{tg} \frac{5\pi}{12} \cdot \operatorname{tg} \frac{4\pi}{5} \cdot \operatorname{tg} \frac{11\pi}{12}$ ,
- e)  $\operatorname{ctg} \frac{\pi}{10} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{5} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{3} \cdot \operatorname{ctg} \frac{7\pi}{10} \cdot \operatorname{ctg} \frac{3\pi}{5}$ .

**Zadanie 2.2.2.** Wyznacz wartość liczbową każdego z poniższych wyrażeń (nie korzystaj z tablic ani z kalkulatora):

- a)  $\operatorname{tg} 30^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \cdot \operatorname{tg} 40^\circ \cdot \operatorname{ctg} 140^\circ \cdot \operatorname{ctg} 150^\circ \cdot \operatorname{ctg} 160^\circ$ ,
- b)  $\sin^2 20^\circ + \sin^2 30^\circ + \sin^2 40^\circ + \sin^2 230^\circ + \sin^2 240^\circ + \sin^2 250^\circ$ ,
- c)  $(\cos^2 20^\circ + \cos^2 250^\circ) \cdot \operatorname{ctg} 20^\circ \cdot \operatorname{ctg} 250^\circ$ ,
- d)  $\frac{1}{\operatorname{ctg} 30^\circ} \cdot \frac{1}{\operatorname{ctg} 40^\circ} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} 140^\circ} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} 250^\circ}$ .

**Zadanie 2.2.3.** (R) W miejsce  $a$  ( $a \in \mathbb{R}_+$ ) wpisz taką wartość, aby poniższe równości były spełnione:

- a)  $\sin a\pi = \sin \frac{\pi}{3}$ ,
- b)  $\operatorname{tg} a\pi = -\operatorname{ctg} \frac{\pi}{6}$ ,
- c)  $\cos a\pi = -\sin \frac{\pi}{4}$ ,
- d)  $\operatorname{ctg} a\pi = \operatorname{ctg} \frac{\pi}{6}$ .

**Zadanie 2.2.4.** Oblicz  $\operatorname{tg}^2 \alpha + \operatorname{ctg}^2 \beta$ , jeżeli  $\sin \alpha = \frac{1}{3}$ ,  $\sin \beta = \frac{12}{13}$  i  $\alpha, \beta \in (\frac{\pi}{2}, \pi)$ .

**Zadanie 2.2.5.** Oblicz sumę odwrotności sinusów kątów  $\alpha$  i  $\beta$ , wiedząc, że  $\alpha, \beta \in (\pi, \frac{3\pi}{2})$  oraz  $\operatorname{tg} \alpha = 1$ ,  $\operatorname{ctg} \beta = 3$ .

**Zadanie 2.2.6.** Wiadomo, że  $\alpha \in (0, \pi)$  i  $\sin \alpha = 2 \cos \alpha$ . Oblicz  $2 \sin \alpha - \cos^2 \alpha$ .

**Zadanie 2.2.7.** Wiadomo, że  $\alpha \in (\frac{\pi}{2}, \pi)$  i  $\sin \alpha + \cos \alpha = -\frac{1}{5}$ . Wyznacz wartości wszystkich funkcji trygonometrycznych kąta  $\alpha$ .

### 2.3 Zadania o związkach między funkcjami trygonometrycznymi tego samego kąta

**Zadanie 2.2.8.** Oblicz wartość funkcji trygonometrycznych kąta  $\alpha \in \left(\frac{\pi}{2}, \pi\right)$ , jeżeli wiesz, że  $\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{ctg} \alpha = \frac{3}{2}$ .

**Zadanie 2.2.9.** (R) Sinus kąta ostrego rombu ma wartość  $\frac{5}{7}$ . Jaka wartość ma cosinus kąta rozwartego tego samego rombu?

**Zadanie 2.2.10.** (R) W trapezie równoramiennym sinus kąta rozwartego jest równy  $\frac{8}{9}$ . Oblicz sumę sinusa i cosinusa kąta ostrego tego trapezu.

**Zadanie 2.2.11.** (R) Dany jest trapez o polu  $35 \text{ cm}^2$  i sumie długości podstaw  $17,5$ . Wiadomo, że tangensy kątów rozwartych tego trapezu mają wartości  $-1\frac{1}{3}$  oraz  $-1\frac{3}{5}$ . Wyznacz długości podstaw tego trapezu i sprawdź, czy można na tym trapezie opisać okrąg.

**Zadanie 2.2.12.** (R) Wykaż, że w każdym trójkącie prostokątnym suma kwadratów sinusów jego kątów wewnętrznych jest równa  $2$ .

**Zadanie 2.2.13.** (R) Wykaż, że w dowolnym trapezie suma sinusów wszystkich kątów wewnętrznych jest dwukrotnie większa od sumy sinusów kątów ostrych trapezu.

### 2.3 Zadania o związkach między funkcjami trygonometrycznymi tego samego kąta

**Zadanie 2.3.1.** (R) Dane są dwie liczby  $a$  oraz  $b$ . Która z nich jest większa, jeżeli  $a = \sin^2 12^\circ + \sin^2 13^\circ + \sin^2 30^\circ + \sin^2 77^\circ + \sin^2 78^\circ$ , natomiast  $b = \cos^2 22^\circ + \cos^2 25^\circ \cos^2 45^\circ + \cos^2 65^\circ + \cos^2 68^\circ$ ?

