

## Ogólne kryteria ocen z matematyki

Ocenę **celującą** otrzymuje uczeń, który opanował pełen zakres wiadomości przewidziany podstawą programową  
Ocenę **bardzo dobrą** otrzymuje uczeń, który opanował pełen zakres wiadomości przewidziany podstawą programową a czasem popełnia drobne błędy rachunkowe niewpływające znacząco na sposób rozwiązywania zadań, oraz potrafi:

- sprawnie rachować;
- samodzielnie rozwiązywać zadania;
- wykazać się znajomością definicji i twierdzeń oraz umiejętnością ich zastosowania w zadaniach;
- posługiwać się poprawnie językiem matematycznym;
- samodzielnie zdobywać wiedzę oraz przeprowadzać rozmaite rozumowania dedukcyjne.

Ocenę **dobrą** otrzymuje uczeń, który potrafi:

- samodzielnie rozwiązywać typowe zadania;
- wykazać się znajomością i rozumieniem poznanych pojęć i twierdzeń oraz algorytmów;
- posługiwać się językiem matematycznym, który może zawierać jedynie nieliczne błędy i potknięcia;
- sprawnie rachować oraz przeprowadzać proste rozumowania dedukcyjne.

Ocenę **dostateczną** otrzymuje uczeń, który:

- wykazanie się znajomością i rozumieniem podstawowych pojęć i algorytmów;
- stosowanie poznanych wzorów i twierdzeń w rozwiązywaniu typowych ćwiczeń i zadań; - wykonywanie prostych obliczeń i przekształceń matematycznych.

Ocenę **dopuszczającą** otrzymuje uczeń, który potrafi:

- samodzielnie lub z niewielką pomocą nauczyciela wykonywać ćwiczenia i rozwiązywać zadania o niewielkim stopniu trudności;
- wykazać się znajomością i rozumieniem najprostszych pojęć oraz algorytmów;
- operować najprostszymi obiektami abstrakcyjnymi (liczbami, zbiorami, zmiennymi i zbudowanymi z nich wyrażeniami).

Ocena **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie opanował podstawowych wiadomości i umiejętności wynikających z podstawy programowej oraz:

- nie radzi sobie ze zrozumieniem najprostszych pojęć, algorytmów i twierdzeń;
- popełnia rażące błędy w rachunkach;
- nie potrafi (nawet z pomocą nauczyciela) wykonać najprostszych ćwiczeń i zadań;
- nie wykazuje najmniejszych chęci współpracy w celu uzupełnienia braku i nabycia podstawowej wiedzy i umiejętności.

## Zasady oceniania i wymagania z matematyki

1. Formy sprawdzania wiedzy i umiejętności: zadania domowe, odpowiedzi z bieżącego materiału, krótkie testy, odpowiedzi, sprawdziany z kilku tematów, sprawdziany z zadań powtórkowych, prace klasowe
2. **Ocena śródroczna i roczna** wynika z analizy uzyskanych przez ucznia ocen cząstkowych. Nauczyciel wystawiając ocenę bierze pod uwagę stopień opanowania wymagań zawartych w podstawie programowej, m.in.: między innymi aktywność ucznia, chęci poprawy niezaliczonych prac pisemnych oraz uzupełnienia nienapisanych, ale zapowiedzianych wcześniej form sprawdzenia wiedzy.
3. Ocenę niedostateczną z I półrocza uczeń ma obowiązek poprawić.
4. W czasie realizacji materiału oraz przed pracą klasową uczniowie otrzymują ustną informację o poziomie wymagań.
5. Jeżeli uczeń opuścił zapowiedzianą pracę pisemną z przyczyn losowych (a jego nieobecność trwała dłużej niż 3 dni) to powinien ją napisać w ciągu dwóch tygodni od dnia powrotu do szkoły, w przeciwnym przypadku pisze ją na pierwszej lekcji, na której jest obecny.
6. Uczeń ma obowiązek napisać każdą zapowiedzianą pracę pisemną (chyba, że nauczyciel zdecyduje inaczej)
7. Uczeń ma prawo do poprawiania oceny niedostatecznej w ciągu dwóch tygodni od otrzymania ocenionej pracy, po wcześniejszym ustaleniu terminu z nauczycielem.
8. Uczeń ma prawo zgłosić nieprzygotowanie do lekcji lub brak zadania domowego bez podawania przyczyny. Liczbę dozwolonych nieprzygotowań ustala nauczyciel.

9. Nieprzygotowanie nie obejmuje prac długoterminowych, zapowiedzianych powtórek, kartkówek, sprawdzianów, prac klasowych i okresu na miesiąc przed klasyfikacją.
10. Uczeń ma obowiązek odrabiania prac domowych. Sprawdzenie jakościowe zadania domowego może się odbywać w formie kartkówki pisemnej lub ustnej.
11. Uczeń jest zobowiązany do posiadania na lekcji podręcznika, zeszytu, długopisu , ołówka i przyborów do kreślenia.
12. Wystawiając ocenę śródroczną i roczną nie przewiduje się zaliczania
13. Nauczyciel informuje uczniów o poziomie ich osiągnięć edukacyjnych, o tym co zrobili dobrze i jak powinni się dalej uczyć na bieżąco, a w przypadku prac pisemnych w momencie ich omawiania na lekcji. Uczeń ma obowiązek zanotowania w zeszycie przedmiotowym tych informacji i wskazówek pomocnych w dalszej nauce.
14. Uczeń ma obowiązek bieżącego (przynajmniej raz w tygodniu) zapoznawania się z informacjami i ocenami podawanymi w e-dzienniku oraz niezwłocznego zgłaszania nauczycielowi przedmiotu wszelkich uwag dotyczących tych zapisów.
15. Warunki i tryb uzyskiwania wyższej niż przewidywana rocznej oceny klasyfikacyjnej określono w Statucie XV LO
16. Od powyższych zasad mogą istnieć odstępstwa, ale tylko na korzyść ucznia.

Zapoznałam/zapoznałem się z zasadami oceniania:

Data/ podpis ucznia

# PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA

# PROSTO DO MATURY

## ZAKRES PODSTAWOWY

uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej

**dostosowanie do nauczania matematyki**

**w XV Liceum Ogólnokształcącym im prof. Wiktora Degi w Poznaniu**



## LICZBY RZECZYWISTE

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- stosować prawidłowo pojęcie zbioru, podzbioru, zbioru pustego;
- zapisywać zbiory w różnej postaci i prawidłowo odczytywać takie zapisy;
- wyłączać czynnik z sumy algebraicznej poza nawias;
- zapisywać wyrażenia algebraiczne postaci  $(a + b)^2$ ,  $(a - b)^2$ ,  $(a + b)(a - b)$  w postaci sumy algebraicznej z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- zapisywać sumę algebraiczną w postaci  $(a + b)^2$ ,  $(a - b)^2$ ,  $(a + b)(a - b)$ ;
- przekształcać proste wyrażenia algebraiczne z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- rozróżniać liczby pierwsze i złożone;
- stosować w prostych zadaniach cechy podzielności;
- odróżniać dzielniki naturalne od dzielników całkowitych;
- przedstawiać liczby rzeczywiste w różnych postaciach;
- zamieniać ułamek zwykły na ułamek dziesiętny;
- podawać przykłady liczb niewymiernych;
- odróżniać liczbę wymierną od niewymiernej;
- podawać przybliżenie dziesiętne liczby (na przykład korzystając z kalkulatora) zadaną dokładnością;
- stosować definicję potęgi o wykładniku całkowitym;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku całkowitym;
- wskazywać różnicę między definicją pierwiastka stopnia parzystego a definicją pierwiastka stopnia nieparzystego;
- wykonywać działania na pierwiastkach;
- wyłączać czynnik spod znaku pierwiastka;
- włączać czynnik pod znak pierwiastka;
- usuwać niewymierność w mianowniku wyrażenia typu:  $\frac{a}{\sqrt{b}}$  albo  $\frac{a}{\sqrt[3]{b}}$ ;
- stosować definicję potęgi o wykładniku wymiernym;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku wymiernym (w prostych przypadkach);
- stosować definicję logarytmu;
- rozwiązywać zadanie tekstowe z zastosowaniem logarytmów.

**Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) i ocenę celującą gdy uczeń opanował w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- porządkować proste zbiory zgodnie z relacją zawierania;
- przekształcać złożone wyrażenie algebraiczne z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- stosować wzory skróconego mnożenia w zadaniach na dowodzenie;
- wskazywać pary liczb względnie pierwszych;
- wyznaczać całkowite wartości zmiennych, dla których wartość prostego wyrażenia wymiernego jest liczbą całkowitą;
- zamieniać ułamek dziesiętny okresowy na ułamek zwykły;
- rozwiązywać zadania tekstowe, stosując działania na liczbach wymiernych
- stosować definicję potęgi o wykładniku całkowitym w zadaniach na dowodzenie;
- porównywać pierwiastki (bez używania kalkulatora);
- rozwiązywać, w trudniejszych przypadkach, zadania z zastosowaniem działań na pierwiastkach;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku wymiernym (w trudniejszych przypadkach) stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym
- stosować w wyrażeniach zapisanych za pomocą logarytmów własności logarytmów wynikające bezpośrednio z definicji, w szczególności  $a^{\log_a b} = b$ ;
- dowodzić niewymierności przykładowych liczb;

- wykazywać, że jeżeli liczba jest wymierna, to ma rozwinięcie dziesiętne skończone lub nieskończone okresowe i odwrotnie;
- uzasadniać prawa działań na potęgach i pierwiastkach;
- dowodzić niewymierności np. liczby  $\sqrt{2}$ .

## RÓWNANIA I NIERÓWNOŚCI

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać nierówności pierwszego stopnia o niewielkim stopniu trudności;
- sprawdzać, czy dana liczba jest rozwiązaniem nierówności pierwszego stopnia;
- zaznaczać zbiory rozwiązań nierówności pierwszego stopnia na osi liczbowej;
- rozwiązywać proste zadania tekstowe prowadzące do nierówności pierwszego stopnia;
- układać nierówności pierwszego stopnia do zależności opisanych słownie;
- stosować prawidłowo definicje przedziałów liczbowych;
- zaznaczać na osi liczbowej przedziały liczbowe;
- wyznaczać część wspólną, sumę i różnicę zbiorów skończonych oraz przedziałów liczbowych;
- obliczać wartość bezwzględną liczby;
- wykorzystywać w obliczeniach własności wartości bezwzględnej;
- wykorzystywać w zadaniach równość  $\sqrt{x^2} = |x|$ ;
- zaznaczać na osi liczbowej zbiory rozwiązań równań typu:  $|x - a| = b$ ;
- wykorzystywać geometryczną interpretację wartości bezwzględnej do rozwiązywania równań typu:  $|x - a| = b$ ;
- obliczać odległość punktów na osi liczbowej;
- sprawdzać, czy dana para liczb jest rozwiązaniem równania liniowego z dwiema niewiadomymi;
- sprawdzać, czy dana para liczb jest rozwiązaniem układu równań liniowych z dwiema niewiadomymi;
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych metodą podstawiania (proste przypadki);
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych metodą przeciwnych współczynników (proste przypadki);
- rozpoznawać układ oznaczony, nieoznaczony i sprzeczny;
- sprawdzać, czy dla danej wartości parametru układ jest oznaczony, nieoznaczony, sprzeczny;
- rozwiązywać proste zadanie tekstowe prowadzące do układu dwóch równań liniowych.

**Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać nierówności pierwszego stopnia w trudniejszych przypadkach (np. z użyciem wzorów skróconego mnożenia);
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do nierówności pierwszego stopnia w trudniejszych przypadkach;
- zapisywać zbiór rozwiązań układu nierówności w postaci przedziału liczbowego;
- rozwiązywać nierówności podwójne i zapisywać zbiór rozwiązań w postaci przedziału liczbowego;
- wykorzystywać w zadaniach równości typu:  $\sqrt{a^2 + 2ab + b^2} = |a + b|$ ;
- zapisywać przedział liczbowy jako zbiór rozwiązań odpowiedniej nierówności z wartością bezwzględną;
- wykorzystywać własności wartości bezwzględnej do algebraicznego rozwiązywania równań (nierówności) z wartością bezwzględną typu:  $|x - a| = b$ ,
- rozwiązywać równanie z wartością bezwzględną typu:  $||x - a| - b| = c$ ;
- podawać przykładowe pary liczb naturalnych (całkowitych) spełniających dane równanie liniowe z dwiema niewiadomymi; opisywać zbiór wszystkich takich par;
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych w trudniejszych przypadkach (np. wymagających stosowania wzorów skróconego mnożenia);
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do układu dwóch równań liniowych w trudniejszych przypadkach;
- rozwiązywać układy trzech równań liniowych;
- stosować własności wartości bezwzględnej do dowodzenia nierówności;
- przeprowadzać dyskusję liczby rozwiązań równania liniowego z parametrem;

- rozwiązywać układ równań z wartością bezwzględną

## FUNKCJE

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać funkcje wśród przyporządkowań;
- określać funkcje na różne sposoby (tabela, graf, wzór – proste przypadki, wykres, opis słowny);
- obliczać ze wzoru wartości funkcji dla różnych argumentów;
- wyznaczać dziedzinę funkcji danej prostym wzorem;
- obliczać, dla jakiego argumentu funkcja przyjmuje daną wartość (w prostych przypadkach);
- wyznaczać zbiór wartości funkcji o danym wzorze i kilkuelementowej dziedzinie;
- swobodnie posługiwać się układem współrzędnych;
- rozpoznawać wykresy funkcji na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- sporządzać wykresy funkcji o kilkuelementowej dziedzinie;
- na podstawie wykresu funkcji odczytywać jej dziedzinę;
- na podstawie wykresu funkcji odczytywać jej zbiór wartości;
- na podstawie wykresu funkcji wskazywać największą wartość funkcji i najmniejszą wartość funkcji (w całej dziedzinie lub w podanym przedziale);
- szkicować wykresy funkcji o zadanej dziedzinie i zbiorze wartości;
- odczytywać z wykresu funkcji jej miejsca zerowe;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji w prostych przypadkach (wymagających rozwiązywania równań liniowych lub równań z wartością bezwzględną);
- odczytywać z wykresu funkcji rozwiązania nierówności typu  $f(x) < m$ , dla ustalonej wartości  $m$  (w szczególności dla  $m = 0$ );
- określać na podstawie wykresu, czy dana funkcja jest monotoniczna;
- określać przedziały monotoniczności funkcji na podstawie jej wykresu;
- rozpoznawać wielkości odwrotnie proporcjonalne;
- podawać zależności funkcyjne między wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi opisanymi w zadaniu tekstowym;
- rysować wykres funkcji  $f(x) = \frac{a}{x}$ , gdzie  $x \in \mathbb{R} - \{0\}$ ,  $a \neq 0$ , i omawiać jej własności;
- rozwiązywać proste zadania tekstowe, w których występują wielkości odwrotnie proporcjonalne;
- odczytywać wszystkie omawiane wcześniej własności z wykresów funkcji;
- odczytywać z wykresów funkcji rozwiązania równań i nierówności  $f(x) = g(x)$ ,  $f(x) < g(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x - a)$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x) + b$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x - a) + b$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ .

**Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- określać funkcje za pomocą wzoru w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać dziedzinę funkcji na podstawie wzoru w przypadkach wymagających większej liczby założeń albo wzoru, w którym występuje wartość bezwzględna;
- znajdować na podstawie zadania tekstowego zależność funkcyjną między dwiema wielkościami i wyznaczać dziedzinę otrzymanej funkcji;
- wyznaczać zbiór wartości funkcji w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać dziedzinę funkcji, znając jej zbiór wartości;
- szkicować wykres funkcji opisanej w zadaniu tekstowym;
- na podstawie wykresu funkcji określać liczbę rozwiązań równania  $f(x) = m$  w zależności od wartości  $m$ ;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji o dziedzinie ograniczonej określonymi warunkami;
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące miejsc zerowych funkcji;

- uzasadniać, że np. funkcja rosnąca w dwóch przedziałach liczbowych nie musi być rosnąca w sumie tych przedziałów;
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące monotoniczności funkcji;
- rozwiązywać złożone zadania tekstowe, w których występują wielkości odwrotnie proporcjonalne, np. dotyczące wydajności pracy;
- projektować wykres funkcji o zadanych własnościach;
- podawać własności funkcji  $y = f(x - a)$ ,  $y = f(x) + b$  na podstawie odpowiednich własności funkcji  $y = f(x)$ ;
- rozwiązywać zadania wymagające złożenia symetrii i przesunięcia wykresu funkcji.
- dobierać parametr we wzorze funkcji tak, by miała ona określone własności;

## FUNKCJA LINIOWA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać wielkości wprost proporcjonalne;
- podawać zależność funkcyjną między wielkościami wprost proporcjonalnymi opisanymi w zadaniu tekstowym;
- rysować wykres funkcji  $y = ax$  i omawiać jej własności;
- poprawnie interpretować współczynnik kierunkowy funkcji  $y = ax$ ;
- rysować wykres funkcji liniowej, korzystając z jej wzoru i omawiać jej własności;
- podawać wzór funkcji liniowej na podstawie jej wykresu;
- sprawdzać rachunkowo, czy dany punkt leży na danej prostej;
- interpretować współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej;
- obliczać współczynnik kierunkowy prostej nierównoległej do osi  $y$ ;
- wyznaczać równanie prostej przechodzącej przez dwa dane punkty;
- sprawdzać współliniowość punktów;
- rysować wykres funkcji liniowej określonej w różnych przedziałach różnymi wzorami, odczytywać z wykresu własności tej funkcji;
- podawać wzór funkcji przedziałami liniowej na podstawie jej wykresu w prostych przypadkach;
- zaznaczać punkty oraz zbiory na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- przekształcać równanie prostej z postaci kierunkowej do ogólnej i odwrotnie;
- wyznaczać punkty przecięcia prostej (opisanej równaniem w postaci ogólnej) z osiami układu współrzędnych;
- badać równoległość prostych na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- wyznaczać równanie prostej równoległej do danej prostej i przechodzącej przez dany punkt;
- podawać interpretację geometryczną danego układu równań liniowych;
- odczytać z wykresu współrzędne punktu przecięcia dwóch prostych.

**Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- analizować, jak w zależności od współczynników (zapisanych w postaci parametrów) funkcji liniowej zmieniają się jej własności (np. monotoniczność);
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące współliniowości punktów;
- rozwiązywać zadania tekstowe wymagające znalezienia wzoru funkcji liniowej na podstawie wartości dwóch jej argumentów;
- podawać wzór funkcji przedziałami liniowej na podstawie jej wykresu w trudniejszych przypadkach;
- podawać wzór i rysować wykres funkcji przedziałami liniowej na podstawie zadania osadzonego w kontekście praktycznym;
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące położenia prostej na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące równoległości lub prostokątowości wykresów funkcji liniowych;
- wyznaczać wartość parametru, dla którego dany układ jest nieoznaczony (sprzeczny).
- uzasadniać na podstawie definicji rodzaj monotoniczności funkcji liniowej;
- zaznaczać na płaszczyźnie kartezjańskiej zbiory opisane równaniami z wartością bezwzględną;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące funkcji liniowej

## FUNKCJA KWADRATOWA

Na poziomie wymagań koniecznych lub podstawowych - na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:

- rysować wykresy funkcji  $f(x) = ax^2$  i podawać jej własności;
- poprawnie interpretować współczynnik  $a$  funkcji  $f(x) = ax^2$ ;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych w postaci kanonicznej;
- określać własności (zbiór wartości, przedziały monotoniczności, wartość ekstremalną) funkcji kwadratowej na podstawie jej postaci kanonicznej;
- podawać wzór funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej na podstawie informacji o jej wykresie w prostych przypadkach;
- przekształcać wzór funkcji kwadratowej z postaci kanonicznej do ogólnej i odwrotnie;
- poprawnie interpretować współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej;
- obliczać współrzędne wierzchołka paraboli;
- wyznaczać zbiór wartości funkcji kwadratowej;
- podawać wzór funkcji kwadratowej w postaci ogólnej na podstawie informacji o jej wykresie w prostych przypadkach.

Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:

- przekształcać parabolę przez symetrię względem prostej równoległej do osi  $x$  lub osi  $y$  układu współrzędnych oraz zapisywać równanie otrzymanego obrazu tej paraboli;
- wykorzystywać wzór funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej do rozwiązywania zadań w trudniejszych przypadkach;
- rysować wykresy funkcji przedziałami kwadratowych;
- rozwiązywać trudniejsze zadania dotyczące postaci kanonicznej i ogólnej funkcji kwadratowej oraz jej własności.
- uzasadniać na podstawie definicji rodzaj monotoniczności funkcji kwadratowej;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące funkcji kwadratowej, np. z parametrem

## FIGURY NA PŁASZCZYŹNIE

Na poziomie wymagań koniecznych lub podstawowych - na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:

- odróżniać figury wypukłe od niewypukłych;
- stosować w zadaniach twierdzenie o liczbie przekątnych w wielokącie;
- stosować w zadaniach własności kątów w trójkącie i wielokącie;
- stosować w zadaniach nierówność trójkąta;
- wskazywać figury przystające;
- dowodzić, że dwa trójkąty są przystające, powołując się na odpowiednie cechy przystawania.

Wymagania na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:

- stosować w zadaniach twierdzenie o kącie zewnętrznym trójkąta;
- stosować cechy przystawania trójkątów w zadaniach wieloetapowych.

## ZASTOSOWANIA FUNKCJI KWADRATOWEJ

Wymagania – na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:

- wyznaczać wartość największą i wartość najmniejszą funkcji kwadratowej w podanym przedziale;
- rozwiązywać równania kwadratowe niezupełne ( $ax^2 + bx = 0$ ,  $ax^2 + c = 0$ )

- określać liczbę pierwiastków równania kwadratowego na podstawie znaku wyróżnika;
- określać liczbę miejsc zerowych funkcji kwadratowej na podstawie informacji dotyczących współczynników w jej wzorze;
- dobierać współczynniki w równaniu kwadratowym tak, aby równanie miało jedno rozwiązanie;
- rozwiązywać równania kwadratowe za pomocą wzorów na pierwiastki;
- przedstawiać funkcję kwadratową w postaci iloczynowej;
- odczytywać miejsca zerowe funkcji kwadratowej z jej postaci iloczynowej;
- rozwiązywać nierówności kwadratowe zapisane w postaci iloczynowej;
- rozwiązywać nierówności kwadratowe zapisane w postaci ogólnej;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych i opisywać ich własności;
- znajdować brakujące współczynniki funkcji kwadratowej na podstawie różnych informacji o jej wykresie;
- podawać wzór funkcji kwadratowej na podstawie jej wykresu.

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do szukania wartości ekstremalnych funkcji kwadratowej;
- wykorzystywać równania kwadratowe do wyznaczania dziedziny funkcji;
- wykorzystywać nierówności kwadratowe do wyznaczania dziedziny funkcji;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych określonych w różnych przedziałach różnymi wzorami;
- odczytywać z wykresu funkcji kwadratowej  $f$  liczbę rozwiązań równania  $f(x) = m$  w zależności od parametru  $m$ .
- znajdować na podstawie zadania tekstowego związek między dwiema wielkościami, gdy wyraża się on poprzez funkcję kwadratową, i szkicować wykres tej funkcji z uwzględnieniem dziedziny;
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności, dotyczące funkcji kwadratowej.

## **WIELOMIANY I WYRAŻENIA WYMIERNE**

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- zapisywać wielomiany o danych współczynnikach i wypisywać współczynniki danych wielomianów;
- określać stopień wielomianu;
- obliczać wartość wielomianu dla danych argumentów;
- dodawać i odejmować wielomiany;
- mnożyć wielomiany, określać stopień iloczynu wielomianów;
- sprawdzać, czy dana liczba jest pierwiastkiem wielomianu;
- odczytywać pierwiastki wielomianu z jego postaci iloczynowej;
- podawać przykłady wielomianów, mając dane ich pierwiastki;
- rozkładać wielomiany na czynniki z wykorzystaniem wzorów skróconego mnożenia;
- rozwiązywać równania wielomianowe za pomocą rozkładu na czynniki;
- wykonywać działania na wielomianach wielu zmiennych;
- określać stopień wielomianu wielu zmiennych;
- obliczać wartość wielomianu wielu zmiennych dla danych wartości tych zmiennych;
- określać dziedzinę wyrażenia wymiernego;
- skracać i rozszerzać wyrażenia wymierne;
- mnożyć i dzielić wyrażenia wymierne;
- rozwiązywać równania wymierne prowadzące do równań liniowych lub kwadratowych;
- wyznaczać ze wzoru jedną zmienną w zależności od innych.

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości parametrów tak, aby dwa wielomiany były równe;
- wyznaczać współczynniki wielomianu tak, aby został spełniony dany warunek;
- wyznaczać stopień wielomianu w zależności od wartości parametrów;

- rozkładać wielomiany na czynniki metodą grupowania wyrazów;
- rozkładać wielomiany na czynniki metodą podstawiania;
- stosować równania wielomianowe w zadaniach tekstowych;
- stosować rozkład wielomianu na czynniki w zadaniach na dowodzenie;
- znajdować (w prostych przypadkach) wszystkie pary liczb całkowitych spełniające równanie z dwiema niewiadomymi;
- stosować własności wielomianów wielu zmiennych w zadaniach na dowodzenie;
- wykonywać wieloetapowe działania na wyrażeniach wymiernych;
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do równania wymiernego (np. dotyczące drogi, prędkości i czasu lub wydajności pracy).
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące wielomianów.

## PLANIMETRIA

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wykorzystywać w zadaniach nierówność trójkąta;
- wykorzystywać w zadaniach twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa;
- wykorzystywać w zadaniach własność symetralnej odcinka i własność dwusiecznej kąta;
- wykonywać elementarne konstrukcje geometryczne, np. symetralnej odcinka, dwusiecznej kąta, prostej równoległej (prostopadłej) do danej przechodzącej przez dany punkt;
- określać wzajemne położenie dwóch okręgów;
- korzystać z własności stycznej do okręgu;
- określać wzajemne położenie okręgu i prostej;
- korzystać z twierdzenia o odcinkach stycznych;
- korzystać z własności okręgu wpisanego w trójkąt i okręgu opisanego na trójkącie;
- stosować w zadaniach pojęcia kąta środkowego i kąta wpisanego;
- stosować w zadaniach twierdzenie o zależności między kątem środkowym a kątem wpisanym opartymi na tym samym łuku;
- stosować w zadaniach twierdzenie o równości kątów wpisanych opartych na tym samym łuku;
- stosować w zadaniach twierdzenie o kącie wpisanym opartym na średnicy;
- obliczać pola wycinków kołowych i pierścieni kołowych;
- stosować twierdzenie Talesa do obliczania długości odcinków;
- rozpoznawać figury podobne;
- obliczać długości boków figur podobnych, wykorzystując skalę podobieństwa;
- rozpoznawać trójkąty podobne;
- stosować w zadaniach cechy podobieństwa trójkątów;
- poprawnie zapisywać proporcje boków w trójkątach podobnych;
- stosować w zadaniach twierdzenie o odcinku łączącym środki boków trójkąta;
- stosować w zadaniach własności środkowych trójkąta;
- stosować wzory na promień okręgu opisanego na trójkącie równobocznym i okręgu wpisanego w trójkąt równoboczny.

