

# Wymagania edukacyjne z matematyki w zakresie rozszerzonym w klasach czwartych

## Funkcja wykładnicza

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- potrafi wykonywać działania na potęgach o wykładniku naturalnym, całkowitym i wymiernym;
- zna prawa działań na potęgach o wykładnikach wymiernych i stosuje je w obliczeniach;
- zna pojęcie pierwiastka arytmetycznego z liczby nieujemnej i potrafi stosować prawa działań na pierwiastkach w obliczeniach;
- potrafi obliczać pierwiastki stopnia nieparzystego z liczb ujemnych;
- potrafi wykonywać działania na potęgach o wykładniku rzeczywistym;
- stosuje własności działań na potęgach w rozwiązywaniu zadań;
- zna definicję funkcji wykładniczej;
- potrafi odróżnić funkcję wykładniczą od innych funkcji;
- potrafi obliczać wartości funkcji dla danych argumentów;
- potrafi szkicować wykresy funkcji wykładniczych dla różnych podstaw;
- potrafi przekształcać wykresy funkcji wykładniczych ( $S_{OX}$ ,  $S_{OY}$ ,  $S(0,0)$ , przesunięcie równoległe o dany wektor);
- potrafi szkicować wykresy funkcji wykładniczych stosując przesunięcie równoległe o wektor albo symetrie względem osi układu;
- zna pojęcie równania wykładniczego oraz nierówności wykładniczej;
- potrafi rozwiązywać algebraicznie i graficznie proste równania oraz nierówności wykładnicze;
- 
- 

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi zapisać daną liczbę w postaci potęgi o wskazanej podstawie;
- potrafi uprościć wyrażenia zawierające potęgi;
- potrafi porównywać potęgi;
- potrafi opisać własności funkcji wykładniczej na podstawie jej wykresu;

- potrafi wyznaczyć wzór funkcji wykładniczej w oparciu współrzędne punktu/punktów należących do wykresu funkcji;
- potrafi szkicować wykresy funkcji wykładniczych stosując przesunięcie równoległe o wektor i symetrie względem osi układu (złożenie przekształceń).

### **Wymagania na ocenę dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- sprawnie przekształca wyrażenia algebraiczne zawierające potęgi i pierwiastki;
- sprawnie zamienia pierwiastki arytmetyczne na potęgi o wykładniku wymiernym i odwrotnie;
- sprawnie wykonywać działania na potęgach o wykładniku rzeczywistym;
- potrafi wyłączać wspólną potęgę poza nawias;
- potrafi szkicować wykresy funkcji wykładniczych z wartością bezwzględną;
- potrafi interpretować graficznie równania wykładnicze z parametrem;
- potrafi badać, na podstawie definicji, własności funkcji wykładniczych;
- potrafi rozwiązywać zadania na dowodzenie (o średnim stopniu trudności), w których wykorzystuje wiadomości dotyczące funkcji wykładniczej oraz potęg;
- potrafi rozwiązać równania oraz nierówności wykładnicze korzystając z wykresów odpowiednich funkcji wykładniczych;
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności wykładnicze korzystając;
- z różnowartościowości oraz monotoniczności funkcji;
- potrafi rozwiązywać nierówności łączące funkcję wykładniczą oraz inny typ funkcji (np. liniową);
- potrafi wykorzystać funkcję wykładniczą do rozwiązywania zadań osadzonych w kontekście praktycznym.

### **Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi oszacować wartość potęgi o wykładniku rzeczywistym;
- porównywać wyrażenia zawierające pierwiastki;
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności wykładnicze stosując metodę podstawiania;
- potrafi rozwiązywać układy równań i nierówności wykładniczych;
- potrafi stosować wiadomości o funkcji wykładniczej w różnych zadaniach (np., dotyczących ciągów, trygonometrii, itp.);
- potrafi zaznaczyć w układzie współrzędnych zbiory punktów opisane a pomocą nierówności wykładniczych;

- potrafi rozwiązywać zadania stosując własności funkcji wykładniczych
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności wykładnicze z parametrem;
- potrafi wykorzystać funkcję wykładniczą do rozwiązywania zadań, o podwyższonym stopniu trudności, osadzonych w kontekście praktycznym.