**Zadanie 2.3.2.** Dana jest wartość cosinusa pewnego kąta ostrego  $\alpha$  i jest ona równa  $\frac{a}{2}$ . Wyznacz wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych kąta  $\alpha$  i podaj, do jakiego przedziału musi należeć  $a$ .

**Zadanie 2.3.3.** Ramię końcowe kąta  $\beta$  jest położone w trzeciej ćwiartce układu współrzędnych, a  $\sin \beta = -\frac{\sqrt{5}}{3}$ . Jaka jest wartość wyrażenia  $\operatorname{tg} \beta + \operatorname{ctg} \beta$ ?

**Zadanie 2.3.4.** Ramię końcowe kąta  $\beta$  jest położone w czwartej ćwiartce układu współrzędnych, a  $\operatorname{tg} \beta = -5$ . Jaka jest wartość wyrażenia  $\sin \beta \cdot \cos \beta$ ?

**Zadanie 2.3.5.** Sprawdź, czy istnieje taki kąt  $\beta$ , który spełnia poniższe warunki:

- a)  $\operatorname{tg} \beta = 3$ ,  $\sin \beta = \frac{3\sqrt{10}}{10}$ ,
- b)  $\operatorname{ctg} \beta = \frac{4}{3}$ ,  $\sin \beta + \cos \beta = \frac{7}{5}$ ,
- a)  $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{2}$ ,  $\cos \beta - \sin \beta = \frac{\sqrt{5}}{5}$ ,
- a)  $\operatorname{ctg} \beta = \frac{1}{5}$ ,  $\sin^2 \beta - \cos^2 \beta = \frac{12}{13}$ .

**Zadanie 2.3.6.** Oblicz  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \beta$ , jeżeli  $\cos \alpha = \frac{1}{2}$ ,  $\sin \beta = \frac{3}{5}$  i  $\alpha, \beta \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$ .

**Zadanie 2.3.7.** Dany jest kąt  $\alpha \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$  i  $\operatorname{tg} \alpha = 3 \sin \alpha$ . Oblicz  $\sin \alpha + 2 \cos \alpha$ .

**Zadanie 2.3.8.** Wiadomo, że dla danego kąta ostrego  $\alpha$  zachodzi równość  $\sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{8}{27}$ . Wyznacz wartości liczbowe poniższych wyrażeń dla tego samego kąta  $\alpha$ :

- a)  $(\sin \alpha + \cos \alpha)^2$ ,  
 b)  $\frac{2}{\sin^2 \alpha} + \frac{2}{\cos^2 \alpha}$ ,  
 c)  $\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha$ ,  
 d)  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos^2 \alpha + \operatorname{ctg} \alpha \cdot \sin^2 \alpha$ .

**Zadanie 2.3.9.** Wpisz w miejsce kropek takie wyrażenia, aby równości były tożsamościami:

- a)  $\frac{1}{\operatorname{tg} \gamma} + \dots = \frac{1}{\sin \gamma \cdot \cos \gamma}$ ,  
 b)  $\frac{1+2 \sin \gamma \cdot \cos \gamma}{\sin^2 \gamma - \cos^2 \gamma} = \dots$ ,  
 c)  $\left( \frac{1}{\cos^2 \gamma} + \frac{1}{\sin^2 \gamma} \right) \cdot \operatorname{tg}^2 \gamma = \dots$ ,  
 d)  $\dots \cdot \left( \operatorname{tg} \gamma + \frac{1}{\cos \gamma} \right) = \frac{1 - \sin^2 \gamma}{\cos \gamma}$ .

**Zadanie 2.3.10.** (R) Dane są dwie liczby  $a = \frac{\sin x}{\cos x - 1} - \frac{\sin x}{\cos x + 1}$  oraz  $b = \frac{2m \cdot \operatorname{ctg} x}{1 - \sin^2 x}$ . Dla jakiej wartości parametru  $m$  zachodzi równość  $a = b$ ?

**Zadanie 2.3.11.** Wiadomo, że sinus kąta nachylenia środkowej trójkąta do boku, na który została ona poprowadzona jest równy  $\frac{5}{7}$ . Jakie są wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta?

**Zadanie 2.3.12.** Wartość tangensa kąta rozwartego w trójkącie rozwartokątnym jest równa  $-4$ . Wyznacz wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta.

**Zadanie 2.3.13.** Krótsza przekątna równoległoboku jest prostopadła do boku o długości 8, a tangens kąta zawartego pomiędzy sąsiednimi bokami jest równy 2. Wyznacz długości obu wysokości oraz długość drugiego równoległoboku.

**Zadanie 2.3.14.** Krawędź podstawy graniastosłupa prawidłowego czworokątnego ma długość 4. Sinus kąta nachylenia przekątnej tego graniastosłupa do płaszczyzny podstawy jest równy  $\frac{1}{3}$ . Wyznacz długość tej przekątnej oraz długość krawędzi bocznej.