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- podawać liczbę osi symetrii i środków symetrii figur geometrycznych;
- korzystać z własności okręgów stycznych;
- korzystać z własności okręgów w wieloetapowych zadaniach geometrycznych;
- stosować w zadaniach pojęcie kąta, pod którym widać dany odcinek z danego punktu;
- stosować zależność między kątem środkowym i kątem wpisanym w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności, np. w zadaniach wymagających dorysowania dodatkowych cięciw albo dostrzeżenia kąta prostego opartego na średnicy;

- stosować twierdzenie Talesa w zadaniach konstrukcyjnych;
- rozwiązywać zadania wymagające wielokrotnego zastosowania twierdzenia Talesa;
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania twierdzenia Talesa osadzone w kontekście praktycznym;
- stosować w zadaniach twierdzenie o stosunku pól figur podobnych;
- wykorzystywać podobieństwo figur do obliczania odległości punktów i pól obszarów na mapie o danej skali lub w terenie;
- stosować w zadaniach twierdzenie o wysokości trójkąta prostokątnego poprowadzonej z wierzchołka kąta prostego;
- rozwiązywać zadania łączące podobieństwo trójkątów i kąty związane z okręgiem;
- korzystać z podobieństwa trójkątów w zadaniach na dowodzenie.
- udowodnić twierdzenie o kącie środkowym i kącie wpisanym opartych na tym samym łuku;
- udowodnić twierdzenie o odcinku łączącym środki boków w trójkącie;
- stosować własności okręgów i trójkątów w zadaniach wieloetapowych, np. wymagających poprowadzenia dodatkowych odcinków i dostrzeżenia kątów wpisanych opartych na tym samym łuku lub trójkątów podobnych
- rozwiązywać trudniejsze zadania konstrukcyjne (np. konstruować styczną do okręgu z punktu leżącego poza tym okręgiem lub konstruować odcinek o długości będącej średnią geometryczną dwóch danych odcinków) i udowadniać poprawność takich konstrukcji.

## FUNKCJE TRYGNOMETRYCZNE

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości funkcji trygonometrycznych (sinus, cosinus, tangens) w trójkącie prostokątnym o danych bokach;
- obliczać długości boków i miary kątów trójkąta prostokątnego, mając dane jeden bok i wartość funkcji trygonometrycznej jednego z kątów ostrych;
- konstruować kąt ostry, mając daną wartość jednej z jego funkcji trygonometrycznych;
- posługiwać się wartościami funkcji trygonometrycznych (sinus, cosinus, tangens) kątów  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ;
- obliczać wartości funkcji trygonometrycznych kąta ostrego, jaki tworzy prosta z osią  $x$ ;
- stosować podstawowe związki między funkcjami trygonometrycznymi kąta ostrego:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$ ,  $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ ,  $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$  w prostych przypadkach;
- znając wartość funkcji trygonometrycznej: sinus, cosinus lub tangens kąta ostrego, wyznaczać wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta;
- wykorzystywać funkcje trygonometryczne do obliczania pól i obwodów trójkątów;
- stosować wzór  $P = \frac{1}{2} bc \sin \alpha$ , gdzie  $\alpha$  jest kątem wypukłym;
- wykorzystywać funkcje trygonometryczne w łatwych zadaniach geometrycznych dotyczących czworokątów, np. trapezu prostokątnego;
- prawidłowo umieszczać kąty wypukłe w układzie współrzędnych;
- obliczać wartości funkcji trygonometrycznych kątów wypukłych umieszczonych w układzie współrzędnych;
- stosować wzory redukcyjne dotyczące kąta  $180^\circ - \alpha$  do obliczania funkcji trygonometrycznych kątów rozwartych;
- stosować w zadaniach podstawowe związki między funkcjami trygonometrycznymi kąta rozwartego:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$ ;
- znając wartość funkcji trygonometrycznej: sinus, cosinus lub tangens kąta rozwartego, wyznaczać wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta;
- udowadniać proste tożsamości trygonometryczne i podawać dotyczące ich założenia.

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości funkcji trygonometrycznych lub wyrażeń zawierających funkcje trygonometryczne w bardziej złożonych sytuacjach;
- wyznaczać kąt ostry z równości dotyczącej jednej z jego funkcji trygonometrycznych;

- sprawdzać, czy istnieje kąt ostry spełniający podany warunek;
- stosować związki między funkcjami trygonometrycznymi w bardziej złożonych sytuacjach;
- korzystać ze związków między funkcjami trygonometrycznymi w zadaniach na dowodzenie;
- korzystać z własności funkcji trygonometrycznych w trudniejszych obliczeniach geometrycznych, np. w zadaniach o okręgach albo zadaniach prowadzących do układów równań;
- korzystać z własności funkcji trygonometrycznych w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym;
- konstruować kąt w układzie współrzędnych, znając wartość jednej z jego funkcji trygonometrycznych;
- stosować definicje funkcji trygonometrycznych kąta rozwartego w zadaniach na dowodzenie;
- udowadniać tożsamości trygonometryczne wymagające przekształcenia wyrażeń wymiernych i podawać dotyczące ich założenia;
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania związków między funkcjami trygonometrycznymi, np. znając wartość  $\sin \alpha + \cos \alpha$ , obliczyć  $\sin \alpha \cdot \cos \alpha$ .
- wyprowadzić wzór  $P = \frac{1}{2}bc \sin \alpha$ ;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności z zastosowaniem trygonometrii.

## FUNKCJE WYKŁADNICZE I LOGARYTMICZNE

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- sporządzać wykresy i podawać własności funkcji wykładniczych;
- przekształcać wykresy funkcji wykładniczych;
- wyznaczać wartość parametru tak, aby dany punkt należał do wykresu funkcji wykładniczej;
- obliczać wartości współczynników we wzorze funkcji wykładniczej na podstawie jej wykresu;
- rozwiązywać graficznie równanie lub nierówność, korzystając z wykresu funkcji wykładniczej;
- stosować w zadaniach wzory na logarytm iloczynu i ilorazu;
- stosować w zadaniach wzór na logarytm potęgi;
- sporządzać wykresy i podawać własności funkcji logarytmicznych;
- przekształcać wykresy funkcji logarytmicznych;
- obliczać wartości współczynników we wzorze funkcji logarytmicznej na podstawie jej wykresu.

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać zadania osadzone w kontekście praktycznym z zastosowaniem funkcji wykładniczej;
- wykorzystywać własności logarytmów w zadaniach na dowodzenie;
- wykorzystywać własności logarytmów w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności;
- wyznaczać dziedzinę funkcji typu  $f(x) = \log_a(g(x))$ ;
- odczytywać z wykresów funkcji  $f$  i  $g$  rozwiązanie nierówności  $f(x) \leq g(x)$ , korzystając z wykresu funkcji logarytmicznej;
- rozwiązywać z zastosowaniem logarytmów zadania osadzone w kontekście praktycznym.
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności, wykorzystując własności logarytmów oraz własności funkcji wykładniczej i funkcji logarytmicznej.

## TRYGONOMETRIA

**Wymagania- na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- stosować twierdzenie cosinusów do obliczenia długości boków i miar kątów trójkąta
- sprawdzać, czy trójkąt o danych bokach jest ostrokątny, prostokątny, czy rozwartokątny
- obliczać pole trójkąta na podstawie wzorów:  $P = \frac{1}{2}a \cdot h$  i  $P = \frac{1}{2}a \cdot b \cdot \sin \gamma$
- wykorzystywać w zadaniach różne wzory na pole trójkąta do obliczenia wskazanych wielkości

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- wykorzystywać twierdzenie cosinusów w zadaniach na dowodzenie
- stosować tw. cosinusów do obliczenia wskazanych wielkości w czworokątach
- rozwiązywać wieloetapowe zadania z planimetrii wymagające np. zastosowania twierdzenia cosinusów oraz wzorów na pole trójkąta i pole wielokąta
- udowodnić twierdzenie cosinusów
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące związków miarowych w trójkącie

#### **GEOMETRIA ANALITYCZNA**

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- obliczyć odległość dwóch punktów na płaszczyźnie kartezjańskiej
- wykorzystywać wzór na odległość dwóch punktów na płaszczyźnie do obliczenia obwodu wielokąta
- wykorzystywać w zadaniach wzór na współrzędne środka odcinka
- wyznaczać kąt nachylenia prostej do osi  $x$
- wyznaczać równanie prostej nachylonej do osi  $x$  pod danym kątem i przechodzącej przez podany punkt
- badać równoległość prostych o równaniach w postaci ogólnej
- badać wzajemne położenie dwóch prostych
- wykorzystywać równanie prostej w postaci ogólnej do wyznaczenia równania prostej przechodzącej przez dany punkt i równoległej do danej prostej
- zapisywać równanie okręgu (nierówność opisującą koło) znając współrzędne środka i promień tego okręgu (koła)
- wyznaczać z równania okręgu współrzędne jego środka i promień
- sprawdzać, czy dany punkt należy do okręgu o podanym równaniu
- badać położenie danego punktu względem koła opisanego nierównością
- wyznaczać środek symetrii w figurach środkowosymetrycznych
- wyznaczać obrazy figur w symetrii środkowej na płaszczyźnie
- wyznaczać obrazy figur w symetrii środkowej o środku w początku układu współrzędnych
- obliczać współrzędne punktów w symetrii środkowej względem początku układu współrzędnych
- wyznaczać osie symetrii w figurach osiowosymetrycznych
- wyznaczać obrazy figur w symetrii osiowej na płaszczyźnie
- wyznaczać obrazy figur w symetrii osiowej względem osi układu współrzędnych
- obliczać współrzędne punktów w symetrii os. względem osi układu współrzędnych
- klasyfikować figury ze względu na liczbę osi symetrii
- rozpoznawać wielokąty foremne

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać wieloetapowe zadania, stosując wzór na odległość dwóch punktów i wzór na współrzędne środka odcinka
- wykorzystywać w zadaniach wzór na współrzędne środka ciężkości trójkąta
- obliczyć pole trójkąta o danych wierzchołkach
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące położenia prostych na płaszczyźnie
- wyznaczyć równanie okręgu na podstawie pewnych informacji o jego położeniu, np. równanie okręgu przechodzącego przez trzy dane punkty lub stycznego do osi układu współrzędnych
- wyznaczać równanie okręgu lub prostej w symetrii środkowej względem początku układu współrzędnych
- wyznaczać równanie okręgu w symetrii osiowej względem osi układu współrzędnych
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące symetrii środkowej i symetrii osiowej na płaszczyźnie kartezjańskiej
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące wielokątów osiowosymetrycznych i środkowosymetrycznych
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące równania prostej i równania okręgu

#### **CIĄGI**

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- obliczyć  $n$ -ty wyraz ciągu, znając wzór ogólny tego ciągu
- zapisywać symbolicznie warunki dotyczące wyrazów ciągu
- rysować wykresy ciągów
- odczytywać z wykresu własności ciągu
- obliczyć miejsce zerowe ciągu o danym wzorze ogólnym
- obliczać wyrazy ciągu spełniające podany warunek
- wyznaczać kolejne wyrazy ciągu na podstawie wzoru rekurencyjnego
- rozpoznawać ciąg arytmetyczny
- obliczać wskazane wyrazy ciągu arytmetycznego, mając dany pierwszy wyraz i różnicę ciągu
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, znając jego dwa wyrazy
- stosować w zadaniach zależność między trzema kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego
- określać monotoniczność ciągu arytmetycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe, wykorzystując wzór na  $n$ -ty wyraz ciągu arytmetycznego
- obliczyć sumę  $n$  początkowych wyrazów danego ciągu arytmetycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe wykorzystując wzór na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego
- rozpoznawać ciąg geometryczny
- obliczać wskazane wyrazy ciągu geometrycznego, mając dany pierwszy wyraz i iloraz ciągu
- wyznaczać ciąg geometryczny, znając jego dwa wyrazy
- stosować w zadaniach zależności między trzema kolejnymi wyrazami ciągu geom.
- rozwiązywać zadania tekstowe, wykorzystując wzór na  $n$ -ty wyraz ciągu geometrycznego
- obliczyć sumę  $n$  początkowych wyrazów danego ciągu geometrycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe wykorzystując wzór na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu geometrycznego
- wyznaczać wielkości zmieniające się zgodnie z zasadą procentu składanego
- obliczyć wartość lokaty, znając stopę procentową, okres rozrachunkowy i czas oszczędzania
- obliczyć wartość lokaty o zmieniającym się oprocentowaniu