**Wymagania na ocenę celującą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać równania i nierówności wykładnicze z parametrem o podwyższonym stopniu trudności;
- potrafi rozwiązywać zadania na dowodzenie (o podwyższonym stopniu trudności), w których wykorzystuje własności funkcji wykładniczych.

## Funkcja logarytmiczna

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- zna definicję logarytmu i potrafi obliczać logarytmy bezpośrednio z definicji;
- zna pojęcia: podstawa logarytmu, liczba logarytmowana;
- zna pojęcie logarytmu dziesiętnego;
- potrafi podać założenia i zapisać w prostszej postaci wyrażenia zawierające logarytmy
- zna definicję funkcji logarytmicznej;
- potrafi odróżnić funkcję logarytmiczną od innej funkcji;
- potrafi określić dziedzinę funkcji logarytmicznej;
- potrafi szkicować wykresy funkcji logarytmicznych dla różnych podstaw;
- potrafi opisać własności funkcji logarytmicznej na podstawie jej wykresu;
- potrafi przekształcać wykresy funkcji logarytmicznych ( $S_{OX}$ ,  $S_{OY}$ ,  $S(0,0)$ ), przesunięcie równoległe o dany wektor).

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi wykonywać proste działania z wykorzystaniem twierdzenia o: logarytmie iloczynu, logarytmie ilorazu, logarytmie potęgi;
- potrafi zamienić podstawę logarytmu;
- stosuje do obliczeń logarytmu równości wynikające z definicji logarytmu;
- zna i potrafi stosować własności logarytmów do obliczania wartości wyrażeń;
- potrafi stosować twierdzenie o zmianie podstaw logarytmów do obliczania wartości wyrażeń oraz przekształcania wyrażeń z logarytmami;
- wyznacza podstawę logarytmu/liczbę logarytmowaną, gdy dana jest wartość logarytmu;
- podaje odpowiednie założenia dla dla podstawy oraz liczby logarytmowanej;
- potrafi obliczyć/wyznaczyć przybliżoną wartość logarytmu mając przybliżenie innego logarytmu (np. wyznaczyć  $\log 220$  wiedząc, że  $\log 25 = p$ );
- potrafi wyznaczyć wzór funkcji logarytmicznej gdy dany jest punkt należący do wykresu;
- potrafi wyznaczyć zbiór wartości funkcji logarytmicznej o określonej dziedzinie;
- potrafi algebraicznie rozwiązywać proste równania oraz nierówności logarytmiczne;
- rozwiązuje zadania tekstowe osadzone w kontekście praktycznym, w których wykorzystuje umiejętność rozwiązywania prostych równań i nierówności wykładniczych oraz logarytmicznych (lokaty bankowe, rozpad substancji promieniotwórczych itp.);

- posługuje się funkcjami wykładniczymi oraz funkcjami logarytmicznymi do opisu zjawisk fizycznych, chemicznych itp.

### **Wymagania na ocenę dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- zna i potrafi stosować własności logarytmów w obliczeniach;
- rozwiązywać nietypowe zadania z zastosowaniem definicji logarytmu;
- potrafi przekształcić wyrażenia z logarytmami;
- potrafi stosować twierdzenia o logarytmie iloczynu, ilorazu i potęgi do udowadniania równości wyrażeń;
- potrafi graficznie rozwiązywać równania, nierówności układy równań z zastosowaniem wykresów funkcji logarytmicznych;
- potrafi wykorzystać własności funkcji logarytmicznej;
- do rozwiązywania zadań różnego typu;
- potrafi wykorzystać funkcję logarytmiczną do rozwiązywania zadań osadzonych w kontekście praktycznym;
- potrafi rozwiązywać zadania na dowodzenie (o średnim stopniu trudności), w których wykorzystuje wiadomości dotyczące funkcji logarytmicznej;
- potrafi rozwiązać równania oraz nierówności logarytmiczne korzystając z wykresów odpowiednich funkcji logarytmicznych;
- potrafi rozwiązywać nierówności łączące funkcję logarytmiczną oraz inny typ funkcji (np. liniową);
- potrafi rozwiązywać zadania na dowodzenie (o średnim stopniu trudności), w których wykorzystuje wiadomości dotyczące funkcji logarytmicznej;
- potrafi szkicować wykresy funkcji logarytmicznych z wartością bezwzględną;
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności logarytmiczne;
- z wartością bezwzględną;
- potrafi rozwiązywać układy równań i nierówności logarytmicznych;
- potrafi rozwiązywać równania wykładniczo-potęgowo-logarytmiczne.