**Zadanie 2.3.15.** Dany jest ostrosłup prawidłowy czworokątny o wysokości 4. Cosinus kąta nachylenia ściany bocznej do płaszczyzny podstawy jest równy  $\frac{5}{13}$ . Wyznacz długość krawędzi podstawy.

## 2.4 Zadania o wykresach i własnościach funkcji trygonometrycznych

**Zadanie 2.4.1.** Wyznacz okres podstawowy funkcji  $f(x)$  określonej wzorem:

- a)  $f(x) = \sin 4x$ ,  
 b)  $f(x) = \cos \frac{2}{3}x$ ,  
 c)  $f(x) = 2 \operatorname{tg} 2x$ ,

d)  $f(x) = \frac{1}{4} \operatorname{ctg} \frac{1}{4}x$ .

**Zadanie 2.4.2.** (R) Dana jest funkcja określona wzorem  $f(x) = 2 \cos ax$ . Wyznacz taką wartość  $a$ , aby okresem podstawowym tej funkcji była poniższa wartość:

a)  $12\pi$ ,

b)  $8\pi$ ,

c)  $\frac{3\pi}{2}$ ,

d)  $\frac{5\pi}{6}$ .

**Zadanie 2.4.3.** Podaj zbiór wartości funkcji  $f(x)$  określonej wzorem:

a)  $f(x) = \sin 4x + 4$ ,

b)  $f(x) = -\cos 4x - 3$ ,

c)  $f(x) = \operatorname{tg} \left(x - \frac{\pi}{3}\right)$ ,

d)  $f(x) = -2|\sin x|$ .

**Zadanie 2.4.4.** (R) Dobierz tak wartości współczynników  $a$  i  $b$ , aby funkcja określona wzorem  $f(x) = a \sin x + b$  miała podany poniżej zbiór wartości:

1.  $\langle -2, 4 \rangle$ ,

2.  $\langle -5, -3 \rangle$ ,

3.  $\langle 0, 1 \rangle$ ,

4.  $\langle -2, 6 \rangle$ .

**Zadanie 2.4.5.** (R) Dana jest funkcja określona równaniem  $f(x) = a \sin bx + c$ . Dobierz takie wartości współczynników  $a, b, c$ , aby zbiorem wartości tej funkcji był przedział  $\langle 0, 4 \rangle$  i aby  $f\left(\frac{\pi}{3}\right) = f\left(\frac{5\pi}{6}\right)$ . Wyznacz miejsca zerowe funkcji  $f(x)$ .

**Zadanie 2.4.6.**

**Zadanie 2.4.7.**

**Zadanie 2.4.8.**

**Zadanie 2.4.9.**

**Zadanie 2.4.10.**

**Zadanie 2.4.11.**

**Zadanie 2.4.12.**

**Zadanie 2.4.13.**

**Zadanie 2.4.14.**

**Zadanie 2.4.15.**

Zadanie 2.4.16.

Zadanie 2.4.17.

Zadanie 2.4.18.

Zadanie 2.4.19.

Zadanie 2.4.20.

Zadanie 2.4.21.

Zadanie 2.4.22.

Zadanie 2.4.23.

Zadanie 2.4.24.

Zadanie 2.4.25.

Zadanie 2.4.26.

Zadanie 2.4.27.

Zadanie 2.4.28.

Zadanie 2.4.29.

# 3

---

Funkcja kwadratowa

# 4

---

Funkcja liniowa

# 5

---

## Funkcje wymierne

### 5.1 Zadania o dziedzinie i miejscach zerowych funkcji wymiernej

# 6

---

## Geometria analityczna

### 6.1 Zadania o wektorach

**Zadanie 6.1.1.** Dany jest punkt  $P = (2, -7)$  oraz wektor  $\overrightarrow{PR}$ . Wyznacz współrzędne punktu  $R$ , jeżeli:

1.  $\overrightarrow{PR} = [1, 8]$ ,
2.  $\overrightarrow{PR} = [\frac{1}{2}, 4\frac{1}{2}]$ ,
3.  $\overrightarrow{PR} = [-9, 9]$ ,
4.  $\overrightarrow{PR} = [-7, 2]$ .

**Zadanie 6.1.2.** Jakie mogą być współrzędne punktów  $M$  i  $N$ , które są końcami wektora  $\overrightarrow{MN} = [-4, 2]$ ? Podać trzy różne rozwiązania.

**Zadanie 6.1.3.** Zaznacz w prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie trzy niewspółliniowe punkty  $L, E, W$  i wyznacz współrzędne wektorów:

1.  $\overrightarrow{LE} + \overrightarrow{EW}$ ,
2.  $3 \cdot \overrightarrow{LW}$ ,
3.  $\overrightarrow{WE} + \overrightarrow{EL}$ ,
4.  $\frac{1}{2} \cdot \overrightarrow{LE} + \overrightarrow{LW}$ .

**Zadanie 6.1.4.** Dany jest punkt  $K = (2, -2)$  oraz wektor  $\overrightarrow{KL}$  o długości 5. Podaj współrzędne trzech różnych punktów  $L$ , które mogą być końcem wektora  $\overrightarrow{KL}$ .

