



ZESPÓŁ SZKÓŁ KATOLICKICH • POMNIK JANA PAWŁA II

ul. Nowodworska 17, 85-120 Bydgoszcz, tel. +48 52 371 31 11, 345 98 17

www.katolik.bydgoszcz.pl, e-mail: sekretariat@katolik.bydgoszcz.pl

NIP 953 258 18 12

1	Szkoła	I Katolickie Liceum Ogólnokształcące im. króla Jana III Sobieskiego w Bydgoszczy
2	Przedmiot	Matematyka poziom podstawowy
3	Nazwa programu nauczania, autor programu	Program nauczania matematyki w liceum ogólnokształcącym i technikum Dorota Ponczek
4	Podręcznik	MATeMATyka 4 Wojciech Babiński, Lech Chańko, Joanna Czarnowska, Jolanta Wesołowska Nr w wykazie MEiN 971/4/2022, rok dopuszczenia 2022
5	Wydawnictwo	Nowa Era
6	Nauczyciel realizujący program	mgr Alicja Raczyńska
7	Rok szkolny	2022/2023
8	Klasa	Klasa 4 ABL
9	Data dopuszczenia programu do użytku w szkole	30 sierpnia 2022r.
10	Nr programu w szkolnym rejestrze programów	IKLO_2022_23_Mat_pp_4

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Sprawność rachunkowa.

Wykonywanie obliczeń na liczbach rzeczywistych, także przy użyciu kalkulatora, stosowanie praw działań matematycznych przy przekształcaniu wyrażeń algebraicznych oraz wykorzystywanie tych umiejętności przy rozwiązywaniu problemów w kontekstach rzeczywistych i teoretycznych.

II. Wykorzystanie i tworzenie informacji.

1. Interpretowanie i operowanie informacjami przedstawionymi w tekście, zarówno matematycznym, jak i popularnonaukowym, a także w formie wykresów, diagramów, tabel.
2. Używanie języka matematycznego do tworzenia tekstów matematycznych, w tym do opisu prowadzonych rozumowań i uzasadniania wniosków, a także do przedstawiania danych.

III. Wykorzystanie i interpretowanie reprezentacji.

1. Stosowanie obiektów matematycznych i operowanie nimi, interpretowanie pojęć matematycznych.
2. Dobieranie i tworzenie modeli matematycznych przy rozwiązywaniu problemów praktycznych i teoretycznych.
3. Tworzenie pomocniczych obiektów matematycznych na podstawie istniejących, w celu przeprowadzenia argumentacji lub rozwiązania problemu.
4. Wskazywanie konieczności lub możliwości modyfikacji modelu matematycznego w przypadkach wymagających specjalnych zastrzeżeń, dodatkowych założeń, rozważenia szczególnych uwarunkowań.

IV. Rozumowanie i argumentacja.

1. Przeprowadzanie rozumowań, także kilkietapowych, podawanie argumentów uzasadniających poprawność rozumowania, odróżnianie dowodu od przykładu.
2. Dostrzeganie regularności, podobieństw oraz analogii, formułowanie wniosków na ich podstawie i uzasadnianie ich poprawności.
3. Dobieranie argumentów do uzasadnienia poprawności rozwiązywania problemów, tworzenie ciągu argumentów, gwarantujących poprawność rozwiązania i skuteczność w poszukiwaniu rozwiązań zagadnienia.
4. Stosowanie i tworzenie strategii przy rozwiązywaniu zadań, również w sytuacjach nietypowych.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