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- badać monotoniczność ciągu
- wykazywać, że dany ciąg nie jest monotoniczny
- określać monotoniczność ciągu będącego np. sumą dwóch ciągów o ustalonej monotoniczności
- podawać przykłady ciągów monotonicznych, tak, aby np. ich iloczyn spełniał określone warunki dotyczące monotoniczności
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, mając podane warunki, jakie spełniają wskazane wyrazy tego ciągu
- badać, czy ciąg o podanym wzorze ogólnym jest ciągiem arytmetycznym (geometrycznym)
- stosować w zadaniach zależność między wyrazami  $a_{n-k}$ ,  $a_n$ ,  $a_{n+k}$  ciągu arytmetycznego
- stosować w zadaniach zależność między wyrazami  $a_{n-k}$ ,  $a_n$ ,  $a_{n+k}$  ciągu geometrycznego
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, znając np. jego dwie sumy częściowe
- obliczyć, ile wyrazów danego ciągu arytmetycznego (geometrycznego) należy dodać, aby otrzymać określoną sumę
- obliczać sumę liczb naturalnych o podanych własnościach, np. dwucyfrowych i podzielnych przez 4
- rozwiązywać równania, wykorzystując wzór na sumę  $n$  wyrazów ciągu arytmetycznego (geometrycznego)
- rozwiązywać zadania wymagające jednoczesnego stosowania własności ciągu arytmetycznego i ciągu geometrycznego
- rozwiązywać trudniejsze zadania z wykorzystaniem wzoru na sumę  $n$  -początkowych wyrazów ciągu geometrycznego
- stosować własności ciągu arytmetycznego i geometrycznego w zadaniach na dowodzenie
- obliczyć wysokość raty kredytu spłacanego (w równych wielkościach) systemem procentu składanego
- obliczać wysokości rat malejących
- porównywać zyski z różnych lokat
- wyprowadzić wzór na wysokość raty kredytu spłacanego (w równych wielkościach) w systemie procentu składanego

- porównywać różne sposoby spłacania kredytu
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące ciągów

## **RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKA**

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać, czy dana sytuacja jest doświadczeniem losowym
- określać zbiór zdarzeń elementarnych dla danego doświadczenia losowego; obliczać liczbę zdarzeń elementarnych
- stosować symboliczny opis zbioru zdarzeń elementarnych i zdarzeń, w tym zdarzenia, pewnego i zdarzenia niemożliwego
- obliczać prawdopodobieństwa zdarzeń z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa w prostych doświadczeniach losowych (rzut monetą, rzut kostką, losowanie jednego z pośród  $n$  przedmiotów)
- stosować w prostych przypadkach regułę mnożenia
- wykorzystywać drzewko do zliczania obiektów w prostych sytuacjach kombinatorycznych
- stosować regułę dodawania
- odróżniać losowanie ze zwracaniem i losowanie bez zwracania
- obliczać prawdopodobieństwa zdarzeń z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa w typowych doświadczeniach losowych
- wyznaczać sumę, iloczyn, różnicę danych zdarzeń
- rozpoznawać zdarzenia wykluczające się
- stosować w zadaniach wzór na prawdopodobieństwo zdarzenia przeciwnego
- przedstawiać dane surowe w postaci szeregu uporządkowanego
- wyznaczać medianę, dominantę, średnią i rozstęp zestawu danych surowych
- obliczać średnią ważoną wyników
- sporządzać diagramy częstości
- odczytywać informacje z diagramów częstości
- porównywać różne zestawy danych surowych na podstawie opisujących je parametrów

**Wymagania– na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (uczeń opanował zagadnienia w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- uzasadnić, że  $0 \leq P(A) \leq 1$  dla zdarzenia  $A$  w dowolnym doświadczeniu losowym
- stosować regułę mnożenia i regułę dodawania w bardziej złożonych zadaniach
- dobierać odpowiedni model do mniej typowego zadania z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa
- stosować w zadaniach wzór na prawdopodobieństwo sumy dwóch zdarzeń
- uzasadniać, że dane zdarzenia się nie wykluczają
- rozwiązywać trudniejsze zadania, stosując własności prawdopodobieństwa
- rozwiązywać trudniejsze zadania dotyczące średniej ważonej (np. znajdować brakujące wagi)
- podawać przykład zestawu danych o ustalonych parametrach statystycznych
- interpretować parametry statystyczne
- obliczyć liczbę zdarzeń elementarnych w nietypowych sytuacjach
- stosować klasyczną definicję prawdopodobieństwa w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności

## **STEREOMETRIA**

**Wymagania– na ocenę dopuszczającą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wskazywać płaszczyzny równoległe i płaszczyzny prostopadłe do danej płaszczyzny
- wskazywać proste równoległe i proste prostopadłe do danej płaszczyzny
- wskazywać proste skośne w przestrzeni
- wskazywać proste prostopadłe w przestrzeni
- odróżniać proste równoległe od prostych skośnych

- zaznaczać rzut prostokątny punktu na płaszczyznę
  - obliczać odległość punktu od płaszczyzny
  - zaznaczać kąty nachylenia przekątnych prostopadłościanu do jego ścian
  - zaznaczać kąty nachylenia krawędzi bocznych ostrosłupa do płaszczyzny jego podstawy
  - rozróżniać kąty płaskie, kąty nachylenia prostej do płaszczyzny i kąty dwusieczne
  - zaznaczać kąty między przeciwległymi ścianami bocznymi ostrosłupa prawidłowego czworokątnego
  - zaznaczać kąty nachylenia ścian bocznych ostrosłupa prawidłowego do płaszczyzny jego podstawy, obliczać wartość funkcji trygonometrycznych lub miary tych kątów
  - rozpoznawać graniastosłupy proste i pochyłe, równoległościanny i prostopadłościanny
  - rysować rzuty graniastosłupów na płaszczyznę
  - zaznaczać przekątne graniastosłupa
  - rysować siatki graniastosłupów
  - rozwiązywać proste zadania dotyczące graniastosłupów
  - określać liczbę ścian, krawędzi i wierzchołków graniastosłupa
  - rozpoznawać ostrosłupy prawidłowe
  - rysować rzuty ostrosłupów na płaszczyznę
  - rysować siatki ostrosłupów
  - rozwiązywać proste zadania dotyczące kątów nachylenia krawędzi i ścian ostrosłupa do płaszczyzny podstawy (również z wykorzystaniem trygonometrii)
  - określać liczbę ścian, krawędzi i wierzchołków ostrosłupa
  - wyznaczać przekroje ostrosłupa zawierające jego wierzchołek
  - wskazywać promień podstawy, wysokość i tworzące walca oraz stożka i stosować w zadaniach związki między nimi
  - wskazywać cięciwę, średnicę i koło wielkie kuli, rozpoznawać odcinek, wycinek i warstwę kuli i stosować w zadaniach związki między nimi
  - wskazywać kąt rozwarcia stożka oraz kąt nachylenia tworzącej do podstawy stożka, obliczać wartości funkcji trygonometrycznych lub miary tych kątów
  - wyznaczać przekroje osiowe brył obrotowych, wyznaczać związki miarowe w tych przekrojach
  - obliczać objętości i pola powierzchni graniastosłupów, ostrosłupów, walców, stożków i kul, również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w prostych przypadkach
  - stosować funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków i miar kątów w bryłach w prostych przypadkach
  - rozwiązywać zadania osadzone w kontekście praktycznym wymagające opracowania odpowiedniego modelu matematycznego i wykorzystania poznanych wiadomości z dziedziny stereometrii w prostych przypadkach
  - rozpoznawać bryły podobne, wykorzystywać zależność między polami powierzchni i objętościami brył podobnych
- Wymagania – na ocenę dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (gdy uczeń opanował zagadnienia maksymalnie) uczeń potrafi:**
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania rzutu prostokątnego na płaszczyznę, np. doliczać miarę kąta nachylenia prostej do płaszczyzny, wykorzystując odległość punktów leżących na tej prostej od danej płaszczyzny
  - zaznaczać kąty nachylenia odcinków w graniastosłupa do jego ścian bocznych
  - zaznaczać kąty nachylenia ścian bocznych ostrosłupów innych niż prawidłowe
- do płaszczyzny podstawy
- zaznaczać kąty dwusieczne między ścianami bocznymi ostrosłupów
  - rysować przekroje graniastosłupów w prostych przypadkach, np. zawierające przekątną podstawy i obliczać pola tych przekroić
  - stosować w zadaniach związki między liczbą ścian, krawędzi i wierzchołków w graniastosłupach i ostrosłupach
  - stosować w zadaniach wzór Eulera
  - wykorzystywać własności ostrosłupów w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym
  - rozpoznawać wielościany foremne i opisywać ich własności
  - badać własności brył powstałych z obrotu wokół osi różnych figur płaskich

- wyznaczać objętości i pola powierzchni brył, w których dane mają postać wyrażeń algebraicznych, doprowadzać wynik do prostej postaci i określać dziedziny tych wyrażeń, również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w trudniejszych przypadkach
- obliczać objętości i pola powierzchni brył na podstawie nietypowych danych (np. kąta między ścianami bocznymi ostrosłupa lub kąta nachylenia przekątnej ściany bocznej graniastosłupa trójkątnego do sąsiedniej ściany bocznej), również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w trudniejszych przypadkach
- stosować w zadaniach własności brył podobnych w trudniejszych przypadkach, również w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym
- rozwiązywać nietypowe zadania wymagające stworzenia modelu przestrzennego badanej bryły oraz zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące brył i ich przekrojów

# **PRZEDMIOTOWY SYSTEM OCENIANIA**

## **PROSTO DO MATURY**

### **ZAKRES ROZSZERZONY**

uwzględnia zmiany z 2024 r. wynikające z uszczuplenia podstawy programowej

**dostosowanie do nauczania matematyki**

**w XV Liceum Ogólnokształcącym im prof. Wiktora Degi w Poznaniu**



## LICZBY RZECZYWISTE

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- stosować prawidłowo pojęcie zbioru, podzbioru, zbioru pustego;
- zapisywać zbiory w różnej postaci i prawidłowo odczytywać takie zapisy;
- wyłączać czynnik z sumy algebraicznej poza nawias;
- zapisywać wyrażenia algebraiczne postaci  $(a + b)^2$ ,  $(a - b)^2$ ,  $(a + b)(a - b)$  w postaci sumy algebraicznej z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- zapisywać sumę algebraiczną w postaci  $(a + b)^2$ ,  $(a - b)^2$ ,  $(a + b)(a - b)$ ;
- przekształcać proste wyrażenia algebraiczne z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- przekształcać wyrażenie algebraiczne, w tym do postaci iloczynowej, z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia:  $(a + b)^3$ ,  $(a - b)^3$ ,  $a^3 + b^3$ ,  $a^3 - b^3$  oraz  $a^n - b^n$ ;
- stosuje wzory skróconego mnożenia:  $(a + b)^3$ ,  $(a - b)^3$ ,  $a^3 + b^3$ ,  $a^3 - b^3$  oraz  $a^n - b^n$  do wykonywania działań na liczbach zapisanych z użyciem symboli pierwiastków;
- rozróżniać liczby pierwsze i złożone;
- stosować w prostych zadaniach cechy podzielności;
- odróżniać dzielniki naturalne od dzielników całkowitych;
- przedstawiać liczby rzeczywiste w różnych postaciach;
- zamieniać ułamek zwykły na ułamek dziesiętny;
- podawać przykłady liczb niewymiernych;
- odróżniać liczbę wymierną od niewymiernej;
- podawać przybliżenie dziesiętne liczby (na przykład korzystając z kalkulatora) zadaną dokładnością;
- stosować definicję potęgi o wykładniku całkowitym;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku całkowitym;
- wskazywać różnicę między definicją pierwiastka stopnia parzystego a definicją pierwiastka stopnia nieparzystego;
- wykonywać działania na pierwiastkach;
- wyłączać czynnik spod znaku pierwiastka;
- włączać czynnik pod znak pierwiastka;
- usuwać niewymierność w mianowniku wyrażenia typu:  $\frac{a}{\sqrt{b}}$  albo  $\frac{a}{\sqrt[3]{b}}$ ;
- stosować definicję potęgi o wykładniku wymiernym;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku wymiernym (w prostych przypadkach);
- stosować definicję logarytmu;
- rozwiązywać zadanie tekstowe z zastosowaniem logarytmów;
- stosuje powszechnie przyjęte oznaczenia zbiorów liczbowych, a w szczególności: dla liczb całkowitych symbol **Z**, dla liczb wymiernych **Q**;
- zapisuje i odczytuje liczbę w notacji wykładniczej;
- wykonuje działania na liczbach zapisanych w notacji wykładniczej.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- porządkować proste zbiory zgodnie z relacją zawierania;
- przekształcać złożone wyrażenie algebraiczne z zastosowaniem wzorów skróconego mnożenia;
- zapisywać w postaci iloczynu wyrażenie takie jak  $a^2 - (b - c)^2$  albo  $(a + b)^2 - (c + d)^2$ ;
- stosować wzory skróconego mnożenia w zadaniach na dowodzenie;
- wskazywać pary liczb względnie pierwszych;
- wyznaczać całkowite wartości zmiennych, dla których wartość prostego wyrażenia wymiernego jest liczbą całkowitą;

- dowodzić niewymierności np. liczby  $\sqrt{2}$ ;
- zamieniać ułamek dziesiętny okresowy na ułamek zwykły;
- rozwiązywać zadania tekstowe, stosując działania na liczbach wymiernych
- stosować definicję potęgi o wykładniku całkowitym w zadaniach na dowodzenie;
- porównywać pierwiastki (bez używania kalkulatora);
- rozwiązywać, w trudniejszych przypadkach, zadania z zastosowaniem działań na pierwiastkach;
- stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku wymiernym (w trudniejszych przypadkach) stosować w zadaniach prawa działań na potęgach o wykładniku rzeczywistym
- stosować w wyrażeniach zapisanych za pomocą logarytmów własności logarytmów wynikające bezpośrednio z definicji, w szczególności  $a^{\log_a b} = b$ ;
- podaje przybliżenia liczb z podaną dokładnością i określa błąd tego przybliżenia;
- oblicza potęgi o wykładnikach wymiernych i stosuje prawa działań na potęgach o wykładnikach wymiernych;
- udowadnia własności potęg;
- porównuje wartości potęg o tej samej podstawie.
- dowodzić niewymierności przykładowych liczb;
- wykazywać, że jeżeli liczba jest wymierna, to ma rozwinięcie dziesiętne skończone lub nieskończone okresowe i odwrotnie;
- uzasadniać prawa działań na potęgach i pierwiastkach.
- interpretuje pojęcia procentu i punktu procentowego;
- oblicza np. podatki, zyski z lokat.