**Zadanie 6.1.5.** Dane są wektory  $\overrightarrow{AB} = [2, k^2 - 2k - 3]$  i  $\overrightarrow{CD} = [2m, -1]$ . Wyznacz takie wartości parametrów  $k$  i  $m$ , dla których są spełnione poniższe warunki:

1. wektory  $\overrightarrow{AB}$  i  $\overrightarrow{CD}$  są równe,
2. wektory  $\overrightarrow{AB}$  i  $\overrightarrow{CD}$  są przeciwne,
3.  $\overrightarrow{AB} = 2 \cdot \overrightarrow{CD}$ ,
4.  $\overrightarrow{CD} = 2 \cdot \overrightarrow{AB}$ .

**Zadanie 6.1.6.** Dany jest trójkąt równoramienny  $ABC$ , w którym wierzchołek  $A = (-4, 4)$ . Tomek obliczył współrzędne środka  $S$  podstawy  $\overline{AB}$  i otrzymał  $(-1\frac{1}{2}, 1\frac{1}{2})$  oraz współrzędne wektora  $\overrightarrow{SC} = [4\frac{1}{2}, 4\frac{1}{2}]$ . Wyznacz współrzędne wierzchołków  $B$  oraz  $C$  tego trójkąta.

**Zadanie 6.1.7.** Dane są współrzędne trzech wierzchołków równoległoboku  $PUMA$ :  $P = (-4, 1)$ ,  $U = (0, -2)$ ,  $M = (2, 2)$ . Wyznacz współrzędne wierzchołka  $A$  oraz współrzędne punktu  $R$ , w którym przecinają się przekątne tego równoległoboku.

**Zadanie 6.1.8.** Tomek zaznaczył w prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie punkty  $A = (-3, 4)$ ,  $B = (-2, 3)$ ,  $C = (4, -2)$ . Podaj współrzędne wektorów przeciwnych do:

1.  $\vec{u} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$ ,
2.  $\vec{v} = \overrightarrow{CA} - 2 \cdot \overrightarrow{BA}$ .

**Zadanie 6.1.9.** W prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie zaznaczono trzy niewspółliniowe punkty  $A = (-3, 2)$ ,  $B = (4, -2)$ ,  $C = (a, b)$ . Wiadomo, że wektor  $\overrightarrow{BC}$  ma współrzędne  $[-2, -3]$ . Wyznacz współrzędne punktu  $C$  oraz współrzędne wektora  $\overrightarrow{AC}$ .

**Zadanie 6.1.10.** Dane są trzy punkt  $A = (-2, 3)$ ,  $B = (-5, 4)$ . Twoim zadaniem jest wyznaczenie współrzędnych wektora  $\vec{u}$ , który jest prostopadły do wektora  $\overrightarrow{AB}$  i którego końcem jest punkt:

1.  $A$ ,
2.  $B$ .

**Zadanie 6.1.11.** Wyznacz współrzędne czterech różnych wektorów o początku w środku okręgu o równaniu  $x^2 - 2x + y^2 + 6y + 6 = 0$  i końcu, który jest punktem należącym do okręgu o równaniu  $x^2 + 4x + y^2 - 2y - 4 = 0$ .

**Zadanie 6.1.12.** Wyznacz współrzędne czterech różnych wektorów, których początkiem jest środek okręgu o równaniu  $x^2 - 6x + y^2 + 4y + 9 = 0$ , a końcem jest punkt należący do paraboli o równaniu  $y = x^2 - 3x - 4$ .

**Zadanie 6.1.13.** Tomek zaznaczył w prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie punkt  $S = (1, 1)$  oraz punkty  $A, B$  i  $C$  należące do paraboli o równaniu  $y = ax^2 + bx + c$ . Wiadomo, że  $\overrightarrow{SA} = [1, -4]$ ,  $\overrightarrow{SB} = [-2, -1]$ ,  $\overrightarrow{SC} = [-4, 11]$ . Wyznacz wartości współczynników  $a, b, c$ .

**Zadanie 6.1.14.** Dany jest równoległobok  $KUNA$ . Wiadomo, że wektor  $\overrightarrow{AU} = [2, 4]$ ,  $\overrightarrow{KU} = [-3, 3]$  oraz  $A = (-2, 5)$ . Wyznacz współrzędne wierzchołków  $K, U, N$  równoległoboku oraz współrzędne wektorów  $\overrightarrow{AK}$  i  $\overrightarrow{NU}$ .

**Zadanie 6.1.15.** Punkty  $D = (-2, 2)$ ,  $E = (3, 0)$ ,  $F = (-1, -3)$  są odpowiednio środkami boków  $\overline{AB}$ ,  $\overline{BC}$  i  $\overline{CA}$  trójkąta  $ABC$ . Wyznacz współrzędne wierzchołków tego trójkąta.

## 6.2 Zadania o prostej, paraboli i okręgu

**Zadanie 6.2.1.** Zapisz równanie ogólne prostej, mając jej równanie kierunkowe:

1.  $y = 3x - 5$ ,
2.  $y = \frac{2}{3}x - 2$ ,
3.  $y = \frac{3}{5}x - \frac{1}{10}$ ,
4.  $y = -\frac{5}{6}x + \frac{2}{3}$ ,
5.  $y = -3x + \frac{3}{4}$ ,
6.  $y = 4x + 1\frac{1}{3}$ .