I. Liczby rzeczywiste.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) wykonuje działania (dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, potęgowanie, pierwiastkowanie, logarytmowanie) w zbiorze liczb rzeczywistych;
- 2) przeprowadza proste dowody dotyczące podzielności liczb całkowitych i reszt z dzielenia nie trudniejsze niż:
 - a) dowód podzielności przez 24 iloczynu czterech kolejnych liczb naturalnych,
 - b) dowód własności: jeśli liczba przy dzieleniu przez 5 daje resztę 3, to jej trzecia potęga przy dzieleniu przez 5 daje resztę 2;
- 3) stosuje własności pierwiastków dowolnego stopnia, w tym pierwiastków stopnia nieparzystego z liczb ujemnych;
- 4) stosuje związek pierwiastkowania z potęgowaniem oraz prawa działań na potęgach i pierwiastkach;
- 5) stosuje własności monotoniczności potęgowania, w szczególności własności: jeśli $x < y$ oraz $a > 1$, to $a^x < a^y$, zaś gdy $x < y$ i $0 < a < 1$, to $a^x > a^y$;
- 6) posługuje się pojęciem przedziału liczbowego, zaznacza przedziały na osi liczbowej;
- 7) stosuje interpretację geometryczną i algebraiczną wartości bezwzględnej, rozwiązuje równania i nierówności typu: $|x+4|=5$, $|x-2|<3$, $|x+3|\geq 4$;
- 8) wykorzystuje własności potęgowania i pierwiastkowania w sytuacjach praktycznych, w tym do obliczania procentów składanych, zysków z lokat i kosztów kredytów;
- 9) stosuje związek logarytmowania z potęgowaniem, posługuje się wzorami na logarytm iloczynu, logarytm ilorazu i logarytm potęgi.

II. Wyrażenia algebraiczne.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) stosuje wzory skróconego mnożenia na: $(a+b)^2$, $(a-b)^2$, a^2-b^2 , $(a+b)^3$, $(a-b)^3$, a^3-b^3 , a^n-b^n ;
- 2) dodaje, odejmuje i mnoży wielomiany jednej i wielu zmiennych;
- 3) wyłącza poza nawias jednomian z sumy algebraicznej;
- 4) rozkłada wielomiany na czynniki metodą wyłączenia wspólnego czynnika przed nawias oraz metodą grupowania wyrazów, w przypadkach nie trudniejszych niż rozkład wielomianu $W(x) = 2x^3 - \sqrt{3}x^2 + 4x - 2\sqrt{3}$;
- 5) znajduje pierwiastki całkowite wielomianu o współczynnikach całkowitych;
- 6) dzieli wielomian jednej zmiennej $W(x)$ przez dwumian postaci $x-a$;
- 7) mnoży i dzieli wyrażenia wymierne;

8) dodaje i odejmuje wyrażenia wymierne, w przypadkach nie trudniejszych niż:

$$\frac{1}{x+1} - \frac{1}{x}, \frac{1}{x} + \frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^3}, \frac{x+1}{x+2} + \frac{x-1}{x+1}$$

III. Równania i nierówności.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) przekształca równania i nierówności w sposób równoważny;
- 2) interpretuje równania i nierówności sprzeczne oraz tożsamościowe;
- 3) rozwiązuje nierówności liniowe z jedną niewiadomą;
- 4) rozwiązuje równania i nierówności kwadratowe;
- 5) rozwiązuje równania wielomianowe, które dają się doprowadzić do równania kwadratowego, w szczególności równania dwukwadratowe;
- 6) rozwiązuje równania wielomianowe postaci $W(x) = 0$ dla wielomianów doprowadzonych do postaci iloczynowej lub takich, które dają się doprowadzić do postaci iloczynowej metodą wyłączenia wspólnego czynnika przed nawias lub metodą grupowania;
- 7) rozwiązuje równania wymierne postaci $\frac{V(x)}{W(x)} = 0$, gdzie wielomiany $V(x)$ i $W(x)$ są zapisane w postaci iloczynowej.

IV. Układy równań.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) rozwiązuje układy równań liniowych z dwiema niewiadomymi, podaje interpretację geometryczną układów oznaczonych, nieoznaczonych i sprzecznych;
- 2) stosuje układy równań do rozwiązywania zadań tekstowych;
- 3) rozwiązuje metodą podstawiania układy równań, z których jedno jest liniowe, a drugie kwadratowe, postaci

$$\begin{cases} ax + by = e \\ x^2 + y^2 + cx + dy = f \end{cases} \quad \text{lub} \quad \begin{cases} ax + by = e \\ y = cx^2 + dx + f \end{cases}$$