### **Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi zapisywać wyrażenia z logarytmami z postaci jednego logarytmu;
- potrafi rozwiązywać nietypowe zadania z zastosowaniem poznanych twierdzeń;
- potrafi udowodnić twierdzenia o logarytmach, twierdzenie o zamianie podstaw logarytmów;

- potrafi wykorzystać własności funkcji logarytmicznej do rozwiązywania zadań z parametrem;
- potrafi wykorzystać funkcję logarytmiczną do rozwiązywania zadań, o podwyższonym stopniu trudności, osadzonych w kontekście praktycznym;
- potrafi prowadzić dowody opierające się o twierdzenie o zmianie podstaw logarytmów;
- potrafi interpretować graficznie równania logarytmiczne z parametrem;
- potrafi stosować wiadomości o funkcji logarytmicznej w różnych zadaniach (np., dotyczących ciągów, trygonometrii, itp.);
- potrafi zaznaczyć w układzie współrzędnych zbiory punktów opisane a pomocą nierówności logarytmicznych;
- potrafi rozwiązywać zadania o [podwyższonym stopniu trudności stosując własności funkcji logarytmicznych oraz poznane twierdzenia;
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności logarytmiczne z parametrem;
- potrafi rozwiązywać równania i nierówności logarytmiczne wprowadzając zmienną pomocniczą;
- potrafi naszkicować zbiór punktów płaszczyzny spełniających dane równanie lub nierówność z dwiema niewiadomymi, w których występują logarytmy.

### **Wymagania na ocenę celującą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi wykorzystać pojęcie logarytmu w zadaniach praktycznych;
- potrafi rozwiązywać zadania z kontekstem praktycznym z zastosowaniem własności logarytmów.

## Elementy statystyki

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- zna podstawowe pojęcia statystyki opisowej: obserwacja statystyczna, populacja generalna, próba, liczebność próby, cecha statystyczna (mierzalna, niemierzalna);
- zna i rozumie pojęcie skali centylowej;
- zna i rozumie pojęcie średniej arytmetycznej, średniej ważonej, wariancji i odchylenia standardowego;
- potrafi odczytywać dane statystyczne z tabel, diagramów i wykresów;
- potrafi przedstawiać dane empiryczne w postaci tabel, diagramów i wykresów;
- potrafi interpretować wymienione wyżej parametry statystyczne;
- potrafi policzyć średnią arytmetyczną zestawu danych;
- wyznacza medianę i dominantę zestawu danych;
- potrafi obliczyć wariancję i odchylenie standardowe zestawu danych;
- potrafi obliczyć średnią ważoną zestawu liczb z podanymi wagami.

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi interpretować dane statystyczne odczytane z tabel, diagramów i wykresów
- potrafi określać zależności między odczytanymi danymi;
- potrafi interpretować średnią arytmetyczną, średnią ważoną, medianę i odchylenie standardowe;
- wykorzystuje w zadaniach średnią arytmetyczną;
- wykorzystuje w zadaniach medianę i dominantę;
- potrafi korzystać ze skali centylowej;
- wyznacza modę i medianę danych przedstawionych diagramami
- wyznacza modę i medianę pogrupowanych danych;
- potrafi obliczyć wariancję i odchylenie standardowe zestawu danych przedstawionych różnymi sposobami;
- stosuje w zadaniach średnią ważoną.

### Wymagania na ocenę dobrą

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać zadania ze statystyki opisowej o średnim stopniu trudności;
- oblicza średnią arytmetyczną danych przedstawionych w niestandardowy sposób;

- oblicza odchylenie standardowe i wariancję danych przedstawionych w niestandardowy sposób;
- rozwiązuje nietypowe zadania w których występuje średnia ważona;
- potrafi interpretować dane statystyczne, ze szczególnym uwzględnieniem miar rozrzutu oraz skali centylowej.

**Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi stosować wiadomości ze statystyki w różnych nietypowych zadaniach zadaniach
- wykorzystuje w zadaniach o podwyższonym stopniu trudności pojęcia statystyczne.



## Rachunek prawdopodobieństwa

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- zna terminy: doświadczenie losowe, zdarzenie elementarne, przestrzeń zdarzeń elementarnych, zdarzenie, zdarzenie pewne, zdarzenie niemożliwe, zdarzenia wykluczające się;
- potrafi określić zbiór wszystkich zdarzeń danego doświadczenia losowego, obliczyć jego moc oraz obliczyć liczbę zdarzeń elementarnych sprzyjających danemu zdarzeniu;
- zna pojęcie zdarzenia niemożliwego i pewnego; potrafi podać przykłady takich zdarzeń;
- potrafi stosować klasyczną definicję prawdopodobieństwa w rozwiązaniach zadań;
- zna i rozumie aksjomatyczną definicję prawdopodobieństwa;
- umie obliczyć prawdopodobieństwo zdarzenia przeciwnego;
- zna definicję prawdopodobieństwa warunkowego;
- potrafi podać pary zdarzeń przeciwnych i wykluczających się;
- zna wzór na prawdopodobieństwo całkowite;
- potrafi sprawdzić, czy są spełnione założenia twierdzenia o prawdopodobieństwie całkowitym;
- wie, jakie zdarzenia nazywamy niezależnymi; potrafi zbadać, posługując się definicją, czy dwa zdarzenia są niezależne.

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- wyznacza sumę, iloczyn i różnicę zdarzeń;
- potrafi zastosować twierdzenie o prawdopodobieństwie sumy zdarzeń;
- potrafi sprawdzić, czy zdarzenia się wykluczają;
- potrafi rozwiązywać proste zadania dotyczące niezależności zdarzeń;
- zna własności prawdopodobieństwa i umie je stosować w rozwiązaniach prostych zadań;
- zna określenie prawdopodobieństwa warunkowego i umie rozwiązywać proste zadania dotyczące takiego prawdopodobieństwa;
- rozwiązuje proste zadania za pomocą drzewa stochastycznego;
- wykorzystuje regułę mnożenia, dodawania, permutacje;
- i kombinacje do obliczania prawdopodobieństwa zdarzeń w prostych zadaniach;
- potrafi zastosować prawdopodobieństwo całkowite;
- w rozwiązaniu prostych zadań;
- zna wzór Bayesa;

- potrafi rozwiązywać zadania w których występują zdarzenia niezależne;
- potrafi podać rozkład zmiennej losowej;
- zna wzór Bernoulliego i oblicza prawdopodobieństwo sukcesu;
- i porażki w pojedynczej próbie Bernoulliego.

### **Wymagania na ocenę dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- umie udowodnić własności prawdopodobieństwa;
- umie stosować własności prawdopodobieństwa do rozwiązywania zadań „teoretycznych”;
- rozwiązuje zadania z rachunku prawdopodobieństwa o średnim stopniu trudności;
- potrafi obliczać prawdopodobieństwo całkowite zdarzeń;
- potrafi stosować wzór Bayesa;
- wie i rozumie na czym polega niezależność  $n$  zdarzeń ( $n \geq 2$ );
- Wykorzystuje regułę mnożenia, dodawania, permutacje;
- i kombinacje do obliczania prawdopodobieństwa zdarzeń w zadaniach o średnim stopniu trudności;
- stosuje wzór na prawdopodobieństwo warunkowe do wyznaczania prawdopodobieństwa sumy, iloczynu i różnicy zdarzeń;
- stosuje wzór Bernoulliego do obliczania prawdopodobieństwa;
- $k$  sukcesów w  $n$  próbach;
- oblicza wartość oczekiwaną zmiennej losowej i potrafi określić, czy gra jest sprawiedliwa.

### **Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- stosuje własności prawdopodobieństwa w dowodach twierdzeń;
- stosuje wzór do Bayesa do obliczania prawdopodobieństwa przyczyny;
- oblicza prawdopodobieństwo w doświadczeniach wieloetapowych;
- wykorzystuje wzór Bernoulliego do obliczania prawdopodobieństwa co najmniej  $k$  sukcesów w  $n$  próbach;
- rozwiązuje zadania z rachunku prawdopodobieństwa o podwyższonym stopniu trudności;
- prowadzi dowody wykorzystujące własności prawdopodobieństwa i poznane wzory.