**Zadanie 6.2.2.** Dane są trzy współliniowe punkty  $A = (-4, 2)$ ,  $B = (7, -4)$  i  $C$ . Wyznacz współrzędne punktu  $C$ , jeżeli wiesz, że:

1.  $C = (m, 0)$ ,
2.  $C = (k, 5)$ ,
3.  $C = (1, n)$ ,
4.  $C = (p, 2p)$ .

**Zadanie 6.2.3.** Wyznacz równanie ogólne prostej prostopadłej do wektora  $\overrightarrow{AB}$  i przechodzącej przez punkt  $P$ , jeżeli:

1.  $\overrightarrow{AB} = [2, -5]$ ,  $P = (-1, 3)$ ,
2.  $\overrightarrow{AB} = [-3, -6]$ ,  $P = (4, -3)$ ,
3.  $\overrightarrow{AB} = [-5, 2]$ ,  $P = (-6, -1)$ ,
4.  $\overrightarrow{AB} = [2, 8]$ ,  $P = (4, 2)$ .

**Zadanie 6.2.4.** Wyznacz równanie ogólne prostej równoległej do wektora  $\overrightarrow{CD}$  i przechodzącej przez punkt  $M$ , jeżeli:

1.  $\overrightarrow{CD} = [3, 6]$ ,  $M = (2, -2)$ ,
2.  $\overrightarrow{CD} = [-4, 2]$ ,  $M = (8, -3)$ ,
3.  $\overrightarrow{CD} = [1, -2]$ ,  $M = (4, 4)$ ,

4.  $\overrightarrow{CD} = [-4, -1]$ ,  $M = (-4, -8)$ ,

**Zadanie 6.2.5.** Podaj współrzędne trzech punktów, których odległość od prostej o równaniu ogólnym  $3x + 4y - 2 = 0$  jest równa 2.

**Zadanie 6.2.6.** W prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie zaznaczono punkty  $A = (-4, 6)$ ,  $B = (5, -3)$  oraz punkt  $C$  położony na prostej  $AB$  i spełniającej warunek  $|AC| : |CB| = 1 : 3$ . Wyznacz równanie prostej prostopadłej do  $AB$  i przechodzącej przez punkt  $C$ .

**Zadanie 6.2.7.** Dana jest prosta o równaniu ogólnym  $-4x + 3y + 1 = 0$ . Znajdź współrzędne końców odcinka  $\overline{PR}$  o długości 3 równoległego do danej prostej i położonego w odległości 3 od tej prostej.

**Zadanie 6.2.8.** W prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie zaznacz cztery dowolne punkty i wyznacz odległość każdego z nich od prostej o równaniu ogólnym  $2x - 4y + 1 = 0$ .

**Zadanie 6.2.9.** wiadomo, że trzy boki pewnego równoległoboku są zawarte w prostych o równaniach  $\frac{1}{2}x - y - 3 = 0$ ,  $x - 2y + 5 = 0$ ,  $4x + y + 2 = 0$ . Jaką postać może mieć równanie prostej zawierającej czwarty bok tego równoległoboku? Podaj cztery różne równania.

**Zadanie 6.2.10.** (R) Wiadomo, że wysokość rombu ma długość  $\sqrt{10}$ . Jakie mogą być równania prostych zawierających przeciwległe boki tego rombu?

**Zadanie 6.2.11.** (R) Dana jest prosta o równaniu ogólnym  $6x - 8y + 3 = 0$ . Znajdź równanie prostej równoległej do danej prostej, jeżeli wiadomo, że odległość pomiędzy prostymi jest równa promieniowi okręgu o równaniu  $x^2 - x^2 + y^2 + 6y - 6 = 0$ .

**Zadanie 6.2.12.** (R) Punkty przecięcia się wykresu funkcji o równaniu  $f(x) = x^2 - x - 2$  z prostą o równaniu  $g(x) = 3x + 3$  są końcami przekątnej kwadratu. Wyznacz równanie okręgu opisanego na tym kwadracie.

**Zadanie 6.2.13.** (R) Dane są funkcje kwadratowe o równaniach  $f(x) = 2x^2 - 3x + 5$  i  $g(x) = x^2 + 4x - 1$ . Punkty przecięcia się wykresów tych funkcji są końcami tej samej przekątnej kwadratu. Zapisz równanie kierunkowe i ogólne prostej zawierającej drugą przekątną tego kwadratu.

**Zadanie 6.2.14.** (R) Punkty przecięcia się paraboli o równaniu  $y = x^2 - 2x - 8$  z osiami prostokątnego układu współrzędnych na płaszczyźnie są wierzchołkami pewnego trójkąta. Wyznacz współrzędne wierzchołków tego trójkąta po przesunięciu o wektor  $\vec{u}$ , jeżeli:

1.  $\vec{u} = [2, 3]$ ,
2.  $\vec{u} = [-2, 3]$ ,
3.  $\vec{u} = [-2, -3]$ ,
4.  $\vec{u} = [2, -3]$ .