V. Funkcje.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) określa funkcje jako jednoznaczne przyporządkowanie za pomocą opisu słownego, tabeli, wykresu, wzoru (także różnymi wzorami na różnych przedziałach);
- 2) oblicza wartość funkcji zadanej wzorem algebraicznym;
- 3) odczytuje i interpretuje wartości funkcji określonych za pomocą tabel, wykresów, wzorów itp., również w sytuacjach wielokrotnego użycia tego samego źródła informacji lub kilku źródeł jednocześnie;
- 4) odczytuje z wykresu funkcji: dziedzinę, zbiór wartości, miejsca zerowe, przedziały monotoniczności, przedziały, w których funkcja przyjmuje wartości większe (nie mniejsze) lub mniejsze (nie większe) od danej liczby, największe i najmniejsze wartości funkcji (o ile istnieją) w danym przedziale domkniętym oraz argumenty, dla których wartości największe i najmniejsze są przez funkcję przyjmowane;
- 5) interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji liniowej;
- 6) wyznacza wzór funkcji liniowej na podstawie informacji o jej wykresie lub o jej własnościach;
- 7) szkicuje wykres funkcji kwadratowej zadanej wzorem;
- 8) interpretuje współczynniki występujące we wzorze funkcji kwadratowej w postaci ogólnej, kanonicznej i iloczynowej (jeśli istnieje);
- 9) wyznacza wzór funkcji kwadratowej na podstawie informacji o tej funkcji lub o jej wykresie;

- 10) wyznacza największą i najmniejszą wartość funkcji kwadratowej w przedziale domkniętym;
- 11) wykorzystuje własności funkcji liniowej i kwadratowej do interpretacji zagadnień geometrycznych, fizycznych itp., także osadzonych w kontekście praktycznym;
- 12) na podstawie wykresu funkcji $y = f(x)$ szkicuje wykresy funkcji $y = f(x-a)$, $y = f(x)+b$, $y = -f(x)$, $y = f(-x)$;
- 13) posługuje się funkcją $f(x) = \frac{a}{x}$, w tym jej wykresem, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z wielkościami odwrotnie proporcjonalnymi, również w zastosowaniach praktycznych;
- 14) posługuje się funkcjami wykładniczą i logarytmiczną, w tym ich wykresami, do opisu i interpretacji zagadnień związanych z zastosowaniami praktycznymi.

VI. Ciągi.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) oblicza wyrazy ciągu określonego wzorem ogólnym;
- 2) oblicza początkowe wyrazy ciągów określonych rekurencyjnie, jak w przykładach:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = 0,001 \\ a_{n+1} = a_n + \frac{1}{2}a_n(1 - a_n) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = 1 \\ a_2 = 1 \\ a_{n+2} = a_{n+1} + a_n \end{array} \right.$$

- 3) w prostych przypadkach bada, czy ciąg jest rosnący, czy malejący;
- 4) sprawdza, czy dany ciąg jest arytmetyczny lub geometryczny;
- 5) stosuje wzór na n -ty wyraz i na sumę n początkowych wyrazów ciągu arytmetycznego;
- 6) stosuje wzór na n -ty wyraz i na sumę n początkowych wyrazów ciągu geometrycznego;
- 7) wykorzystuje własności ciągów, w tym arytmetycznych i geometrycznych, do rozwiązywania zadań, również osadzonych w kontekście praktycznym.

VII. Trygonometria.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) wykorzystuje definicje funkcji: sinus, cosinus i tangens dla kątów od 0° do 180° , w szczególności wyznacza wartości funkcji trygonometrycznych dla kątów 30° , 45° , 60° ;
- 2) znajduje przybliżone wartości funkcji trygonometrycznych, korzystając z tablic lub kalkulatora;
- 3) znajduje za pomocą tablic lub kalkulatora przybliżoną wartość kąta, jeśli dana jest wartość funkcji trygonometrycznej;
- 4) korzysta z wzorów $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$;
- 5) stosuje twierdzenia sinusów i cosinusów oraz wzór na pole trójkąta
$$P = \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \sin \gamma$$
- 6) oblicza kąty trójkąta i długości jego boków przy odpowiednich danych (rozwiązuje trójkąty).