## RÓWNANIA I NIERÓWNOŚCI

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać nierówności pierwszego stopnia o niewielkim stopniu trudności;
- sprawdzać, czy dana liczba jest rozwiązaniem nierówności pierwszego stopnia;
- zaznaczać zbiory rozwiązań nierówności pierwszego stopnia na osi liczbowej;
- rozwiązywać proste zadania tekstowe prowadzące do nierówności pierwszego stopnia;
- układać nierówności pierwszego stopnia do zależności opisanych słownie;
- stosować prawidłowo definicje przedziałów liczbowych;
- zaznaczać na osi liczbowej przedziały liczbowe;
- wyznaczać część wspólną, sumę i różnicę zbiorów skończonych oraz przedziałów liczbowych;
- obliczać wartość bezwzględną liczby;
- wykorzystywać w obliczeniach własności wartości bezwzględnej;
- wykorzystywać w zadaniach równość  $\sqrt{x^2} = |x|$ ;
- zaznaczać na osi liczbowej zbiory rozwiązań równań typu:  $|x - a| = b$ ;
- wykorzystywać geometryczną interpretację wartości bezwzględnej do rozwiązywania równań typu:  $|x - a| = b$ ;
- obliczać odległość punktów na osi liczbowej;
- sprawdzać, czy dana para liczb jest rozwiązaniem równania liniowego z dwiema niewiadomymi;
- sprawdzać, czy dana para liczb jest rozwiązaniem układu równań liniowych z dwiema niewiadomymi;
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych metodą podstawiania;
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych metodą przeciwnych współczynników;
- rozpoznawać układ oznaczony, nieoznaczony i sprzeczny;
- sprawdzać, czy dla danej wartości parametru układ jest oznaczony, nieoznaczony, sprzeczny;
- rozwiązywać proste zadanie tekstowe prowadzące do układu dwóch równań liniowych;
- stosuje podstawowe własności wartości bezwzględnej.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać nierówności pierwszego stopnia w trudniejszych przypadkach (np. z użyciem wzorów skróconego mnożenia);
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do nierówności pierwszego stopnia w trudniejszych przypadkach;
- zapisywać zbiór rozwiązań układu nierówności w postaci przedziału liczbowego;
- rozwiązywać nierówności podwójne i zapisywać zbiór rozwiązań w postaci przedziału liczbowego;
- wykorzystywać w zadaniach równości typu:  $\sqrt{a^2 + 2ab + b^2} = |a + b|$ ;
- zapisywać przedział liczbowy jako zbiór rozwiązań odpowiedniej nierówności z wartością bezwzględną;
- rozwiązywać układy nierówności z wartością bezwzględną;
- wykorzystywać własności wartości bezwzględnej do algebraicznego rozwiązywania równań (nierówności) z wartością bezwzględną typu:  $|x - a| = b$ ,
- rozwiązywać równanie (nierówność) z wartością bezwzględną typu:  
 $||x - a| - b| = c$ ;
- podawać przykładowe pary liczb naturalnych (całkowitych) spełniających dane równanie liniowe z dwiema niewiadomymi; opisywać zbiór wszystkich takich par;
- rozwiązywać układ dwóch równań liniowych w trudniejszych przypadkach (np. wymagających stosowania wzorów skróconego mnożenia);
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do układu dwóch równań liniowych w trudniejszych przypadkach;
- rozwiązywać układy trzech równań liniowych;
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do układu trzech równań liniowych.
- korzystając z własności wartości bezwzględnej, upraszcza wyrażenia z wartością bezwzględną;
- rozwiązuje równania i nierówności z wartością bezwzględną, stosując interpretację geometryczną;
- rozwiązuje równania i nierówności z wartością bezwzględną, stosując definicję oraz własności wartości bezwzględnej;
- rozwiązuje równania i nierówności, korzystając z wykresu funkcji;
- uzasadnia z definicji monotoniczność funkcji.
- stosować własności wartości bezwzględnej do dowodzenia nierówności;
- przeprowadzać dyskusję liczby rozwiązań równania liniowego z parametrem;
- przeprowadzać dyskusję liczby rozwiązań układu dwóch równań liniowych z parametrem;
- rozwiązywać układ równań z wartością bezwzględną;
- przeprowadza analizę zadań z parametrem;
- zapisuje założenia, dla których zachodzą warunki podane w treści zadania, i wyznacza te wartości parametru, dla których te warunki są spełnione.

## **FUNKCJE**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać funkcje wśród przyporządkowań;
- określać funkcje na różne sposoby (tabela, graf, wzór – proste przypadki, wykres, opis słowny);
- obliczać ze wzoru wartości funkcji dla różnych argumentów;
- wyznaczać dziedzinę funkcji danej prostym wzorem;
- obliczać, dla jakiego argumentu funkcja przyjmuje daną wartość (w prostych przypadkach);
- wyznaczać zbiór wartości funkcji o danym wzorze i kilkuelementowej dziedzinie;
- swobodnie posługiwać się układem współrzędnych;
- rozpoznawać wykresy funkcji na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- sporządzać wykresy funkcji o kilkuelementowej dziedzinie;
- na podstawie wykresu funkcji odczytywać jej dziedzinę;
- na podstawie wykresu funkcji odczytywać jej zbiór wartości;

- na podstawie wykresu funkcji wskazywać największą wartość funkcji i najmniejszą wartość funkcji (w całej dziedzinie lub w podanym przedziale);
- szkicować wykresy funkcji o zadanej dziedzinie i zbiorze wartości;
- odczytywać z wykresu funkcji jej miejsca zerowe;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji w prostych przypadkach (wymagających rozwiązywania równań liniowych lub równań z wartością bezwzględną);
- odczytywać z wykresu funkcji rozwiązania nierówności typu  $f(x) < m$ , dla ustalonej wartości  $m$  (w szczególności dla  $m = 0$ );
- określać na podstawie wykresu, czy dana funkcja jest monotoniczna;
- określać przedziały monotoniczności funkcji na podstawie jej wykresu;
- rozpoznawać wielkości odwrotnie proporcjonalne;
- podawać zależności funkcyjne między wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi opisanymi w zadaniu tekstowym;
- rysować wykres funkcji  $f(x) = \frac{a}{x}$ , gdzie  $x \in \mathbb{R} - \{0\}$ ,  $a \neq 0$ , i omawiać jej własności;
- rozwiązywać proste zadania tekstowe, w których występują wielkości odwrotnie proporcjonalne;
- odczytywać wszystkie omawiane wcześniej własności z wykresów funkcji;
- odczytywać z wykresów funkcji rozwiązania równań i nierówności  $f(x) = g(x)$ ,  $f(x) < g(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x - a)$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x) + b$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = -f(x)$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(-x)$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- rysować wykres funkcji  $y = f(x - a) + b$  na podstawie wykresu funkcji  $y = f(x)$ ;
- posługuje się poznanymi metodami rozwiązywania równań do obliczenia, dla jakiego argumentu funkcja przyjmuje daną wartość;
- szkicuje wykres funkcji kwadratowej, korzystając z jej wzoru.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- określać funkcje za pomocą wzoru w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać dziedzinę funkcji na podstawie wzoru w przypadkach wymagających większej liczby założeń albo wzoru, w którym występuje wartość bezwzględna;
- znajdować na podstawie zadania tekstowego zależność funkcyjną między dwiema wielkościami i wyznaczać dziedzinę otrzymanej funkcji;
- wyznaczać zbiór wartości funkcji w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać dziedzinę funkcji, znając jej zbiór wartości;
- szkicować wykres funkcji opisanej w zadaniu tekstowym;
- na podstawie wykresu funkcji określać liczbę rozwiązań równania  $f(x) = m$  w zależności od wartości  $m$ ;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji w trudniejszych przypadkach;
- wyznaczać miejsca zerowe funkcji o dziedzinie ograniczonej określonymi warunkami;
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące miejsc zerowych funkcji;
- uzasadniać, że np. funkcja rosnąca w dwóch przedziałach liczbowych nie musi być rosnąca w sumie tych przedziałów;
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące monotoniczności funkcji;
- rozwiązywać złożone zadania tekstowe, w których występują wielkości odwrotnie proporcjonalne, np. dotyczące wydajności pracy;
- projektować wykres funkcji o zadanych własnościach;
- podawać własności funkcji  $y = f(x - a)$ ,  $y = f(x) + b$  na podstawie odpowiednich własności funkcji  $y = f(x)$ ;
- podawać własności funkcji  $y = -f(x)$  oraz  $y = f(-x)$  na podstawie odpowiednich własności funkcji  $y = f(x)$ ;
- rozwiązywać zadania wymagające złożenia symetrii i przesunięcia wykresu funkcji;
- stosuje złożenia przekształceń przy rysowaniu wykresów funkcji.
- dobiera parametr we wzorze funkcji tak, by miała ona określone własności;

- składać przesunięcia równoległe wykresu funkcji z symetrami w przypadku większej liczby przekształceń
- szkicować wykresy funkcji typu:  $f(x) = a\sqrt{x}$ ,  $f(x) = \sqrt{ax}$ ,  $f(x) = \sqrt{|x|}$ .

## FUNKCJA LINIOWA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać wielkości wprost proporcjonalne;
- podawać zależność funkcyjną między wielkościami wprost proporcjonalnymi opisanymi w zadaniu tekstowym;
- rysować wykres funkcji  $y = ax$  i omawiać jej własności;
- poprawnie interpretować współczynnik kierunkowy funkcji  $y = ax$ ;
- rysować wykres funkcji liniowej, korzystając z jej wzoru i omawiać jej własności;
- podawać wzór funkcji liniowej na podstawie jej wykresu;
- sprawdzać rachunkowo, czy dany punkt leży na danej prostej;
- interpretować współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej;
- obliczać współczynnik kierunkowy prostej nierównoległej do osi  $y$ ;
- wyznaczać równanie prostej przechodzącej przez dwa dane punkty;
- sprawdzać współliniowość punktów (na płaszczyźnie kartezjańskiej);
- rysować wykres funkcji liniowej określonej w różnych przedziałach różnymi wzorami, odczytywać z wykresu własności tej funkcji;
- podawać wzór funkcji przedziałami liniowej na podstawie jej wykresu w prostych przypadkach;
- zaznaczać punkty oraz zbiory na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- przekształcać równanie prostej z postaci kierunkowej do ogólnej i odwrotnie;
- wyznaczać punkty przecięcia prostej (opisanej równaniem w postaci ogólnej) z osiami układu współrzędnych;
- badać równoległość (prostokątłość) prostych na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- wyznaczać równanie prostej równoległej do danej prostej i przechodzącej przez dany punkt;
- wyznaczać równanie prostej prostopadłej do danej prostej i przechodzącej przez dany punkt;
- podawać interpretację geometryczną danego układu równań liniowych;
- odczytać z wykresu współrzędne punktu przecięcia dwóch prostych.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- analizować, jak w zależności od współczynników (zapisanych w postaci parametrów) funkcji liniowej zmieniają się jej własności (np. monotoniczność);
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące współliniowości punktów;
- rozwiązywać zadania tekstowe wymagające znalezienia wzoru funkcji liniowej na podstawie wartości dwóch jej argumentów;
- podawać wzór funkcji przedziałami liniowej na podstawie jej wykresu w trudniejszych przypadkach;
- podawać wzór i rysować wykres funkcji przedziałami liniowej na podstawie zadania osadzonego w kontekście praktycznym (np. o podatku progresywnym);
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące położenia prostej na płaszczyźnie kartezjańskiej;
- zaznaczać na płaszczyźnie kartezjańskiej zbiory opisane równaniami takimi jak np.  $x^2 - 2x + 1 = 0$  lub  $x^2 - 4xy + y^2 = 0$ ;
- rozwiązywać zadania z parametrem dotyczące równoległości lub prostokątłości wykresów funkcji liniowych;
- wyznaczać wartość parametru, dla którego dany układ jest nieoznaczony (sprzeczny);
- rozwiązuje układ równań metodą graficzną;
- wykorzystuje związek między liczbą rozwiązań układu równań a położeniem dwóch prostych.
- uzasadniać na podstawie definicji rodzaj monotoniczności funkcji liniowej;
- zaznaczać na płaszczyźnie kartezjańskiej zbiory opisane równaniami z wartością bezwzględną;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące funkcji liniowej (np. z parametrem).