**Wymagania na ocenę bardzo dcelującą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi udowodnić, że prawdopodobieństwo warunkowe spełnia warunki aksjomatycznej definicji prawdopodobieństwa;
- potrafi udowodnić wzór na prawdopodobieństwo całkowite;
- udowadnia wzór Bayesa;
- potrafi rozwiązywać nietypowe zadania dotyczące kombinatoryki i rachunku prawdopodobieństwa.

## Geometria przestrzenna – wielościany

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- potrafi określić położenie dwóch płaszczyzn w przestrzeni;
- potrafi określić położenie prostej i płaszczyzny w przestrzeni;
- potrafi określić położenie dwóch prostych w przestrzeni;
- rysuje figury płaskie w rzucie równoległym na płaszczyznę;
- umie scharakteryzować prostopadłość prostej i płaszczyzny;
- umie scharakteryzować prostopadłość dwóch płaszczyzn;
- rozumie pojęcie odległości punktu od płaszczyzny oraz odległości prostej równoległej do płaszczyzny od tej płaszczyzny;
- zna i potrafi stosować twierdzenie o trzech prostych prostopadłych;
- rozumie pojęcie kąta między prostą a płaszczyzną;
- rozumie pojęcie kąta dwuściennego, poprawnie posługuje się terminem "kąt liniowy kąta dwuściennego";
- zna określenie graniastosłupa; umie wskazać: podstawy, ściany boczne, krawędzie podstaw, krawędzie boczne, wysokość graniastosłupa;
- zna podział graniastosłupów;
- umie narysować siatki graniastosłupów prostych;
- potrafi narysować siatkę graniastosłupa prostego, mając dany jej fragment;
- potrafi narysować siatkę ostrosłupa prostego, mając dany jej fragment;
- zna określenie ostrosłupa; umie wskazać: podstawę, ściany boczne, krawędzie podstaw, krawędzie boczne, wysokość ostrosłupa;
- zna podział ostrosłupów;
- umie narysować siatki ostrosłupów prostych;
- potrafi rozpoznać w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi itp.) oraz obliczyć miary tych kątów;
- potrafi rozpoznać w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między odcinkami i płaszczyznami (kąty między krawędziami i ścianami, przekątnymi i ścianami) oraz obliczyć miary tych kątów;
- umie obliczyć objętość i pole powierzchni poznanych graniastosłupów;
- umie obliczyć objętość i pole powierzchni poznanych ostrosłupów.

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi sprawdzić, czy istnieje graniastosłup o danej liczbie krawędzi;
- oblicza pole powierzchni bocznej i pole powierzchni całkowitej graniastosłupa prostego oraz ostrosłupa;

- stosuje funkcje trygonometryczne do obliczania pola powierzchni graniastosłupa oraz ostrosłupa stosuje funkcje trygonometryczne do obliczania pola powierzchni graniastosłupa oraz ostrosłupa;
- oblicza długości przekątnych graniastosłupa prostego również z wykorzystaniem wcześniej poznanych twierdzeń z planimetrii oraz trygonometrii;
- oblicza objętość graniastosłupa prostego oraz ostrosłupa prawidłowego;
- oblicza objętość graniastosłupa pochyłego;
- oblicza pole powierzchni ostrosłupa mając daną jego siatkę;
- potrafi rozpoznać w graniastosłupach i ostrosłupach kąt między ścianami oraz obliczyć miarę tego kąta.

### **Wymagania na ocenę dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- przeprowadza wnioskowania dotycząc położenia prostych w przestrzeni;
- stosuje twierdzenie o trzech prostych prostopadłych do uzasadniania prostopadłości prostych;
- stosuje twierdzenie o trzech prostych prostopadłych do rozwiązywania zadań;
- rozwiązuje zadania dotyczące miar kąta między prostą a płaszczyzną, również z wykorzystaniem trygonometrii;
- rozwiązuje zadania dotyczące miary kąta dwuściennego;
- oblicza objętości graniastosłupów oraz ostrosłupów z wykorzystaniem wcześniej poznanych twierdzeń z planimetrii oraz trygonometrii;
- potrafi wyznaczać przekroje wielościanów;
- potrafi obliczyć pole powierzchni przekroju bryły daną płaszczyzną (graniastosłupa, ostrosłupa);
- potrafi stosować twierdzenie o objętości brył podobnych w rozwiązaniach prostych zadań;
- potrafi rozwiązywać zadania geometryczne dotyczące brył o średnim stopniu trudności, z wykorzystaniem wcześniej poznanych twierdzeń z planimetrii oraz trygonometrii.