VIII. Planimetria.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) wyznacza promienie i średnice okręgów, długości cięciw okręgów oraz odcinków stycznych, w tym z wykorzystaniem twierdzenia Pitagorasa;
- 2) rozpoznaje trójkąty ostrokątne, prostokątne i rozwartokątne przy danych długościach boków (m.in. stosuje twierdzenie odwrotne do twierdzenia Pitagorasa i twierdzenie cosinusów); stosuje twierdzenie: w trójkącie naprzeciw większego kąta wewnętrznego leży dłuższy bok;
- 3) rozpoznaje wielokąty foremne i korzysta z ich podstawowych własności;
- 4) korzysta z własności kątów i przekątnych w prostokątach, równoległobokach, rombów i trapezach;
- 5) stosuje własności kątów wpisanych i środkowych;
- 6) stosuje wzory na pole wycinka koła i długość łuku okręgu;
- 7) stosuje twierdzenia: Talesa, odwrotne do twierdzenia Talesa, o dwusiecznej kąta oraz o kącie między styczną a cięciwą;
- 8) korzysta z cech podobieństwa trójkątów;
- 9) wykorzystuje zależności między obwodami oraz między polami figur podobnych;
- 10) wskazuje podstawowe punkty szczególne w trójkącie: środek okręgu wpisanego w trójkąt, środek okręgu opisanego na trójkącie, ortocentrum, środek ciężkości oraz korzysta z ich własności;
- 11) stosuje funkcje trygonometryczne do wyznaczania długości odcinków w figurach płaskich oraz obliczania pól figur;
- 12) przeprowadza dowody geometryczne.

IX. Geometria analityczna na płaszczyźnie kartezjańskiej. Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) rozpoznaje wzajemne położenie prostych na płaszczyźnie na podstawie ich równań, w tym znajduje wspólny punkt dwóch prostych, jeśli taki istnieje;
- 2) posługuje się równaniami prostych na płaszczyźnie, w postaci kierunkowej i ogólnej, w tym wyznacza równanie prostej o zadanych własnościach (takich jak na przykład przechodzenie przez dwa dane punkty, znany współczynnik kierunkowy, równoległość lub prostopadłość do innej prostej, styczność do okręgu);
- 3) oblicza odległość dwóch punktów w układzie współrzędnych;
- 4) posługuje się równaniem okręgu $(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$;
- 5) oblicza odległość punktu od prostej;
- 6) znajduje punkty wspólne prostej i okręgu oraz prostej i paraboli będącej wykresem funkcji kwadratowej;
- 7) wyznacza obrazy okręgów i wielokątów w symetriach osiowych względem osi układu współrzędnych, symetrii środkowej (o środku w początku układu współrzędnych).

X. Stereometria.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) rozpoznaje wzajemne położenie prostych w przestrzeni, w szczególności proste prostopadłe nieprzecinające się;
- 2) posługuje się pojęciem kąta między prostą a płaszczyzną oraz pojęciem kąta dwuściennego między półpłaszczyznami;
- 3) rozpoznaje w graniastopłach i ostrostopłach kąty między odcinkami (np. krawędziami, krawędziami i przekątnymi) oraz kąty między ścianami, oblicza miary tych kątów;
- 4) rozpoznaje w walcach i w stożkach kąt między odcinkami oraz kąt między odcinkami i płaszczyznami (np. kąt rozwarcia stożka, kąt między tworzącą a podstawą), oblicza miary tych kątów;
- 5) określa, jaką figurą jest dany przekrój prostopadłościanu płaszczyzną;
- 6) oblicza objętości i pola powierzchni graniastopł, ostrostopł, walca, stożka i kuli, również z wykorzystaniem trygonometrii i poznanych twierdzeń;
- 7) wykorzystuje zależność między objętościami brył podobnych.

XI. Kombinatoryka.

Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) zlicza obiekty w prostych sytuacjach kombinatorycznych;
- 2) zlicza obiekty, stosując reguły mnożenia i dodawania (także łącznie) dla dowolnej liczby czynności w sytuacjach nie trudniejszych niż:
 - a) obliczenie, ile jest czterocyfrowych nieparzystych liczb całkowitych dodatnich

- takich, że w ich zapisie dziesiętnym występuje dokładnie jedna cyfra 1 i dokładnie jedna cyfra 2,
- b) obliczenie, ile jest czterocyfrowych parzystych liczb całkowitych dodatnich takich, że w ich zapisie dziesiętnym występuje dokładnie jedna cyfra 0 i dokładnie jedna cyfra 1.

XII. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka. Zakres podstawowy. Uczeń:

- 1) oblicza prawdopodobieństwo w modelu klasycznym;
- 2) stosuje skalę centylową;
- 3) oblicza średnią arytmetyczną i średnią ważoną, znajduje medianę i dominantę;
- 4) oblicza odchylenie standardowe zestawu danych (także w przypadku danych odpowiednio pogrupowanych), interpretuje ten parametr dla danych empirycznych;
- 5) oblicza wartość oczekiwaną, np. przy ustalaniu wysokości wygranej w prostych grach losowych i loteriach.