## FUNKCJA KWADRATOWA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rysować wykresy funkcji  $f(x) = ax^2$  i podawać jej własności;
- poprawnie interpretować współczynnik  $a$  funkcji  $f(x) = ax^2$ ;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych w postaci kanonicznej;
- określać własności (zbiór wartości, przedziały monotoniczności, wartość ekstremalną) funkcji kwadratowej na podstawie jej postaci kanonicznej;
- podawać wzór funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej na podstawie informacji o jej wykresie w prostych przypadkach;
- przekształcać wzór funkcji kwadratowej z postaci kanonicznej do ogólnej i odwrotnie;
- poprawnie interpretować współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej;
- obliczać współrzędne wierzchołka paraboli;
- wyznaczać zbiór wartości funkcji kwadratowej;
- podawać wzór funkcji kwadratowej w postaci ogólnej na podstawie informacji o jej wykresie w prostych przypadkach;
- wyznaczać wzór funkcji kwadratowej na podstawie informacji o tej funkcji lub o jej wykresie.
- wyznaczać wartość największą i wartość najmniejszą funkcji kwadratowej w podanym przedziale;
- rozwiązywać równania kwadratowe niepełne ( $ax^2 + bx = 0$ ,  $ax^2 + c = 0$ ) metodą rozkładu na czynniki;
- określać liczbę pierwiastków równania kwadratowego na podstawie znaku wyróżnika;
- określać liczbę miejsc zerowych funkcji kwadratowej na podstawie informacji dotyczących współczynników w jej wzorze;
- dobierać współczynniki w równaniu kwadratowym tak, aby równanie miało jedno rozwiązanie;
- rozwiązywać równania kwadratowe za pomocą wzorów na pierwiastki;
- przedstawiać funkcję kwadratową w postaci iloczynowej;
- odczytywać miejsca zerowe funkcji kwadratowej z jej postaci iloczynowej;
- rozwiązywać nierówności kwadratowe zapisane w postaci iloczynowej;
- rozwiązywać nierówności kwadratowe zapisane w postaci ogólnej;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych i opisywać ich własności;
- znajdować brakujące współczynniki funkcji kwadratowej na podstawie różnych informacji o jej wykresie;
- podawać wzór funkcji kwadratowej na podstawie jej wykresu;
- rozwiązuje równanie kwadratowe przez rozkład na czynniki;
- rozwiązuje równania kwadratowe, korzystając ze wzorów;
- interpretuje geometrycznie rozwiązanie równania kwadratowego.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- przekształcać parabolę przez symetrię względem prostej równoległej do osi  $x$  lub osi  $y$  układu współrzędnych oraz zapisywać równanie otrzymanego obrazu tej paraboli;
- wykorzystywać wzór funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej do rozwiązywania zadań w trudniejszych przypadkach;
- rysować wykresy funkcji przedziałami kwadratowych;
- rozwiązywać trudniejsze zadania dotyczące postaci kanonicznej i ogólnej funkcji kwadratowej oraz jej własności;
- interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci kanonicznej, w postaci ogólnej i w postaci iloczynowej (o ile istnieje).
- uzasadniać na podstawie definicji rodzaj monotoniczności funkcji kwadratowej;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące funkcji kwadratowej, np. z parametrem;
- udowadnia wzór na pierwiastki trójmianu kwadratowego.

- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do szukania wartości ekstremalnych funkcji kwadratowej;
- rozwiązywać równanie postaci  $|f(x)| = b$ , gdzie  $f$  jest funkcją kwadratową;
- wykorzystywać równania kwadratowe do wyznaczania dziedziny funkcji;
- rozwiązywać układy nierówności kwadratowych;
- wykorzystywać nierówności kwadratowe do wyznaczania dziedziny funkcji;
- rysować wykresy funkcji kwadratowych określonych w różnych przedziałach różnymi wzorami;
- odczytywać z wykresu funkcji kwadratowej  $f$  liczbę rozwiązań równania  $f(x) = m$  w zależności od parametru  $m$ .
- wykorzystuje związek między rozwiązaniem nierówności kwadratowej a znakiem wartości odpowiedniej funkcji kwadratowej podczas rozwiązywania nierówności kwadratowych z jedną niewiadomą;
  - rozwiązuje równania sprowadzalne do równań kwadratowych;
  - rozwiązuje układy równań prowadzące do równań kwadratowych;
  - stosuje wzory Viète'a;
  - wyprowadza wzory Viète'a;
  - przeprowadza analizę zadań z parametrem i ustala założenia, dla których zachodzą warunki podane w treści zadania i wyznacza te wartości parametru, dla których te warunki są spełnione.
- wyprowadzić wzory na współrzędne wierzchołka paraboli;
- sprowadzać na ogólnych danych funkcję kwadratową z postaci ogólnej do postaci kanonicznej;
- wyprowadzić wzory na pierwiastki równania kwadratowego;
- znajdować na podstawie zadania tekstowego związek między dwiema wielkościami, gdy wyraża się on poprzez funkcję kwadratową, i szkicować wykres tej funkcji z uwzględnieniem dziedziny;
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności, dotyczące funkcji kwadratowej.

## WIELOMIANY I WYRAŻENIA WYMIERNE

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- zapisywać wielomiany o danych współczynnikach i wypisywać współczynniki danych wielomianów;
- określać stopień wielomianu;
- obliczać wartość wielomianu dla danych argumentów;
- dodawać i odejmować wielomiany;
- mnożyć wielomiany, określać stopień iloczynu wielomianów;
- sprawdzać, czy dana liczba jest pierwiastkiem wielomianu;
- odczytywać pierwiastki wielomianu z jego postaci iloczynowej;
- podawać przykłady wielomianów, mając dane ich pierwiastki;
- rozkładać wielomiany na czynniki z wykorzystaniem wzorów skróconego mnożenia;
- rozkładać wielomiany na czynniki metodą grupowania wyrazów;
- rozwiązywać równania wielomianowe za pomocą rozkładu na czynniki;
- wykonywać działania na wielomianach wielu zmiennych;
- określać stopień wielomianu wielu zmiennych;
- obliczać wartość wielomianu wielu zmiennych dla danych wartości tych zmiennych;
- określać dziedzinę wyrażenia wymiernego;
- skracać i rozszerzać wyrażenia wymierne;
- dodaje i odejmuje wyrażenia wymierne;
- mnożyć i dzielić wyrażenia wymierne;
- rozwiązywać równania wymierne prowadzące do równań liniowych lub kwadratowych;
- wyznaczać ze wzoru jedną zmienną w zależności od innych;
- dzieli wielomiany przez dwumian  $x - a$ ;

- stosuje twierdzenie o reszcie z dzielenia wielomianu przez dwumian  $x - a$ .

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości parametrów tak, aby dwa wielomiany były równe;
- wyznaczać współczynniki wielomianu tak, aby został spełniony dany warunek;
- wyznaczać stopień wielomianu w zależności od wartości parametrów;
- rozkładać wielomiany na czynniki metodą grupowania wyrazów, jeśli wymaga to przedstawienia pewnych wyrazów w postaci sumy innych wyrazów;
- rozkładać wielomiany na czynniki metodą podstawiania;
- stosować równania wielomianowe w zadaniach tekstowych;
- stosować rozkład wielomianu na czynniki w zadaniach na dowodzenie;
- znajdować (w prostych przypadkach) wszystkie pary liczb całkowitych spełniające równanie z dwiema niewiadomymi;
- stosować własności wielomianów wielu zmiennych w zadaniach na dowodzenie;
- wykonywać wieloetapowe działania na wyrażeniach wymiernych;
- rozwiązywać zadania tekstowe prowadzące do równania wymiernego (np. dotyczące drogi, prędkości i czasu lub wydajności pracy);
  - rozwiązuje równania wielomianowe, stosując metodę wyłączania wspólnego czynnika przed nawias lub metodę grupowania wyrazów;
  - stosuje twierdzenie o pierwiastkach całkowitych wielomianu o współczynnikach całkowitych;
  - rozwiązuje równania wielomianowe dające się sprowadzić do równań kwadratowych;
  - stosuje twierdzenie Bézouta;
  - rozwiązuje nierówności wielomianowe;
  - rozwiązuje równania wymierne;
  - rozwiązuje nierówności wymierne;
  - rozwiązuje równania wielomianowe i wymierne z wartością bezwzględną;
  - szkicuje wykres funkcji  $f(x) = \frac{a}{x}$  dla danego  $a$ ;
  - korzysta ze wzoru i wykresu funkcji  $f(x) = \frac{a}{x}$  do interpretacji zagadnień związanych z wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi;
- udowodnić twierdzenie o pierwiastkach całkowitych wielomianu o współczynnikach całkowitych;
- rozkładać na czynniki kwadratowe nierozkładalne wielomiany postaci np.  $x^4 + 1$  lub  $x^4 + x^2 + 1$ ;
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące wielomianów;
- przeprowadza dowód twierdzenia o dzieleniu z resztą wielomianu przez dwumian postaci  $x - a$  wraz z algorytmem Hornera;
- szkicuje wykresy funkcji homograficznych i określa ich własności;
- wyznacza równania asymptot wykresu funkcji homograficznej;
- dowodzi monotoniczności funkcji homograficznej, jak w przykładzie: wykaż, że funkcja  $f(x) = \frac{x-1}{x+2}$  jest monotoniczna w przedziale  $(-\infty, -2)$ ;
- rozwiązuje zadania z parametrem dotyczące funkcji homograficznej.

## PLANIMETRIA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wykorzystywać w zadaniach nierówność trójkąta;
- wykorzystywać w zadaniach twierdzenie Pitagorasa i twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa;
- wykorzystywać w zadaniach własność symetralnej odcinka i własność dwusiecznej kąta;
- wykonywać elementarne konstrukcje geometryczne, np. symetralnej odcinka, dwusiecznej kąta, prostej równoległej (prostopadłej) do danej przechodzącej przez dany punkt;
- określać wzajemne położenie dwóch okręgów;
- korzystać z własności stycznej do okręgu;
- określać wzajemne położenie okręgu i prostej;
- korzystać z twierdzenia o odcinkach stycznych;
- korzystać z własności okręgu wpisanego w trójkąt i okręgu opisanego na trójkącie;
- stosować w zadaniach pojęcia kąta środkowego i kąta wpisanego;
- stosować w zadaniach twierdzenie o zależności między kątem środkowym a kątem wpisanym opartymi na tym samym łuku;
- stosować w zadaniach twierdzenie o równości kątów wpisanych opartych na tym samym łuku;
- stosować w zadaniach twierdzenie o kącie wpisanym opartym na średnicy;
- obliczać pola wycinków kołowych i pierścieni kołowych;
- stosować twierdzenie Talesa do obliczania długości odcinków;
- rozpoznawać figury podobne;
- obliczać długości boków figur podobnych, wykorzystując skalę podobieństwa;
- rozpoznawać trójkąty podobne;
- stosować w zadaniach cechy podobieństwa trójkątów;
- poprawnie zapisywać proporcje boków w trójkątach podobnych;
- stosować w zadaniach twierdzenie o odcinku łączącym środki boków trójkąta;
- stosować w zadaniach własności środkowych trójkąta;
- stosować wzory na promień okręgu opisanego na trójkącie równobocznym i okręgu wpisanego w trójkąt równoboczny;
- stosuje własności kątów i przekątnych czworokątów wypukłych do rozwiązywania zadań z planimetrii;
- zaznacza w układzie współrzędnych kąt o danej mierze;
- wyznacza kąt, mając dany punkt należący do jego końcowego ramienia, i odwrotnie – bada, czy punkt należy do końcowego ramienia danego kąta.
- stosuje miarę łukową kąta;
- zamienia miarę łukową kąta na stopniową i odwrotnie.
- odróżniać figury wypukłe od niewypukłych;
- stosować w zadaniach twierdzenie o liczbie przekątnych w wielokącie;
- stosować w zadaniach własności kątów w trójkącie i wielokącie;
- stosować w zadaniach nierówność trójkąta;
- wskazywać figury przystające;
- dowodzić, że dwa trójkąty są przystające, powołując się na odpowiednie cechy przystawania.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- podawać liczbę osi symetrii i środków symetrii figur geometrycznych;
- korzystać z własności okręgów stycznych;
- korzystać z własności okręgów w wieloetapowych zadaniach geometrycznych;
- stosować w zadaniach pojęcie kąta, pod którym widać dany odcinek z danego punktu;

- stosować zależność między kątem środkowymi i kątem wpisanym w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności, np. w zadaniach wymagających dorysowania dodatkowych cięciw albo dostrzeżenia kąta prostego opartego na średnicy;
- stosować twierdzenie Talesa w zadaniach konstrukcyjnych;
- rozwiązywać zadania wymagające wielokrotnego zastosowania twierdzenia Talesa;
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania twierdzenia Talesa osadzone w kontekście praktycznym;
- stosować w zadaniach twierdzenie o stosunku pól figur podobnych;
- wykorzystywać podobieństwo figur do obliczania odległości punktów i pól obszarów na mapie o danej skali lub w terenie;
- stosować w zadaniach twierdzenie o wysokości trójkąta prostokątnego poprowadzonej z wierzchołka kąta prostego;
- rozwiązywać zadania łączące podobieństwo trójkątów i kąty związane z okręgiem;
- korzystać z podobieństwa trójkątów w zadaniach na dowodzenie;
  - stosuje twierdzenie Talesa i twierdzenie odwrotne do twierdzenia Talesa do obliczania długości odcinków i ustalania równoległości prostych;
  - stosuje i udowadnia twierdzenia dotyczące czworokątów wpisanych w okrąg i czworokątów opisanych na okręgu.
- udowodnić twierdzenie o kącie środkowym i kącie wpisanym opartych na tym samym łuku;
- udowodnić twierdzenie Talesa;
- udowodnić twierdzenie o odcinku łączącym środki boków w trójkącie;
- stosować własności okręgów i trójkątów w zadaniach wieloetapowych, np. wymagających poprowadzenia dodatkowych odcinków i dostrzeżenia kątów wpisanych opartych na tym samym łuku lub trójkątów podobnych
- rozwiązywać trudniejsze zadania konstrukcyjne (np. konstruować styczną do okręgu z punktu leżącego poza tym okręgiem lub konstruować odcinek o długości będącej średnią geometryczną dwóch danych odcinków) i udowadniać poprawność takich konstrukcji.
- stosować w zadaniach twierdzenie o kącie zewnętrznym trójkąta;
- stosować cechy przystawiania trójkątów w zadaniach wieloetapowych;
- przeprowadza dowody twierdzeń dotyczące własności trójkątów;
- udowadnia istnienie niektórych punktów szczególnych trójkąta.