**Zadanie 6.2.15.** (R) Dane są dwa okręgi styczne zewnętrznie o środkach w punktach  $S$  i  $P$ . Wiadomo, że wektor  $\overrightarrow{SP}$  ma współrzędne  $[6, 0]$ , a punkt styczności okręgów ma współrzędne  $(0, 4)$ . Znajdź równania tych okręgów oraz odległość ich środków od początku układu współrzędnych.

**Zadanie 6.2.16.** (R) Okrąg o równaniu  $x^2 - 6x + y^2 + 4y + 9 = 0$  został przesunięty o wektor  $\overrightarrow{AB}$ . Wyznacz równanie obrazu tego okręgu, jeżeli:

1.  $A = (-2, 3)$ ,  $B = (4, 2)$ ,
2.  $A = (-3, -2)$ ,  $B = (5, -4)$ .

**Zadanie 6.2.17.** (R) Znajdź równanie obrazu okręgu  $x^2 + 2x + y^2 - 4y - 4 = 0$  w symetrii względem prostej o równaniu:

1.  $y = 3$ ,
2.  $x = 3$ ,
3.  $y = x$ ,
4.  $y = 2x - 3$ .

### 6.3 Zadania o wielokątach w układzie współrzędnych

**Zadanie 6.3.1.** (R) Zaznacz w prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie trzy dowolne punkty, które będą wierzchołkami trójkąta równoramiennego. Narysuj ten trójkąt o oblicz długości wszystkich jego środkowych.

**Zadanie 6.3.2.** (R) Przekątna kwadratu  $LASY$  o polu 10 jest zawarta w prostej o równaniu ogólnym  $-2x + y - 3 = 0$ . Jednym z końców tej przekątnej jest punkt  $L = (-2, -1)$ . Wyznacz współrzędne pozostałych wierzchołków kwadratu.

**Zadanie 6.3.3.** (R) Boki trójkąta zawierają się w prostych o równaniach  $x - y + 2 = 0$ ,  $x + y + 6 = 0$ ,  $2x + y + 4 = 0$ . Wyznacz współrzędne punktów, które są środkami boków trójkąta oraz długości środkowych.

**Zadanie 6.3.4.** (R) Boki trójkąta są zawarte w prostych o równaniach  $2x - y + 3 = 0$ ,  $-3x - y + 1 = 0$  i  $-9x - y + 3 = 0$ . Oblicz pole tego trójkąta.

**Zadanie 6.3.5.** (R) Dany jest okrąg o równaniu  $(x - 4)^2 + (y - 2)^2 = 9$  oraz punkt  $P$  o odciętej 2, który jest jednym z wierzchołków prostokąta  $PUMA$  wpisanego w podany okrąg. Wiadomo, że prosta  $x = 4$  jest jedną z osi symetrii tego prostokąta. Wyznacz współrzędne prostokąta  $PUMA$  i oblicz jego pole.

**Zadanie 6.3.6.** (R) Tomek narysował w prostokątnym układzie współrzędnych na płaszczyźnie romb, którego wierzchołki oznaczył literami  $R, O, M, B$ . Wiadomo, że punkt  $B$  ma współrzędne  $(4, 5)$ , a punkt przecięcia przekątnych rombu ma współrzędne  $(1, 2)$ . Wyznacz współrzędne pozostałych wierzchołków oraz pole rombu Tomka.

**Zadanie 6.3.7.** (R) Tomek narysował romb, którego wierzchołki oznaczył literami  $K, O, T, Y$ . Punkt  $K$  ma współrzędne  $(4, 5)$ , a środek boku  $\overline{KO}$  ma współrzędne  $(0, 6)$ . Wyznacz współrzędne brakujących wierzchołków rombu  $KOTY$  oraz jego obwód.

**Zadanie 6.3.8.** (R) Dany jest romb  $ABCD$ . Punkty  $E = (-1, 2)$ ,  $F = (3, 6)$  są środkami dwóch sąsiednich boków tego rombu, a punkt  $O = (2, 3)$  jest środkiem koła wpisanego w romb. Wyznacz współrzędne wierzchołków rombu  $ABCD$ .

**Zadanie 6.3.9.** (R) Środek koła wpisanego w trójkąt równoboczny ma współrzędne  $(0, 2)$ , a jednym z wierzchołków tego trójkąta jest punkt  $(4, -1)$ . Jakie jest pole tego trójkąta?

**Zadanie 6.3.10.** (R) Prosta o równaniu  $y = 2x - 3$  zawiera jeden z boków prostokąta *KUNA* p polu 20. Wiadomo, że wierzchołek *K* ma współrzędne  $(0, -3)$ , a wierzchołek *U* ma współrzędne  $(4, 5)$ . Jakie są współrzędne pozostałych wierzchołków prostokąta *KUNA*?

**Zadanie 6.3.11.** (R) Dwa boki prostokąta zawierają się w prostych o równaniach  $y = -2x + 5$  i  $y = -2x - 1$ . Wyznacz długości boków, które nie są zawarte w tych prostych.