XIII. Optymalizacja i rachunek różniczkowy.

Zakres podstawowy. Uczeń rozwiązuje zadania optymalizacyjne w sytuacjach dających się opisać funkcją kwadratową.

Rozkład materiału w klasie 4 liceum

Temat
1. Rachunek prawdopodobieństwa
1. Reguła mnożenia
2. Permutacje
3. Wariacje bez powtórzeń
4. Wariacje z powtórzeniami
5. Reguła dodawania
6. Zdarzenia losowe
7. Prawdopodobieństwo klasyczne
8. Prawdopodobieństwo klasyczne – zadania
9. Rozkład prawdopodobieństwa
10. Własności prawdopodobieństwa
11. Wartość oczekiwana zmiennej losowej
12. Powtórzenie wiadomości
13. Praca klasowa i jej omówienie
2. Graniastosłupy i ostrosłupy
1. Proste i płaszczyzny w przestrzeni
2. Graniastosłupy
3. Odcinki w graniastosłupach
4. Objętość graniastosłupa
5. Ostrosłupy
6. Objętość ostrosłupa
7. Kąt między prostą a płaszczyzną
8. Kąt dwuścienny
9. Przekroje prostopadłościanów
10. Powtórzenie wiadomości
11. Praca klasowa i jej omówienie
3. Bryły obrotowe
1. Walec
2. Stożek

3. Kula
4. Bryły podobne
5. Powtórzenie wiadomości
6. Praca klasowa i jej omówienie
4. Przykłady dowodów w matematyce
1. Dowody w algebrze (1)
2. Dowody w algebrze (2)
3. Dowody nie wprost
4. Dowody w geometrii (1)
5. Dowody w geometrii (2)
5. Powtórzenie przed maturą

Wymagania edukacyjne Matematyka – zakres podstawowy

Klasa 4

- Wymagania **konieczne (K)** dotyczą zagadnień elementarnych, stanowiących swego rodzaju podstawę, powinny być zatem opanowane przez każdego ucznia.
- Wymagania **podstawowe (P)** zawierają wymagania z poziomu (K) wzbogacone o typowe problemy o niewielkim stopniu trudności.
- Wymagania **rozszerzające (R)**, zawierające wymagania z poziomów (K) i (P), dotyczą zagadnień bardziej złożonych i nieco trudniejszych.
- Wymagania **dopełniające (D)**, zawierające wymagania z poziomów (K), (P) i (R), dotyczą zagadnień problemowych, trudniejszych, wymagających umiejętności przetwarzania przyswojonych informacji.
- Wymagania **wykraczające (W)** dotyczą zagadnień trudnych, oryginalnych, wykraczających poza obowiązkowy program nauczania.

Poniżej przedstawiony został podział wymagań na poszczególne oceny szkolne:

ocena dopuszczająca	–	wymagania na poziomie (K)
ocena dostateczna	–	wymagania na poziomie (K) i (P)
ocena dobra	–	wymagania na poziomie (K), (P) i (R)
ocena bardzo dobra	–	wymagania na poziomie (K), (P), (R) i (D)
ocena celująca	–	wymagania na poziomie (K), (P), (R), (D) i (W)

1. RACHUNEK PRAWDOPODOBIENSTWA

Poziom **(K)** lub **(P)**

Uczeń otrzymuje ocenę **dopuszczającą** lub **dostateczną**, jeśli:

• wypisuje wszystkie możliwe wyniki danego doświadczenia
• stosuje regułę mnożenia do wyznaczenia liczby wyników doświadczenia spełniających dany warunek – w typowych sytuacjach
• przedstawia drzewo ilustrujące wyniki danego doświadczenia – w prostych sytuacjach
• wypisuje wszystkie możliwe permutacje danego zbioru
• wykonuje obliczenia, stosując definicję silni
• oblicza liczbę permutacji danego zbioru – w prostych sytuacjach
• oblicza liczbę wariacji bez powtórzeń – w prostych sytuacjach
• oblicza liczbę wariacji z powtórzeniami – w prostych sytuacjach
• stosuje regułę dodawania do obliczania liczby wyników doświadczenia spełniających dany warunek – w prostych sytuacjach