## FUNKCJE TRYGNOMETRYCZNE

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości funkcji trygonometrycznych (sinus, cosinus, tangens) w trójkącie prostokątnym o danych bokach;
- obliczać długości boków i miary kątów trójkąta prostokątnego, mając dane jeden bok i wartość funkcji trygonometrycznej jednego z kątów ostrych;
- konstruować kąt ostry, mając daną wartość jednej z jego funkcji trygonometrycznych;
- posługiwać się wartościami funkcji trygonometrycznych (sinus, cosinus, tangens) kątów  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ;
- korzystać z przybliżonych wartości funkcji trygonometrycznych (odczytanych z tablic lub obliczonych za pomocą kalkulatora);
- znajdować miarę kąta, dla którego funkcja trygonometryczna przyjmuje daną wartość (miarę dokładną albo – w razie korzystania z tablic lub kalkulatora – miarę przybliżoną);
- obliczać wartości funkcji trygonometrycznych kąta ostrego, jaki tworzy prosta z osią  $x$ ;
- stosować podstawowe związki między funkcjami trygonometrycznymi kąta ostrego:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$ ,  $\sin(90^\circ - \alpha) = \cos \alpha$ ,  $\cos(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha$  w prostych przypadkach;
- znając wartość funkcji trygonometrycznej: sinus, cosinus lub tangens kąta ostrego, wyznaczać wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta;
- wykorzystywać funkcje trygonometryczne do obliczania pól i obwodów trójkątów;

- stosować wzór  $P = \frac{1}{2}bc \sin \alpha$ , gdzie  $\alpha$  jest kątem ostrym;
- wykorzystywać funkcje trygonometryczne w łatwych zadaniach geometrycznych dotyczących czworokątów, np. trapezu prostokątnego;
- prawidłowo umieszczać kąty wypukłe w układzie współrzędnych;
- obliczać wartości funkcji trygonometrycznych kątów wypukłych umieszczonych w układzie współrzędnych;
- stosować wzory redukcyjne dotyczące kąta  $180^\circ - \alpha$  do obliczania funkcji trygonometrycznych kątów rozwartych;
- korzystać ze wzoru na pole trójkąta  $P = \frac{1}{2}bc \sin \alpha$  w przypadku kąta rozwartego;
- stosować w zadaniach podstawowe związki między funkcjami trygonometrycznymi kąta rozwartego:  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ,  $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$ ;
- znając wartość funkcji trygonometrycznej: sinus, cosinus lub tangens kąta rozwartego, wyznaczać wartości pozostałych funkcji trygonometrycznych tego kąta;
- udowadniać proste tożsamości trygonometryczne i podawać dotyczące ich założenia;
- wykorzystuje definicje i wyznacza wartości funkcji sinus, cosinus i tangens dowolnego kąta o mierze wyrażonej w stopniach lub radianach (przez sprowadzenie do przypadku kąta ostrego);
- odczytuje okres podstawowy funkcji na podstawie jej wykresu;
- szkicuje wykres funkcji okresowej;
- stosuje okresowość funkcji do wyznaczania jej wartości;
- szkicuje wykres funkcji trygonometrycznych.
- stosować twierdzenie cosinusów do obliczenia długości boków i miar kątów trójkąta
- sprawdzać, czy trójkąt o danych bokach jest ostrokątny, prostokątny, czy rozwartokątny
- obliczać pole trójkąta na podstawie wzorów:  $P = \frac{1}{2}a \cdot h$  i  $P = \frac{1}{2}a \cdot b \cdot \sin \gamma$
- wykorzystywać w zadaniach różne wzory na pole trójkąta do obliczenia wskazanych wielkości

**Wymagania ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- wyznaczać wartości funkcji trygonometrycznych lub wyrażeń zawierających funkcje trygonometryczne w bardziej złożonych sytuacjach;
- wyznaczać kąt ostry z równości dotyczącej jednej z jego funkcji trygonometrycznych;
- sprawdzać, czy istnieje kąt ostry spełniający podany warunek;
- stosować związki między funkcjami trygonometrycznymi w bardziej złożonych sytuacjach;
- korzystać ze związków między funkcjami trygonometrycznymi w zadaniach na dowodzenie;
- korzystać z własności funkcji trygonometrycznych w trudniejszych obliczeniach geometrycznych, np. w zadaniach o okręgach albo zadaniach prowadzących do układów równań;
- korzystać z własności funkcji trygonometrycznych w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym;
- konstruować kąt w układzie współrzędnych, znając wartość jednej z jego funkcji trygonometrycznych;
- stosować definicje funkcji trygonometrycznych kąta rozwartego w zadaniach na dowodzenie;
- udowadniać tożsamości trygonometryczne wymagające przekształcenia wyrażeń wymiernych i podawać dotyczące ich założenia;
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania związków między funkcjami trygonometrycznymi, np. znając wartość  $\sin \alpha + \cos \alpha$ , obliczyć  $\sin \alpha \cdot \cos \alpha$ ;
- oblicza pola i obwody równoległoboku, rombu, trapezu;
- wykorzystuje funkcje trygonometryczne do wyznaczania pól czworokątów;
- posługuje się wykresami funkcji trygonometrycznych do rozwiązywania równań i nierówności;
- wykorzystuje okresowość funkcji trygonometrycznych;
- stosuje wzory na sinus, cosinus i tangens sumy i różnicy kątów, w tym do przekształcania wyrażeń zawierających funkcje trygonometryczne (również do uzasadniania tożsamości trygonometrycznych);
- stosuje wzory na funkcje trygonometryczne podwojonego argumentu;
- stosuje wzory redukcyjne do obliczania wartości funkcji trygonometrycznych kątów o różnych miarach;

- wykorzystuje wzory redukcyjne do upraszczania wyrażeń oraz do udowadniania tożsamości trygonometrycznych;
- rozwiązuje równania trygonometryczne (stosując poznane wzory).
- udowodnić wzory redukcyjne dla kątów rozwartych;
- wyprowadzić wzór  $P = \frac{1}{2} bc \sin \alpha$ ;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności z zastosowaniem trygonometrii, np. zadania na dowodzenie związków miarowych w trójkątach i czworokątach;
- wyprowadza wzory na sinus, cosinus i tangens sumy i różnicy kątów.
- wykorzystywać twierdzenie cosinusów w zadaniach na dowodzenie
- stosować tw. cosinusów do obliczenia wskazanych wielkości w czworokątach
- rozwiązywać wieloetapowe zadania z planimetrii wymagające np. zastosowania twierdzenia cosinusów oraz wzorów na pole trójkąta i pole wielokąta
- znajduje związki miarowe w figurach płaskich z zastosowaniem twierdzenia sinusów i cosinusów
- udowodnić twierdzenie sinusów i cosinusów
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące związków miarowych w trójkącie

## **FUNKCJE WYKŁADNICZE I LOGARYTMICZNE**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- sporządzać wykresy i podawać własności funkcji wykładniczych;
- przekształcać wykresy funkcji wykładniczych;
- wyznaczać wartość parametru tak, aby dany punkt należał do wykresu funkcji wykładniczej;
- obliczać wartości współczynników we wzorze funkcji wykładniczej na podstawie jej wykresu;
- rozwiązywać graficznie równanie lub nierówność, korzystając z wykresu funkcji wykładniczej;
- stosować w zadaniach wzory na logarytm iloczynu i ilorazu;
- stosować w zadaniach wzór na logarytm potęgi;
- sporządzać wykresy i podawać własności funkcji logarytmicznych;
- przekształcać wykresy funkcji logarytmicznych;
- obliczać wartości współczynników we wzorze funkcji logarytmicznej na podstawie jej wykresu.

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać zadania osadzone w kontekście praktycznym z zastosowaniem funkcji wykładniczej;
- wykorzystywać własności logarytmów w zadaniach na dowodzenie;
- wykorzystywać własności logarytmów w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności;
- wyznaczać dziedzinę funkcji typu  $f(x) = \log_a(g(x))$ ;
- odczytywać z wykresów funkcji  $f$  i  $g$  rozwiązanie nierówności  $f(x) \leq g(x)$ , korzystając z wykresu funkcji logarytmicznej;
- rozwiązywać z zastosowaniem logarytmów zadania osadzone w kontekście praktycznym;
- stosuje wzór na zamianę podstaw logarytmu;
- stosuje własności logarytmów.
- udowodnić wzory na logarytm iloczynu, logarytm ilorazu i logarytm potęgi;
- rozwiązywać zadania o znacznym stopniu trudności, wykorzystując własności logarytmów oraz własności funkcji wykładniczej i funkcji logarytmicznej.

## **GEOMETRIA ANALITYCZNA**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- obliczyć odległość dwóch punktów na płaszczyźnie kartezjańskiej

- wykorzystywać wzór na odległość dwóch punktów na płaszczyźnie do obliczenia obwodu wielokąta
- wykorzystywać w zadaniach wzór na współrzędne środka odcinka
- wyznaczać kąt nachylenia prostej do osi  $x$
- wyznaczać równanie prostej nachylonej do osi  $x$  pod danym kątem i przechodzącej przez podany punkt
- badać równoległość i prostopadłość prostych o równaniach w postaci ogólnej
- badać wzajemne położenie dwóch prostych
- wykorzystywać równanie prostej w postaci ogólnej do wyznaczenia równania prostej przechodzącej przez dany punkt i równoległej do danej prostej
- zapisywać równanie okręgu (nierówność opisującą koło) znając współrzędne środka i promień tego okręgu (koła)
- wyznaczać z równania okręgu współrzędne jego środka i promień
- sprawdzać, czy dany punkt należy do okręgu o podanym równaniu
- badać położenie danego punktu względem koła opisanego nierównością
- wyznaczać środek symetrii w figurach środkowosymetrycznych
- wyznaczać obrazy figur w symetrii środkowej na płaszczyźnie
- wyznaczać obrazy figur w symetrii środkowej o środku w początku układu współrzędnych
- obliczać współrzędne punktów w symetrii środkowej względem początku układu współrzędnych
- wyznaczać osie symetrii w figurach osiowosymetrycznych
- wyznaczać obrazy figur w symetrii osiowej na płaszczyźnie
- wyznaczać obrazy figur w symetrii osiowej względem osi układu współrzędnych
- obliczać współrzędne punktów w symetrii os. względem osi układu współrzędnych
- klasyfikować figury ze względu na liczbę osi symetrii
- rozpoznawać wielokąty foremne
- określa, ile punktów wspólnych mają prosta i okrąg przy danych warunkach
- wyznacza punkty wspólne prostej i okręgu
- wyznacza równanie prostej stycznej do okręgu
- wyznacza punkty wspólne dwóch okręgów
- zaznacza wektory w układzie współrzędnych
- wyznacza współrzędne początku i końca wektora (przy odpowiednich danych)
- dodaje i odejmuje wektory oraz mnoży je przez liczbę (również w ujęciu geometrycznym)
- interpretuje geometrycznie działania na wektorach
- stosuje wektory do opisu przesunięcia wykresu funkcji

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- rozwiązywać wieloetapowe zadania, stosując wzór na odległość dwóch punktów i wzór na współrzędne środka odcinka
- wykorzystywać w zadaniach wzór na współrzędne środka ciężkości trójkąta
- obliczyć pole trójkąta o danych wierzchołkach
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące położenia prostych na płaszczyźnie
- wyznaczyć równanie okręgu na podstawie pewnych informacji o jego położeniu, np. równanie okręgu przechodzącego przez trzy dane punkty lub stycznego do osi układu współrzędnych
- wyznaczać równanie okręgu lub prostej w symetrii środkowej względem początku układu współrzędnych
- wyznaczać równanie okręgu w symetrii osiowej względem osi układu współrzędnych
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące symetrii środkowej i symetrii osiowej na płaszczyźnie kartezjańskiej
- rozwiązywać wieloetapowe zadania dotyczące wielokątów osiowosymetrycznych i środkowosymetrycznych
- oblicza odległość punktu od prostej
- stosuje wzór na odległość punktu od prostej przy rozwiązywaniu zadań z geometrii analitycznej
- stosuje równanie okręgu w postaci ogólnej

- korzysta z własności okręgów stycznych podczas rozwiązywania zadań
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące równania prostej i równania okręgu

## CIĄGI

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- obliczyć  $n$ -ty wyraz ciągu, znając wzór ogólny tego ciągu
- zapisywać symbolicznie warunki dotyczące wyrazów ciągu
- rysować wykresy ciągów
- odczytywać z wykresu własności ciągu
- obliczyć miejsce zerowe ciągu o danym wzorze ogólnym
- obliczać wyrazy ciągu spełniające podany warunek
- wyznaczać kolejne wyrazy ciągu na podstawie wzoru rekurencyjnego
- rozpoznawać ciąg arytmetyczny
- obliczać wskazane wyrazy ciągu arytmetycznego, mając dany pierwszy wyraz i różnicę ciągu
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, znając jego dwa wyrazy
- stosować w zadaniach zależność między trzema kolejnymi wyrazami ciągu arytmetycznego
- określać monotoniczność ciągu arytmetycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe, wykorzystując wzór na  $n$ -ty wyraz ciągu arytmetycznego
- obliczyć sumę  $n$  początkowych wyrazów danego ciągu arytmetycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe wykorzystując wzór na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego
- rozpoznawać ciąg geometryczny
- obliczać wskazane wyrazy ciągu geometrycznego, mając dany pierwszy wyraz i iloraz ciągu
- wyznaczać ciąg geometryczny, znając jego dwa wyrazy
- stosować w zadaniach zależności między trzema kolejnymi wyrazami ciągu geom.
- rozwiązywać zadania tekstowe, wykorzystując wzór na  $n$ -ty wyraz ciągu geometrycznego
- obliczyć sumę  $n$  początkowych wyrazów danego ciągu geometrycznego
- rozwiązywać zadania tekstowe wykorzystując wzór na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu geometrycznego
- wyznaczać wielkości zmieniające się zgodnie z zasadą procentu składanego
- obliczyć wartość lokaty, znając stopę procentową, okres rozrachunkowy i czas oszczędzania
- obliczyć wartość lokaty o zmieniającym się oprocentowaniu