**Zadanie 6.3.12.** (R) Punkty  $A = (-3, -5)$  i  $B = (2, 5)$  są środkami przeciwległych boków prostokąta *KOTY*, którego pole jest równe 25. Jakie są współrzędne wierzchołków prostokąta?

**Zadanie 6.3.13.** (R) Punkty  $O = (-2, -8)$  i  $A = (2, 4)$  są końcami tej samej przekątnej rombu *KOMA*. Pole rombu jest równe 40. Wyznacz współrzędne wierzchołków *K* i *M*.

**Zadanie 6.3.14.** (R) Punkty  $A = (-2, 3)$  i  $O = (4, -3)$  są końcami krótszej przekątnej rombu *SOWA*. Druga przekątna jest dwukrotnie dłuższa. Twoim zadaniem jest:

1. wyznaczenie równań prostych zawierających przekątne rombu,
2. obliczenie pola rombu,
3. wyznaczenie długości boku i wysokości rombu.

**Zadanie 6.3.15.** (R) Punkty  $A = (-1, 2)$  i  $B = (-3, -4)$  są kolejnymi wierzchołkami rombu *ABCD*, a punkt  $P = (1, 0)$  jest punktem przecięcia się jego przekątnych. Twoim zadaniem jest wyznaczenie:

1. współrzędnych pozostałych wierzchołków rombu,
2. równania prostej zawierającej wysokość poprowadzoną z wierzchołka *A* na bok  $\overline{BC}$ ,
3. odległości punktu *P* od każdego z boków rombu.

**Zadanie 6.3.16.** (R) Punkty  $A = (-6, 2)$  i  $B = (3, 4)$  są wierzchołkami trójkąta prostokątnego równoramiennego *BAC*, w którym przyprostokątnymi są boki  $\overline{AB}$  i  $\overline{AC}$ . Wyznacz współrzędne wierzchołka *C* oraz pole tego trójkąta.

**Zadanie 6.3.17.** (R) Punkty przecięcia wykresu funkcji  $f(x) = x^2 - 2x - 3$  z osiami prostokątnego układu współrzędnych są wierzchołkami trójkąta. Wyznacz pole tego trójkąta oraz długość środkowej poprowadzonej na najdłuższy bok.

**Zadanie 6.3.18.** (R) Dany jest trójkąt *ROK*. Punkt  $M = (12, 2)$  jest środkiem boku  $\overline{RK}$ , punkt  $L = (1, 0)$  jest środkiem boku  $\overline{KO}$ , a punkt  $P = (0, -2)$  jest środkiem boku  $\overline{RO}$ . Wyznacz współrzędne wierzchołków trójkąta oraz równania prostych zawierających boki tego trójkąta.

**Zadanie 6.3.19.** (R) Długość podstawy  $\overline{BC}$  w trójkącie równoramiennym *ABC* jest równa 12. Wierzchołek *A* ma współrzędne  $(3, 3)$ , a środek podstawy  $\overline{BC}$  ma współrzędne  $(-2, -2)$ . Wyznacz współrzędne wierzchołków *B* i *C*.

**Zadanie 6.3.20.** (R) Punkty  $A = (-4, 2)$ ,  $B = (2, 6)$ ,  $C = (-1, -6)$  są kolejnymi wierzchołkami równoległoboku  $ABCD$ . Wyznacz współrzędne wierzchołka  $D$  oraz długości przekątnych tego równoległoboku.

**Zadanie 6.3.21.** (R) Oblicz pole czworokąta, którego wierzchołkami są punkty przecięcia paraboli o równaniu  $y = x^2 - x - 6$  z osią  $Ox$  prostokątnego układu współrzędnych na płaszczyźnie oraz punkty przecięcia tej samej paraboli z prostą o równaniu  $2x - y - 2 = 0$ .

**Zadanie 6.3.22.** (R) Jakie jest pole trójkąta, którego jeden wierzchołek pokrywa się z wierzchołkiem paraboli o równaniu  $y = x^2 - 2x - 1$ , a dwa pozostałe wierzchołki są punktami wspólnymi tej paraboli z prostą o równaniu  $y = -2x + 3$ .

**Zadanie 6.3.23.** (R) Dany jest trójkąt o wierzchołkach  $A = (1, 2)$ ,  $B = (-2, -2)$  i  $C = (m + 1, 4)$ . Wiadomo, że obwód tego trójkąta jest równy  $7 + 3\sqrt{5}$ . Jaka jest wartość współczynnika  $m$ ?

**Zadanie 6.3.24.** (R) Dane są punkty  $A = (-3, 2)$  i  $B = (2, 2)$ . Odcinek  $AB$  jest przeciwprostokątną trójkąta prostokątnego  $ABC$ . Wyznacz takie wartości  $m$ , dla których punkt  $C = (m, 1)$  jest wierzchołkiem tego trójkąta.