<ul style="list-style-type: none"> określa przestrzeń (zbiór) zdarzeń elementarnych dla danego doświadczenia
<ul style="list-style-type: none"> opisuje wyniki sprzyjające danemu zdarzeniu losowemu
<ul style="list-style-type: none"> określa zdarzenia: przeciwne, niemożliwe, pewne i wykluczające się
<ul style="list-style-type: none"> stosuje klasyczną definicję prawdopodobieństwa do obliczania prawdopodobieństw zdarzeń losowych – w typowych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza prawdopodobieństwo zdarzenia przeciwnego
<ul style="list-style-type: none"> stosuje twierdzenie o prawdopodobieństwie sumy zdarzeń – w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> podaje rozkład prawdopodobieństwa dla rzutów kostką, monetą
<ul style="list-style-type: none"> przedstawia za pomocą tabeli rozkład zmiennej losowej
<ul style="list-style-type: none"> oblicza wartość oczekiwaną zmiennej losowej – w prostych przypadkach

Poziom (R) lub (D)

Uczeń otrzymuje ocenę **dobrą** lub **bardzo dobrą**, jeśli opanował poziomy (K) i (P) oraz dodatkowo:

<ul style="list-style-type: none"> stosuje regułę mnożenia i regułę dodawania do obliczania liczby wyników doświadczenia spełniających dany warunek – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza liczbę permutacji danego zbioru – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza liczbę wariacji bez powtórzeń – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza liczbę wariacji z powtórzeniami – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> wyznacza sumę, iloczyn i różnicę zdarzeń losowych
<ul style="list-style-type: none"> stosuje klasyczną definicję prawdopodobieństwa do obliczania prawdopodobieństw zdarzeń losowych – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> stosuje własności prawdopodobieństwa do obliczania prawdopodobieństw zdarzeń
<ul style="list-style-type: none"> rozstrzyga, czy gra jest sprawiedliwa

Poziom (W)

Uczeń otrzymuje ocenę **celującą**, jeśli opanował wiedzę i umiejętności z poziomów od (K) do (D) oraz:

<ul style="list-style-type: none"> stosuje własności prawdopodobieństwa w dowodach twierdzeń
<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące prawdopodobieństwa

2. GRANIASTOSŁUPY I OSTROSŁUPY

Poziom (K) lub (P)

Uczeń otrzymuje ocenę **dopuszczającą** lub **dostateczną**, jeśli:

<ul style="list-style-type: none"> wskazuje w wielościanie proste prostopadłe, równoległe i skośne
<ul style="list-style-type: none"> wskazuje w wielościanie rzut prostokątny danego odcinka na daną płaszczyznę
<ul style="list-style-type: none"> określa liczbę ścian, wierzchołków i krawędzi wielościanu; sprawdza, czy istnieje graniastostup o danej liczbie krawędzi

<ul style="list-style-type: none"> wskazuje elementy charakterystyczne wielościanu (np. wierzchołek ostrosłupa)
<ul style="list-style-type: none"> oblicza pole powierzchni bocznej i całkowitej graniastosłupa oraz ostrosłupa
<ul style="list-style-type: none"> rysuje siatkę wielościanu na podstawie jej fragmentu
<ul style="list-style-type: none"> oblicza długości przekątnych graniastosłupa prostego – w prostych przypadkach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza objętość graniastosłupa prostego i ostrosłupa prawidłowego
<ul style="list-style-type: none"> wskazuje kąt między przekątną graniastosłupa a płaszczyzną jego podstawy
<ul style="list-style-type: none"> wskazuje kąty między odcinkami w ostrosłupie a płaszczyzną jego podstawy – w prostych przypadkach
<ul style="list-style-type: none"> wskazuje kąt między sąsiednimi ścianami wielościanu – w prostych przypadkach
<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje typowe zadania dotyczące kąta między prostą a płaszczyzną
<ul style="list-style-type: none"> stosuje funkcje trygonometryczne do obliczania pola powierzchni i objętości wielościanu – w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> zaznacza na rysunku prostopadłościanu jego przekroje
<ul style="list-style-type: none"> oblicza pole danego przekroju – w prostych sytuacjach

Poziom (R) lub (D)

Uczeń otrzymuje ocenę **dobrą** lub **bardzo dobrą**, jeśli opanował poziomy (K) i (P) oraz dodatkowo:

<ul style="list-style-type: none"> przeprowadza wnioskowania dotyczące położenia prostych w przestrzeni
<ul style="list-style-type: none"> stosuje i przekształca wzory na pola powierzchni i objętości wielościanów
<ul style="list-style-type: none"> stosuje funkcje trygonometryczne i twierdzenia planimetrii
<ul style="list-style-type: none"> do obliczenia pola powierzchni i objętości wielościanu – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza miarę kąta dwuściennego między ścianami wielościanu
<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania dotyczące miary kąta między prostą a płaszczyzną (również z wykorzystaniem trygonometrii) – w trudnych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none"> oblicza pola przekrojów prostopadłościanu, również z wykorzystaniem trygonometrii

Poziom (W)

Uczeń otrzymuje ocenę **celującą**, jeśli opanował wiedzę i umiejętności z poziomów od (K) do (D) oraz:

<ul style="list-style-type: none"> rozwiązuje zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące wielościanów i ich przekrojów
<ul style="list-style-type: none"> przeprowadza dowody twierdzeń dotyczących związków miarowych w wielościanach

3. BRYŁY OBROTOWE

Poziom (K) lub (P)

Uczeń otrzymuje ocenę **dopuszczającą** lub **dostateczną**, jeśli:

<ul style="list-style-type: none">wskazuje elementy charakterystyczne bryły obrotowej (np. kąt rozwarcia stożka)
<ul style="list-style-type: none">zaznacza przekrój osiowy walca i stożka oraz przekroje kuli
<ul style="list-style-type: none">oblicza pole powierzchni i objętość bryły obrotowej – w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none">rozwiązuje zadania dotyczące rozwinięcia powierzchni bocznej walca i stożka – w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none">stosuje funkcje trygonometryczne do obliczania pola powierzchni i objętości bryły obrotowej – w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none">wyznacza skalę podobieństwa brył podobnych – w prostych przypadkach

Poziom (R) lub (D)

Uczeń otrzymuje ocenę **dobrą** lub **bardzo dobrą**, jeśli opanował poziomy (K) i (P) oraz dodatkowo:

<ul style="list-style-type: none">stosuje funkcje trygonometryczne i twierdzenia planimetrii do obliczenia pola powierzchni i objętości bryły obrotowej – w złożonych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none">wykorzystuje podobieństwo brył i skalę podobieństwa brył podobnych podczas rozwiązywania zadań

Poziom (W)

Uczeń otrzymuje ocenę **celującą**, jeśli opanował wiedzę i umiejętności z poziomów od (K) do (D) oraz:

<ul style="list-style-type: none">rozwiązuje zadania o znacznym stopniu trudności dotyczące brył obrotowych
<ul style="list-style-type: none">przeprowadza dowody twierdzeń dotyczących związków miarowych w bryłach obrotowych

4. PRZYKŁADY DOWODÓW W MATEMATYCE

Poziom (K) lub (P)

Uczeń otrzymuje ocenę **dopuszczającą** lub **dostateczną**, jeśli:

<ul style="list-style-type: none">przeprowadza proste dowody dotyczące własności liczb
<ul style="list-style-type: none">przeprowadza proste dowody, stosując metodę równoważnego przekształcania tezy
<ul style="list-style-type: none">uzasadnia niewymierność liczby, stosując dowód nie wprost w prostych sytuacjach
<ul style="list-style-type: none">przeprowadza proste dowody dotyczące własności figur płaskich

Poziom (R) lub (D)

Uczeń otrzymuje ocenę **dobrą** lub **bardzo dobrą**, jeśli opanował poziomy (K) i (P) oraz dodatkowo:

<ul style="list-style-type: none">przeprowadza trudniejsze dowody dotyczące własności liczb całkowitych
<ul style="list-style-type: none">przeprowadza trudniejsze dowody dotyczące nierówności (np. wykorzystując zależność między średnią arytmetyczną a średnią geometryczną)

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• stosuje metodę równoważnego przekształcania tezy – w trudnych sytuacjach |
| <ul style="list-style-type: none">• przeprowadza trudniejsze dowody dotyczące własności figur płaskich |
| <ul style="list-style-type: none">• przeprowadza dowody nie wprost – w trudnych sytuacjach |

Poziom **(W)**

Uczeń otrzymuje ocenę **celującą**, jeśli opanował wiedzę i umiejętności z poziomów od (K) do (D) oraz:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• przeprowadza dowody wymagające wiedzy opisanej na poziomie (W) z innych działów |
|---|