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- badać monotoniczność ciągu
- wykazywać, że dany ciąg nie jest monotoniczny
- określać monotoniczność ciągu będącego np. sumą dwóch ciągów o ustalonej monotoniczności
- podawać przykład wzory rekurencyjnego ciągu, znając kilka jego początkowych wyrazów
- podawać przykłady ciągów monotonicznych, tak, aby np. ich iloczyn spełniał określone warunki dotyczące monotoniczności
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, mając podane warunki, jakie spełniają wskazane wyrazy tego ciągu
- badać, czy ciąg o podanym wzorze ogólnym jest ciągiem arytmetycznym (geometrycznym)
- stosować w zadaniach zależność między wyrazami  $a_{n-k}$ ,  $a_n$ ,  $a_{n+k}$  ciągu arytmetycznego
- stosować w zadaniach zależność między wyrazami  $a_{n-k}$ ,  $a_n$ ,  $a_{n+k}$  ciągu geometrycznego
- wyznaczyć ciąg arytmetyczny, znając np. jego dwie sumy częściowe
- obliczyć, ile wyrazów danego ciągu arytmetycznego (geometrycznego) należy dodać, aby otrzymać określoną sumę
- obliczać sumę liczb naturalnych o podanych własnościach, np. dwucyfrowych i podzielnych przez 4
- rozwiązywać równania, wykorzystując wzór na sumę  $n$  wyrazów ciągu arytmetycznego (geometrycznego)

- rozwiązywać zadania wymagające jednoczesnego stosowania własności ciągu arytmetycznego i ciągu geometrycznego
- rozwiązywać trudniejsze zadania z wykorzystaniem wzoru na sumę  $n$ -początkowych wyrazów ciągu geometrycznego
- stosować własności ciągu arytmetycznego i geometrycznego w zadaniach na dowodzenie
- obliczyć wysokość raty kredytu spłacanego (w równych wielkościach) systemem procentu składanego
- obliczać wysokości rat malejących
- porównywać zyski z różnych lokat
- stosuje ciąg geometryczny w zadaniach dotyczących procentu składanego, również osadzonych w kontekście praktycznym, m.in. do wyznaczenia zysków z lokat, kosztów kredytów
- oblicza granice ciągów, korzystając z twierdzeń o działaniach na granicach
- korzysta z twierdzenia o trzech ciągach do obliczania granic ciągów
- rozpoznaje ciągi rozbieżne
- rozpoznaje szeregi geometryczne zbieżne
- stosuje warunek zbieżności do obliczania sum szeregów geometrycznych
- udowodnić wzory na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego
- udowodnić wzór na sumę  $n$  początkowych wyrazów ciągu geometrycznego
- wyprowadzić wzór na wysokość raty kredytu spłacanego (w równych wielkościach) w systemie procentu składanego
- porównywać różne sposoby spłacania kredytu
- rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące ciągów
- udowadnia wzór skróconego mnożenia na  $a_n - b_n$

## ANALIZA MATEMATYCZNA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- oblicza granice funkcji w punkcie i w nieskończoności
- oblicza granice jednostronne
- korzysta z twierdzeń o działaniach na granicach
- bada ciągłość funkcji w punkcie
- oblicza pochodne funkcji potęgowych o wykładniku rzeczywistym
- oblicza pochodne funkcji, korzystając z twierdzeń o pochodnych sumy, różnicy, iloczynu i ilorazu funkcji

**Wymagania ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- korzysta z własności funkcji ciągłych, w tym z własności Darboux
- oblicza pochodną funkcji złożonej
- korzysta z geometrycznej i fizycznej interpretacji pochodnej
- korzysta z własności pochodnej do wyznaczenia przedziałów monotoniczności funkcji
- znajduje ekstrema funkcji
- bada przebieg zmienności i szkicuje wykresy funkcji
- stosuje pochodną do rozwiązywania zadań optymalizacyjnych

## RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA I STATYSTYKA

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- rozpoznawać, czy dana sytuacja jest doświadczeniem losowym
- określać zbiór zdarzeń elementarnych dla (?) danego doświadczenia losowego; obliczać liczbę zdarzeń elementarnych

- stosować symboliczny opis zbioru zdarzeń elementarnych i zdarzeń, w tym zdarzenia, pewnego i zdarzenia niemożliwego
- obliczać prawdopodobieństwa zdarzeń z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa w prostych doświadczeniach losowych (rzut monetą, rzut kostką, losowanie jednego z pośród  $n$  przedmiotów)
- stosować w prostych przypadkach regułę mnożenia
- wykorzystywać drzewko do zliczania obiektów w prostych sytuacjach kombinatorycznych
- stosować regułę dodawania
- odróżniać losowanie ze zwracaniem i losowanie bez zwracania
- obliczać prawdopodobieństwa zdarzeń z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa w typowych doświadczeniach losowych
- wyznaczać sumę, iloczyn, różnicę danych zdarzeń
- rozpoznawać zdarzenia wykluczające się
- stosować w zadaniach wzór na prawdopodobieństwo zdarzenia przeciwnego
- przedstawiać dane surowe w postaci szeregu uporządkowanego
- wyznaczać medianę, dominantę, średnią i rozstęp zestawu danych surowych
- obliczać średnią ważoną wyników
- sporządzać diagramy częstości
- odczytywać informacje z diagramów częstości
- porównywać różne zestawy danych surowych na podstawie opisujących je parametrów
- stosuje schemat Bernoulliego podczas rozwiązywania zadań
- interpretować parametry statystyczne
- wykorzystuje wzory na liczbę permutacji, kombinacji, wariacji bez powtórzeń i wariacji z powtórzeniami do zliczania obiektów w bardziej złożonych sytuacjach kombinatorycznych
- stosuje własności trójkąta Pascala i symbolu Newtona
- stosuje twierdzenie o prawdopodobieństwie sumy zdarzeń
- stosuje własności prawdopodobieństwa w dowodach twierdzeń
- oblicza prawdopodobieństwo warunkowe
- stosuje wzór Bayesa podczas rozwiązywania zadań

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- uzasadnić, że  $0 \leq P(A) \leq 1$  dla zdarzenia  $A$  w dowolnym doświadczeniu losowym
- stosować regułę mnożenia i regułę dodawania w bardziej złożonych zadaniach
- dobierać odpowiedni model do mniej typowego zadania z zastosowaniem klasycznej definicji prawdopodobieństwa
- stosować w zadaniach wzór na prawdopodobieństwo sumy dwóch zdarzeń
- uzasadniać, że dane zdarzenia się nie wykluczają
- rozwiązywać trudniejsze zadania, stosując własności prawdopodobieństwa
- rozwiązywać trudniejsze zadania dotyczące średniej ważonej (np. znajdować brakujące wagi)
- podawać przykład zestawu danych o ustalonych parametrach statystycznych
- obliczać przeciętne odchylenie od średniej
- wyjaśniać, na czym polega manipulacja danymi na nierzetelnie przedstawionych wykresach i diagramach
- stosuje wzór Bayesa podczas rozwiązywania zadań
- obliczyć liczbę zdarzeń elementarnych w nietypowych sytuacjach
- obliczyć prawdopodobieństwo sumy trzech zdarzeń
- stosować klasyczną definicję prawdopodobieństwa w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności
- stosuje i udowadnia wzory  $(a + b)^n, (a - b)^n$
- uzasadnia z zastosowaniem symbolu Newtona własności dotyczące tożsamości kombinatorycznych
- korzysta z twierdzenia o prawdopodobieństwie całkowitym podczas rozwiązywania zadań

## **STEREOMETRIA**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub dostateczną (3) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) uczeń potrafi:**

- wskazywać płaszczyzny równoległe i płaszczyzny prostopadłe do danej płaszczyzny
- wskazywać proste równoległe i proste prostopadłe do danej płaszczyzny
- wskazywać proste skośne w przestrzeni
- wskazywać proste prostopadłe w przestrzeni
- odróżniać proste równoległe od prostych skośnych
- zaznaczać rzut prostokątny punktu na płaszczyznę
- obliczać odległość punktu od płaszczyzny
- zaznaczać kąty nachylenia przekątnych prostopadłościanu do jego ścian
- zaznaczać kąty nachylenia krawędzi bocznych ostrosłupa do płaszczyzny jego podstawy
- rozróżniać kąty płaskie, kąty nachylenia prostej do płaszczyzny i kąty dwuścienne
- zaznaczać kąty między przeciwległymi ścianami bocznymi ostrosłupa prawidłowego czworokątnego
- zaznaczać kąty nachylenia ścian bocznych ostrosłupa prawidłowego do płaszczyzny jego podstawy, obliczać wartość funkcji trygonometrycznych lub miary tych kątów
- rozpoznawać graniastosłupy proste i pochyłe, równoległościany i prostopadłościany
- rysować rzuty graniastosłupów na płaszczyznę
- zaznaczać przekątne graniastosłupa
- rysować siatki graniastosłupów
- rozwiązywać proste zadania dotyczące graniastosłupów
- określać liczbę ścian, krawędzi i wierzchołków graniastosłupa
- rozpoznawać ostrosłupy prawidłowe
- rysować rzuty ostrosłupów na płaszczyznę
- rysować siatki ostrosłupów
- rozwiązywać proste zadania dotyczące kątów nachylenia krawędzi i ścian ostrosłupa do płaszczyzny podstawy (również z wykorzystaniem trygonometrii)
- określać liczbę ścian, krawędzi i wierzchołków ostrosłupa
- wyznaczać przekroje ostrosłupa zawierające jego wierzchołek
- wskazywać promień podstawy, wysokość i tworzące walca oraz stożka i stosować w zadaniach związki między nimi
- wskazywać cięciwę, średnicę i koło wielkie kuli, rozpoznawać odcinek, wycinek i warstwę kuli i stosować w zadaniach związki między nimi
- wskazywać kąt rozwarcia stożka oraz kąt nachylenia tworzącej do podstawy stożka, obliczać wartości funkcji trygonometrycznych lub miary tych kątów
- wyznaczać przekroje osiowe brył obrotowych, wyznaczać związki miarowe w tych przekrojach
- obliczać objętości i pola powierzchni graniastosłupów, ostrosłupów, walców, stożków i kul, również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w prostych przypadkach
- stosować funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków i miar kątów w bryłach w prostych przypadkach
- rozwiązywać zadania osadzone w kontekście praktycznym wymagające opracowania odpowiedniego modelu matematycznego i wykorzystania poznanych wiadomości z dziedziny stereometrii w prostych przypadkach
- rozpoznawać bryły podobne, wykorzystywać zależność między polami powierzchni i objętościami brył podobnych
- stosuje twierdzenia o prostej prostopadłej do płaszczyzny oraz o trzech prostych prostopadłych
- wyznacza przekroje sześcianu i ostrosłupów prawidłowych płaszczyznami
- oblicza pola przekroju, również z zastosowaniem trygonometrii

**Wymagania na ocenę dobrą (4) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu podstawowym) lub bardzo dobrą (5) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu wysokim) lub celującą (6) (gdy uczeń opanował zagadnienie w stopniu maksymalnym) uczeń potrafi:**

- opisywać proste konstrukcje w przestrzeni (np. konstrukcję płaszczyzny zawierającej daną prostą i prostopadłej do danej płaszczyzny)
- rozwiązywać zadania na dowodzenie dotyczące równoległości i prostopadłości w przestrzeni
- rozwiązywać zadania wymagające zastosowania rzutu prostokątnego na płaszczyznę, np. doliczać miarę kąta nachylenia prostej do płaszczyzny, wykorzystując odległość punktów leżących na tej prostej od danej płaszczyzny
- zaznaczać kąty nachylenia odcinków w graniastopie do jego ścian bocznych
- zaznaczać kąty nachylenia ścian bocznych ostrosłupów innych niż prawidłowe do płaszczyzny podstawy
- zaznaczać kąty dwuścienne między ścianami bocznymi ostrosłupów
- rysować przekroje graniastopów w prostych przypadkach, np. zawierające przekątną podstawy i obliczać pola tych przekroїв
- stosować w zadaniach związki między liczbą ścian, krawędzi i wierzchołków w graniastopach i ostrosłupach
- stosować w zadaniach wzór Eulera
- wykorzystywać własności ostrosłupów w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym
- rozpoznawać wielościany foremne i opisywać ich własności
- badać własności brył powstałych z obrotu wokół osi różnych figur płaskich
- wyznaczać objętości i pola powierzchni brył, w których dane mają postać wyrażeń algebraicznych, doprowadzać wynik do prostej postaci i określać dziedziny tych wyrażeń, również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w trudniejszych przypadkach
- obliczać objętości i pola powierzchni brył na podstawie nietypowych danych (np. kąta między ścianami bocznymi ostrosłupa lub kąta nachylenia przekątnej ściany bocznej graniastopu trójkątnego do sąsiedniej ściany bocznej), również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń w trudniejszych przypadkach
- stosować w zadaniach własności brył podobnych w trudniejszych przypadkach, również w zadaniach osadzonych w kontekście praktycznym
- stosuje pochodną funkcji do zadań optymalizacyjnych ze stereometrii
- rozwiązywać nietypowe zadania wymagające stworzenia modelu przestrzennego badanej bryły oraz zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące brył i ich przekrojów
- przeprowadza dowód twierdzenia o prostej prostopadłej do płaszczyzny oraz twierdzenia o trzech prostych prostopadłych