# 7

---

## Wielomiany jednej zmiennej

### 7.1 Zadania o działaniach na wielomianach oraz równości wielomianów

**Zadanie 7.1.1.** Dane są wielomiany  $F(x) = -x^4 + 4x^2 - 5x$ ,  $G(x) = 4x^4 - 5x^3 - 8x^2 + 2$ ,  $H(x) = 2x^4 - 3x^3 + 5x - 7$ . Znajdź taki wielomian  $W(x)$ , który jest równy:

1. sumie wielomianów  $G(x)$  i  $H(x)$ ,
2. sumie wielomianów  $F(x)$  i  $G(x)$ ,
3. różnicy wielomianów  $G(x)$  i  $H(x)$ ,
4. różnicy wielomianów  $G(x)$  i  $F(x)$ .

**Zadanie 7.1.2.** Dany jest wielomian  $W(x) = 3x^3 + 2x^2 - x$ . Jaki wielomian  $P(x)$  należy dodać do wielomianu  $W(x)$ , aby otrzymać wielomian  $H(x)$ , jeżeli:

1.  $H(x) = 5x^4 - 2x^3 + x^2 + 5x - 1$ ,
2.  $H(x) = x^5 - x^4 + 3x^3 - 2x^2 + x + 5$ ,
3.  $H(x) = -2x^4 - x^3 - 2x^2 - x - 3$ ,
4.  $H(x) = -x^5 - 2x^4 - x^3 + 2x$ ?

**Zadanie 7.1.3.** Dany jest wielomian  $W(x) = x^2 - 1$ . Dzielimy wielomian  $P(x)$  przez dany wielomian  $W(x)$  o otrzymujemy wielomian  $H(x)$ . Znajdź wielomian  $P(x)$ , jeżeli:

1.  $H(x) = x^2 + 3$ ,
2.  $H(x) = -2x^2 + x - 1$ ,
3.  $H(x) = 3x^3 - x$ ,

4.  $H(x) = x^2 + x - 1$ .

**Zadanie 7.1.4.** Wyznacz wielomian  $W(x)$ , który jest ilorzadem wielomianów  $P(x)$  i  $H(x) = x^2 - 1$ , jeżeli:

1.  $P(x) = x^5 + 4x^3 - x^2 - 5x + 1$ ,

2.  $P(x) = 3x^4 - 2x^3 + x^2 + 2x - 4$ ,

3.  $P(x) = 2x^4 - 5x^2 + 3$ ,

4.  $P(x) = x^4 - 3x^3 + x^2 + 3x - 2$ .

**Zadanie 7.1.5.** Oblicz iloraz wielomianów  $W(x)$  i  $P(x)$ , jeżeli:

1.  $W(x) = x^3 - 5x^2 + 7x - 3$ ,  $P(x) = x - 3$ ,

2.  $W(x) = x^3 - 2x^2 - 7x - 4$ ,  $P(x) = x + 1$ ,

3.  $W(x) = x^3 - 10x^2 + 31x - 30$ ,  $P(x) = x - 5$ ,

4.  $W(x) = x^3 - 2x^2 - 21x - 18$ ,  $P(x) = x^2 - 5x - 6$ ,

5.  $W(x) = x^4 - 5x^3 + 3x^2 + 5x - 4$ ,  $P(x) = x^2 - 3x - 4$ ,

6.  $W(x) = x^4 - 6x^2 - 8x - 3$ ,  $P(x) = x^2 + 2x + 1$ .

**Zadanie 7.1.6.** Wielomian  $W(x)$  podzielono przez wielomian  $P(x) = x^2 + 3$  i otrzymano iloraz  $H(x)$  oraz resztę  $R(x)$ . Wyznacz wielomian  $W(x)$ , jeżeli:

1.  $H(x) = 3x^2 - 5x + 1$ ,  $R(x) = x - 1$ ,

2.  $H(x) = x^3 + 2x^2 - 3$ ,  $R(x) = x + 2$ ,

3.  $H(x) = 2x^3 - 3x + 1$ ,  $R(x) = 2$ ,

4.  $H(x) = -x^2 + 2x - 1$ ,  $R(x) = -2$ .

**Zadanie 7.1.7.** Wielomian  $W(x)$  został podzielony przez wielomian  $P(x)$ . W wyniku otrzymano wielomian  $H(x)$  oraz resztę  $R(x)$ . Wyznacz  $P(x)$ , mając dane pozostałe wielomiany:

1.  $W(x) = 4x^3 - 9x^2 + 3x + 1$ ,  $H(x) = x - 2$ ,  $R(x) = 3$ ,

2.  $W(x) = x^5 - x^3 - 3x^2 - x - 5$ ,  $H(x) = x^2 + 1$ ,  $R(x) = x - 2$ ,

3.  $W(x) = -4x^4 + 2x^3 + x$ ,  $H(x) = 2x^2 - 1$ ,  $R(x) = 2x - 1$ ,

4.  $W(x) = -2x^6 + 3x^5 + 3x^3 - 3x^2 + 3x$ ,  $H(x) = x^3 - 1$ ,  $R(x) = 3x + 1$ .

**Zadanie 7.1.8.** (R) Zbadaj, dla jakich wartości parametrów  $a$  i  $b$  wielomian  $W(x) = 7x^5 - 12x^4 + 3x^3 - 30x^2 + ax + b$  jest podzielny przez dwumian  $x - 3$ . Podaj trzy różne rozwiązania.