### **Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- przeprowadza dowód twierdzenia o prostej prostopadłej do płaszczyzny;
- rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności z wykorzystaniem wzorów na objętość i pole powierzchni graniastosłupa prostego;
- rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności z wykorzystaniem wzorów na objętość i pole powierzchni ostrosłupa;

- przeprowadza dowód twierdzenia o trzech prostych prostopadłych;
- rozwiązuje zadania dotyczące przekrojów wielościanów z wykorzystaniem poznanych twierdzeń z planimetrii oraz trygonometrii;
- wykorzystuje wiadomości z analizy matematycznej w rozwiązaniach zadań ze stereometrii, w zakresie wielościanów.

**Wymagania na ocenę celującą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać nietypowe zadania geometryczne dotyczące brył, z wykorzystaniem poznanych twierdzeń.

## Geometria przestrzenna – bryły obrotowe

### Wymagania na ocenę dopuszczającą:

Uczeń:

- zna określenie walca; umie wskazać: podstawy, powierzchnię boczną, tworzącą, oś obrotu walca;
- rozumie określenie "przekrój osiowy walca";
- zna określenie stożka; umie wskazać: podstawę, powierzchnię boczną, tworzącą, wysokość, oś obrotu stożka;
- rozpoznaje w walcach i stożkach kąt między odcinkami oraz kąt między odcinkami i płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą) oraz oblicza miary tych kątów;
- zna określenie kuli;
- rozumie pojęcie objętości bryły;
- umie obliczyć objętość i pole powierzchni brył obrotowych (stożka, kuli, walca).

### Wymagania na ocenę dostateczną

zawierają wymagania na ocenę niższą, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać proste zadania geometryczne dotyczące brył, w tym z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych wcześniej twierdzeń z geometrii płaskiej;
- rozwiązuje zadania dotyczące rozwinięcia powierzchni bocznej walca oraz powierzchni bocznej stożka;
- stosuje funkcje trygonometryczne do obliczania pola powierzchni i objętości brył obrotowych (stożka, kuli, walca);
- wyznacza skalę podobieństwa brył podobnych;
- potrafi stosować twierdzenie o objętości brył podobnych w rozwiązaniach prostych zadań.

### Wymagania na ocenę dobrą

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- określa, jaką figurą jest dany przekrój sfery płaszczyzną;
- potrafi obliczyć pole powierzchni przekroju bryły daną płaszczyzną (walca, stożka, kuli);
- potrafi stosować twierdzenie o objętości brył podobnych w rozwiązaniach zadań;

- potrafi rozwiązywać zadania geometryczne dotyczące brył o średnim stopniu trudności, z wykorzystaniem wcześniej poznanych twierdzeń z planimetrii oraz trygonometrii.

### **Wymagania na ocenę bardzo dobrą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać zadania, w których jedna bryła jest wpisana w drugą lub opisana na niej (ostrosłup wpisany w kulę; kula wpisana w stożek, ostrosłup opisany na kuli, walec wpisany w stożek itp.);
- rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności dotyczące brył obrotowych (stożka, kuli, walca);
- rozwiązuje zadania z geometrii przestrzennej stosując analizę matematyczną.

### **Wymagania na ocenę celującą**

zawierają wymagania na oceny niższe, a ponadto:

Uczeń:

- potrafi rozwiązywać nietypowe zadania geometryczne dotyczące brył, z wykorzystaniem poznanych twierdzeń;
- wyprowadza wzory na objętość i pole powierzchni nietypowych brył, np. stożka ściętego;
- rozwiązuje zadania nietypowe z geometrii przestrzennej stosując analizę matematyczną.